



# ARRIVA LA NUOVA VERSIONE **di** SUNSIM

IL PROGRAMMA SUNSIM  
CALCOLA IN MODO SEMPLICE  
E VELOCE LA QUANTITÀ  
DI RADIAZIONE SOLARE  
DISPONIBILE PER GLI IMPIANTI  
SOLARI FOTOVOLTAICI FISSI  
E A INSEGUIMENTO BIASSIALE.  
È ORA DISPONIBILE LA NUOVA  
VERSIONE 7.0

ROBERTO RIZZO

**S**unSim è un programma di simulazione che lavora nel dominio del tempo. I risultati sono quindi calcolati ricostruendo i percorsi solari durante l'anno, valutando gli effetti sul sito negli istanti considerati e sommando tra loro in modo opportuno i risultati parziali. L'approccio simulativo

consente di tenere in considerazione i vari fattori che influiscono sul risultato, in primo luogo gli ombreggiamenti e la torbidità atmosferica. Per contro richiedono una notevole quantità di calcoli: con un passo temporale di 10 minuti, pari a quello adottato da SunSim, per ottenere un singolo risultato è necessario il calcolo

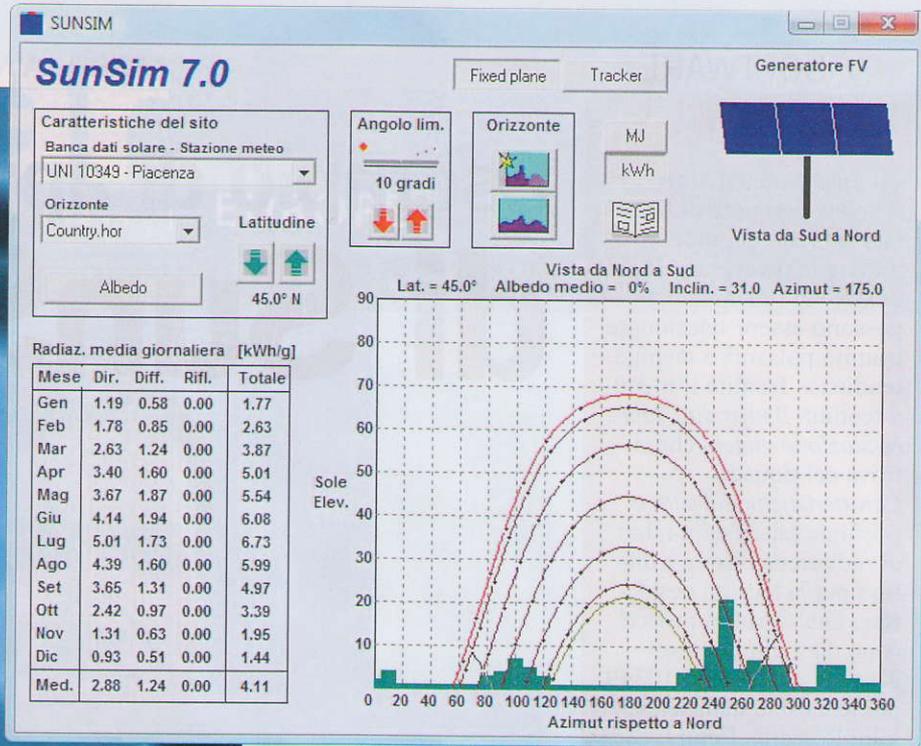


Figura 1. Schermata principale del programma SunSim.

L'IDEATORE DI  
**SUNSIM**



**Francesco Groppi**, ingegnere elettronico e collaboratore storico di FV-Fotovoltaici, ha lavorato per diversi anni nel settore della ricerca e sviluppo delle rinnovabili. È docente di impianti tecnici presso il Politecnico di Milano e membro del CEI e del CENELEC. Ha scritto i libri: "Impianti solari fotovoltaici a norme CEI", "Il fotovoltaico per tutti", "Impianti solari termici", "Manuale per l'installatore di impianti fotovoltaici", "Energia elettrica da fonti rinnovabili".

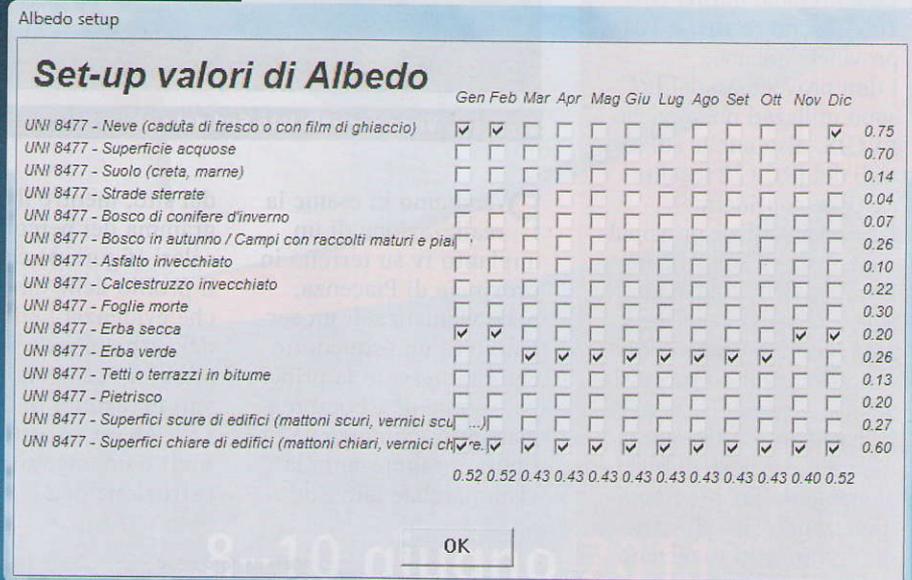


Figura 2. Finestra di introduzione dei valori di albedo per il calcolo della radiazione riflessa.

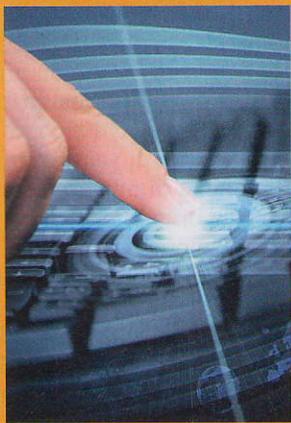
dell'irraggiamento solare in circa 600 condizioni differenti. L'innovazione introdotta da SunSim consiste nell'utilizzare la stessa area di lavoro contenente i diagrammi solari e delle ombre per orientare il piano dei moduli fotovoltaici. «Sono ormai passati 10 anni dalla prima versione di SunSim - spiega Francesco Groppi,

ideatore e realizzatore del programma -. L'idea è nata da una scommessa con Carlo Zuccaro, ora responsabile ingegneria di 9REN: se io fossi stato in grado di sviluppare un software di calcolo solare tale da non richiedere necessariamente l'utilizzo della tastiera, lui avrebbe provveduto a testarlo. Inoltre questo software

avrebbe dovuto aggiornare tutti i valori mensili di radiazione al semplice passaggio del mouse sul diagramma dei percorsi solari. Alla fine la scommessa è stata vinta, ma con beneficio di entrambi. In realtà l'esperienza di Carlo Zuccaro è stata fondamentale per la soluzione di tanti problemi, ma l'idea di base si è

dimostrata vincente. Ci siamo ritrovati con un software che su qualunque PC, in pochi secondi, permetteva di valutare l'idoneità di un sito a partire da orientamento e inclinazione dei moduli. Disponendo poi di un diagramma delle ombre, si poteva pervenire a un calcolo più preciso. Il semplice scorrimento del cursore >>>

► sul diagramma dei percorsi solari permette di orientare il piano dei moduli, mentre le diverse opzioni relative al funzionamento possono essere selezionate tramite pulsanti o menù a tendina.» Tramite il menù a tendina *Banca dati solare-Stazione meteo*, che si trova nel riquadro *Caratteristiche del sito*, è possibile selezionare i dati di radiazione diretta e diffusa per la località desiderata. Questi valori provengono da 2 differenti sorgenti: la norma UNI 10349 per le località italiane e il Joint Research Centre (JRC) di Ispra per l'Europa e il Nord Africa. I dati provenienti dalla norma UNI 10359 sono relativi a 101 provincie italiane. I dati provenienti dal JRC sono utilizzati nel modello PVGIS, disponibile sul sito web del JRC (72 località europee considerate). La provenienza è principalmente quella dell'Atlante Europeo della Radiazione solare (ESRA) anche se i corrispondenti valori possono avere subito successive elaborazioni. Nelle pagine seguenti mostriamo un esempio concreto di funzionamento del programma ipotizzando la realizzazione di un impianto su terreno in Nord Italia, che in alcuni momenti dell'anno viene parzialmente ombreggiato.



# Esempio di applicazione di SunSim



Figura 3. Vista parziale lato Sud dal sito.

Prendiamo in esame la realizzazione di un impianto fv su terreno in provincia di Piacenza, nelle vicinanze di un serbatoio di un acquedotto che rappresenta la principale sorgente di ombreggiamento. L'immagine in figura 3 rappresenta la vista parziale lato Sud

dal sito, mentre il diagramma dei percorsi solari (figura 4) contiene il profilo delle ombre, che evidenzia l'effetto del serbatoio. Per quest'ultimo sono stati rilevati un azimut di 250° (70° Ovest rispetto a Sud) e un angolo di ostruzione di 21°.

## SIMULAZIONE PER UN IMPIANTO FISSO

SunSim permette di trovare agevolmente i valori ottimali di inclinazione e orientamento per i moduli fotovoltaici, che per un impianto fisso risultano:

- Inclinazione ottimale: 31°
- Orientamento ottimale: 175° (5° Est rispetto a Sud)

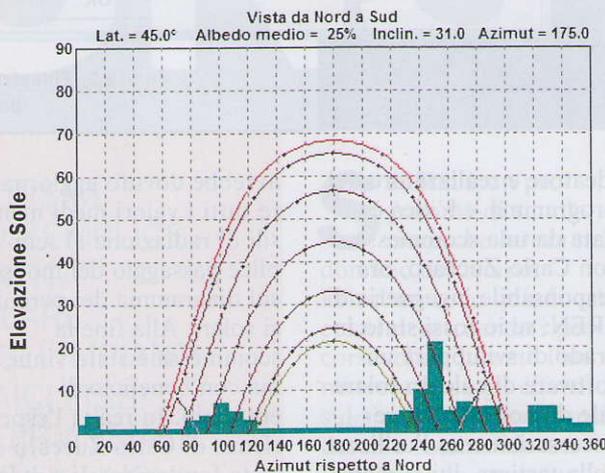
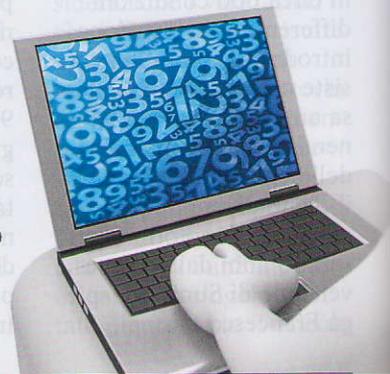


Figura 4. Diagramma dei percorsi solari e profilo delle ombre.

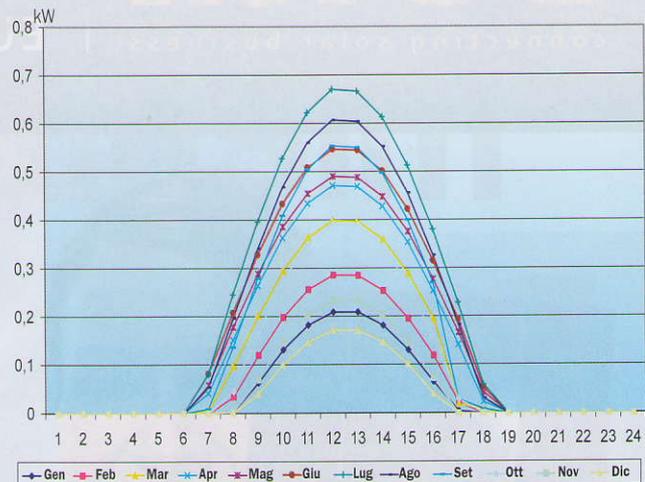


	RADIAZ. DIRETTA	RADIAZ. DIFFUSA	RADIAZ. RIFLESSA	RADIAZ. TOTALE
Gennaio	1,19	0,58	0,02	<b>1,79</b>
Febbraio	1,78	0,85	0,03	<b>2,66</b>
Marzo	2,63	1,24	0,06	<b>3,93</b>
Aprile	3,4	1,6	0,09	<b>5,1</b>
Maggio	3,67	1,87	0,11	<b>5,64</b>
Giugno	4,14	1,94	0,12	<b>6,21</b>
Luglio	5,01	1,73	0,13	<b>6,87</b>
Agosto	4,39	1,6	0,11	<b>6,1</b>
Settembre	3,65	1,31	0,08	<b>5,05</b>
Ottobre	2,42	0,97	0,05	<b>3,43</b>
Novembre	1,31	0,63	0,02	<b>1,97</b>
Dicembre	0,93	0,51	0,02	<b>1,45</b>
Media	<b>2,88</b>	<b>1,24</b>	<b>0,07</b>	<b>4,18</b>

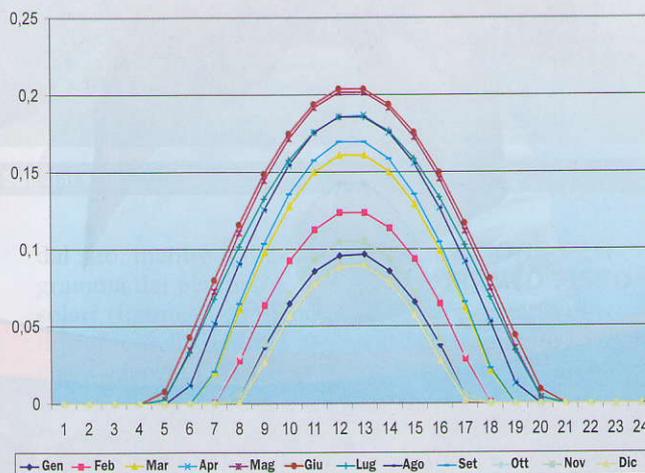
**Tabella 1.** Risultati della simulazione per un impianto fisso della radiazione media giornaliera (valori in kWh/m<sup>2</sup> giorno).

	RADIAZ. DIRETTA	RADIAZ. DIFFUSA	RADIAZ. RIFLESSA	RADIAZ. TOTALE
Gennaio	1,71	0,38	0,08	2,17
Febbraio	2,42	0,61	0,15	3,18
Marzo	3,53	0,98	0,2	4,71
Aprile	4,93	1,37	0,22	6,52
Maggio	5,64	1,67	0,22	7,54
Giugno	6,61	1,76	0,24	8,62
Luglio	7,75	1,54	0,27	9,56
Agosto	6,38	1,38	0,26	8,01
Settembre	4,9	1,04	0,25	6,19
Ottobre	3,3	0,7	0,19	4,18
Novembre	1,89	0,41	0,12	2,42
Dicembre	1,36	0,32	0,07	1,76
Media	<b>4,2</b>	<b>1,01</b>	<b>0,19</b>	<b>5,4</b>

**Tabella 2.** Risultati della simulazione per un impianto a inseguimento su 2 assi della radiazione media giornaliera (valori in kWh/m<sup>2</sup> giorno).



**Figura 5.** Andamento giornaliero della radiazione diretta per un impianto fisso.



**Figura 6.** Andamento giornaliero della radiazione diffusa per un impianto fisso.

In tabella 1 (a sinistra) sono riportati i risultati ottenuti dalla simulazione. Gli andamenti giornalieri dei valori di radiazione sul piano dei moduli per le componenti diretta e diffusa sono stati tracciati per ciascun mese dell'anno. È possibile notare che, per la presenza dell'ombra del serbatoio, la radiazione diretta, a partire dalle ore 17 circa nei mesi da ottobre a marzo, scende quasi a zero (figura 5, in alto nella pagina).

### SIMULAZIONE PER UN IMPIANTO A INSEGUIMENTO SU 2 ASSI

Nel caso di impianto a inseguimento su 2 assi, i risultati relativi alla radiazione raccolta sono riportati nella tabella 2, che evidenzia un incremento energetico complessivo del 29% rispetto al caso dell'impianto fisso. Questo è dovuto in massima parte al forte incremento della componente diretta della radiazione solare (+46%).

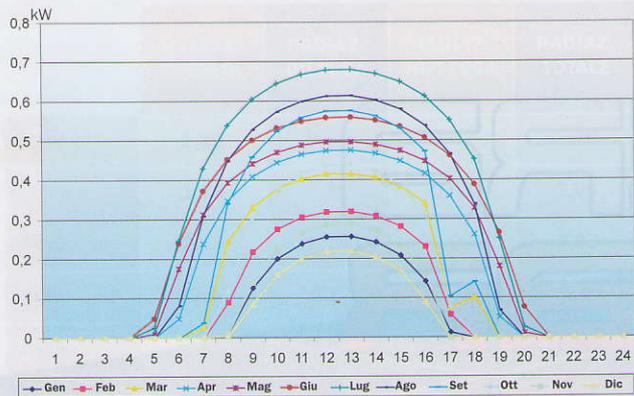


Figura 7. Andamento giornaliero della radiazione diretta per un impianto a inseguimento su due assi.

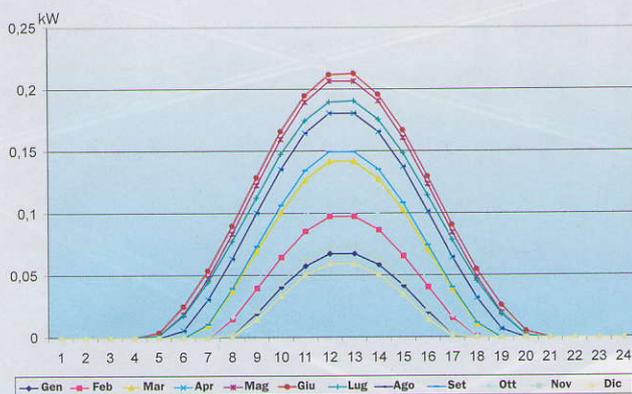


Figura 8. Andamento giornaliero della radiazione diffusa per un impianto a inseguimento su 2 assi.

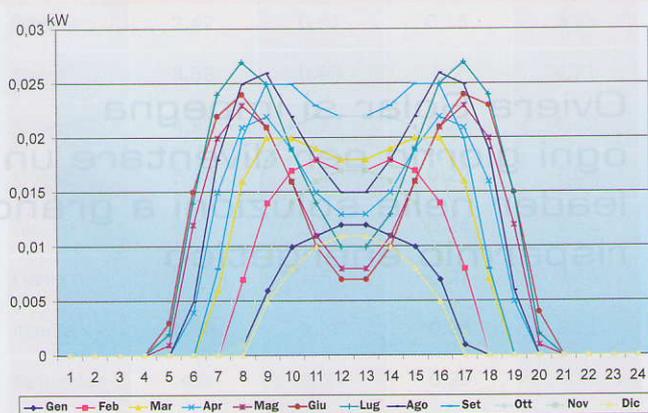


Figura 9. Andamento giornaliero della radiazione riflessa per un impianto a inseguimento su 2 assi.

Dai grafici giornalieri si può però notare che la presenza dell'inseguitore biassiale enfatizza anche la perdita della radiazione diretta dopo le ore 17

nei mesi invernali per effetto dell'ombra del serbatoio (figura 7). È interessante notare che l'andamento della radiazione diffusa (figura 8) è

## UN SOFTWARE FACILE MA CHE FA CALCOLI COMPLESSI

LA PAROLA A FRANCESCO GROPPI, IDEATORE DI SUNSIM

### ●●● L'ultima versione di SunSim mantiene ancora la semplicità d'uso iniziale?

«La semplicità è un requisito irrinunciabile di SunSim. Non serve neanche installarlo: è composto da un unico file che può girare da qualsiasi supporto, anche se la sua destinazione naturale è il desktop del proprio PC. SunSim, pur essendo estremamente semplice da usare, effettua comunque dei calcoli assai complessi, che si basano sulla simulazione dei percorsi solari rispetto al piano dei moduli. In particolare, il calcolo della radiazione diretta per gli impianti fissi e di quella diffusa nel caso degli impianti a inseguimento su 2 assi si basano su algoritmi piuttosto sofisticati.»

### ●●● Perché hai scelto proprio l'inseguimento biassiale, visto che sono state sviluppate e sono reperibili in commercio differenti tipologie di sistemi di inseguimento?

«Affrontare tutta la casistica dei sistemi a inseguimento in una volta sola non era possibile. Ho preferito orientarmi sugli inseguitori biassiali per due motivi. Il primo lo definirei

“

La semplicità è un requisito irrinunciabile di SunSim: non serve neanche installarlo

”



molto diverso da quello della radiazione diretta e presenta un massimo molto accentuato a mezzogiorno, quando l'angolo di inclinazione di questi sistemi è più basso. Questo conferma che la radiazione diffusa raccolta dai sistemi a inseguimento di questo tipo è in generale inferiore

rispetto a quella raccolta dai sistemi fissi (-19% nel caso specifico). La situazione è opposta per quanto riguarda la radiazione riflessa (figura 9), perché la maggiore inclinazione dei sistemi biassiali a inizio e fine giornata accentua il fenomeno dell'albedo sui moduli fotovoltaici. ■

## USARE PLICATISSIMI

### MMMA DI SIMULAZIONE SUNSIM

di tipo comparativo o, se si preferisce, didattico. Passando dalla modalità Fixed-plane a Tracker, è possibile confrontare immediatamente la soluzione fissa con quella a inseguimento. Inoltre, nel riquadro animato è possibile avere un'idea degli spostamenti del piano dei moduli durante il giorno e per ogni mese dell'anno. Il secondo motivo riguarda il fatto che l'inseguimento del disco solare riflette perfettamente il comportamento degli impianti a concentrazione con movimento biassiale; non dimentichiamoci che per questi ultimi è prevista l'incentivazione dell'energia prodotta nel Conto energia 2011-2013. Ovviamente, in questo caso bisogna eliminare dal computo energetico gli apporti della radiazione diffusa e della radiazione riflessa.»

●●● **SunSim non è in grado di calcolare le perdite dovute a fattori diversi dall'ombreggiamento, come temperatura, mismatch, scarsa pulizia, perdite ohmiche nei cavi, invecchiamento, ecc. Non credi che questo sia un limite del programma?**

«Concordo sul fatto che, sotto un certo profilo, questo può essere visto come una carenza. Va però tenuto presente

che alcuni di questi calcoli per essere condotti con accettabile precisione richiederebbero l'introduzione di una quantità di dati difficile da gestire. Prendiamo come esempio l'effetto della temperatura, sicuramente il parametro più importante. Ebbene, non è sufficiente sapere se si tratta di un impianto su strutture inclinate o su falda per fare un calcolo anche solo approssimativo come fanno altri programmi. La casistica, come sappiamo, è molto ampia e deve essere valutata caso per caso, spesso riferendosi a dati storici, ma tenendo anche conto della tipologia strutturale specifica. Per altri parametri, come le perdite dovute agli inverter, è possibile automatizzare il calcolo. Va tuttavia tenuto presente che spesso l'introduzione di soluzioni multi-inverter o con inverter con più sezioni separate di ingresso rende il risultato fortemente dipendente dalle scelte del progettista, che sono difficilmente affrontabili da un software che non sia specificatamente dedicato al problema. Questo non toglie che in futuro SunSim possa disporre di funzioni dedicate a risolvere il calcolo delle varie voci che compongono il BOS, l'utente dovrà però aver chiaro che per molti aspetti si passa ancor di più nel campo dell'opinabile.»

●●● **Sono in cantiere degli ampliamenti per SunSim?**

«Al momento sto pensando di ampliare la base di dati di radiazione solare includendo altre fonti oltre a quelle già utilizzate (UNI e PVGIS). È allo studio anche il calcolo del BOS ma, come dicevo in precedenza, con le cautele del caso.»



## ANCORA s.r.l.

### PHOTOVOLTAIC MODULES

## LA QUALITÀ DELL'ENERGIA NASCE DAL SOLE

*Produciamo moduli fotovoltaici e impianti chiavi in mano.*

Moduli certificati secondo la normativa EN IEC 61215