



SYMPOSIUM DAY

Bari, 7 Febbraio 2024

La progettazione della sicurezza antincendio delle coperture con impianti Fotovoltaici

■ Piergiacomo Cancelliere

Comandante dei Vigili del Fuoco di Rimini

Agenda

Introduzione: sostenibilità e resilienza;

Rischio incendio sistemi ed impianti FV;

Progettazione della sicurezza antincendi & FV;

Fattori da considerare per la valutazione del rischio incendio dovuta ad FV;

Mitigazione della propagazione;

FSE&TS CEI 82-89:2023;

Le misure di prevenzione incendi per FV

Sicurezza dei manutentori & Soccorritori;

Mantenimento delle prestazioni nel tempo;

Conclusioni.

Introduzione

Sostenibilità e Resilienza:

Questi due termini vengono spesso usati indifferentemente quando riferiti agli edifici, ma rappresentano **la stessa cosa?**

SOSTENIBILITÀ:

la condizione di uno sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente, **senza compromettere** la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri



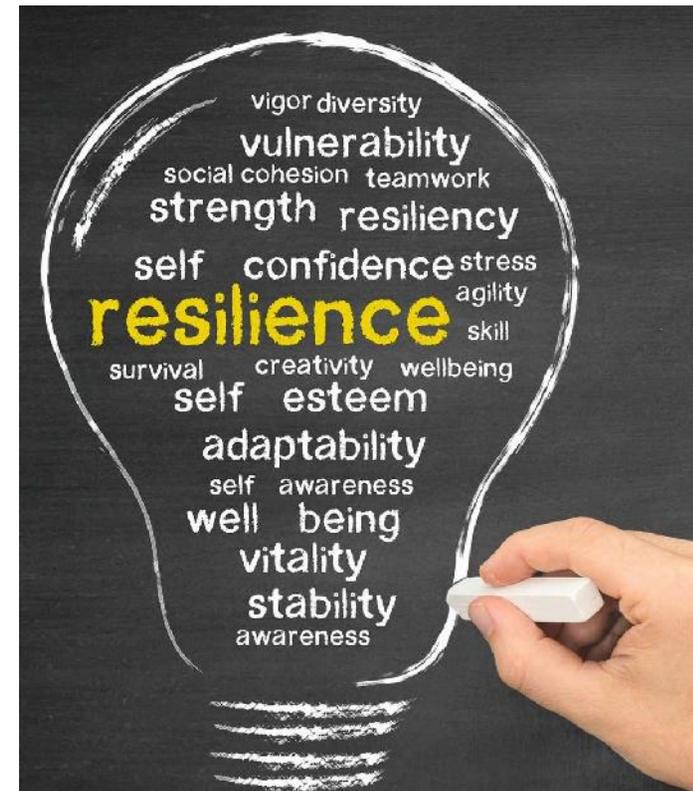
Introduzione

Sostenibilità e Resilienza:

Questi due termini vengono spesso usati indifferentemente quando riferiti agli edifici, ma rappresentano **la stessa cosa?**

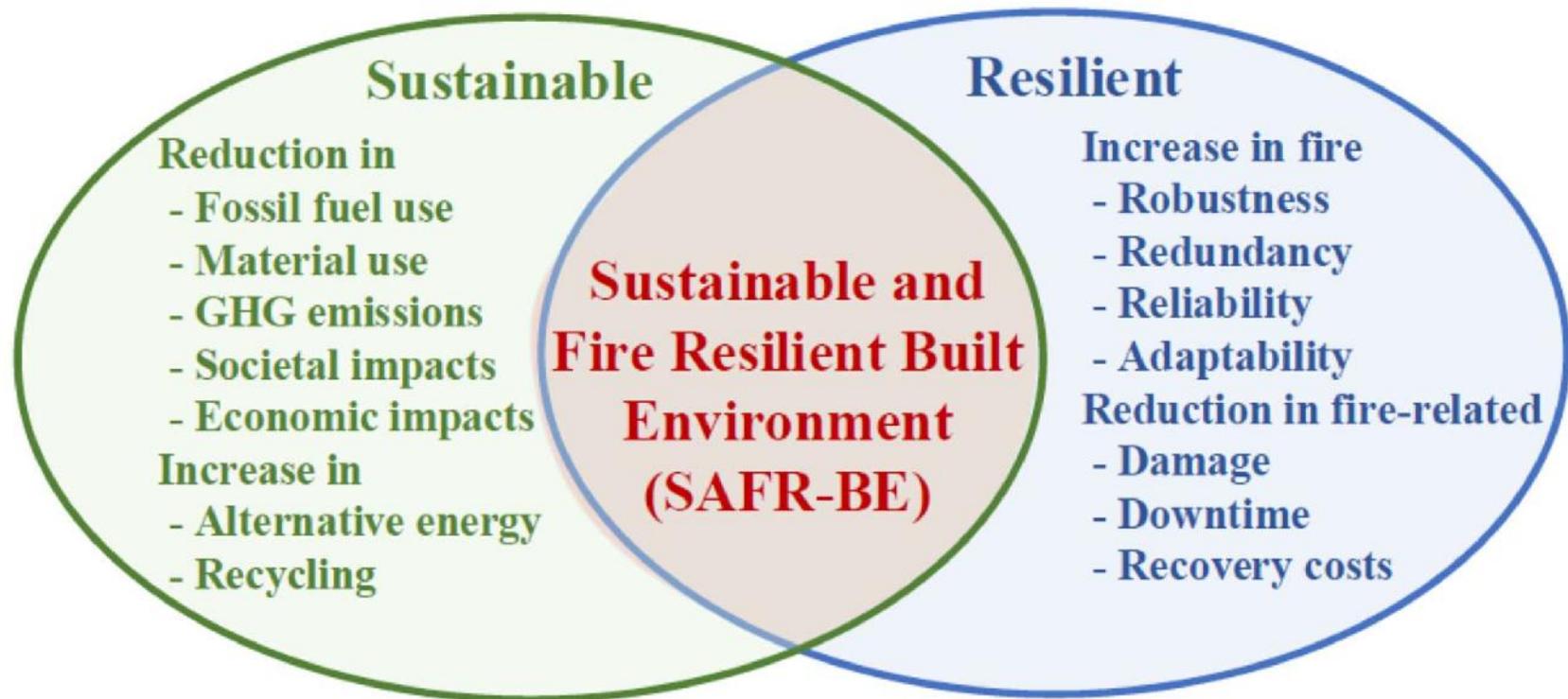
RESILIENZA:

Nell'ambito del nostro ambiente naturale e del costruito (edifici, opere da costruzione, ...) rappresenta l'abilità di ritornare ad uno stato definito «normale» dopo aver subito «eventi estremi» o delle perdite.



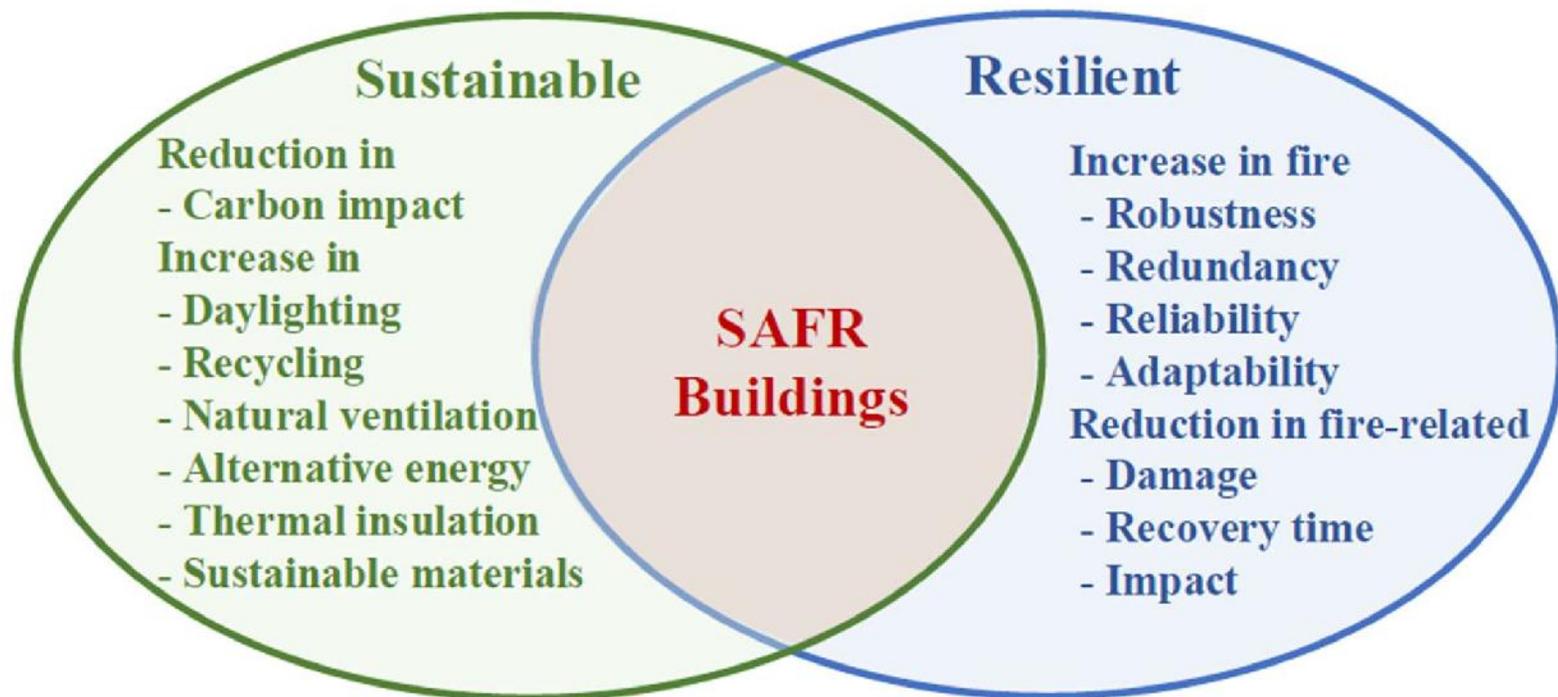
Introduzione

Sostenibilità e Resilienza rappresentano concetti **DIFFERENTI**, ma appare chiaro che sono **INTERCONNESSI** in relazione alla salvaguardia della vita umana e dell'ambiente



Introduzione

Edifici Sostenibili e Incendio-Resilienti sono tutti quelli dove gli **obiettivi «green»** (facciate, fotovoltaico, ...) **non vanno in conflitto** con gli **obiettivi di sicurezza antincendi**:



Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Coperture Industriali

Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Coperture Industriali



Rischio incendio sistemi ed impianti



Coperture Industriali



Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Complessi Commerciali



Rischio incendio sistemi ed impianti FV

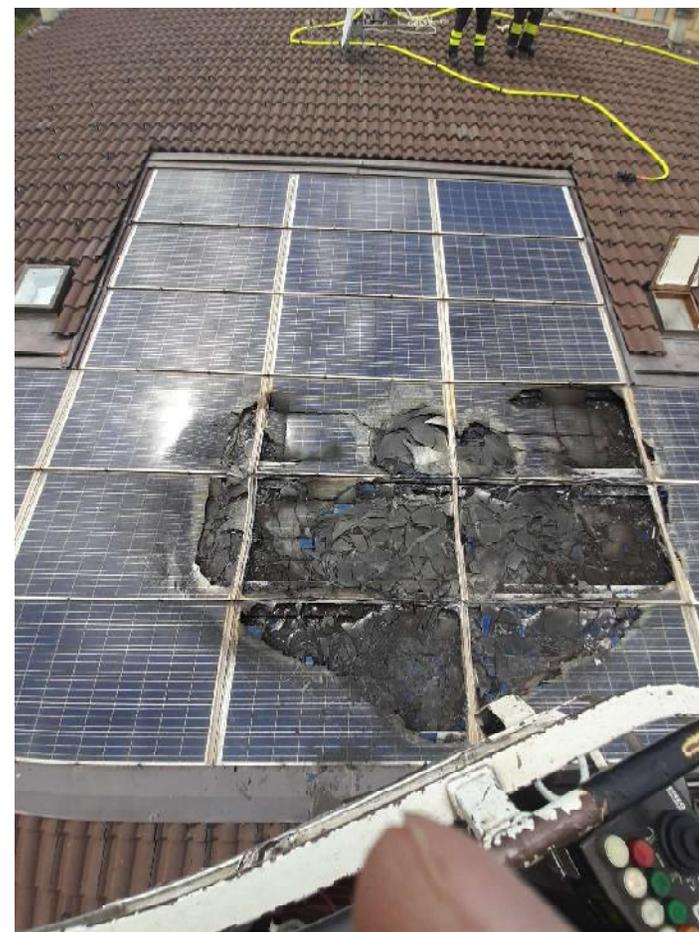


Edifici Civili

Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Ultimi interventi nella
provincia di Rimini



Civile abitazione di
Novafeltria

Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Ultimi interventi nella
provincia di Rimini

**Capannone industriale di
Novafeltria**

Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Ultimi interventi nella
provincia di Rimini

**Capannone industriale di
Novafeltria**

Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Localizzazione dell'incendio (Padiglione D1)

Ultimi interventi nella
provincia di Rimini



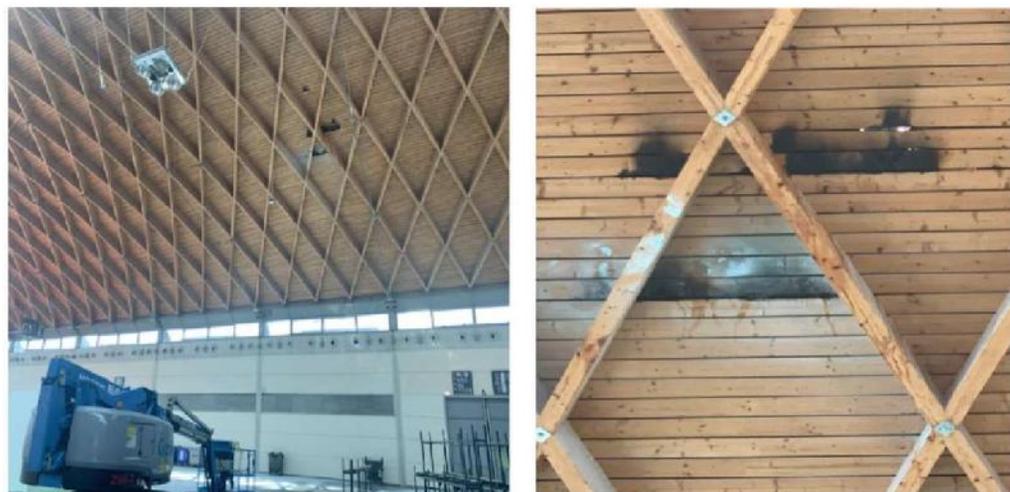
Fiera di Rimini... (7 giugno 2022)!

Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Dettaglio danneggiamento moduli fotovoltaici

Fiera di Rimini...non molto tempo fa... (7 giugno 2022)!

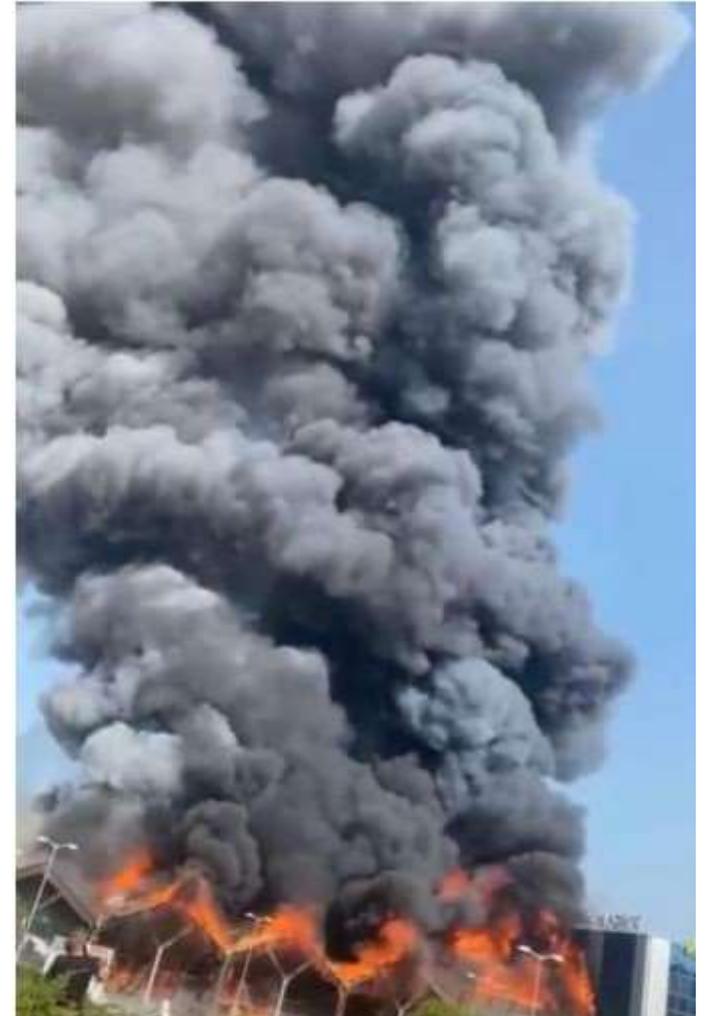


Dettaglio danneggiamento interno

Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Centro commerciale Desenzano del Garda... (24 maggio 2023)!



Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Ansa

+ Segui

A fuoco tetto fotovoltaico, fumo visibile a chilometri

Storia di BUO • 1giorno/i



A fuoco tetto fotovoltaico, fumo visibile a chilometri
© Provided by ANSA

(ANSA) - VENEZIA, 31 GEN - Un incendio con un'alta colonna di fumo, visibile a chilometri di distanza, si è sviluppato intorno alle ore 10:40 di oggi su un tetto fotovoltaico di una casa in fase di costruzione a Jesolo (Venezia).

I vigili del fuoco, arrivati dal locale distaccamento, da San Donà e da Mestre con tre autopompe, un'autobotte, l'autoscala il carro aria e 18 operatori, coadiuvati dal funzionario di guardia, hanno iniziato le operazioni di spegnimento, evitando la propagazione del rogo alle altre abitazioni vicine.

Le operazioni di completo spegnimento e bonifica termineranno presumibilmente nel tardo pomeriggio di oggi. Le cause delle fiamme sono al vaglio dei tecnici dei pompieri. (ANSA).

**Venezia...31 gennaio
2024 (ieri!)**

Progettazione della sicurezza antincendi & FV

I sistemi ed impianti FV a servizio di attività possono:

- Essere causa **di innesco**;



- Favorire **la propagazione** di un incendio in copertura o in facciata;
- Far propagare l'incendio «dalle coperture» verso altri **compartimenti sottostanti**.

Progettazione della sicurezza antincendi & FV

La progettazione della sicurezza antincendi secondo il Codice di PI:

STRATEGIA ANTINCENDIO
**Capitolo S.10 Sicurezza degli impianti tecnologici
e di servizio**

Livello di prestazione	Descrizione
I	Impianti progettati, realizzati, eserciti e mantenuti in efficienza secondo la regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, con requisiti di sicurezza antincendio specifici.

Tabella S.10-1: Livelli di prestazione

S.10.6.2 Impianti fotovoltaici

1. In presenza di impianti fotovoltaici installati sulle coperture e sulle facciate degli edifici, devono essere utilizzati materiali, adottate soluzioni progettuali ed accorgimenti tecnici che limitino la probabilità di innesco dell'incendio e la successiva propagazione dello stesso anche all'interno dell'opera da costruzione e ad altre limitrofe.
2. L'installazione degli impianti fotovoltaici deve garantire la sicurezza degli operatori addetti alle operazioni di manutenzione nonché la sicurezza dei soccorritori.

Nota Utili riferimenti sono costituiti dalle circolari DCPST n°1324 del 7 febbraio 2012 e DCPST n°6334 del 4 maggio 2012.

Progettazione della sicurezza antincendi & FV

La guida tecnica VVF del 2012:

- è uno **strumento di indirizzo** non limitativo delle scelte progettuali (approccio **performance based**);
- Individua alcune soluzioni utili al perseguimento degli **obiettivi di sicurezza** del Regolamento (UE) CPR n.305/2011;
- **Altre soluzioni** utili al perseguimento dei richiamati obiettivi possono essere individuate mediante la **valutazione dei rischi**.

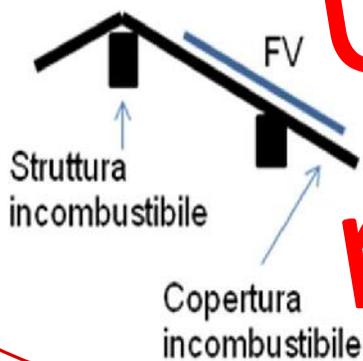
Fattori da considerare per la valutazione del rischio incendio dovuta ad FV:

- **interferenza** con il sistema di ventilazione dei prodotti della combustione, ostruzione parziale/totale di traslucidi, impedimenti apertura evacuatori;
- modalità di **propagazione** dell'incendio (copertura/compartimenti/facciata/conduitture/quadri, ...);
- sicurezza degli **operatori** addetti alla manutenzione;
- sicurezza degli **addetti** alle operazioni **di soccorso**.

Mitigazione della propagazione

L'installazione degli impianti FV dovrà essere eseguita in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato (requisiti tecnici)

Caso 1
Installazione su strutture ed elementi di copertura e/o di facciata incombustibili



Caso 2
Interposizione tra i moduli fotovoltaici e il piano di appoggio di uno strato di materiale di resistenza al fuoco almeno EI 30 ed incombustibile



Caso 3
Valutazione specifica del rischio di propagazione dell'incendio

Caso 3a
Valutazione del rischio incendio tenendo conto:
- della classe di resistenza agli incendi esterni dei tetti e delle coperture dei tetti;
- della classe di reazione al fuoco del modulo fotovoltaico

Caso 3b
Valutazione del rischio ad hoc finalizzata al raggiungimento degli obiettivi del Regolamento UE 305/2011

Under review

Still applicable

Mitigazione della propagazione & CEI TS 82-89:2023

N O R M A I T A L I A N A C E I

Norma Italiana

CEI TS 82-89

Data Pubblicazione

2023-05

Titolo

**Rischio d'incendio nei sistemi fotovoltaici - Comportamento
all'incendio dei moduli fotovoltaici installati su coperture di edifici:
protocolli di prova e criteri di classificazione**

Title

Fire Risk of Photovoltaic Systems - Fire behavior of Photovoltaic Modules
installed on building roofs: test protocols and rating criteria

Mitigazione della propagazione & CEI TS 82-89:2023

Il TS stabilisce un **protocollo di prova sperimentale**:

- dove si tiene conto **dell'accoppiamento** fra copertura e pannello (materiali, modalità di posa in opera, ...);
- fondato **sulla calorimetria** (HRR, THR, FIGRA, ...);
- non stabilisce alcuna classificazione ma **restituisce indicatori** di pericolosità **«quantitativi»** utili allo sviluppo della valutazione del rischio di propagazione «ad hoc» (**Caso 3b**).

FSE & TS CEI 82-89:2023

Configurazioni di prova FV+tetto:

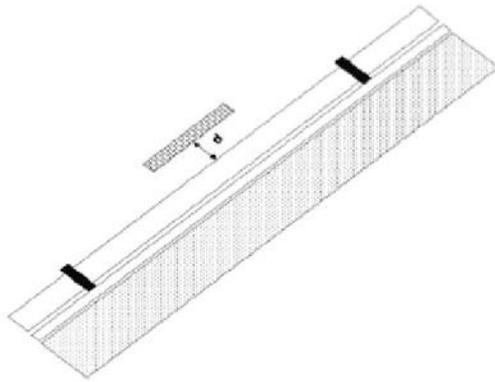


Figure 3 — Placement of source of ignition on top of the PV module

Burner

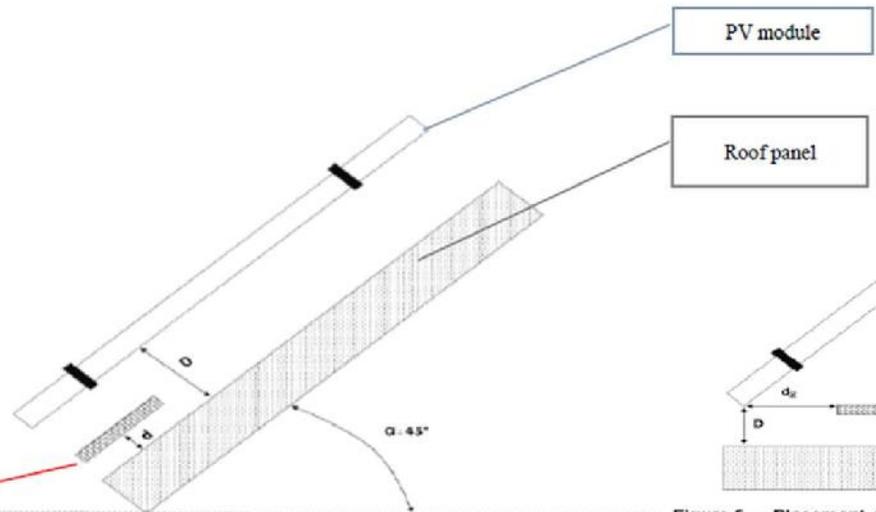


Figure 4 — Placement of source of ignition on top of the PV module

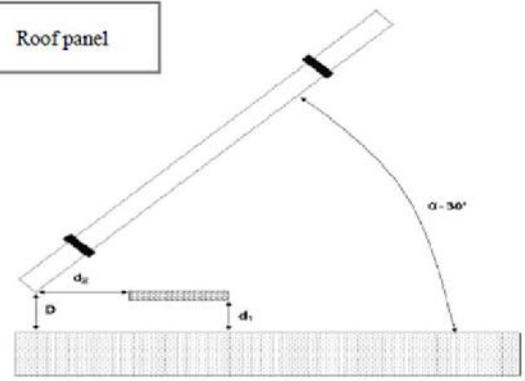


Figure 5 — Placement of source of ignition between PV module and flat roofs

FSE & TS CEI 82-89:2023

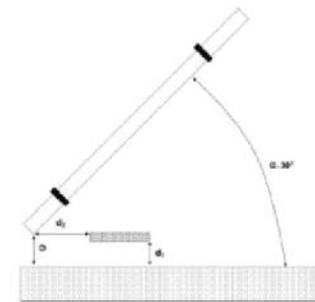
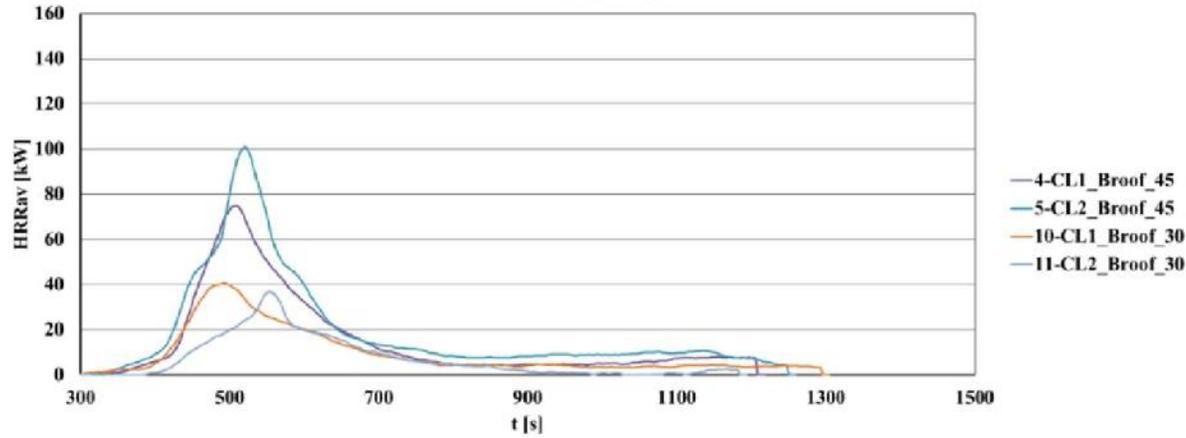
(tests inside the SBI instrumented room)

CEI TS 82-89

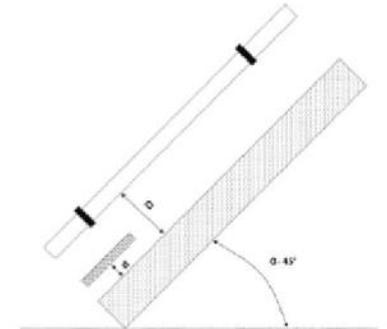
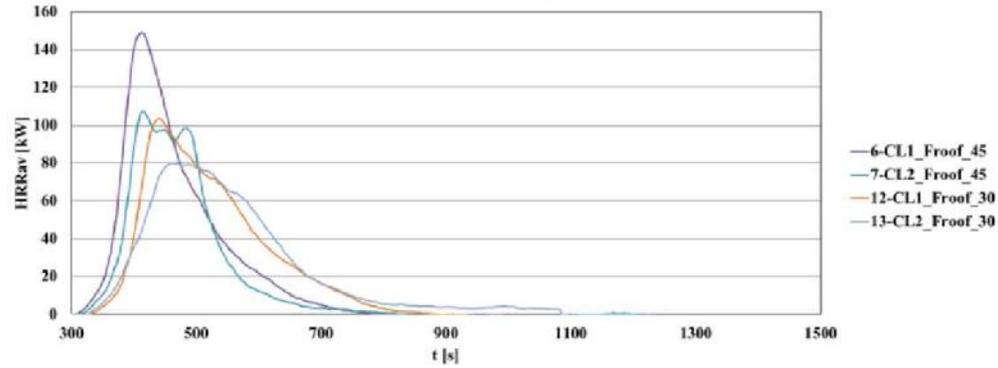


FSE & TS CEI 82-89:2023

HRR (Broof)

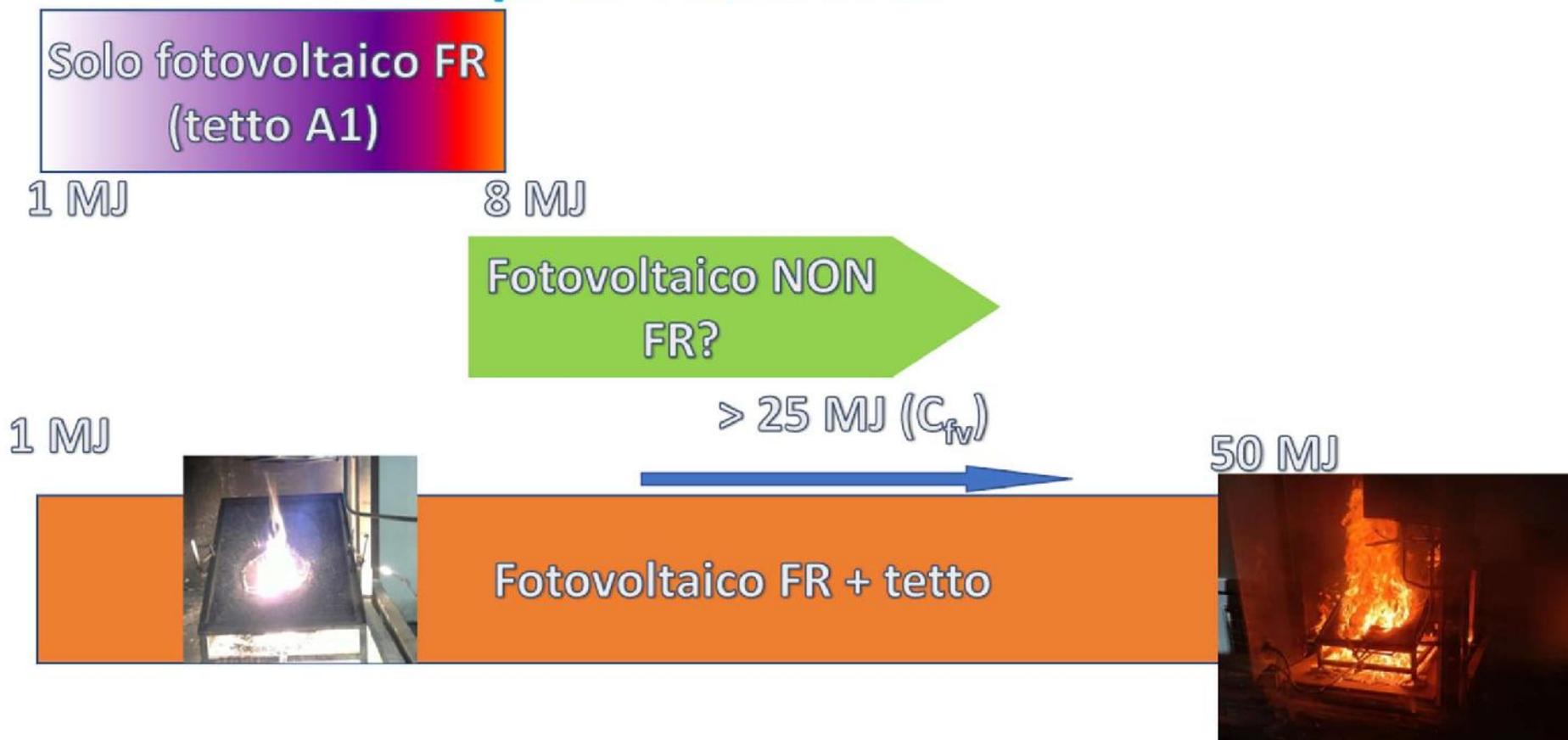


HRR (Froof)



FSE & TS CEI 82-89:2023

Esempi di variazioni



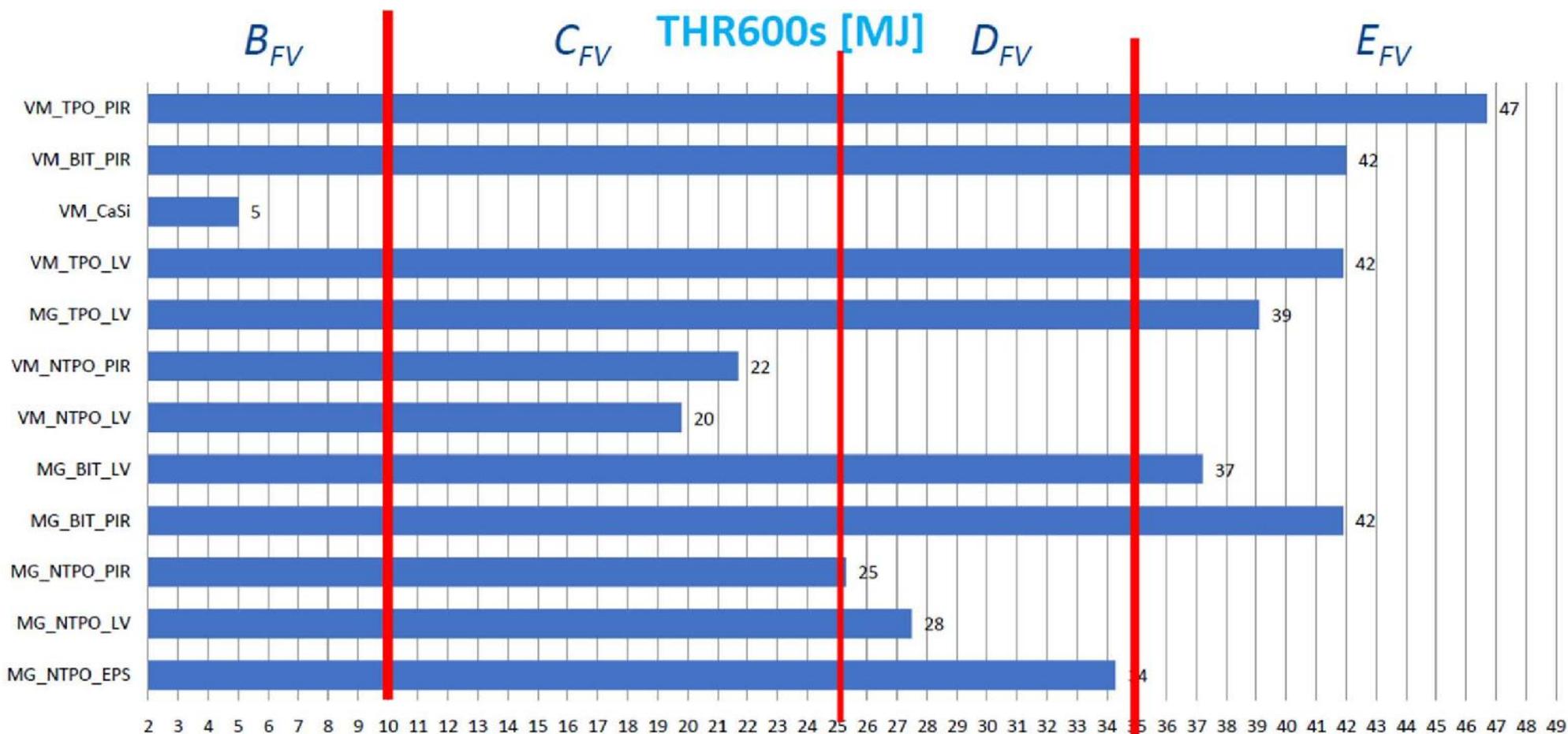
FSE & TS CEI 82-89:2023

Il TS propone anche una classificazione del pacchetto copertura + pannello fotovoltaico nei confronti delle prestazioni al fuoco (*fire behaviour*):

	Classe $B_{FV(a,b,c)}$	Classe $C_{FV(a,b,c)}$	Classe $D_{FV(a,b,c)}$	Classe $E_{FV(a,b,c)}$
$FIGRA_{0,4MJ}$ [W/s]	≤ 180	≤ 450	≤ 550	≥ 550
THR [MJ]	≤ 10	≤ 25	≤ 35	≥ 35

FSE & TS CEI 82-89:2023

Esempi di classificazione (*fire behaviour*):



FSE & TS CEI 82-89:2023

La metodologia «**olistica e flessibile**» di progettazione della sicurezza antincendi del Codice, «**favorisce**» l'approccio prestazionale e l'utilizzo della *Fire Safety Engineering* (**FSE**);

Il TS CEI 82-89:2023 può essere d'ausilio alla definizione dei modelli di incendio da utilizzare nella FSE attraverso:

- rilasci termici e di fumo (**HRR**, ...);
- quantità integrali (THR, TSP).

Le misure di prevenzione incendi per FV

La progettazione, installazione, messa in esercizio deve essere effettuata a «regola d'arte», in accordo (...quantomeno) a questi standard tecnici:

- **CEI 64-8 - Sezione 712:** “Sistemi fotovoltaici (PV)”
- **Guida CEI 82-25:** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione
- **CEI 81-28:** Guida alla protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici
- **HD 60364-7-712:** Low-voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Photovoltaic (PV) systems (Sez. 712 CEI 64-8 in fase di aggiornamento)
- **IEC 63112:** Photovoltaic (PV) arrays – Earth fault protection equipment – Safety and safety-related functionality;
- **IEC 62548:2016** Photovoltaic (PV) arrays - Design requirements

Le misure di prevenzione incendi per FV

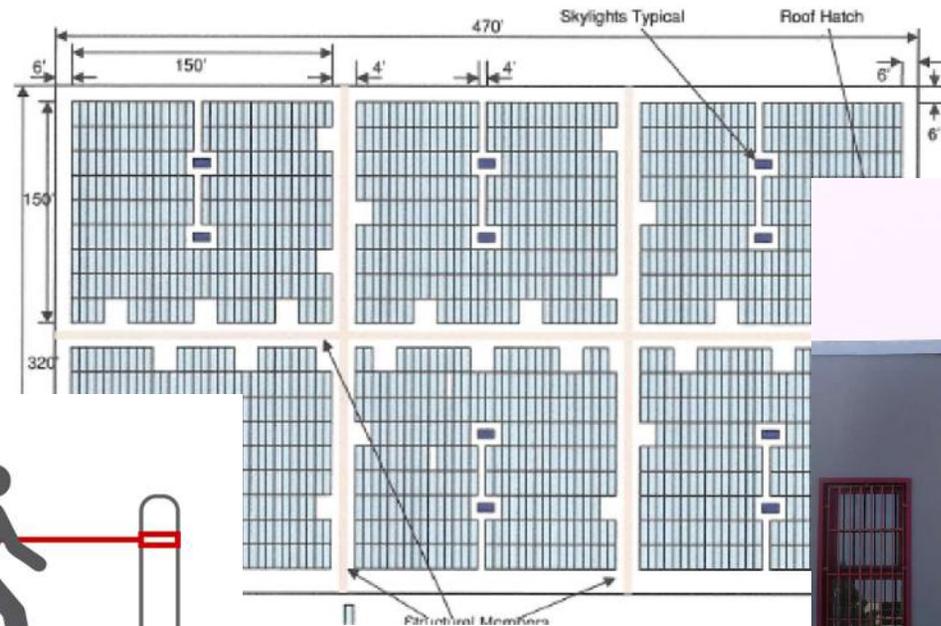
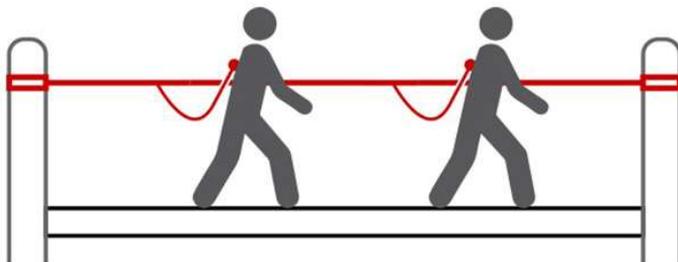
Ad esempio, le misure contro i guasti di isolamento:

- cavi in c.c. scelti ed installati in modo tale da rendere minimo il rischio di guasti a terra/cortocircuiti (**art. 712.522.8.1**);
- protezioni dalle sovracorrenti - **HD 60364-7-712 – 712.433**
- protezioni dalle sovracorrenti per N_s stringhe in parallelo (secondo **712.433 HD 60364-7-712**);
- guasti a terra, IEC 63112 - **Monitoraggio dell'isolamento** da terra del campo fotovoltaico: *il monitoraggio ha lo scopo di ridurre il rischio di incendio a causa di una connessione accidentale o percorso di guasto tra il campo e la terra*;
- Archi serie e parallelo (AFCI, **IEC 63027** Photovoltaic power systems - DC arc detection and interruption – solo archi serie);
- Selezione **cavi per FV** (CEI 20-91 - oggi CEI EN 50618 – Eca, quindi posa in canaline metalliche IP4X...).

Sicurezza degli addetti alla manutenzione

E' necessario consentire in sicurezza l'accesso **a tutte le parti** di impianto:

- Camminamenti
- Scale di sicurezza
- Linee vita
-



Sicurezza degli addetti alle operazioni di soccorso

E' necessario definire gli **scenari** di incendio FV **credibili** e:

- Sviluppare **procedure operative di intervento**
- Garantire l'accesso all'impianto (copertura) almeno doppio (**ridondanza** delle vie di accesso di emergenza)
- Scelta dei **DPI**
- Scelta dei **presidi antincendio** (estintori – quali?!? - , idranti, ...)
- **Formazione & addestramento** degli addetti antincendio aziendali per applicazione delle procedure operative di intervento, ...

Mantenimento delle prestazioni nel tempo

E' necessario definire un **piano di manutenzione** contenente almeno:

- Attività di **sorveglianza**;
- Attività di **verifiche periodiche** (diagnostica remota, rivelazione precoce guasti, ...);
- Attività di pulizia e controllo dei **«punti caldi»**;
- Attività di **verifica generale** dell'impianto;
- Attività di manutenzione **straordinaria**.

Mantenimento delle prestazioni nel tempo

Utile riferimento per la progettazione delle attività di manutenzione è la norma tecnica **CEI EN 62446-2**:

N O R M A I T A L I A N A C E I

Norma Italiana

CEI EN IEC 62446-2

La seguente Norma è identica a: EN IEC 62446-2:2020-05.

Data Pubblicazione

2020-11

Titolo

Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione

Parte 2: Sistemi collegati alla rete elettrica - Manutenzione di sistemi fotovoltaici

Title

Photovoltaic (PV) systems - Requirements for testing, documentation and maintenance

Part 2: Grid connected systems - Maintenance of PV systems

Mantenimento delle prestazioni nel tempo

La norma tecnica **CEI EN 62446-2**:

4	System documentation requirements
4.1	General.....
4.8	Operation and maintenance information.....
4.10	Performance benchmarking
4.11	Documentation of records
5	Verification
6	Test procedures – Category 1.....
7	Test procedures – Category 2.....
8	Test procedures – Additional tests.....
9	Verification reports
10	Maintenance protocols.....
10.1	General.....
10.2	Verification intervals and triggers.....
10.3	Other considerations for determining specific verification intervals.

Mantenimento delle prestazioni nel tempo

La norma tecnica **CEI EN 62446-2**:

11.3	Component inspection and safety related maintenance ..
11.3.1	Inverter and main electrical equipment pad.....
11.3.2	Combiner boxes, disconnects and isolators
11.3.3	Modules.....
11.3.4	PV connectors
11.3.5	Wiring.....
11.3.6	Mounting system
11.3.7	Conduits and cable trays
11.3.8	Weather station
11.4	Performance related maintenance.....
11.4.1	General
11.4.2	Wiring connection resistance
11.4.3	Shade evaluation
11.4.4	Module string or wiring harness testing
11.4.5	Vegetation management
11.4.6	Soiling and array cleaning

Mantenimento delle prestazioni nel tempo

La norma tecnica **CEI EN 62446-2**:

12	Troubleshooting and corrective maintenance	13	Additional procedures
12.1	General.....	13.1	General.....
12.2	Shutdown of equipment in response to hazardous failures ..	13.2	Safety procedures.....
12.3	Troubleshooting non-hazardous failures.....	13.2.1	General
12.4	Troubleshooting incident or event-triggered issues ...	13.2.2	Safe operation of switch disconnectors
12.5	Diagnosing performance related issues.....	13.3	Isolation procedures
		13.3.1	Emergency shutdown.....
		13.3.2	Non-emergency shutdown
Annex E (normative)	Safety considerations	13.4	Inspection and preventive maintenance procedures ...
E.1	Qualified persons	13.4.1	Inverter manufacturer specific procedures
E.2	General safety considerations	13.4.2	Tracker manufacturer specific procedures
E.3	Personal protective equipment.....	13.4.3	Data acquisition system specific procedures.....
E.4	Isolation procedures	13.5	Electrical test procedures.....
E.5	Lock-out tag-out.....	13.5.1	Earth fault testing
E.6	PV specific signs and labelling.....	13.5.2	Fuse tests.....
Annex F (informative)	Example preventive maintenance schedule	13.5.3	Bypass diode tests
F.1	General.....	13.6	Diagnostic procedures
F.2	Example system description.....	13.6.1	Validation of data acquisition systems (DAS)
Annex G (informative)	PV system operations	13.6.2	Inverter diagnostics

Mantenimento delle prestazioni nel tempo

IEC TS 62446-3: Photovoltaic (PV) systems - Requirements for testing, documentation and maintenance - Part 3: Photovoltaic modules and plants - Outdoor infrared thermography

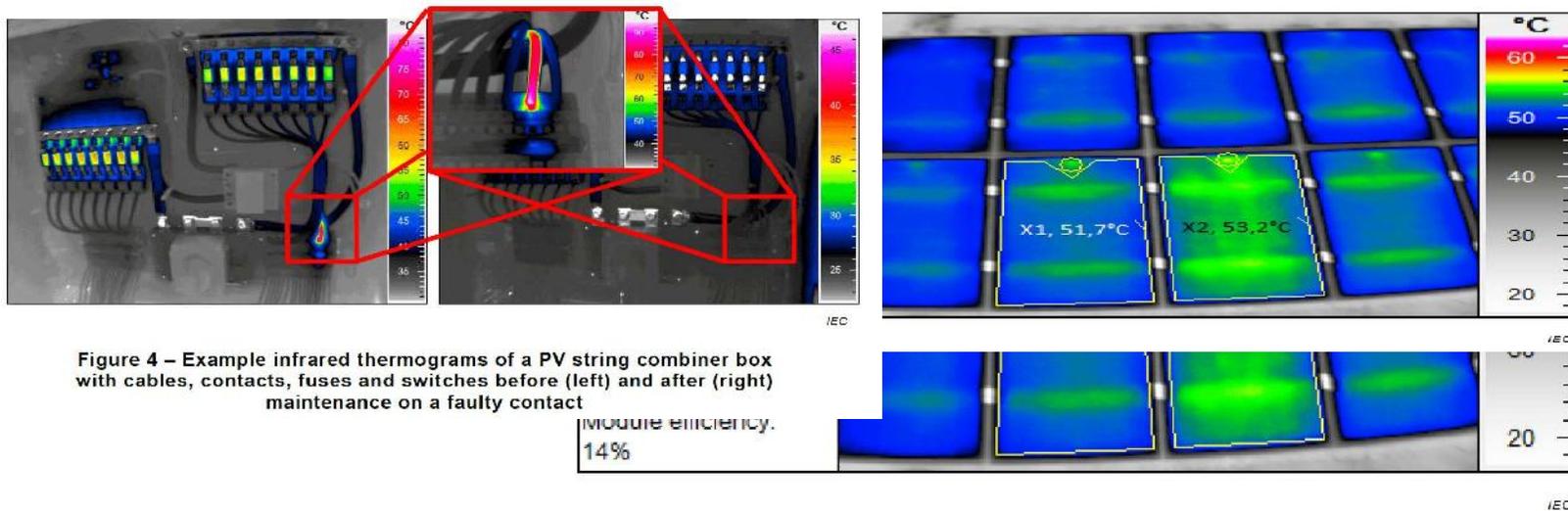


Figure 6 – Example of image reporting

Conclusioni

Gli impianti e sistemi FV presentano **un rischio di incendio** che deve essere **mitigato** sino ad un livello considerato accettabile;

Il **CEI TS 82-89:2023** contiene una metodologia sperimentale di prova con la restituzione di **indicatori «quantitativi» di pericolosità**;

Gli indicatori di pericolosità del **TS 82-89** sono utili a:

- **mitigare** il rischio di propagazione ad «hoc» (**caso 3 a**);
- Identificare i modelli di incendio per un approccio prestazionale con **FSE**.

Conclusioni

Ed ancora devono essere sempre considerati i seguenti aspetti:

- La sicurezza degli **addetti alla manutenzione**;
- La sicurezza degli addetti alle **operazioni di soccorso**;
- Il piano di manutenzione, sia per efficienza e funzionalità dell'impianto, sia per **mitigazione del rischio incendio**.

**Grazie per la Vostra
Attenzione!**



Piergiacomo CANCELLIERE, PhD

Ministero dell'Interno – Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco – Comandante VV.F. di Rimini

**SYMPOSIUM
DAY**