

# Aspetti tecnici e normativi: novità sul fronte degli standard

**SUPSI**

Mauro Caccivio

20 Maggio 2026  
Solar Update Svizzera italiana 2026  
Bellinzona

# Introduzione: IEC e comitati tecnici

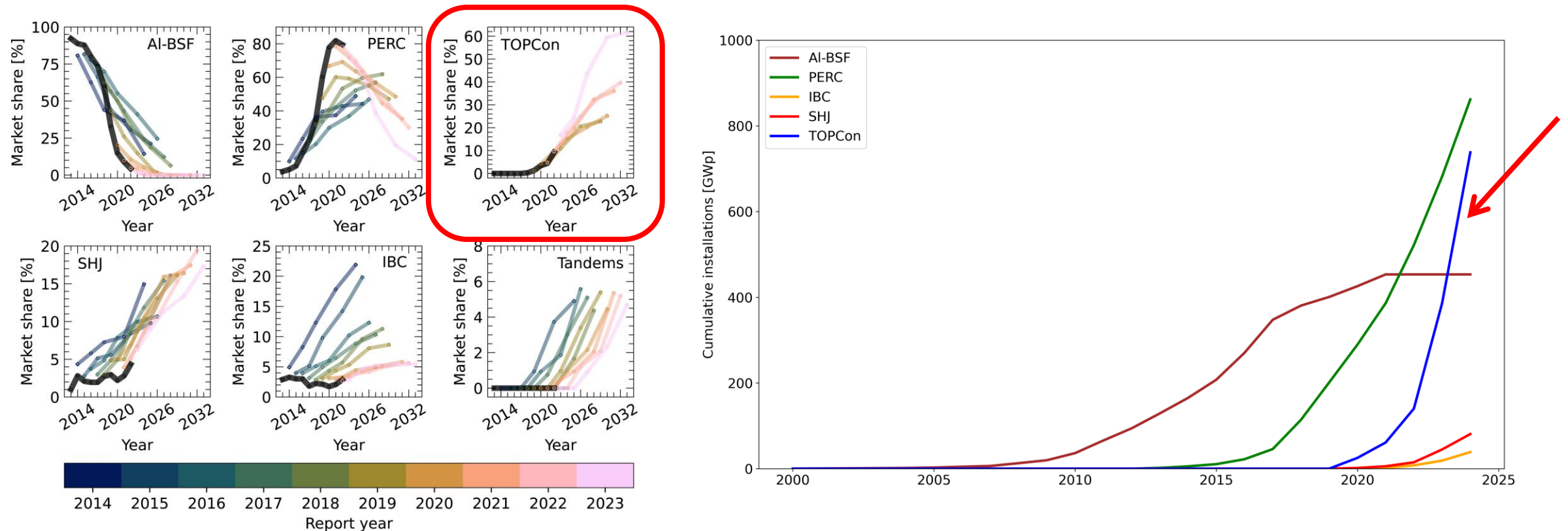
- Il Comitato Tecnico IEC TC 82 (Solar photovoltaic energy systems) è uno dei comitati più rilevanti e attivi a livello globale all'interno dell'International Electrotechnical Commission.
- Il TC 82 è il comitato con il **più grande programma di lavoro (*work-programme*) di tutta la IEC**, riflettendo la natura dinamica e la rapida innovazione tecnologica del settore fotovoltaico
- **Documenti Pubblicati:** Dalla sua fondazione nel 1981, il TC 82 ha pubblicato **più di 207 documenti** (standard internazionali, specifiche tecniche e rapporti).
- **Progetti Attivi:** Il comitato gestisce contemporaneamente un numero massiccio di progetti. Ad esempio, nel piano di lavoro recente si contano **90 documenti attivi** (standard in fase di sviluppo o revisione)



# Introduzione: gruppi di lavoro

Gruppo	Argomento Principale / Titolo	Focus Tecnico Corrente PDF+ 1
WG 1	<i>Glossary</i>	Terminologia e definizioni standardizzate.
WG 2	<i>Modules, non-concentrating</i>	<b>È il gruppo più grande (con circa 23 progetti attivi) ; cura gli standard di sicurezza, qualifica del design e stress prolungato sui moduli (es. serie IEC 61215, IEC 61730, e le nuove specifiche sui 3000 V DC).</b>
WG 3	<i>Systems</i>	Prestazioni e requisiti per la progettazione e la manutenzione di impianti (es. linee guida per impianti a terra e <i>Floating PV</i> ).
WG 6	<i>Balance-of-system (BOS) components</i>	Componenti di sistema come inverter, convertitori di potenza, requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC) e sezionatori.
WG 7	<i>Concentrator modules</i>	Moduli fotovoltaici a concentrazione (CPV).
WG 8	<i>Photovoltaic (PV) cells</i>	Standardizzazione delle celle fotovoltaiche, test sui wafer di silicio e resistenza flessionale.
WG 9	<i>BOS Components – Support Structures</i>	Strutture di supporto e tracciatori solari (sicurezza del personale).
JWG 11	<i>Building-Integrated Photovoltaics (BIPV)</i>	Sviluppato congiuntamente con l'ISO/TC 160/SC 1 per l'integrazione del fotovoltaico negli edifici e i relativi codici identificativi.

# Evoluzione rapida del mercato...



Previsioni relative alle quote di mercato (punti colorati) delle tecnologie relative alle celle solari al silicio, basate sui rapporti annuali dell'International Technology Roadmap for Photovoltaics (ITRPV). I punti neri rappresentano la quota di mercato effettiva stimata dell'anno precedente a ciascun rapporto. La sovrapposizione tra i punti neri e quelli colorati indica una previsione accurata. Le linee fungono da riferimento visivo.

*"Historical market projections and the future of silicon solar cells", B. Vicari Stefani et al, Joule 7, 2684–2699, December 20, 2023*

*"A Commodity Today, Incompatible Tomorrow: the Paradox of PV?" Bert Herteleer, Gernot Oreski, Ian Marius Peters, Ulrike Jahn, Ralph Gottschalg, Gabriele Friesen, EU PVSEC 2025*

...evoluzione accelerata degli standard



...evoluzione accelerata degli standard



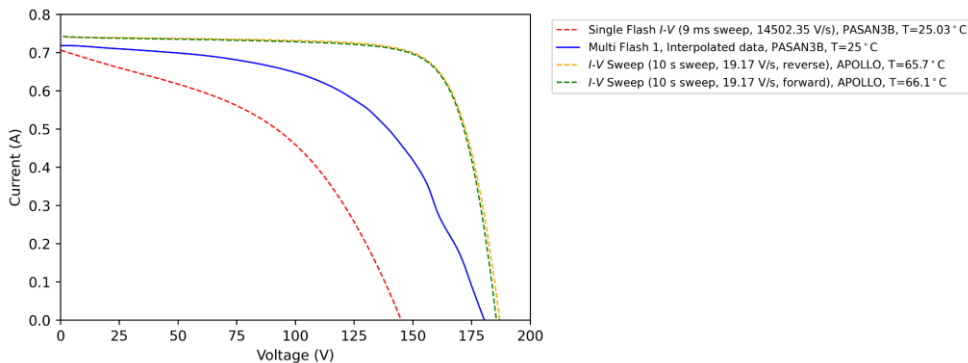
# ...evoluzione accelerata degli standard

## Shift Tecnologico

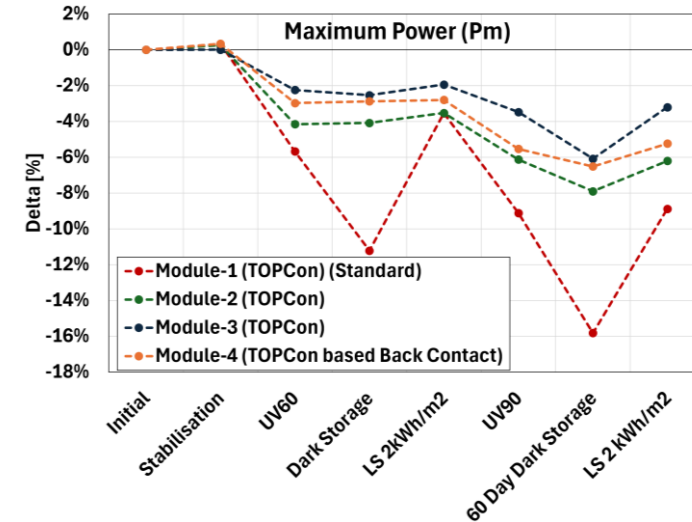
Il settore è passato rapidamente dal silicio di **tipo p** a quello di **tipo n** per efficienze superiori. Tuttavia, questo introduce nuove vulnerabilità come la degradazione indotta dai raggi ultravioletti (**UV-ID**).

## IEC focus: nuovi Test UV-ID

La IEC sta sviluppando test di stabilizzazione e verifica specifici per UV-ID per garantire che i nuovi moduli n-type mantengano la stabilità operativa promessa nel lungo periodo (IEC TS 63624-1)



*"Investigating Measurement Methodology for Perovskite PV Modules" H. Ellis, JRC, SUPSI Industry day 2025*



*"Alpine PV Modules: Mechanically Robust, Yet UV-Sensitive? Insights from Mechanical Load and UV Stress Testing" E.Özkalay SUPSI Industry day 2026*

## Il Paradosso Efficienza-Stabilità

Le celle in perovskite offrono un potenziale di efficienza straordinario ma soffrono di **prestazioni fluttuanti**. La sfida tecnica principale risiede nella metastabilità dei materiali sotto stress luminoso.

**IEC focus:** Sviluppo di metodi di misurazione standardizzati per convalidare la stabilità e la durata di queste celle in configurazioni tandem (IEC TS 60904-1-4)

# TREND ALTA TENSIONE: 3000V DC

## Efficienza di Sistema

Il passaggio verso i 3000V DC mira a ridurre le perdite ohmiche e i costi dei cablaggi negli impianti utility-scale.

## Sicurezza Elettrica

Aggiornamento degli standard per la protezione da archi elettrici e isolamento in presenza di tensioni più elevate.

## Componentistica

Necessità di inverter e sezionatori certificati per gestire carichi dinamici a tensioni estreme senza degrado.

La serie IEC 61730 definisce i requisiti costruttivi e di prova per la certificazione di sicurezza dei moduli fotovoltaici con una tensione massima dell'impianto in corrente continua pari a 1 500 V. La serie IEC TS 63543 si basa sulla serie IEC 61730 ed estende la tensione massima dell'impianto in corrente continua a 3 000 V.

# Circolarità e riciclo

## Impatto al 2050

Il volume di rifiuti PV a fine vita raggiungerà livelli critici. La gestione sistematica di questo e-waste è fondamentale per la sostenibilità del settore.

Senza standard di riciclo chiari, il rischio ambientale potrebbe compromettere i benefici della transizione verde.

**IEC PAS 63525:** definisce linee guida per il riutilizzo dei moduli fotovoltaici e per l'economia circolare, promuovendo criteri armonizzati di valutazione, sicurezza, qualità e tracciabilità per estendere la vita utile dei prodotti PV nel mercato globale.

**IEC 63395:** definisce requisiti e linee guida per la gestione sostenibile dei rifiuti elettrici ed elettronici, promuovendo tracciabilità, recupero efficiente di materiali e componenti, sicurezza ambientale e qualità dei processi lungo l'intera filiera dell'e-waste.

*Immagine: SENSeRecycling*

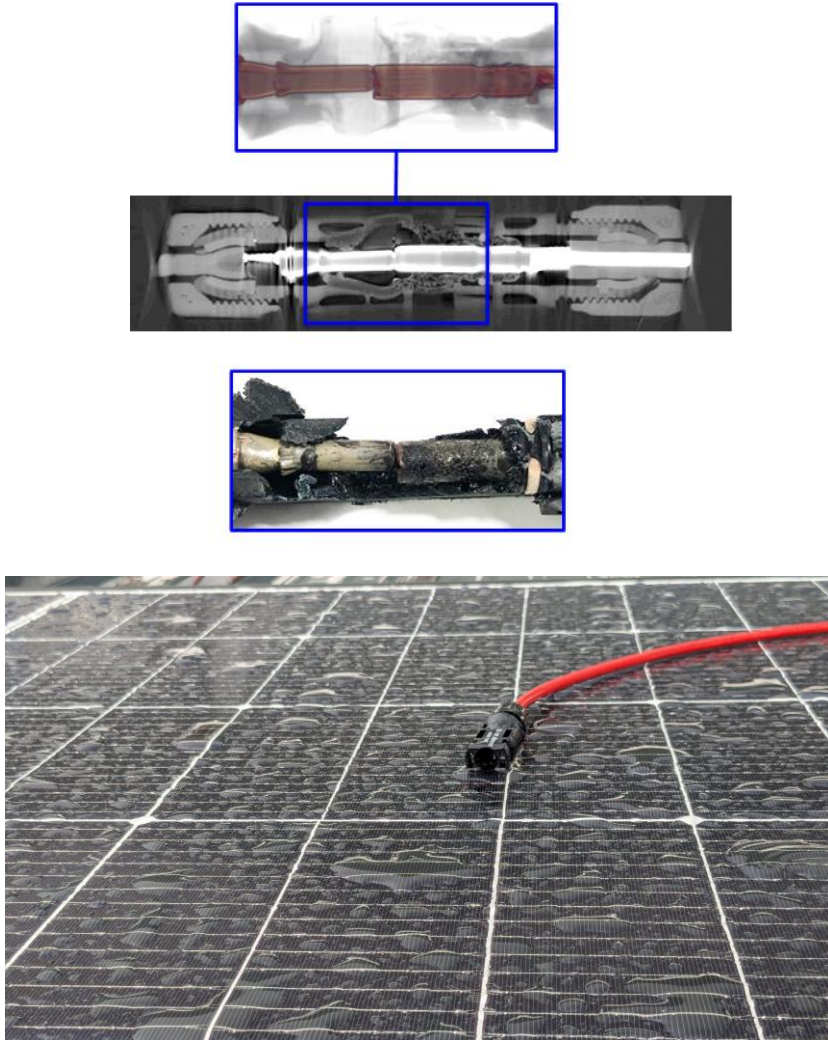


# Aggiornamento della normativa sulla sicurezza dei moduli IEC 61730-1 e 2

## In discussione:

- Esclusione dalla norma di moduli speciali, come quelli per installazione “fai da te” su balconi e moduli calpestabili
- Introduzione del test grandine per questioni di sicurezza e non solo di affidabilità (IEC 61215-2)
- Introduzione di verifiche dimensionali sulla qualità del vetro, per scongiurare le rotture spontanee su campo.
- Introduzione di mezzi di protezione dall'ingresso di umidità/sporcizia nei connettori
- Verifica del corretto funzionamento dei diodi in produzione

# Connettori, diodi: rischio arco elettrico!



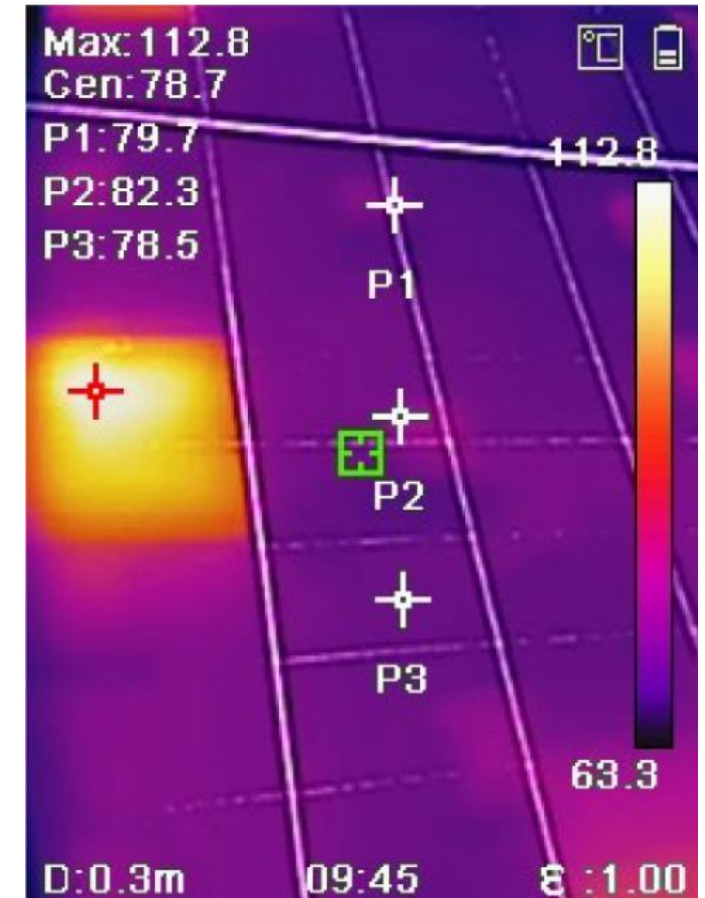
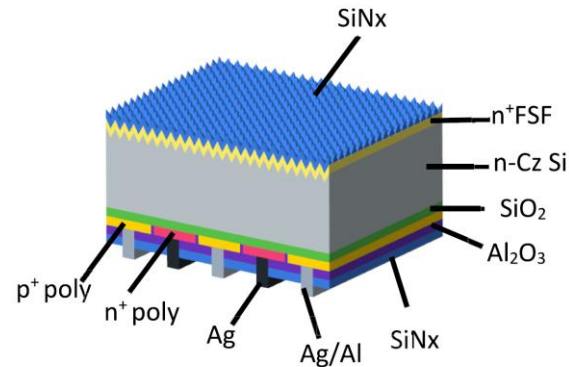
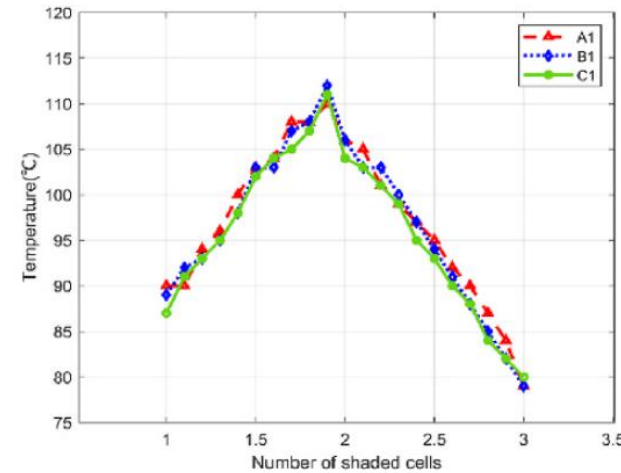
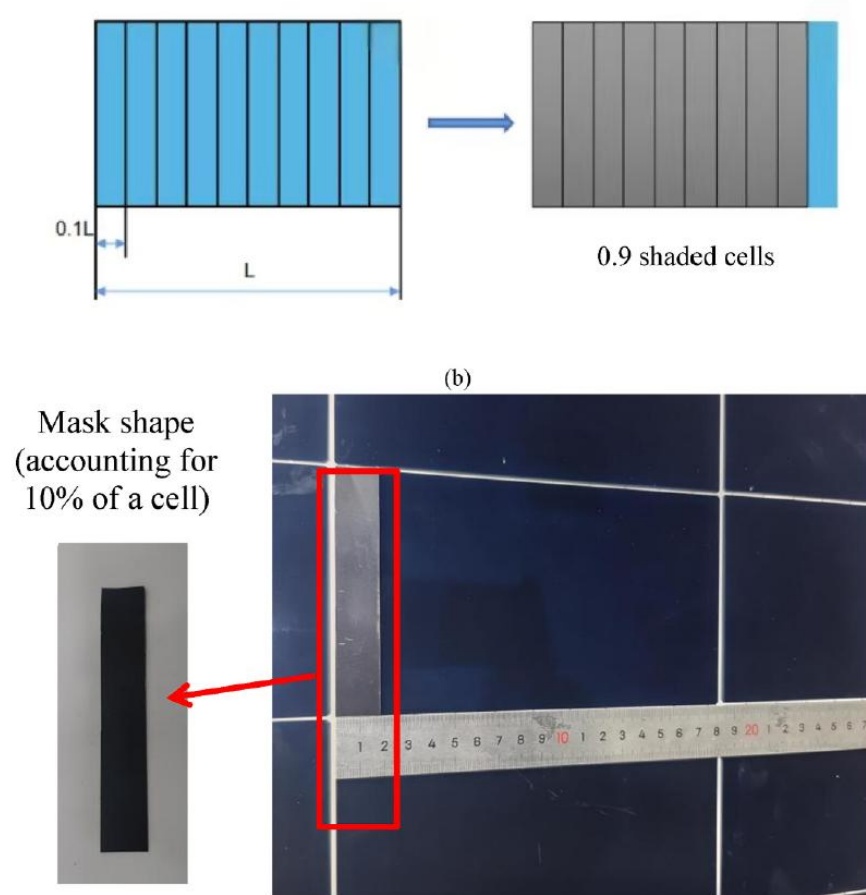
## ATTENZIONE

Alcuni inverter montano connettori in stile Stäubli MC4 ma di diversa marca (ad esempio Amphenol H4): ogni connettore ha bisogno della sua **specific pinza di crimpatura** per essere conforme ai requisiti della norma!

# Aggiornamento della normativa sull'affidabilità: serie IEC 61215

- **In discussione:**
  - L'irraggiamento di stress bifacciale (BSI), utilizzato per determinare le condizioni di stress dei moduli bifacciali, è stato sostituito dall'irraggiamento di stress bifacciale applicato (aBSI).
  - **Una procedura rivista per l'ombreggiatura delle celle durante le prove di hot-spot (celle Back contact).**
  - Revisione dei requisiti di corrente applicata per le prove di Thermal Cycling e di Humidity and freeze.
  - **Aggiunta di pesi alla scatola di giunzione durante le prove di Damp Heat.**
  - Requisiti aggiornati per la non uniformità della distribuzione del carico nella prova di carico meccanico statico.

# Hot spot test su moduli con celle IBC



"Circuit model-driven investigation of hot-spot behavior in n-type TBC photovoltaic modules", Kangping Zhang, Central Research Institute, DAS Solar Co., Solar Energy Materials and Solar Cells

# **Formazione: SAS PV**

## **Autunno 2026**

### **5 giornate di approfondimento a Mendrisio**

# Grazie dell'attenzione

SUPSI