



Impianti fotovoltaici: valutazione del rischio e deroghe rispetto alla guida in vigore

■ Silvio De Blasio ■ Federico Brun ■ Francesca Furlan

L'abstract

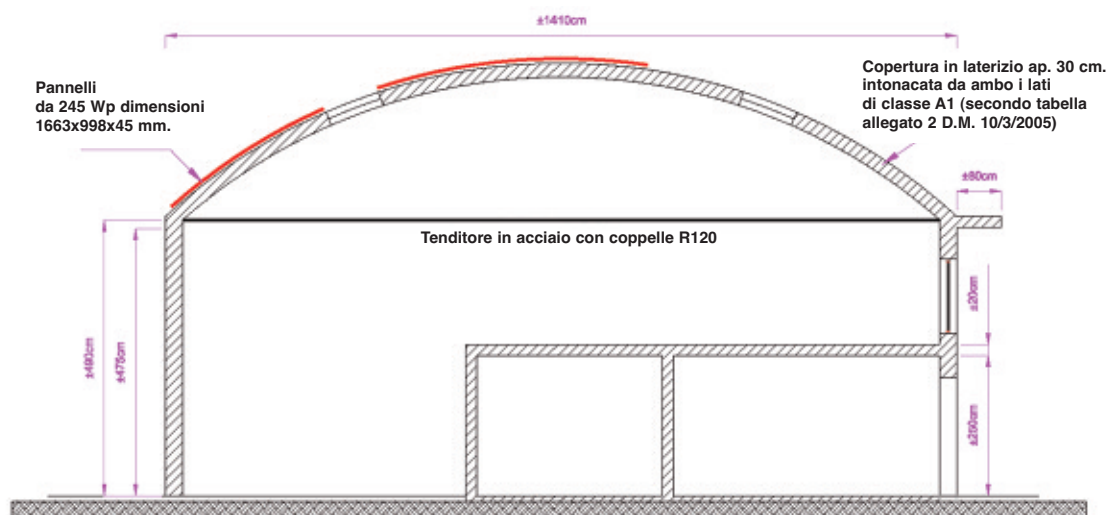
La presente relazione tecnica ha lo scopo di illustrare la valutazione dei rischi di propagazione d'incendio dal generatore fotovoltaico, eseguita secondo le indicazioni della guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione anno 2012 emessa con Circolare DCPREV prot.1324 del 07/02/2012 e successiva circolare di chiarimenti prot.6334 del 04/05/2012.

In particolare si vuole valutare l'eventuale aggravio del preesistente livello di rischio d'incendio per l'attività dovuta all'installazione dell'impianto fotovoltaico in termini di interferenza con il sistema di ventilazione dei prodotti della combustione e rischio di propagazione delle fiamme all'esterno o verso l'interno del fabbricato.

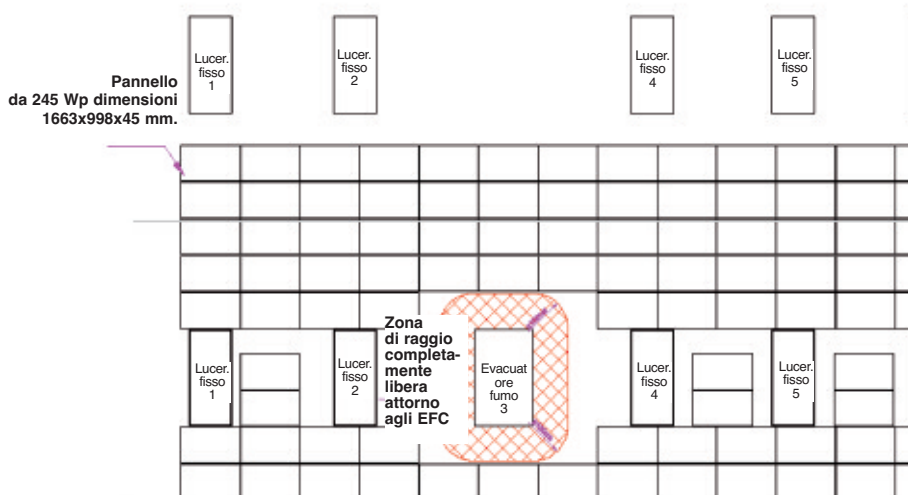
La copertura del capannone è costituita da una volta laterocementizia ribassata e dotata di tirante metallico protetto da coppella atta a conferire all'elemento sufficiente resistenza al fuoco.

Sulla copertura sono installati evacuatori di fumo e calore, dai quali le componenti dell'impianto fotovoltaico sono mantenute ad una distanza di 1m, e strisce in policarbonato trasparente aventi funzione di consentire l'illuminamento degli ambienti.

Le immagini in *Figura 1* illustrano nel dettaglio le caratteristiche della copertura.



SEZIONE A-A CAPANNONE



PIANTA COPERTURA CAPANNONE - POSIZIONAMENTO PANNELLI

Figura 1 - Caratteristiche della copertura del capannone

Interferenza con i sistemi di ventilazione

Il sistema di ventilazione costituito da evacuatori di fumo e calore (impianto già approvato e già ricompreso nell'Attestazione di rinnovo periodico di conformità antincendio, recepito dal comando VV.F. di competenza) non subisce interferenze da parte dell'impianto fotovoltaico. L'ubicazione dei moduli e delle condutture elettriche consente infatti il corretto funzionamento e la manutenzione degli evacuatori presenti in copertura, poi-

ché tutte le componenti si trovano alla distanza di almeno un metro da ciascun evacuatore.

Rischi di propagazione delle fiamme dall'esterno verso l'interno dell'edificio

La copertura dell'edificio è costituita da una volta laterocementizia di spessore superiore a 30 cm e protetta dagli agenti atmosferici tramite lamiera di alluminio.

Secondo le indicazioni del Decreto 10 marzo 2005 tutti i materiali componenti la copertura possono essere classificati A1, come specificato nelle tabelle riportate in allegato C al decreto medesimo. In particolare le componenti la copertura sono:

- calcestruzzo → classe A1
- armature metalliche → classe A1
- pignatte laterizie → classe A1
- intonato → classe A1
- copertura in lamiera di alluminio → classe A1

Inoltre la copertura è già stata classificata e certificata REI 120. In ogni caso si ritiene opportuno di seguito analizzare la situazione della stessa.

Silvio De Blasio - Ha conseguito il Diploma di Perito Industriale presso l'istituto J.F. Kennedy di Pordenone e l'abilitazione alla professione nel 1986. Nel 1993 consegue l'abilitazione di cui alla legge 818 e comincia la collaborazione come docente presso vari corsi di formazione in materia di Impianti, Sicurezza e Prevenzione Incendi.

Libero professionista fonda la De Blasio Associati Srl a Porcia (PN) che vanta la trattazione di oltre mille casi di Impiantistica e Prevenzione Incendi, per la quale crede fermamente nell'utilizzo degli strumenti offerti dall'Approccio Ingegneristico. Nel 1999 ottiene il riconoscimento al curriculum studi ed alla carriera dall'EurEta (European Higher Engineering and Technical Professionals Associations).

Dal 2001 è membro della Commissione Comunale di Vigilanza del Comune di Pordenone. È tecnico di Termografia ad Infrarosso certificato RINA ed ITC che applica per le diagnosi in edilizia, e dal 2009 è presidente dell'AITI - Associazione Italiana Termografia Infrarosso.

Federico Brun - Laureato in Ingegneria Civile presso l'Università degli studi di Udine nel 2006 con tesi "La resistenza al fuoco delle strutture portanti in Legno". L'approfondimento dei temi di progettazione lo porta a conseguire nel 2007, l'iscrizione negli elenchi ministeriali degli esperti antincendio ai sensi della Legge 818/1984. Ha maturato un'esperienza in progettazione di strutture e modellazione fem per edifici civili ed industriali. Collaboratore della De Blasio Associati Srl dove si occupa del settore Prevenzione Incendi con particolare riguardo verso la resistenza al fuoco delle strutture

Francesca Furlan - Ha conseguito la Laurea specialistica in ingegneria civile con indirizzo edile presso l'Università degli studi di Udine nel 2007 con votazione 110/110 e lode presentando una tesi specialistica sul "Comportamento al fuoco di elementi strutturali lignei antichi in caso di incendio. Elaborazione di un metodo di valutazione della resistenza nelle zone critiche". Da anni collaboratrice della De Blasio Associati Srl dove si occupa del settore Prevenzione Incendi con particolare riguardo verso quegli aspetti di analisi dei rischi di incendio tramite metodologia analitica.

Verifica delle strutture portanti- Le strutture portanti, ai fini del soddisfacimento dei livelli di prestazione contro l'incendio di cui al D.M. 09/03/2007, saranno verificate tenendo conto della variazione di carichi strutturali sulla copertura, dovute alla presenza del generatore fotovoltaico (anche con riferimento al D.M.14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni").

Descrizione strutturale del fabbricato - Il fabbricato monopiano si presenta a pianta rettangolare avente lati di dimensione 72.30x14,10 metri.

La struttura portante è costituita da pilastri in c.a. collegati tra di loro da cordoli a costituire telai spaziali. Le tamponature sono in laterizio di spessore 30 cm.

La copertura è a volta in laterizio di spessore 30 cm con tiranti d'acciaio protetti al fuoco.

Analisi dei carichi - Si riportano di seguito i carichi presenti in copertura PRIMA dell'installazione dell'impianto fotovoltaico. La volta di copertura in laterizio era rivestita in lastre in eternit, e la committenza, prima dell'installazione del nuovo impianto, ha opportunamente rimosso e smaltito.

Dalla documentazione in possesso della committenza risulta che in tre successive fasi, sono stati rimossi e portati a smaltimento un quantitativo totale di materiale pari a 16.740 kg.

- 1° fase 4.600 Kg
- 2° fase 3.820 kg
- 3° fase 8.340 kg

Totale materiale smaltito
(somma delle 3 fasi) = 16.760 Kg

La copertura a volta si estende per una lunghezza di 73.61 metri e ha uno sviluppo curvilineo di 15.50 metri.

Pertanto la superficie di materiale rimosso è pari a

$$73.61 \times 15.55 = 1144,63 \text{ mq}$$

Il carico del materiale eternit presente risulta essere pari a:

$$16.760 : 1.144,63 = 14,64 \text{ mq}$$

Con la rimozione del rivestimento delle lastre in eternit, la copertura è stata alleggerita di una quantità pari a 14,64 mq.

Si riportano di seguito i carichi presenti in copertura DOPO l'installazione dell'impianto fotovoltaico. Il pannello fotovoltaico installato, compreso di tutti gli elementi necessari per il fissaggio avrà un peso totale complessivo di circa 18,69 kg/m² così ottenuto:

- lastra in alluminio recata 7/10 2,72 kg/m²
- pannello fotovoltaico 13,25 kg/m²
- profilo in alluminio 2,72 kg/m².

La copertura verrà quindi ricarica con un valore di carico a metro quadro pari a 18,69 mq. Effettuando un confronto tra le due situazioni si può concludere che l'installazione dell'impianto fotovoltaico porta un incremento di carico sulla copertura pari a:

$$18,69 - 14,64 = 4.05 \text{ kg/m}^2.$$

In questa analisi non vengono presi in considerazione gli effetti statici di pressioni e de-

pressioni agenti normalmente alle superficie di copertura generati dal vento, in quanto nelle due situazioni (pre e posto intervento) tali effetti sono i medesimi.

Non verranno, in oltre, presi in considerazione anche gli effetti di carico neve, anche se la normativa di riferimento, il D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni" fornisce una formula di calcolo differente da quella usata dal calcolatore/progettista all'epoca della costruzione del fabbricato in oggetto, ottenendo uno sconto di circa 10.0 kg/m².

Tale non curanza serve a compensare la differente metodologia di calcolo tra le norme tecniche oggi in vigore e quelle dell'epoca di costruzione del fabbricato in oggetto.

Tale ipotesi adottata è a favore di sicurezza.

Considerazioni sui carichi - L'intervento in oggetto non è classificabile come un intervento d'adeguamento, né di miglioramento ma è un intervento locale che interessa singole parti e/o elementi strutturali.

Come indicato nel paragrafo precedente abbiamo un piccolo incremento di carico nelle strutture portanti della copertura rispetto ai carichi per cui la struttura era stata calcolata in precedenza.

Tale incremento di carico, però, non è ripar-



C'è stato un lieve incremento di carico nelle strutture portanti della copertura rispetto ai calcoli iniziali, ma lo stato tensionale interno non era tale da richiedere ulteriori interventi di protezione sugli elementi strutturali per garantirne la resistenza al fuoco

tito su tutta la superficie della copertura, interessa solo una sua porzione, la zona dove sono posizionati i pannelli fotovoltaici.

Passiamo quindi da una struttura interamente caricata con un carico uniformemente distribuito rappresentato dal materiale eternit, ad una struttura caricata parzialmente, in maniera non simmetrica con carico uniforme rappresentato dai pannelli fotovoltaici posizionati solamente da un lato della copertura. Andando ad analizzare le sollecitazioni che la copertura a volta trasmette alla base dell'arco e di conseguenza in sommità dei pilastri, deducibili in sforzi di taglio, compressione e trazione possiamo affermare che non hanno subito variazioni significative.

Utilizzando le formule di calcolo fornite dalla scienza delle costruzioni, ipotizzando uno schema di carico ad arco a 2 cerniere, su appoggi o incastri, osserviamo che nella nuova configurazione il valore di sforzo sul tirante in acciaio diminuisce mentre il valore del taglio subisce un piccolo incremento percentuale. Abbiamo la comparsa di un momento flettente ma la sua entità è tale da non pregiudicare la resistenza degli elementi strutturali.

Si può concludere che la modifica delle condizioni di carico della copertura produce una modifica dei valori di sollecitazione, ma tale variazione non produce un nuovo stato tensionale sulle strutture, tale da comprometterne la loro resistenza.

Valutazioni conclusive sulla resistenza al fuoco - Come in precedenza indicato abbiamo

un piccolo incremento di carico nelle strutture portanti della copertura rispetto ai carichi per cui la struttura era stata calcolata.

Lo stato tensionale interno che si viene a creare a seguito della nuova configurazione non è tale da richiedere ulteriori interventi di protezione sugli elementi strutturali al fine di garantire la loro resistenza al fuoco.

Pertanto la prestazione di REI 120 rimane ancora valida e pertanto non si rendono necessarie ulteriori modifiche d'adeguamento, salvo restante le operazioni d'ordinaria manutenzione ove siano presenti evidenti stati di deterioramento.

Il tirante in acciaio risulta essere già protetto con coppelle R120.

Nella nuova configurazione di carico non si aumentano gli sforzi su tale elemento né si richiede di intervenire sostituendolo.

Pertanto la copertura a volta in laterizio da 30 cm con tiranti in acciaio protetto con coppelle è in grado di continuare a garantire una resistenza al fuoco REI 120.

Quindi non si evidenziano incompatibilità dal punto di vista della prestazione di resistenza al fuoco delle strutture atto ad invalidare l'installazione del nuovo impianto fotovoltaico nella copertura dell'edificio in esame.

Ad ulteriore avvallo di quanto sopra, è possibile verificare ulteriormente il dato impiegando la Circolare n°91 del 14/9/1961 (applicabile all'edificio in quanto realizzato ed analizzato ai fini antincendio prima dell'entrata in vigore del D.M. 16/2/2007).

La copertura a volta, in quanto ribassata e con basse pendenze e realizzata con struttura tipo bausta gettata in opera, si ritiene assimilabile ad un solaio in laterizio armato con intonaco normale.

Lo spessore complessivo della copertura (esclusa la lamiera metallica) è pari a 30 cm, che, secondo la tabella 3 della citata circolare, corrisponde ad una classe di resistenza al fuoco pari a REI 120.

Per quanto riguarda poi gli elementi traslucidi installati in copertura, si tratta di strisce in policarbonato profilate denominate Alubel 28.

Per quanto si evince dalla scheda tecnica il prodotto installato è certificato secondo UNI EN 13501-1:2007 ed è in grado di garantire i seguenti requisiti: B2 - s1 - d0.

Di particolare interesse la lettura della scheda tecnica del prodotto che recita “[...] In caso di esposizione diretta alla fiamma, la lastra in policarbonato fonde formando fori tali da permettere l’evacuazione dei fumi e calore senza contribuire alla diffusione della fiamma o la caduta di gocce incendiate [...]”.

Pertanto questi pannelli non costituiscono strumenti di propagazione delle fiamme dall’esterno verso l’interno dell’edificio.

In conclusione si ritiene altamente improbabile che, date le componenti del pacchetto di copertura qui esaminate, sia possibile che un incendio che si dovesse verificare sulla copertura possa propagarsi anche al compartimento sottostante.

Separazione da elementi verticali di compartimentazione

Il capannone è suddiviso in due compartimenti antincendio; gli elementi di compartimentazione REI 120 sono costituiti da pareti che si sviluppano dal pavimento alla copertura laterocementizia dell’edificio.

La Guida all’installazione dei moduli fotovoltaici - Edizione Anno 2012 riporta al paragrafo “Requisiti tecnici” la seguente indicazione: “[...]in presenza di elementi verticali di compartimentazione antincendio, posti all’interno dell’attività sottostante al piano di appoggio dell’impianto fotovoltaico, lo stesso dovrà distare almeno 1m dalla proiezione di tali elementi * [...]”.

Tuttavia nella Circolare prot.6334 del 04/05/2012 si chiarisce che “[...] tale indicazione * si ritiene non necessaria nei casi in cui il piano di appoggio sottostante i moduli FV

 <p>Ferr Edil srl</p>		
	<p>PORTE TAGLIAFUOCO OMOLOGATE SECONDO NORMATIVA UNI 9723</p> <ul style="list-style-type: none"> • AD UNA ANTA <ul style="list-style-type: none"> REI 60 - REI 120 per muratura REI 60 - REI 120 predisposta per il fissaggio con viti o tasselli REI 60 - REI 120 cartongesso ANCHE CON MANIGLIONE ANTIPANICO ANCHE REVERSIBILI • A DUE ANTE <ul style="list-style-type: none"> REI 60 - REI 120 per muratura REI 60 - REI 120 predisposta per il fissaggio con viti o tasselli REI 60 - REI 120 cartongesso ANCHE CON MANIGLIONE ANTIPANICO 	
<p>Possibilità tutta la gamma RAL</p>	<p>PORTONI GIREVOLI DI GROSSE DIMENSIONI OMOLOGATI SECONDO NORMATIVA UNI 9723 E EN 1634</p> <ul style="list-style-type: none"> • AD UNA ANTA <ul style="list-style-type: none"> REI 120 EI2 120 con porta pedonale • A DUE ANTE <ul style="list-style-type: none"> REI 120 EI2 120 con porta pedonale 	
<p>Via Carmagnola, 28 - 12030 CARAMAGNA P.TE (CN) Tel. 0172 81 00 44 - 0172 81 00 54 - Fax 0172 81 00 64 www.ferredil.it - info@ferredil.it</p>	<p>PORTONI SCORREVOLI TAGLIAFUOCO OMOLOGATI SECONDO NORMATIVA UNI 9723 O EN 1634</p> <ul style="list-style-type: none"> • AD UNA ANTA <ul style="list-style-type: none"> REI 120 EI2 120 REI 120 con porta pedonale REI 120 telescopico mono laterale EI2 180 • A DUE ANTE <ul style="list-style-type: none"> EI2 120 EI2 180 	

nella fascia indicata dalla guida è costituito da elementi che impediscono la propagazione dell'incendio nell'attività per un tempo compatibile con la classe del compartimento”

Come già evidenziato nel paragrafo precedente, la volta laterocementizia di copertura risponde al requisito REI 120. Pertanto non è necessario che i pannelli fotovoltaici siano mantenuti a distanza dagli elementi di compartimentazione interni all'edificio.

Si sottolinea anche quanto indicato dall'installatore, ovvero che i quadri elettrici, le macchine inverter ed i cavidotti sono posizionati all'esterno dell'edificio e non attraversano compartimentazioni antincendio.

Rischi di propagazione delle fiamme all'esterno dell'edificio

I pannelli fotovoltaici installati in aderenza alla copertura dell'edificio in esame sono di ti-

po laminato ed è in corso di emissione le certificazioni di reazione al fuoco per questi pannelli. Il produttore, interpellato in merito, riferisce che i risultati delle prove effettuate da laboratorio di prova certificato ai sensi del Decreto 10/03/2005 e UNI EN 13501 determinano per il pannello una reazione al fuoco pari alla classe A2.

Ma oltre a ciò si vogliono fare delle ulteriori precisazioni, partendo anche da fonti di letteratura ufficiali quali il documento “Analisi della reazione al fuoco di pannelli fotovoltaici” di Fontana S., Notaro F., Podestà L., Longobardo G., De Rosa A., Cancelliere P.

Si premette che la stratigrafia di un pannello fotovoltaico laminato della tipologia di quello installato sulla copertura della ditta è quella riportata nella *Figura 2*.

Come evidenziato in figura le componenti del pannello usualmente sono:

- Vetro
- Etilene vinil acetato - EVA

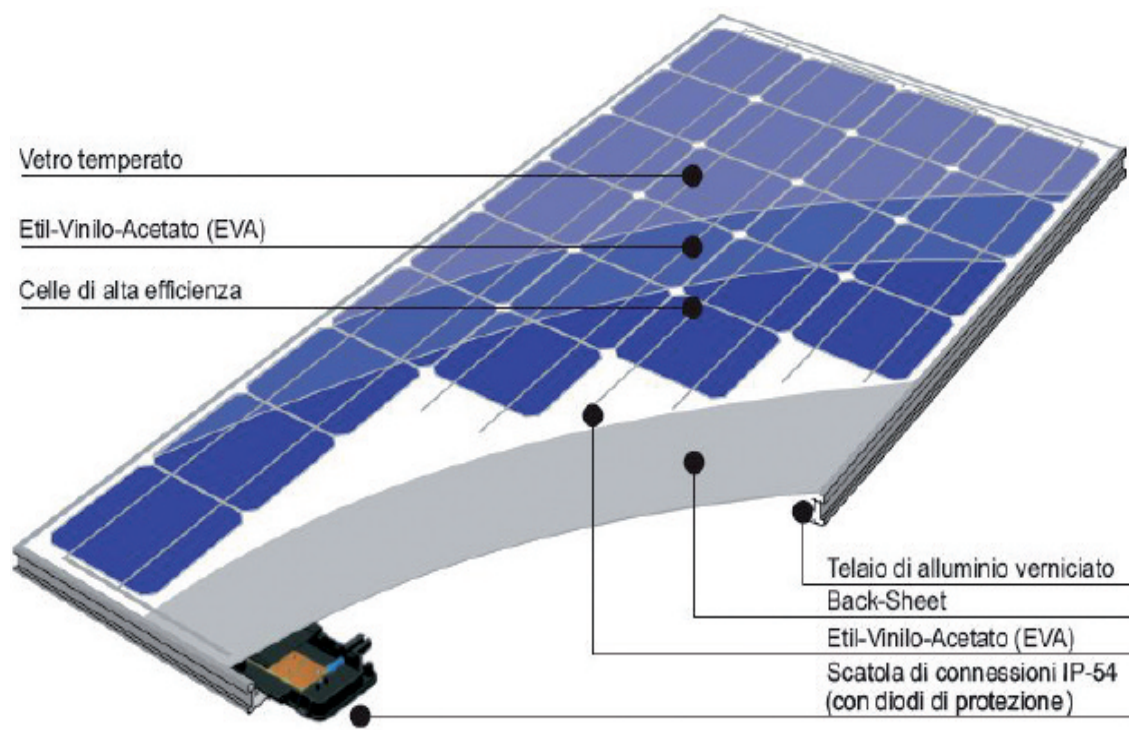


Figura 2 - Stratigrafia di un pannello fotovoltaico laminato della tipologia di quello installato sulla copertura della ditta

- Celle policristalline
- EVA
- Backsheet (copertura di fondo - tedlar)

Di questi materiali, i soli combustibili sono gli strati di EVA e il backsheet in tedlar, tutti presenti in strati dell'ordine di pochi millimetri o addirittura mm.

Pur avendo i materiali combustibili un determinato carico d'incendio (sull'ordine di 20MJ/kg il tedlar), le quantità presenti sono talmente basse da non costituire un carico d'incendio rilevante.

Inoltre i pannelli sono installati in aderenza alla copertura, intervallati uno rispetto all'altro dalle guide metalliche su cui sono ancorati - fattore questo che viene a limitare la circolazione d'aria e quindi la propagazione di un eventuale incendio del pannello.

Ancora si evidenzia che le parti combustibili del pannello sono rivolte verso la copertura, e pertanto l'apporto d'aria è evidentemente difficoltoso.

Possiamo vedere infatti che nelle prove effettuate sui pannelli fotovoltaici e illustrate nel documento "Analisi della reazione al fuoco di pannelli fotovoltaici" di cui sopra, i pannelli sono sempre provati montati di taglio, in modo da avere un lato esposto all'aria oltre che la possibilità di sviluppare fiamma verso l'alto, nel nostro caso interdotta dalla presenza del vetro componente la parte superiore del pannello.

Dalla prova effettuata per valutare le caratteristiche di reazione al fuoco del pannello, sempre considerando quanto evidenziato nel succitato documento "ANALISI [...]" si evince anche chiaramente che la fiamma dell'elemento di prova si è estinta autonomamente. Inoltre la velocità massima di propagazione della fiamma, sempre per pannello posto di taglio e non orizzontalmente (come però è nella reale applicazione del prodotto) non supera i 65mm/min.

Inoltre il medesimo documento "ANALISI [...]" riporta al paragrafo 3 le seguenti ulteriori indicazioni: "La Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica, ha

diramato con nota prot. n. 1324 del 7 febbraio u.s., alle Direzioni Regionali VV.F. ed ai Comandi Provinciali VV.F., le Linee guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici (Ed. 2012). In queste, si è disposto che nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, l'installazione dell'impianto FV dovrà essere eseguita, fra gli altri obiettivi di sicurezza previsti, in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato.

La relativa valutazione del rischio di propagazione dell'incendio, tranne per il caso di installazione dell'impianto su coperture incombustibili, potrà essere effettuata tenendo conto della classe di resistenza agli incendi esterni dai tetti e delle coperture di tetti (UNI EN 13501-5:2009 Classificazione in base ai risultati delle prove di esposizione dei tetti a un fuoco esterno secondo UNI CEN/TS 1187:2012) e della classe di reazione al fuoco del modulo fotovoltaico attestata secondo le procedure di cui all'art.2 del D.M. 10 marzo 2005."

Rientrando nel caso di copertura completamente incombustibile, si ritiene che l'aggravio di rischio per l'attività a seguito dell'installazione dei pannelli fotovoltaici sia nullo.

Le conclusioni

A seguito delle considerazioni esplicitate nei paragrafi precedenti, tenendo conto di tutte le tipologie di materiali e prodotti impiegati, si ritiene che l'installazione dell'impianto fotovoltaico sulla copertura del capannone non comporta un aggravio del preesistente livello di rischio di incendio.