



INTERVENTO DEI VIGILI DEL FUOCO  
SU UN TETTO COPERTO DA PANNELLI  
FOTOVOLTAICI FOTO CNVVF UMBRIA

# Fotovoltaico: come renderlo più sicuro

*Studio su un impianto sperimentale condotto dalla Scuola Provinciale Antincendi di Trento in collaborazione con il locale comando dei Vigili del Fuoco per valutare le condizioni di sicurezza negli interventi su impianti fotovoltaici in caso d'incendio. Test su schiume oscuranti e sistemi per la riduzione della tensione*

di Daniele Alessandrini\*

Utilizzando un impianto sperimentale realizzato a Marco di Rovereto, in provincia di Trento, la Scuola Provinciale Antincendi di Trento e il Corpo provinciale dei Vigili del Fuoco di Trento hanno condotto uno studio approfondito in tema di intervento su impianti fotovoltaici, al fine di individuare i principali problemi, le situazioni di rischio e di pericolo, per poi trasmettere le conoscenze acquisite attraverso corsi di formazione mirati. Nel corso dei test, condotti sia di giorno che di notte per valutare i diversi fattori di rischio, sono state anche sperimentate alcune soluzioni per la messa in sicurezza degli impianti, come schiume che inibiscono la radiazione solare sui pannelli, o sistemi per la messa fuori tensione dei moduli, automatici e su comando.



## L'IMPIANTO SPERIMENTALE A MARCO DI ROVERETO

La ricerca è stata condotta su un impianto fotovoltaico da 5,7 kWp composto da 30 moduli da 190 W suddivisi su due stringhe da 15 pannelli. In fase di montaggio sono stati installati due sistemi di messa fuori tensione dei pannelli (SolteQ e SolarEdge), per valutarne efficacia e affidabilità in condizioni reali.

Il sistema SolarEdge si basa sull'installazione di PowerBox che in caso di emergenza (inverter spento o scollegato, oppure se la temperatura supera i 95°C) riducono automaticamente la tensione in uscita da ogni pannello, fino al valore di 1 volt. SolteQ prevede invece scatole di sicurezza poste su ogni pannello che, su comando o automaticamente, cortocircuitano direttamente i due cavi collegati alla scatola di giunzione, mettendo fuori tensione l'impianto.

Un analizzatore di rete è stato posto su ognuna delle due stringhe per ricavare i dati di tensione e corrente sul lato c.c., anche in caso di impianto spento sul lato corrente alternata. In aggiunta è stato installato un resistore variabile (reostato) che simula le correnti che potrebbero



**IMPIANTO FOTOVOLTAICO SPERIMENTALE PRESSO IL CENTRO DI PROTEZIONE CIVILE A MARCO DI ROVERETO.**

formarsi attraverso il corpo umano nel caso di contatto con parti in tensione dell'impianto.

### Sicurezza elettrica

Il principale problema legato alla sicurezza dei pannelli FV è che non è sempre possibile mettere fuori tensione tutto l'impianto, in particolare la parte in corrente continua (con valori che possono anche superare 800 volt), se i pannelli sono investiti da radiazione luminosa. E non è nemmeno prevista, dal punto di vista normativo, l'installazione di apparecchi che siano in grado di togliere tensione al campo fotovoltaico nella sua interezza. La situazione più pericolosa per i soccorritori si verifica in presenza di un principio d'incendio su copertura, con una parte dei pannelli già interessati dalle fiamme. Quando si interviene per limitare la propagazione dell'incendio bisogna porre attenzione alla rimozione degli altri pannelli, essi stessi combustibili, collegati mediante cavi sotto tensione, che vanno

tagliati. Va ricordato, per altro, che questa situazione non è solo italiana ma si riscontra a livello internazionale.

### Prove sperimentali

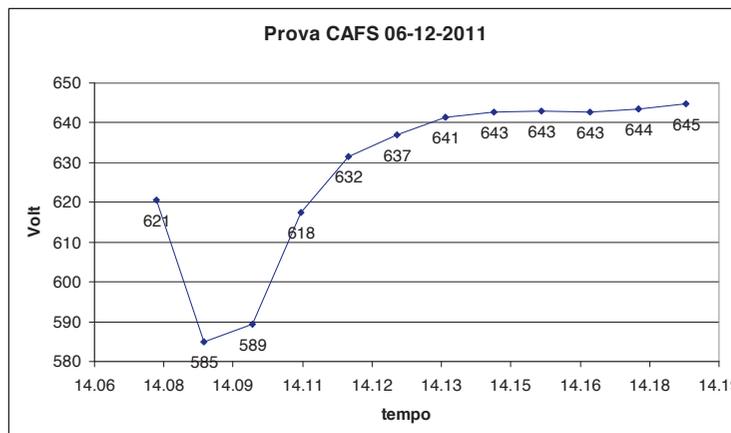
Le prove condotte nella stazione sperimentale hanno riguardato diverse condizioni di intervento, ognuna condotta a circuito aperto o collegando in serie il reostato.



**PROVE CON IMPIANTO IN CONDIZIONI STANDARD.** Il rischio per i soccorritori si conferma elevato. In una giornata con buon irraggiamento solare, dove si possono superare anche i 1000 W/m<sup>2</sup>, entrare in contatto con la corrente prodotta dall'impianto FV può causare contrazioni muscolari e fibrillazione ventricolare, con conseguente rischio di infarto.



**PROVE CON SCHIUME ANTINCENDIO TIPO CAFS (COMPRESSED AIR FOAM SYSTEM).** La schiuma è in grado di ridurre la tensione iniziale di circa il 5%, per un tempo molto breve, poiché il materiale tende a scivolare sulla superficie dei pannelli, come evidenzia il grafico a destra. Risulta pertanto inefficace nel ridurre le tensioni dell'impianto FV.



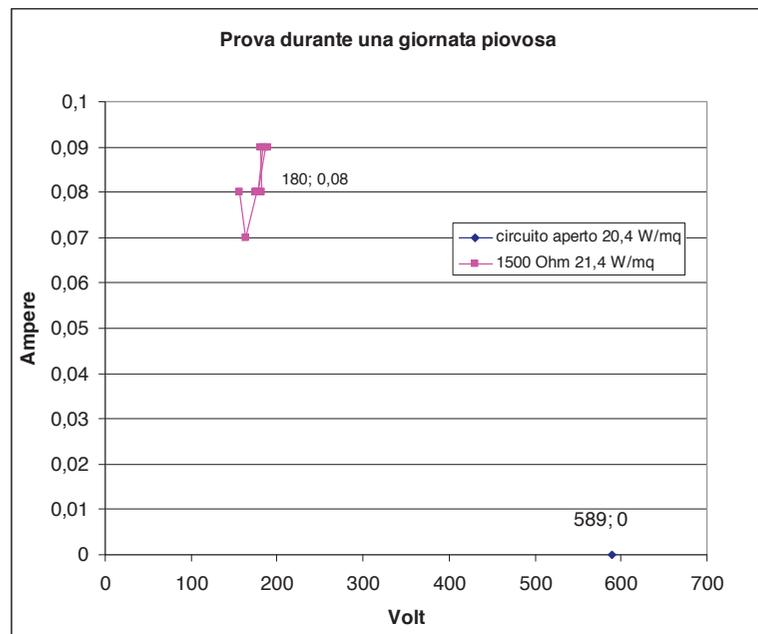
**PROVE CON SCHIUMA PER OSCURARE I PANNELLI.** Si è anche provata la schiuma Prevento Solar della società tedesca Febbex International, che si propone lo scopo di inibire la radiazione luminosa e fermare la produzione di corrente elettrica; schiuma che può essere rimossa in un secondo tempo. La prima prova a circuito aperto, in una giornata di sole, non ha evidenziato una riduzione delle tensioni, tale da poterle considerare non pericolose per l'uomo (valore minimo raggiunto di 100 Volt con copertura totale dei pannelli). Una seconda prova condotta in una giornata nuvolosa (radiazione solare circa dieci volte inferiore), con spruzzatura effettuata direttamente dai rappresentanti dell'azienda tedesca, ha portato a una riduzione delle tensioni da 640 a 16 volt. Infine, una terza prova, eseguita in una giornata soleggiata con due passaggi che hanno completamente oscurato i pannelli, ha limitato le tensioni a circa 70 Volt. Collegando in serie il reostato, le correnti di elettrocuzione sono risultate praticamente nulle, cosa che dovrebbe scongiurare danni alle persone. La schiuma appare in ogni caso da utilizzare solo in assenza di alternative, poiché il suo uso è complesso.



**PROVE DIURNE CON COPERTURA DEI PANNELLI MEDIANTE MATERIALI OPACHI.** Si è provato a schermare i pannelli con cartoni: oltre alla pericolosità dell'intervento, considerando la combustibilità del materiale, si sono ottenuti scarsissimi risultati dal punto di vista del calo delle tensioni.



**PROVE CON BASSA LUMINOSITÀ.** Il test compiuto in una giornata nuvolosa, con una debole pioggia, ha rilevato la presenza di una tensione di circuito aperto elevata, pari a circa 590 Volt, che potrebbe rivelarsi pericolosa per l'uomo. Chiudendo invece il circuito con il reostato, il rischio si potrebbe ridurre a contrazioni muscolari involontarie, senza effetti fisiologici permanenti, comunque non esenti da conseguenze per chi stia operando in copertura.



**PROVE NOTTURNE.** Sono stati simulati interventi di notte con l'ausilio dei fari in uso ai VVF di Trento. Nei diversi casi, si arriva a tensioni di circuito aperto anche superiori a 60 Volt, ma collegando il reostato, le correnti di elettrocuzione sono risultate molto basse, inferiori a 0,01 A.

**PROVA DI FUNZIONAMENTO CON SISTEMA SOLTEQ.** Le prove sono state condotte attivando mediante comando manuale la cortocircuitazione dei pannelli. Anche in questo caso, le decine di prove condotte dai ricercatori, hanno confermato il buon funzionamento del sistema, con tensione di stringa ridotta a zero. Manca anche qui l'indicazione sull'eventuale permanenza dei pannelli in tensione.



**PROVE DI FUNZIONAMENTO CON SOLAREGE.** Il sistema entra automaticamente in funzione in caso di spegnimento dell'inverter, quindi non appena viene interrotto l'impianto sul lato corrente alternata. Nel corso di alcune decine di prove, la tensione di stringa è sempre scesa a 14-15 Volt, in condizioni di sicurezza per i soccorritori. L'unico neo rilevato dai ricercatori, comune anche al sistema SolteQ, è la mancanza di segnalazione della tensione nei pannelli, in caso di malfunzionamento del dispositivo.

## Tiriamo le somme

Dai risultati dello studio sperimentale si possono ricavare alcune conclusioni, utili soprattutto per i soccorritori che devono intervenire sull'impianto fotovoltaico, ma anche per chi è chiamato a progettargli e a installarli, al fine di garantire la massima sicurezza in ogni frangente.

La prima considerazione è che l'impianto fotovoltaico può rappresentare una situazione di pericolo per i soccorritori sotto diversi aspetti: il più difficile da gestire è senz'altro il

rischio di elettrocuzione, che può verificarsi in ogni condizione di intervento, anche se decresce in modo significativo negli interventi in notturna.

Come si può intervenire? Coprire i pannelli per cercare di inibire la produzione di corrente elettrica può rivelarsi

un'operazione lunga e complessa, non consona con la tipologia interventistica dei VVF; inoltre, sembra fornire scarsi risultati dal punto di vista pratico, nel ridurre le tensioni in gioco.

Un limite emerso dallo studio è che, nel momento in cui si apre l'interruttore generale lato c.a., spegnendosi l'inverter, non si hanno più dati in merito alla situazione elettrica del lato corrente continua. Ciò limita fortemente la possibilità di verificare le tensioni in gioco sul campo FV e, di conseguenza, l'opportunità di procedere ad un eventuale smontaggio dei pannelli o di altre parti sotto tensione in sicurezza. Appare quindi evidente come il problema andrebbe affrontato a monte, con l'installazione di opportuni sistemi di messa fuori tensione del campo fotovoltaico (come quelli testati a Marco di Rovereto), che permettano di poter operare in piena sicurezza.

Dal punto di vista operativo, gli interventi su impianti esistenti richiedono una buona capacità di analisi della situazione elettrica e dei rischi a cui potrebbero andare incontro gli operatori VVF, che può essere migliorata attraverso la formazione del personale, con presa visione di impianti reali e prove sul campo. 

\* *Daniele Alessandrini* – Ingegnere del Servizio Antincendi e P.C, Provincia Autonoma di Trento

**Il documento integrale con i risultati della ricerca è scaricabile da Internet a questi indirizzi:**

**[www.scuolaantincendi.tn.it/](http://www.scuolaantincendi.tn.it/)**

**[www.vvftrento.it](http://www.vvftrento.it)**

**Sono previsti anche corsi specifici per approfondire i temi della sicurezza.**

**Il referente dello studio è l'ing. Daniele Alessandrini**