



C.so della Repubblica 44,  
04010, Roccaporga (LT),  
CF: CTTNGL79T44E472Z,  
P.I.: 02416120596,  
email: ciottiangela@gmail.com,  
cell: 340-5231223  
www.ciottiangeladottoragronomo.it



ISTITUTO STATALE D'ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE  
"TEODOSIO ROSSI" DI PRIVERNO

LICEO SCIENTIFICO - LICEO LINGUISTICO - LICEO ARTISTICO - ISTITUTO AGRARIO - ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE



## ISSS TEODOSIO ROSSI

Liceo Scientifico - Liceo Linguistico - Liceo Artistico - Istituto Tecnico Industriale - Istituto Professionale per l'Agricoltura

Sede centrale: Via Montanino 04015 Priverno (Lt), tel 0773 - 911325

Sede Istituto Agrario: Via Marittima 04015 Priverno (Lt) - Sede Liceo Artistico: Via G. Matteotti 04015 Priverno (Lt)

Email: LTIS00300C@istruzione.it - LTIS00300C@pec.istruzione.it

C.F. 002000800595



Programma Operativo Nazionale "Per la Scuola - Competenze e ambienti per l'apprendimento" 2014-2020 - Asse V - Infrastrutture per l'istruzione - Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) - React EU

# "Realizzazione laboratori green, sostenibili e innovativi - ASSE V"

Azione: 13.1.4

CODICE IDENTIFICATIVO PROGETTO: 13.1.4A-FESR PON-LA-2023-1

CUP: B14D23001290006

### PROGETTO ESECUTIVO

Parte IV - Art. 41 - Allegato I.7 del D.Lgs. 36/2023

TAVOLA: 11A

DATA:

**RELAZIONE TECNICA SULLA CONSISTENZA E TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

La Dirigente Scolastica e  
Responsabile Unico del Procedimento

**Dott.ssa Anna Maria BILANCIA**

La Professionista

**Dott. Agr. Angela CIOTTI**



C.so della Repubblica 44,  
04010, Roccaporga (LT),  
CF: CTTNGL79T44E472Z,  
P.I.: 02416120596,  
email: ciottiangela@gmail.com,  
cell: 340-5231223  
www.ciottiangeladottoragronomo.it



ISTITUTO STATALE D'ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE  
"TEODOSIO ROSSI" DI PRIVERNO

LICEO SCIENTIFICO - LICEO LINGUISTICO - LICEO ARTISTICO - ISTITUTO AGRARIO - ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE



## ISSS TEODOSIO ROSSI

Liceo Scientifico - Liceo Linguistico - Liceo Artistico - Istituto Tecnico Industriale - Istituto Professionale per l'Agricoltura

Sede centrale: Via Montanino 04015 Priverno (Lt), tel 0773 - 911325

Sede Istituto Agrario: Via Marittima 04015 Priverno (Lt) - Sede Liceo Artistico: Via G. Matteotti 04015 Priverno (Lt)

Email: LTIS00300C@istruzione.it - LTIS00300C@pec.istruzione.it

C.F. 002000800595



Programma Operativo Nazionale "Per la Scuola - Competenze e ambienti per l'apprendimento" 2014-2020 - Asse V - Infrastrutture per l'istruzione - Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) - React EU

# "Realizzazione laboratori green, sostenibili e innovativi - ASSE V"

Azione: 13.1.4

CODICE IDENTIFICATIVO PROGETTO: 13.1.4A-FESR PON-LA-2023-1

CUP: B14D23001290006

### PROGETTO ESECUTIVO

Parte IV - Art. 41 - Allegato I.7 del D.Lgs. 36/2023

TAVOLA: 11A

DATA:

**RELAZIONE TECNICA SULLA CONSISTENZA E TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

La Dirigente Scolastica e  
Responsabile Unico del Procedimento

**Dott.ssa Anna Maria BILANCIA**

La Professionista

**Dott. Agr. Angela CIOTTI**

## SOMMARIO

1.	OGGETTO	4
1.1	Generalità	4
1.2	Definizioni	4
2.	DATI DI PROGETTO	6
	Modulo 1 – Dati di progetto di carattere generale	6
	Modulo 2 – Dati di progetto relativi alle influenze esterne	6
	Modulo 3 – Dati di progetto relativi alla rete di collegamento	7
	Leggi e decreti	7
	Agenzia delle Entrate	10
3.	CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI	10
3.1	Ambienti ORDINARI	10
4.	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL’IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO	11
4.1	Descrizione generale dell’impianto fotovoltaico	11
5.	OPERE INSTALLATIVE	12
5.1	Descrizione tecnica della modalità di connessione alla rete	13
5.2	Descrizione della struttura di supporto	13
5.3	Caratteristiche tecniche dei moduli fotovoltaici	14
5.4	Caratteristiche tecniche dei convertitori statici (inverter)	14
5.5	Caratteristiche tecniche dei SISTEMI DI ACCUMULO	15
5.6	Caratteristiche tecniche della protezione di interfaccia	15
5.7	CALCOLI E VERIFICHE DI PROGETTO	15
5.8	DISTRIBUZIONE ELETTRICA DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO	16
6.	CARATTERISTICHE DELL’IMPIANTO ELETTRICO	17
6.1	Portata dei cavi in regime permanente	17
6.2	Protezione contro le correnti di sovraccarico sul lato corrente continua	18
6.3	Protezione contro le correnti di cortocircuito sul lato corrente alternata	18
6.4	Caduta di tensione sul lato corrente continua e sui circuiti utilizzatori	18
6.5	Impianto di terra	18

6.6	Misure di protezione contro i contatti diretti	19
6.7	Misure di protezione contro i contatti indiretti	20
7.	L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NELLE ATTIVITÀ SOGGETTE AL CONTROLLO DEI VIGILI DEL FUOCO	21
7.1	Guida VVF per l'installazione degli impianti fotovoltaici nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi	21
7.2	Requisiti tecnici	21
7.3	Documentazione	23
7.4	Verifiche	23
7.5	Salvaguardia degli operatori	23
7.6	gli impianti esistenti	24
7.6.1	Note esplicative alla guida per L'installazione degli impianti fotovoltaici nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi	24
7.7	Collegamenti equipotenziali	28
7.8	impianti esistenti	28
7.9	Fulminazione diretta	29
7.10	Fulminazione indiretta	29
8.	VERIFICHE TECNICO PROFESSIONALI SU IMPIANTI INSTALLATI	29
8.1	Valutazione delle prestazioni in energia	30
8.2	Valutazione delle prestazioni in potenza	31
9.	MANUTENZIONE ORDINARIA PREVENTIVA	31
9.1	Manutenzione moduli fotovoltaici	32
9.2	Manutenzione stringhe fotovoltaiche	32
9.3	Manutenzione struttura di sostegno	32
9.4	Manutenzione quadri elettrici	33
9.5	Manutenzione inverter	33

## 1. OGGETTO

### 1.1 GENERALITÀ

Il presente documento costituisce la relazione del progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico di potenza 5,28 kWp connesso alla rete elettrica pubblica, da realizzarsi sulla copertura dello stabile sito in Via Marittima di Mezzagosto, 75 – Priverno (LT).

L'impianto fotovoltaico sarà collegato in parallelo alla rete elettrica pubblica locale, l'energia prodotta sarà sia da "auto consumare", sia da "immagazzinare", sia da "immettere in parte" in rete in caso di eccedenza.

Una volta realizzato, l'impianto consentirà di conseguire i seguenti risultati:

- Immissione nella rete dell'energia prodotta tramite fonti rinnovabili quali l'energia solare;
- Impatto ambientale locale nullo, in relazione alla totale assenza di emissioni inquinanti e di rumore contribuendo così alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti in accordo con quanto ratificato a livello nazionale all'interno del Protocollo di Kyoto. Sotto il profilo del risparmio di emissioni di gas-serra, l'impianto fotovoltaico consente di risparmiare 0,4 kg di CO<sub>2</sub> per ogni kWh prodotto se confrontato con un moderno impianto a ciclo combinato funzionante a gas metano, per arrivare a 0,78 kg di CO<sub>2</sub>/kWh prodotto se il confronto viene fatto con un impianto termoelettrico tradizionale a olio combustibile e 0,95 kg di CO<sub>2</sub>/kWh prodotto nel caso di impianti di produzione alimentati a carbone.

### 1.2 DEFINIZIONI

Si riportano qui di seguito le definizioni utilizzate nel presente documento.

- **Sistema di conversione dell'energia:** complesso delle apparecchiature destinate alla trasformazione dell'energia fornita dalla fonte primaria in energia elettrica consegnata alla rete. Si distinguono in:
  - a) sistemi di conversione idonei a sostenere la tensione e la frequenza entro il campo nominale in assenza di alimentazione della rete pubblica stessa (generatori sincroni, asincroni autoeccitati, dispositivi di conversione statica che si comportano come generatori di tensione);
  - b) sistemi di conversione non idonei a sostenere la tensione e la frequenza entro il campo nominale (generatori asincroni non autoeccitati e dispositivi di conversione statica che si comportano come generatori di corrente).
- **Impianto fotovoltaico:** sistema statico di conversione dell'energia, comprendente i pannelli fotovoltaici che trasformano direttamente l'energia solare in energia elettrica in corrente continua, un eventuale sistema di accumulo, ed un convertitore c.c./c.a. (inverter).
- **Sistema statico di continuità (UPS):** insieme di convertitori, interruttori e dispositivi per l'accumulo di energia (ad es. batterie) che costituiscono un sistema di alimentazione in grado di mantenere la continuità della potenza al carico, in caso di mancanza di alimentazione alla rete di pubblica di distribuzione.
- **Dispositivo della rete pubblica:** dispositivo installato all'origine della linea della rete pubblica costituito da un interruttore automatico dotato di protezione magnetotermica.

- **Dispositivo generale:** dispositivo installato all'origine della rete del Cliente produttore e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica dalla rete pubblica del Distributore Locale. Il dispositivo, in condizioni di "aperto", esclude l'intera rete del Cliente produttore dalla rete pubblica.
- **Dispositivo di interfaccia:** dispositivo installato nel punto di collegamento della rete in isola alla restante parte della rete del Cliente produttore sul quale agiscono le protezioni d'interfaccia. L'apertura del dispositivo d'interfaccia assicura la separazione dei gruppi di produzione dalla rete pubblica.
- **Dispositivo del generatore:** dispositivo installato a valle dei terminali di ciascun generatore. Il dispositivo del generatore è tale da escludere il generatore/impianto fotovoltaico in condizioni di "aperto".
- **Rete in isola:** rete di distribuzione del Cliente produttore o parte di questa che può lavorare separatamente dal resto della rete.
- **Rete pubblica:** sinonimo di rete pubblica del Distributore Locale.

Altre definizioni usate nel testo:

- **Cella fotovoltaica:** dispositivo che provvede alla trasformazione dell'energia solare direttamente in energia elettrica;
- **Modulo fotovoltaico:** insieme di celle fotovoltaiche assemblate in un idoneo supporto e opportunamente collegate elettricamente, per raggiungere la tensione, la corrente e la potenza desiderata;
- **Stringa fotovoltaica:** insieme di moduli fotovoltaici collegati in serie per raggiungere la tensione e la potenza desiderata;
- **Generatore FV:** insieme di stringhe fotovoltaiche collegate in parallelo per raggiungere la potenza desiderata;
- **Inverter:** dispositivo che provvede alla trasformazione dell'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata;
- **Interfaccia rete:** dispositivo che provvede all'interfacciamento dell'impianto fotovoltaico all'impianto elettrico dell'utilizzatore e, quindi, alla rete elettrica locale;
- **Potenza di picco Wp:** potenza generata da un dispositivo fotovoltaico (modulo, stringa o generatore) in condizioni di prova definite "standard" (abbr. STC) che risultano le seguenti: Air Mass = 1.5, irraggiamento solare sul piano dei moduli pari a 1 kW/m<sup>2</sup>, temperatura di lavoro della cella fotovoltaica pari a 25°C;
- **Gestore della rete:** è il soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica ai clienti utilizzatori (esempio AEM, ENEL, ACEA);
- **Cliente utilizzatore:** è la persona fisica o giuridica titolare di un contratto di fornitura di energia elettrica.

## 2. DATI DI PROGETTO

### Modulo 1 – Dati di progetto di carattere generale

Pos	Dati	Valori stabiliti	Note
1.1	Scopo del lavoro	- Realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica in BT	
1.2	Vincoli da rispettare	- Interfacciamento alla rete pubblica di bassa tensione	

### Modulo 2 – Dati di progetto relativi alle influenze esterne

Pos	Dati	Valori stabiliti	Note
2.1	Località	04015- Priverno (LT)	
2.2	Temperatura - Media del mese più freddo - Media del mese più caldo	7,5 °C 25 °C	
2.3	Formazione di condensa	Possibile	
2.4	Altitudine (casa comunale)	Circa 151 metri s.l.m.	
2.5	Latitudine	43° 28' N	
2.6	Longitudine	13° 11' E	
2.7	Presenza di corpi solidi estranei Presenza di polvere	NO NO	Usuale protezione quadri da insetti ed utensili
2.8	Presenza di liquidi Tipo di liquido - Possibilità di stillicidio - Esposizione alla pioggia - Esposizione agli spruzzi - Possibilità di getti d'acqua	NO NO NO NO NO	Dati relativi al posizionamento delle apparecchiature elettriche (convertitori) all'esterno dell'edificio
2.9	Ventilazione dei locali naturale	SI	
2.10	Effetti sismici	Non applicabile	Impianto fotovoltaico installato su edificio
2.11	Livelli massimi di rumore	NO	
2.12	Condizioni ambientali speciali	NO	

### Modulo 3 – Dati di progetto relativi alla rete di collegamento

Pos	Dati	Valori stabiliti	Note
3.1	Tipo di intervento richiesto - Nuovo impianto	Sì	
3.2	Dati del collegamento elettrico - Descrizione della rete di collegamento  - Tensione Nominale (Un)  - Punto di consegna  - Stato del neutro	Collegamento impianto alla rete BT del distributore  400 V  Locale contatore  Sistema TT	

Modulo 5 – Normativa di riferimento (principali per progettazione e realizzazione)

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati. Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

#### Leggi e decreti

Normativa generale:

**Legge 1 marzo 1968, n. 186:** disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici.

**Legge 9 gennaio 1991, n. 10:** norma per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

**Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79:** attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.

**Decreto Ministero dell'Ambiente 22 dicembre 2000:** finanziamento ai comuni per la realizzazione di edifici solari fotovoltaici ad alta valenza architettonica.

**Direttiva CE 27 settembre 2001, n. 77:** sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato dell'elettricità (2001/77/CE).

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Decreto Ministero delle Attività Produttive, 20 luglio 2004:** nuova individuazione degli obiettivi quantitativi per l'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali di energia, ai sensi dell'art. 9, comma 1, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

**Decreto Ministero delle Attività Produttive, 20 luglio 2004:** nuova individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili, di cui all'art. 16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164.

**Legge 23 agosto 2004, n. 239:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.



**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Legge 27 dicembre 2006, n. 296:** disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello stato (Legge finanziaria 2007).

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto 37/08** – sicurezza degli impianti negli edifici;

**Decreto 81/08** – Testo unico per la sicurezza.

#### **Norme Tecniche:**

**CEI 64-8:** impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua, con particolare riferimento alla parte 7 sezione 712.

**CEI 0-21:** Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

**CEI EN 60904-1 (CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61727 (CEI 82-9):** sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 50380 (CEI 82-22):** fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.

**CEI 82-25:** variante 1 edizione Ottobre 2011

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):** compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso " = 16 A per fase).

**CEI EN 60555-1 (CEI 77-2):** disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

**CEI EN 60439 (CEI 17-13):** apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

Serie composta da:

**CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1):** apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).

**CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2):** prescrizioni particolari per i condotti sbarre.

**CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3):** prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD).

**CEI EN 60445 (CEI 16-2):** principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.

**CEI EN 60529 (CEI 70-1):** gradi di protezione degli involucri (codice IP).

**CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata.

**CEI 20-19:** cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 20-20:** cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 20-91:** Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

**CEI EN 62305 (CEI 81-10):** protezione contro i fulmini.

Serie composta da:

**CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1):** principi generali.

**CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):** valutazione del rischio.

**CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3):** danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.

**CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4):** impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.

**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).

**EN 50470-1 ed EN 50470-3** in corso di recepimento nazionale presso CEI.

**CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).

**CEI 64-8, parte 7, sezione 712:** sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.

“Guida per l’installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione Anno 2012” ai sensi del D.P.R. n.151 del 1 agosto 2011.

#### **Delibere AEEG:**

**Delibera n. 88/07** – modificata con Delibera ARG/elt 150/08 Disposizioni in materia di misura dell’energia elettrica prodotta da impianti di generazione

**Delibera n. 99/08** - Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA)

**Delibera n. 90/07** – modificata con Delibera ARG/elt 161/08 Attuazione del decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare 05 Maggio 2011, ai fini dell’incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici

#### **Agenzia delle Entrate**

**Agenzia delle Entrate CIRCOLARE N. 46/E:** articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

**Agenzia delle Entrate CIRCOLARE N. 66:** tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

### **3. CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI**

In considerazione delle tipologie costruttive, ambientali, di lavoro ed in base alle sostanze contenute in deposito, lavorazione o erogate si classificano i seguenti ambienti soggetti a normativa specifica del CEI Comitato Elettrotecnico Italiano.

#### **3.1 AMBIENTI ORDINARI**

Le zone di installazione vengono classificate come ambienti ordinari in quanto non sussistono particolari condizioni di pericolo.

Pertanto, nei locali contenenti vasche da bagno o piatti doccia, gli impianti elettrici dovranno essere realizzati in modo conforme alle norme CEI 64-8 sezione 701 e in particolare si dovranno rispettare le distanze minime imposte per le apparecchiature elettriche e si effettueranno i collegamenti equipotenziali supplementari.

Si dovranno applicare le prescrizioni per la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito a mezzo di interruttori differenziali con  $I_{dn}$  pari a 0,03 A e valore massimo della tensione totale di terra non superiore a 25 V.

I componenti elettrici dovranno avere i seguenti gradi di protezione:

- nella Zona 1: IPX4;
- nella Zona 2: IPX4;
- nella Zona 3: IPX1.

Ai fini dell'installazione di componenti elettrici si classificheranno le seguenti zone secondo le norme CEI 64-8 parte 7:

- Zona 0: in tale zona non si devono installare componenti ed apparecchi utilizzatori;
- Zona 1: non devono essere installati componenti elettrici con l'eccezione di interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. o 30 V in c.c. e con la sorgente di sicurezza installata al di fuori delle Zone 0-1-2;
- Zona 2: non devono essere installati dispositivi di protezione, sezionamento e comando con l'eccezione di:
  - a) interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. o 30 V in c.c. e con la sorgente di sicurezza installata al di fuori delle Zone 0-1-2;
  - b) prese a spina alimentate da trasformatori di isolamento di Classe II di bassa potenza incorporati nelle stesse prese a spina, previste per alimentare rasoi elettrici;
  - c) apparecchi di illuminazione di Classe II.
- Zona 3: è permessa l'installazione di prese a spina, interruttori ed altri apparecchi di comando purché la protezione sia ottenuta mediante:
  - a) separazione elettrica individuale SELV;
  - b) interruzione automatica dell'alimentazione, usando un interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA.

## **4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO**

### **4.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

L'impianto fotovoltaico di potenza di picco di 5,28 kWp sarà connesso in parallelo alla rete pubblica di bassa tensione in modalità trifase.

I moduli fotovoltaici saranno fissati per mezzo di apposite strutture di supporto prefabbricate, che permetteranno di eseguire il montaggio e lo smontaggio di ciascun modulo fotovoltaico, indipendentemente dalla presenza o meno dei moduli contigui.

L'impianto solare fotovoltaico sarà realizzato come indicato sugli schemi elettrici allegati, secondo le Norme tecniche, CEI 64-8, Guida CEI 82-25, CEI 0-21.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito essenzialmente dalle seguenti apparecchiature:

- N° 12 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino marca LongiSolar modello LR5-54HTH-440M o similare di potenza di picco di 440 Wp;
- N° 1 gruppo di conversione dell'energia elettrica (inverter) marca HUAWEI modello SUN2000-5KTL-M1 conformi alla norma CEI 0-21 o similari, di potenza in ac pari a 5,00 kW;

- N° 1 sistema di accumulo marca HUAWEI modello LUNA2000-15-S0 conformi alla norma CEI 0-21 o similari
- N° 1 nuovo quadro elettrico lato corrente alternata;

La connessione alla rete interna del cliente è prevista in bassa tensione a 400 V e la configurazione elettrica sul lato corrente alternata di bassa tensione risulta essere il sistema TT.

Il lato in corrente continua dell'impianto fotovoltaico dovrà essere realizzato come un sistema IT isolato rispetto al potenziale del terreno mediante componenti in Classe di isolamento II (doppio isolamento) senza alcun polo connesso a terra.

L'inverter dovrà essere dotato del dispositivo di controllo di isolamento sul lato DC.

## **5. OPERE INSTALLATIVE**

Con il presente paragrafo vengono indicate indicativamente le fasi cronologiche per l'installazione dell'impianto in oggetto:

- Preparazione del cantiere e di tutti i dispositivi e accorgimenti per la messa in sicurezza dei lavoratori;
- Installazione delle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici su container (Struttura a triangolo in alluminio 20°);
- Installazione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di fissaggio prima installate;
- Installazione dell'inverter;
- Installazione del quadro "QAC";
- Cablaggio dei moduli fotovoltaici e posa dei cavi fino al collegamento nell'inverter;
- Posa dei cavi in AC dagli inverter verso l'ubicazione del quadro elettrico "QAC";
- Esecuzione dei cablaggi elettrici necessari per fornire l'opera completa e a regola d'arte;
- Ispezione visiva e strumentale dell'intera opera finita;
- Collaudo;

Si fa presente che la precedente cronologia sarà da sottoporre alla direzione lavori del cantiere e potrà subire variazioni in funzione delle variabili del caso

## **5.1 DESCRIZIONE TECNICA DELLA MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RETE**

L'inverter dovrà essere collegato al rispettivo quadro elettrico lato corrente alternata, come indicato sugli schemi elettrici allegati, in modo da realizzare un impianto fotovoltaico di connessione a rete in modalità trifase. I collegamenti tra i moduli fotovoltaici e tra gli stessi e l'inverter saranno realizzati con conduttori e tubazioni che garantiscano nel tempo una adeguata protezione contro gli agenti atmosferici, in particolare pioggia e raggi solari.

Tutte le masse facenti parte di apparecchiature di classe I, quali gli involucri metallici degli inverter e dei quadri elettrici, saranno collegate all'impianto di terra, con un conduttore PE di rame isolato in colore giallo-verde di sezione pari alla metà del conduttore di fase per sezioni superiori ai 16 mm<sup>2</sup> o uguale alla sezione del conduttore di fase per sezioni inferiori ai 16 mm<sup>2</sup>, con un minimo di 2,5 mm<sup>2</sup> quando protetto meccanicamente o 4 mm<sup>2</sup> se non risulta protetto meccanicamente. Il collegamento dei limitatori di sovratensione SPD al nodo equipotenziale e da questo all'impianto di terra dovrà essere realizzato mediante un conduttore di protezione PE di rame isolato in colore giallo-verde di sezione 6 mm<sup>2</sup> fino ad un massimo di 16 mm<sup>2</sup>.

Le strutture metalliche di supporto dei moduli fotovoltaici in classe di isolamento II, non sono collegate all'impianto di terra, perché i cavi tipo H1Z2Z2-K garantiscono l'isolamento in classe II per tensioni superiori ai 675 V corrente continua. Tali collegamenti dovranno essere realizzati mediante conduttori in rame di sezione almeno 6 mm<sup>2</sup> ed opportuni accessori in materiale resistente agli agenti atmosferici.

Si ricorda che la messa a terra delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, può servire per garantire il tempestivo intervento del dispositivo di controllo dell'isolamento lato corrente continua, in particolare nel caso di impianti su tetti costituiti da guaine in materiale isolante.

I collegamenti in serie dei moduli fotovoltaici saranno realizzati mediante i cavi pre-cablati in fabbrica dal Costruttore dei moduli fotovoltaici stessi.

I terminali di ognuna delle stringhe saranno collegati ai quadri di parallelo lato c.c. tramite idonei cavi posati a vista lungo le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici oppure entro idonee canaline in metallo posate sul tetto.

## **5.2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA DI SUPPORTO**

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno realizzate in materiale idoneo a garantire un'elevata resistenza contro la corrosione e gli agenti atmosferici.

Le suddette strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno dimensionate in modo da assicurare un'adeguata resistenza contro gli effetti del vento, della neve e delle sollecitazioni termiche e delle azioni meccaniche.

Si nota che nella presente relazione di progetto vengono descritte le caratteristiche dell'impianto fotovoltaico nella sua parte elettrica mentre per la parte strutturale si rimanda al complementare progetto delle opere civili, redatto da un altro professionista.

### 5.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MODULI FOTOVOLTAICI

- Marca: Longi Solar o similari
- Modello: LR5-54HTH-440M
- Tipo: in silicio monocristallino
- Potenza di picco: 440 Wp
- Tensione al punto di massima potenza: 33,24 V
- Corrente al punto di massima potenza: 13,24 A
- Tensione a vuoto: 39,53 V
- Corrente di corto circuito: 14,30 A
- Peso: 20,8 kg
- Dimensioni: 1722×1134×30 mm

### 5.4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CONVERTITORI STATICI (INVERTER)

Marca HUAWEI modello SUN2000-5KTL-M1 trifase o similari

#### **Caratteristiche tecniche ingresso dal lato corrente continua (campo fotovoltaico):**

- Tensione massima in entrata: 1100 V
- Corrente massima per MPPT: 11,0 A

#### **Caratteristiche tecniche uscita in corrente alternata:**

- Potenza nominale: 5,0 kW lato corrente alternata
- Tensione di uscita in corrente alternata: 400 V
- Corrente massima: 16,0 A
- Frequenza: 50/60 Hz
- Efficienza massima: 98,4 %
- Efficienza europea: 97,5 %

I componenti elettromeccanici di comando, protezione, sezionamento e trasformazione inseriti nell'impianto sui lati corrente continua ed alternata (bassa tensione e media tensione) saranno conformi alle norme CEI di riferimento ed a quanto riportato negli allegati grafici.

## 5.5 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SISTEMI DI ACCUMULO

### Caratteristiche tecniche ingresso dal lato corrente continua:

- Modulo batteria: LUNA2000-5-E0
- Energia del modulo batteria: 5 kWh
- Numero di moduli batteria: 3
- Energia utilizzabile della batteria: 15 kWh
- Potenza di uscita max: 5 kW
- Tensione nominale (sistema monofase): 360 V
- Tensione nominale (sistema trifase): 600 V

## 5.6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA PROTEZIONE DI INTERFACCIA

Si nota che all'esterno dei convertitori CC/CA (inverter) sarà presente un sistema di protezione di interfaccia generale come previsto dalla Norma tecnica CEI 0-21.

Il sistema di protezione di interfaccia (SPI) è stato progettato secondo la Norma CEI 0-21.

I dispositivi di interfaccia con la rete pubblica dovranno garantire il rispetto degli standard qualitativi dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico ed immessa nella rete stessa, nonché il funzionamento in sicurezza del sistema, secondo le normative vigenti CEI-EN.

## 5.7 CALCOLI E VERIFICHE DI PROGETTO

Variazione della tensione con la temperatura per la sezione C.C.

Occorre verificare che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

- $V_m \min \geq V_{inv} \text{ MPPT} \min$
- $V_m \max \leq V_{inv} \text{ MPPT} \max$
- $V_{oc} \max < V_{inv} \max$

Dove le grandezze menzionate hanno il seguente significato:

- $V_m \min$  tensione minima della stringa in funzionamento.
- $V_m \max$  tensione massima della stringa in funzionamento.
- $V_{inv} \text{ MPPT} \min$  tensione minima del campo di funzionamento dell'inverter.
- $V_{inv} \text{ MPPT} \max$  tensione massima del campo di funzionamento dell'inverter.
- $V_{oc} \max$  tensione massima delle stringhe a vuoto.
- $V_{inv} \max$  tensione massima in corrente continua ammissibile ai morsetti dell'inverter.

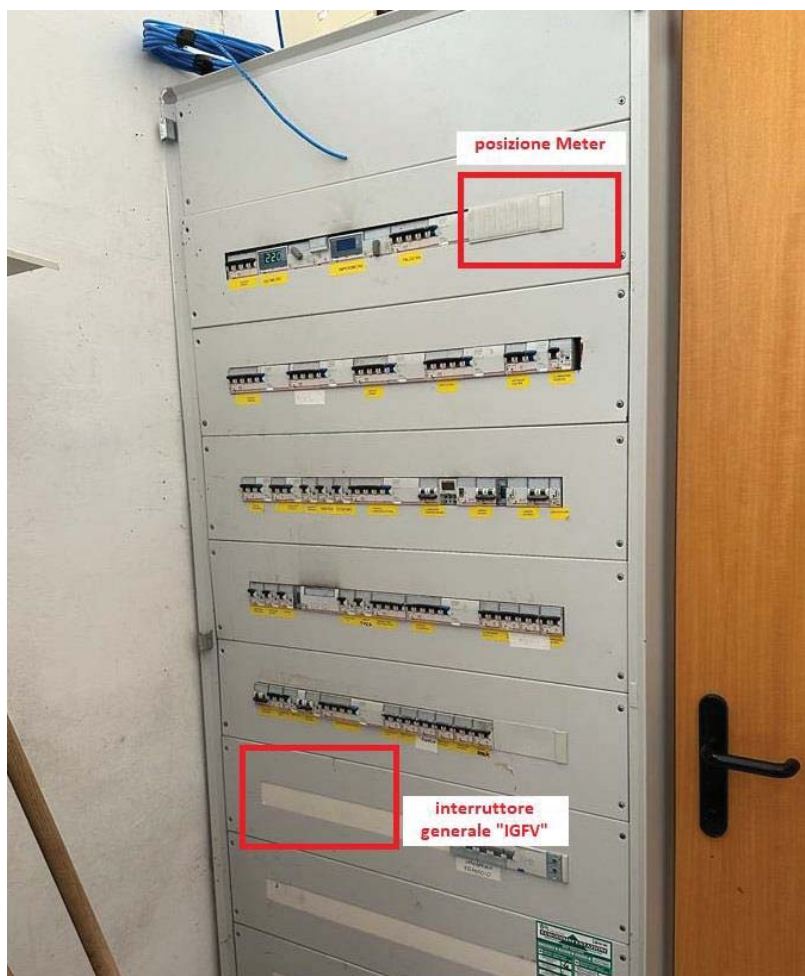
Viene riportato il coordinamento stringhe-inverter nello schema elettrico unifilare allegato.



## 5.8 DISTRIBUZIONE ELETTRICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'alimentazione dell'impianto fotovoltaico sarà derivata dall'interruttore generale "IGFV", installato nel quadro elettrico esistente, denominato "QEG" tramite la posa di una nuova linea di alimentazione verso il quadro "QAC" in tubazione PVC avente diametro del 32mm con caratteristiche indicate nello schema elettrico allegato.

Di seguito si mostra l'installazione prevista delle apparecchiature all'interno del quadro elettrico generale "QEG":



Si dovrà provvedere alla fornitura e posa in opera di un nuovo quadro elettrico, denominato "QAC", contenente le apparecchiature di protezione e sezionamento come si evince dallo schema elettrico unifilare allegato al presente progetto.

Dal quadro elettrico "QAC" saranno derivate le linee di alimentazione degli inverter tramite la posa di apposita tubazione in PVC avente diametro del 32mm.

Gli inverter saranno installati in prossimità della scala esterna per raggiungere la copertura; in particolare sulla parete dell'edificio, di fianco alla porta di uscita di emergenza, come si evince dalla planimetria allegata.

L'ubicazione delle apparecchiature sarà definita in fase di realizzazione ed in accordo con la DL.

Tutti i nuovi quadri elettrici dovranno essere costruiti in riferimento alle norme CEI EN 61439-1, CEI EN 61439-2 e dovranno garantire un grado di protezione minimo IP44; qualora i quadri elettrici siano installati in zone esterne, dovrà essere garantito il grado di protezione adeguato alla situazione in conformità alla normativa vigente.

I pannelli frontali di chiusura dovranno essere asportabili solo mediante attrezzo.

## 6. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

### 6.1 PORTATA DEI CAVI IN REGIME PERMANENTE

La Norma CEI 64.8 all'articolo 433.2 impone per il coordinamento cavo-protezione le seguenti relazioni:

- $I_b \leq I_n \leq I_z$
- $I_f \leq 1,45 I_z$

In cui:

- $I_b$  è la corrente di impiego del carico;
- $I_n$  è la corrente nominale dell'apparecchiatura di protezione;
- $I_z$  è la portata del cavo;
- $I_f$  è la corrente di sicuro intervento dell'apparecchiatura di protezione entro il tempo convenzionale.

**E' da notare che in caso di apparecchi di protezione conformi alla Norma CEI 23-3, se è verificata la relazione  $I_n \leq I_z$  è automaticamente verificata anche la relazione  $I_f \leq 1,45 I_z$ . Tale norma impone infatti per gli interruttori automatici ad uso domestico e similare  $I_f = 1,45 I_n$ . Detta condizione vale anche per gli interruttori conformi alla norma CEI EN 60947-2 per i quali  $I_f = 1, 3 I_n$**

Per la parte in corrente continua, non protetta da interruttori automatici o fusibili nei confronti delle sovracorrenti e del corto circuito,  $I_b$  risulta pari alla corrente nominale dei moduli fotovoltaici in corrispondenza della loro potenza di picco, mentre  $I_b$  e  $I_f$  possono entrambe essere poste uguali alla corrente di corto circuito dei moduli stessi, rappresentando questa un valore massimo non superabile in qualsiasi condizione operativa. In assenza di dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, la seconda relazione non risulta applicabile alla parte in corrente continua.

La portata dei cavi è calcolata secondo quanto previsto dai seguenti documenti normativi:

CEI-UNEL 35024/1 : Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

CEI-UNEL 35026 : Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

## **6.2 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO SUL LATO CORRENTE CONTINUA**

In conformità alla norma CEI 64-8 paragrafo 712.433.1 la protezione contro i sovraccarichi può essere omessa sui cavi delle stringhe PV e dei pannelli PV quando la portata dei cavi sia eguale o superiore a 1,25 volte ISC STC in qualsiasi punto, pertanto, all'interno dei quadri di parallelo stringhe, dovranno essere installati idonei fusibili di tipo gPV con corrente nominale 10A per garantire la protezione contro le sovracorrenti sui cavi delle stringhe PV.

In conformità alla norma CEI 64-8 paragrafo 712.433.2 la protezione contro i sovraccarichi è stata omessa sui cavi principali PV in quanto la portata, degli stessi, è eguale o superiore a 1,25 volte il valore IST STC del generatore PV.

## **6.3 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO SUL LATO CORRENTE ALTERNATA**

In conformità alla norma CEI 64-8 paragrafo 712.434.1: Il cavo di alimentazione PV sul lato c.a. deve essere protetto contro i cortocircuiti mediante un dispositivo di protezione contro i cortocircuiti installato nel punto di connessione al circuito dell'impianto elettrico.

## **6.4 CADUTA DI TENSIONE SUL LATO CORRENTE CONTINUA E SUI CIRCUITI UTILIZZATORI**

La caduta di tensione sul lato corrente continua dovrà essere mantenuta al di sotto del 1,5% della tensione nominale. Il funzionamento degli apparecchi utilizzatori in bassa tensione è assicurato dalla corretta alimentazione da parte dell'impianto.

A tale proposito la norma CEI 64-8 raccomanda all'art. 525 di limitare la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto e qualunque apparecchio utilizzatore al di sotto del 4% della tensione nominale dell'impianto. Cadute di tensione più elevate possono essere ammesse per i motori durante i periodi di avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati, con la condizione che si assicuri che le variazioni di tensione rimangano entro i limiti indicati dalle relative Norme CEI.

## **6.5 IMPIANTO DI TERRA**

L'impianto di terra dovrà essere unico per tutto il complesso e sarà realizzato secondo la Norma CEI 64-8/5 e la Guida CEI 64-12.

I conduttori dell'impianto di terra saranno, a meno che diversamente indicato, in corda di rame elettrolitico, nelle sezioni indicate sui disegni e comunque non inferiori ai limiti stabiliti dalle Norme CEI e dalla legislazione vigente in materia.

Le giunzioni tra le corde di rame saranno realizzate come in figura C.2.2 a pagina 53 della Guida CEI 64-12. I giunti fra le corde saranno effettuati con morsetti di tipo a C a compressione serrati secondo le indicazioni del costruttore.

L'esclusione di una derivazione dal collettore principale di terra non dovrà creare interruzioni nemmeno momentanee di questo ultimo.

Dovranno essere connessi all'impianto di terra tutte le masse e le eventuali masse estranee.

## Sezione dei conduttori di protezione

Il conduttore di protezione è percorso dalla corrente solo in caso di guasto.  
La sezione del cavo di protezione SPE deve quindi essere calcolata tramite la formula:

$$K^2 S_{PE}^2 > I^2 t \rightarrow S_{PE} > \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

Dove:

K è un coefficiente pari a 143 per i cavi in EPR e 115 per i cavi in PVC

I<sup>2</sup>t è l'energia specifica passante del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti

In alternativa si deve seguire l'indicazione della seguente tabella:

Sezione di fase S <sub>f</sub> [mm <sup>2</sup> ]	Sezione minima del conduttore di protezione.
≤16	S <sub>f</sub>
16 < S <sub>f</sub> ≤ 35	16
> 35	S <sub>f</sub> /2

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione deve essere, in ogni caso, non inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> quando prevista protezione meccanica;
- 4 mm<sup>2</sup> quando non prevista protezione meccanica.

## 6.6 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8 parte 4, la protezione contro i contatti diretti in ambienti ordinari deve essere ottenuto tramite:

- Isolamento destinato ad impedire qualsiasi contatto con parti attive e che possa essere rimosso tramite distruzione. Questo tipo di protezione verrà utilizzata per i cavidotti.
- Involucri e barriere destinato ad impedire contatto con parti attive, che siano in grado di assicurare un grado di protezione IP2X o IPXXB per le superfici verticali e IP4X o IPXXD per le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri a portata di mano. Barriere ed involucri potranno essere rimossi solo tramite l'impiego di attrezzi. Questo tipo di protezione verrà utilizzata per quadri elettrici, scatole di derivazione e componenti quali prese di corrente, corpi illuminanti e interruttori.

L' interruzione automatica della corrente realizzata con interruttori differenziali con soglia di intervento I<sub>dn</sub> = 30 mA rappresenta ai fini della protezione contro i contatti diretti, una protezione addizionale.

Ogni parte elettrica dell'impianto, sia in corrente alternata che in corrente continua, è in bassa tensione.

La protezione contro i contatti diretti è dunque assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi (canale o tubo a seconda del tratto) idoneo allo scopo. Alcuni brevi tratti di collegamento tra i moduli fotovoltaici non risultano alloggiati in tubi o canali. Questi collegamenti, tuttavia, essendo protetti dai moduli stessi, non sono soggetti a sollecitazioni meccaniche di alcun tipo, né risultano ubicati in luoghi ove sussistano rischi di danneggiamento.

Dal punto di vista della sicurezza, occorre tenere conto che il generatore fotovoltaico è una fonte energetica non interrompibile, data l'impossibilità pratica di porre il sistema fuori tensione alla presenza di luce solare. Questo costituisce elemento di attenzione sia in fase di costruzione del generatore fotovoltaico (durante la quale è consigliabile la copertura dei pannelli), sia in occasione della sua manutenzione, sia ancora in caso di intervento delle protezioni che, comandando i dispositivi di apertura lato c.c, determinano l'innalzamento della tensione del generatore fotovoltaico e il mantenimento di eventuali archi elettrici che si fossero creati sui circuiti c.c.

Tale pericolo sarà segnalato con opportuna segnaletica apposta in corrispondenza dei dispositivi elettromeccanici soggetti a manutenzione.

Un esempio di cartello di sicurezza che avvisa del pericolo della doppia alimentazione del circuito elettrico di un impianto fotovoltaico collegato alla rete del distributore è riportato in nella seguente figura:



## 6.7 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata in conformità a quanto riportato nella norma CEI 64-8 ed. VI parte 712 dove viene raccomandato l'impiego dei componenti in classe II sul lato c.c.

Nota: questi componenti elettrici sono identificati dal segno grafico

Sul lato c.a. la protezione delle persone contro i contatti indiretti sarà realizzata tramite l'interruzione automatica dell'alimentazione.

Il costruttore degli inverter senza trasformatore a 50 Hz incorporato dovrà assicurare l'impossibilità di riportare sul lato corrente alternata le correnti di guasto a terra che avvengano sul lato corrente continua. In alternativa si dovrà provvedere all'installazione di un differenziale di tipo B.

## **7. L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NELLE ATTIVITÀ SOGGETTE AL CONTROLLO DEI VIGILI DEL FUOCO**

### **7.1 GUIDA VVF PER L'INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NELLE ATTIVITÀ SOGGETTE AI CONTROLLI DI PREVENZIONE INCENDI**

In seguito alle attività svolte da un Gruppo di lavoro congiunto fra Vigili del Fuoco (VVF) e CEI, il Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile (DCPREV) ha emanato con **Nota VVF n. 0001324 del 07/02/2012** un aggiornamento della "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi" che sostituisce quella emanata con **Nota VVF n. 5158 del 26 marzo 2010**. Tale Guida recepisce i contenuti nel DPR n. 151 del 1 agosto 2011 e tiene conto delle varie problematiche emerse in sede periferica a seguito delle installazioni di impianti fotovoltaici.

Successivamente, in seguito numerosi quesiti e richieste di chiarimenti da parte delle strutture periferiche del Corpo dei Vigili del Fuoco, di Associazioni di categoria e di Liberi professionisti, la DCPREV ha emanato con **Nota VVF n. 6334 del 04/05/2012** una serie di chiarimenti alla suddetta Guida evidenziando che:

- essa rappresenta uno strumento di indirizzo non limitativo delle scelte progettuali;
- essa individua alcune soluzioni utili al perseguimento degli obiettivi di sicurezza dettati all'Allegato 1, punto 2 dal Regolamento (UE) n.30512011 del 9 marzo 2011 (nel quale si prevede che le opere di costruzione soddisfino determinati requisiti, tra cui quello della resistenza meccanica e stabilità - requisito essenziale n. 1 e quello della sicurezza in caso di incendio – requisito essenziale n. 2)
- altre soluzioni utili al perseguimento dei richiamati obiettivi possono essere individuate mediante lo strumento della valutazione dei rischi.

Pertanto, tale Guida costituisce un compendio di supporto per la preparazione della valutazione del rischio incendio, anche se tale valutazione potrebbe non rientrare nelle competenze del progettista o dell'installatore dell'impianto fotovoltaico.

Nei seguenti paragrafi vengono forniti indicazioni preliminari sui requisiti tecnici per l'installazione impianti fotovoltaici nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, secondo le indicazioni contenute nella citata Guida dei VVF o in documenti legislativi ad essa correlati. Per un'esauriente trattazione di questo argomento si rimanda alla consultazione della Guida dei VVF.

### **7.2 REQUISITI TECNICI**

Secondo la Guida dei VVF, gli impianti fotovoltaici non rientrano, di per se stessi, fra le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi ai sensi del D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011.

Se invece l'impianto fotovoltaico è a servizio di un fabbricato nel quale è presente almeno un'attività soggetta alle visite ed ai controlli del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, la relativa installazione potrebbe comportare, a seconda delle caratteristiche elettriche e costruttive e/o delle relative modalità di posa, un aggravio del preesistente livello di sicurezza in caso di incendio per il fabbricato stesso. Di conseguenza, l'installazione di un impianto fotovoltaico a servizio di un'attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi richiede gli adempimenti previsti dal comma 6 dell'art. 4 del D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011.

I principali requisiti tecnici per l'installazione di impianti fotovoltaici nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi sono i seguenti:

- Rientrano nel campo di applicazione di tale guida gli impianti fotovoltaici (FV) con tensione in corrente continua non superiore a 1 500 V.
- Ai fini della prevenzione incendi gli impianti FV dovranno essere progettati, realizzati e mantenuti conformemente alla legislazione vigente e a regola d'arte (secondo le norme CEI). Inoltre, tutti i componenti dovranno essere conformi alle disposizioni comunitarie o nazionali applicabili.
- La progettazione e l'installazione dovrà essere eseguita in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato. Tale condizione si ritiene rispettata qualora l'impianto fotovoltaico venga installato su strutture ed elementi di copertura e/o di facciata incombustibili (Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005) oppure interponendo tra i moduli fotovoltaici e il piano di appoggio, uno strato di materiale di resistenza al fuoco almeno EI 30 ed incombustibile.  
In alternativa potrà essere effettuata una specifica valutazione del rischio di propagazione dell'incendio, tenendo conto della classe di resistenza agli incendi esterni dei tetti e delle coperture di tetti (secondo UNI EN 13501-5: 2009) e della classe di reazione al fuoco del modulo fotovoltaico attestata secondo le procedure di cui all'art. 2 del DM 10/03/2005.

L'impianto FV dovrà, inoltre, essere realizzato con le seguenti caratteristiche:

- l'ubicazione dei moduli e delle condutture elettriche dovrà sempre consentire il corretto funzionamento e manutenzione di eventuali evacuatori di fumo e di calore (EFC) presenti, nonché tener conto, in base all'analisi del rischio incendio, dell'esistenza di possibili vie di veicolazione di incendi (lucernai, camini, ecc.); in ogni caso i moduli le condutture, gli inverter, i quadri ed altri eventuali apparati non dovranno essere installati nel raggio di 1 m dagli EFC;
- 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 1 m dalla proiezione di tali elementi.
- essere provvisto di un dispositivo di comando di emergenza, ubicato in posizione segnalata ed accessibile che determini il sezionamento dell'impianto elettrico, all'interno del compartimento/fabbricato nei confronti delle sorgenti di alimentazione, ivi compreso l'impianto fotovoltaico;
- in caso di presenza di gas, vapori, nebbie infiammabili o polveri combustibili, è necessario installare la parte di impianto in corrente continua, compreso l'inverter, all'esterno delle zone classificate ai sensi del D. Lgs. 81/2008 - allegato XLIX;
- nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di materiale esplosivo, il generatore fotovoltaico e tutti gli altri componenti in corrente continua, dovranno essere installati alle distanze di sicurezza stabilite dalle norme tecniche applicabili;
- i componenti dell'impianto non dovranno essere installati in luoghi definiti "luoghi sicuri" ai sensi del DM 30/11/1983, né essere di intralcio alle vie di esodo;
- le strutture portanti, ai fini del soddisfacimento dei livelli di prestazione contro l'incendio di cui al DM 09/03/2007, dovranno essere verificate e documentate tenendo conto delle variate condizioni dei carichi strutturali sulla copertura, dovute alla presenza del generatore fotovoltaico, anche con riferimento al DM 14/01/2008

"Norme tecniche per le costruzioni";

- L'area in cui è ubicato il generatore ed i suoi accessori, qualora accessibile, dovrà essere segnalata con apposita cartellonistica conforme al D. Lgs. 81/2008; la predetta cartellonistica dovrà riportare la dicitura riportata in figura:



Cartello di sicurezza per un impianto fotovoltaico collegato alla rete del distributore

- La predetta segnaletica, resistente ai raggi ultravioletti, dovrà essere installata ogni 10 m per i tratti di conduttura.
- Nel caso di generatori fotovoltaici presenti sulla copertura dei fabbricati, la segnaletica sopraindicata dovrà essere installata in corrispondenza di tutti i varchi di accesso del fabbricato.
- I dispositivi di sezionamento di emergenza dovranno essere individuati con la segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del D.Lgs.81/08.

Si precisa che per le pensiline in materiale incombustibile degli impianti di distribuzione carburanti non è richiesto alcun requisito di resistenza al fuoco.

### 7.3 DOCUMENTAZIONE

Dovrà essere acquisita la dichiarazione di conformità dell'impianto fotovoltaico ai sensi del D.M. 37/2008. Per impianti con potenza nominale superiore a 20 kW dovrà essere acquisita la documentazione prevista dalla Lettera Circolare M.I. Prot. n. P515/4101 sott. 721E.6 del 24 aprile 2008 e successive modifiche ed integrazioni.

### 7.4 VERIFICHE

Periodicamente e ad ogni trasformazione, ampliamento o modifica dell'impianto dovranno essere eseguite e documentate le verifiche ai fini del rischio incendio dell'impianto fotovoltaico, con particolare attenzione ai sistemi di giunzione e di serraggio.

Ai sensi del D. Lgs 81/2008 dovrà essere garantita l'accessibilità all'impianto per effettuare le relative operazioni di manutenzione e controllo.

### 7.5 SALVAGUARDIA DEGLI OPERATORI

Si rimanda a quanto indicato nella nota PROT. EM 622/867 del 18/02/2011, recante "Procedure in caso di intervento in presenza di moduli fotovoltaici e sicurezza degli operatori vigili del fuoco"

E' stata presa in considerazione l'installazione di dispositivi di sezionamento per gruppi di moduli, azionabili a distanza, ma ad oggi non se ne richiede l'obbligatorietà in quanto non è nota l'affidabilità nel tempo, né è stata emanata una normativa specifica che ne disciplini la realizzazione, l'utilizzo e la certificazione.



## 7.6 GLI IMPIANTI ESISTENTI

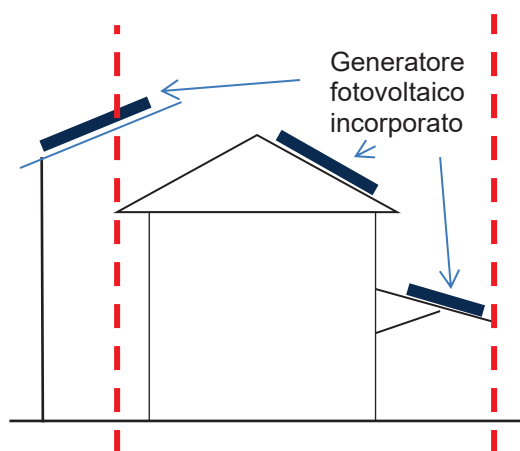
Gli impianti fotovoltaici, posti in funzione prima dell'entrata in vigore della Guida dei VVF, richiedono, gli adempimenti previsti dal comma 6 dell'art. 4 del D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011.

### 7.6.1 NOTE ESPLICATIVE ALLA GUIDA PER L'INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NELLE ATTIVITÀ SOGGETTE AI CONTROLLI DI PREVENZIONE INCENDI

Facendo seguito alle indicazioni riportate nel precedente e alle precisazioni contenute nella nota DCPREV n. 6334 del 4 maggio 2012, si riportano di seguito alcune note esplicative:

1. L'elenco delle attività soggette a controllo, delle relative sottoclassi e delle categorie di rischio (cat. A, B e C) attribuite in ragione della gravità del rischio piuttosto che della dimensione o, comunque, del grado di complessità che contraddistingue l'attività stessa sono definite nel D.P.R. 151/2011, nell'Allegato I.
2. Per impianto fotovoltaico a servizio di un'attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi si intende un impianto fotovoltaico incorporato nell'attività soggetta, indipendentemente dall'utilizzatore finale. Per "incorporato" si intende un impianto i cui moduli ricadono, anche parzialmente, nel volume delimitato dalla superficie cilindrica verticale avente come generatrice la proiezione in pianta del fabbricato (inclusi aggetti e sporti di gronda).
3. Nel valutare l'eventuale aggravio del preesistente livello di rischio di incendio devono essere valutati i seguenti aspetti:
  - a. interferenza con il sistema di ventilazione dei prodotti della combustione (ostruzione parziale/totale di traslucidi, impedimenti apertura evacuatori);
  - b. modalità di propagazione dell'incendio in un fabbricato delle fiamme all'esterno o verso l'interno del fabbricato (presenza di condutture sulla copertura di un fabbricato suddiviso in più compartimenti - modifica della velocità di propagazione di un incendio in un fabbricato mono compartimento);
  - c. sicurezza degli operatori addetti alla manutenzione;
  - d. sicurezza degli addetti alle operazioni di soccorso.

Generatrice superficie cilindrica



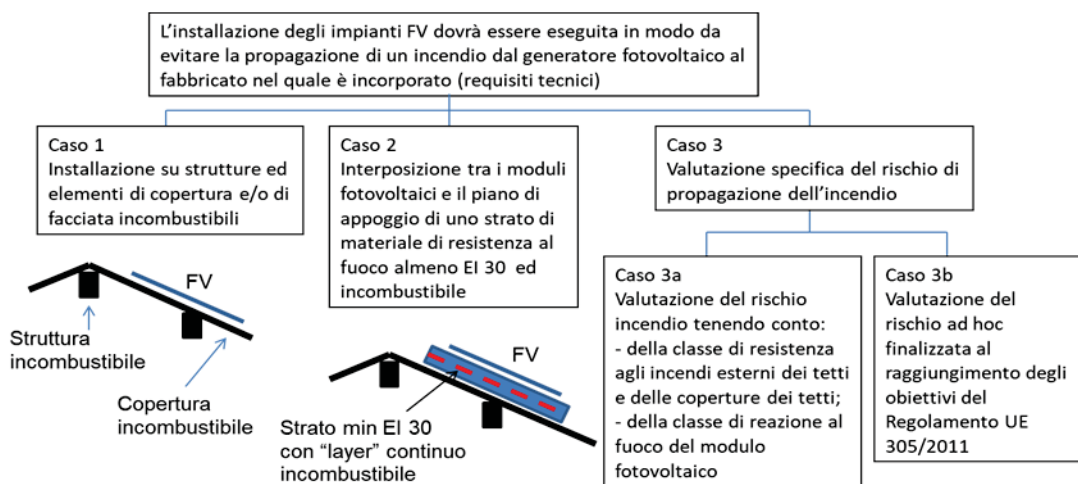
Esempi di generatori fotovoltaici a servizio di attività soggetta a controllo  
(Nota VVF DCPREV n. 6334 del 04/05/2012)

4. Qualora nella valutazione del rischio incendio emerge un aggravio delle preesistenti condizioni di sicurezza antincendio nei confronti della/e attività soggette, dovranno essere assolti i seguenti adempimenti riferiti al DPR 151/2011:
  - per le attività in categoria A - Presentazione di SCIA a lavori ultimati;
  - per le attività in categoria B e C - Presentazione del progetto ai fini della valutazione e SCIA a lavori ultimati.

Qualora invece dalla valutazione del rischio incendio non emerga un aggravio delle preesistenti condizioni di sicurezza antincendio nei confronti della/e attività soggette, dovrà essere aggiornata la pratica con la presentazione della SCIA.

In caso di presentazione della SCIA senza preventiva approvazione del progetto, la documentazione dovrà essere integrata con la valutazione del rischio. Il corrispettivo da pagare, ai sensi del DPR 151, sarà quello relativo all'attività principale rispetto alla quale l'impianto FV è "a servizio" così come chiarito al punto 2.

5. Tale condizione è soddisfatta seguendo una qualsiasi delle possibili opzioni riportate in figura 13.3
6. Gli strati EI 30 incombustibili possono essere provati con qualsiasi orientamento (in verticale, in orizzontale) e con esposizione al fuoco sulla faccia prospiciente i moduli fotovoltaici. E' sufficiente che sia garantita l'incombustibilità anche di un solo "layer" continuo costituente il pacchetto dello strato (vedi figura). Uno strato può essere costituito da più "layer". In caso di strato omogeneo esso coincide con il "layer".
7. Oltre alla valutazione del rischio da effettuarsi "tenendo conto della classe di resistenza agli incendi esterni dei tetti e delle coperture di tetti e della classe di reazione al fuoco del modulo fotovoltaico" sono ammissibili altre valutazioni finalizzate alla dimostrazione del raggiungimento degli obiettivi della guida.



**Possibili opzioni per soddisfare il requisito di sicurezza relativo al rischi di propagazione dell'incendio (Nota VVF DCPREV n. 6334 del 04/05/2012)**

Nel caso si intenda tenere conto della classe di resistenza agli incendi esterni dei tetti e delle coperture di tetti e della classe di reazione al fuoco del modulo fotovoltaico (caso

3/a di figura 13.3), possono ritenersi, in generale, accettabili i seguenti accoppiamenti:

- tetti classificati Froof e modulo FV di classe 1 o equivalente di reazione al fuoco;
- tetti classificati Broof (T2, T3, T4) e modulo FV di classe 2 o equivalente di reazione al fuoco
- strati ultimi di copertura (impermeabilizzazioni o/e pacchetti isolanti) classificati Froof o F installati su coperture EI 30 e modulo FV di classe 2 o equivalente di reazione al fuoco.

La classificazione dei tetti e delle coperture di tetti deve far riferimento alle procedure di attestazione della conformità applicabili (marcatura CE) o in assenza di queste a dichiarazione del produttore sulla base di rapporto di prova rilasciato di laboratorio italiano autorizzato ai sensi del decreto del Ministero dell'Interno 26 marzo 1985, ovvero altro laboratorio, riconosciuto in uno dei Paesi dell'Unione europea o dei Paesi contraenti l'accordo SEE.

Ai fini della valutazione della classe di resistenza agli incendi esterni dei tetti e delle coperture di tetti si fa presente che è stata pubblicata nel febbraio 2012 la versione UNI CEN/TS 1187 in sostituzione della UNI ENV/ 1187:2007 citata nella guida tecnica. A titolo informativo si fa presente che nelle decisioni della commissione europea 2001/671/CE (GUCE L 235 del 4/9/2001) e 2005/823/CE (GUCE L 307 del 25/11/2005) è riportato il sistema di classificazione per la resistenza agli incendi esterni dei tetti e delle coperture di tetti.

8. Ai fini della valutazione della classe di reazione al fuoco del Modulo fotovoltaico si fa presente che è stata emanata in data 28 marzo 2012 apposita risoluzione dell'Area V della DCPST - settore Reazione al Fuoco, sulle modalità di esecuzione delle prove di reazione al fuoco sui moduli fotovoltaici. La risoluzione prevede che i laboratori emettano apposito certificato di prova nel quale verrà indicato come impiego "MODULO FOTOVOLTAICO". Il certificato di prova è legato al modulo stesso e non al luogo di utilizzo. Le valutazioni del rischio dovranno essere sottoscritte da tecnici abilitati ed iscritti negli elenchi del Ministero dell'Interno.

In particolare, per la classificazione dei moduli fotovoltaici, indipendentemente dalla loro installazione e posa in opera, la risoluzione prevede che si applichino le procedure di prova previste dal DM 26/6/84, modificato con DM del 3/9/2001 come di seguito riportate:

- UNI 9176 (Gennaio 1998) metodo D;
- UNI 8457 (Ottobre 1987) con campionatura di prova in posizione verticale senza supporto incombustibile;
- UNI 9174 (Ottobre 1987) con campionatura di prova in posizione verticale senza supporto incombustibile;
- UNI 9177 (Ottobre 1987) relativamente alla classificazione.

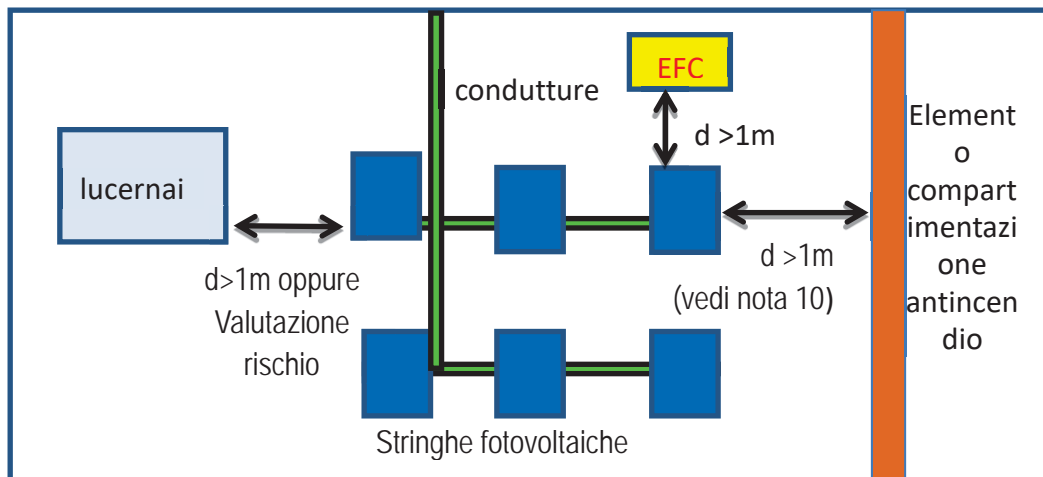
Nel caso in cui il modulo presenti superfici opposte con materiale diverso differenti tra loro, va ricavata una serie di provette da ciascuno dei compositi esistenti nel materiale. A ciascuna serie si applicano le procedure di prova e di classificazione sopracitate attribuendo la classe peggiore tra quelle determinate

Qualora il produttore dichiari che una delle due superfici sia realizzata con materiale incombustibile la campionatura di prova dovrà essere ricavata solo dell'eventuale superficie realizzata con materiale incombustibile.

L'incombustibilità di una delle due superfici del materiale dovrà essere attestata da apposita dichiarazione del produttore redatta secondo il modello D 13 allegato che costituirà parte integrante della scheda tecnica.

9. Tale indicazione è un utile riferimento anche per lucernari, cupolini e simili, fatta salva la possibilità di utilizzare la valutazione del rischio oppure di individuare altre soluzioni nel rispetto degli obiettivi di sicurezza del regolamento UE 305/2011.

Nella Figura seguente sono indicate le distanze minime dai componenti dell'impianto fotovoltaico rispetto agli EFC, lucernai e elementi di compartimentazione antincendio.

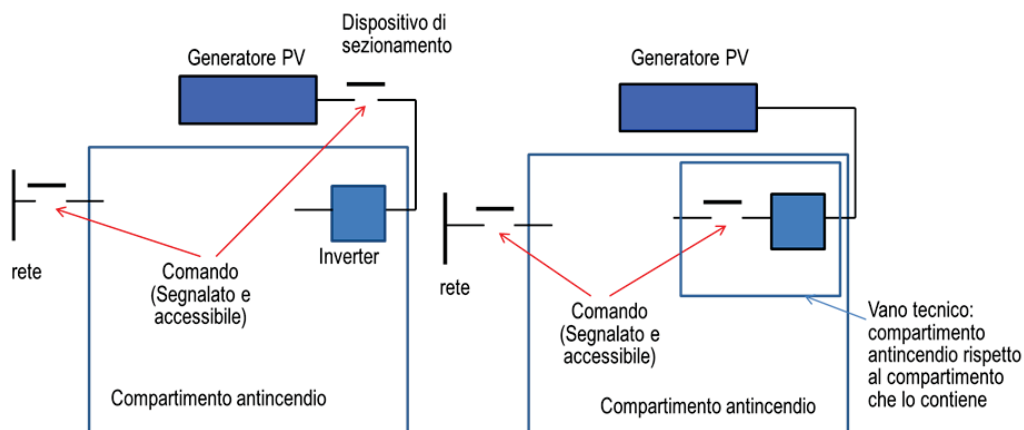


**Esempio di distanze minime di EFC, lucernai e elementi di compartimentazione dai componenti dell'impianto fotovoltaico**

10. Tale indicazione si ritiene non necessaria nei casi in cui il piano di appoggio sottostante i moduli FV 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.

11. Il dispositivo di emergenza deve essere in grado di sezionare il generatore Fotovoltaico in maniera tale da evitare che l'impianto elettrico all'interno del compartimento/fabbricato possa rimanere in tensione ad opera dell'impianto Fotovoltaico stesso.

Si rimarca che il dispositivo di comando di emergenza deve essere sempre ubicato in posizione segnalata ed accessibile agli operatori di soccorso, mentre per indicazioni relative alla ubicazione del o dei dispositivi di sezionamento del generatore fotovoltaico si rimanda a quanto previsto nelle norme CEI, in particolare nella norma CEI64-8/7 capitolo 712 e Guida CEI 82/25 paragrafo7.



**Esempi di possibili modalità di messa in sicurezza**

12. I riferimenti per l'effettuazione di tali verifiche sono riportati nel capitolo 8 del decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti 14/1/2008 e nella relativa circolare esplicativa prot. N. 617 del 2 febbraio 2009.

Al termine dei lavori e prima di dare inizio all'esercizio dell'attività, il responsabile dell'attività, dovrà presentare la Segnalazione Certificata di Inizio Attività ai fini della sicurezza antincendio secondo le procedure previste dal DPR 151/2011.

Per gli impianti fotovoltaici a servizio di un'attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi, posti in funzione (che produce energia elettrica) dopo l'entrata in vigore del DPR 151/2011 (7 ottobre 2011) e prima dell'entrata in vigore della nota 1324 sono richiesti gli adempimenti previsti al comma 6 dell'art. 4 del D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011; per detti impianti dovranno essere rispettate le indicazioni contenute nella precedente nota n. 5158 del 26/03/2010 con i seguenti ulteriori adempimenti:

- la presenza e la funzionalità del dispositivo del comando di emergenza;
- l'applicazione della segnaletica di sicurezza e le verifiche previste dalla nota 1324.

In particolare, il comma 6 dell'art. 4 del D.P.R. n. 151 prevede che i responsabili delle attività soggette alle visite ed ai controlli dei Vigili del Fuoco sono tenuti a richiedere, con apposita istanza, ai VVF l'esame dei progetti di modifiche da apportare a quelli esistenti, che comportino un aggravio del preesistenti condizioni di sicurezza antincendio.

Tale obbligo ricorre anche quando vi sono modifiche di lavorazione o di strutture, nei casi di nuova destinazione dei locali o di variazioni qualitative e quantitative delle sostanze pericolose esistenti negli stabilimenti o depositi e ogni qualvolta sopraggiunga una modica delle condizioni di sicurezza precedentemente accertate.

## **7.7 COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI**

La realizzazione di collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee che fanno parte della costruzione, deve essere coordinata a cura del committente e/o del direttore dei lavori. È opportuno che vengano assegnate le competenze nel modo seguente:

- Sulle tubazioni di acqua, gas ecc. o sulle altre masse estranee di cui sopra, vanno predisposti a cura dei costruttori o degli installatori delle stesse, bulloni, morsetti od altri dispositivi oppure vanno applicati a cura dell'installatore elettrico appositi morsetti a collare.
- Collegamenti tra i vari dispositivi ed il successivo allacciamento al conduttore di protezione e le eventuali prove di continuità vanno eseguiti dall'installatore elettrico.

Come regola generale, si considerano masse estranee tutte le parti metalliche accessibili che hanno una resistenza verso terra uguale o inferiore a 1000 Ohm.

## **7.8 IMPIANTI ESISTENTI**

Gli impianti fotovoltaici, posti in funzione prima dell'entrata in vigore della Guida dei VVF, richiedono gli adempimenti previsti dal comma 6 dell'art. 4 del D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011.

## 7.9 FULMINAZIONE DIRETTA

La norma CEI 81-10 prevede la valutazione del rischio contro le scariche atmosferiche.

Per il rischio R1 riferito alla possibile perdita di vite umane l'installazione dell'impianto fotovoltaico non aumenta tale rischio, salvo casi particolari.

Per le perdite economiche rischio R4 non è conveniente procedere alla protezione dei moduli fotovoltaici mediante l'installazione di un impianto di captazione dei fulmini LPS ma risulta più conveniente stipulare un'apposita Polizza Assicurativa per la protezione contro gli eventi atmosferici, in particolare da fulminazione diretta, dalla grandine, dalle alluvioni, dalle trombe d'aria ecc.

## 7.10 FULMINAZIONE INDIRECTA

L'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto fotovoltaico può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di danneggiare potenzialmente gli inverter, i diodi di by-pass all'interno dei moduli fotovoltaici ed il sistema elettronico di monitoraggio delle prestazioni energetiche.

Pertanto a protezione dei moduli fotovoltaici dovranno essere installati degli idonei scaricatori di sovratensione SPD in classe II secondo la norma EN 61643. Tali scaricatori saranno installati all'interno dei quadri di campo per il parallelo delle stringhe.

A protezione dei convertitori statici (inverter) dovranno essere installati degli idonei scaricatori di sovratensione SPD secondo la norma EN 61643, sia sul lato corrente continua che sul lato corrente alternata.

## 8. VERIFICHE TECNICO PROFESSIONALI SU IMPIANTI INSTALLATI

Di seguito sono forniti i criteri da seguire nel corso delle verifiche degli impianti fotovoltaici già realizzati al fine di assicurare il rispetto dei requisiti di sicurezza e di funzionalità previsti in fase di progetto.

Le verifiche consistono in un controllo di rispondenza dell'opera realizzata ai dati di progetto ed alla regola dell'arte e constano di due momenti: l'esame a vista e l'esecuzione di prove sugli impianti.

L'esecuzione delle prove può anche avere un aspetto amministrativo e, quindi, di collaudo.

Si dovranno eseguire le seguenti verifiche:

- esame a vista;
- verifica della potenza nominale dell'impianto;
- verifica della tensione a vuoto delle stringhe;
- verifica delle correnti di lavoro delle stringhe;
- eventuale verifica delle correnti di corto circuito delle stringhe (in caso di anomalia della verifica precedente);
- verifica della messa a terra delle masse e degli scaricatori;

- verifica dell'isolamento dei circuiti elettrici;
- verifica del corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico e in particolare delle protezioni generali e di interfaccia;
- Misura strumentale delle prestazioni dell'impianto fotovoltaico, secondo la Norma CEI 82-25; Variante 1.

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto può essere eseguita o in termini di energia o in termini di potenza.

In genere si preferisce eseguire tale misura in termini di potenza se l'irraggiamento sul piano dei moduli FV è sufficiente (almeno 600 W/m<sup>2</sup>). Si nota che la misura in termini di energia richiede un tempo di almeno 300 minuti per ciascun inverter.

## 8.1 VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI IN ENERGIA

La verifica prestazionale in termini di energia viene effettuata valutando l'indice di prestazione PRE (o indice di prestazione in energia, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PRe evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dell'impianto fotovoltaico, dovute:

- Allo sfruttamento incompleto della radiazione solare;
- Al rendimento di conversione dell'inverter;
- Alle inefficienze o guasti dei componenti.

La verifica dell'indice prestazionale PRe in fase di avvio dell'impianto viene effettuata controllando che tale indice soddisfi i seguenti vincoli nelle condizioni di funzionamento sotto riportate:

$$PRe > \left\{ \begin{array}{ll} 0,78 & (se P_{inv} \leq 20kW) \\ 0,80 & (se P_{inv} > 20kW) \end{array} \right\}$$

La verifica dell'indice prestazionale PRe viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- Stessa inclinazione e orientamento dei moduli;
- Stessa classe di potenza dell'inverter ( $P_{inv} > 20 \text{ kW}$  o  $P_{inv} \leq 20 \text{ kW}$ );
- Stessa tipologia di modulo (e quindi stesso valore del coefficiente di temperatura di potenza  $\gamma$ );
- Stessa tipologia di installazione dei moduli (e quindi analoga  $T_{cel}$ ).

## 8.2 VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI IN POTENZA

La verifica prestazionale in termini di energia viene effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione PRp (o indice di prestazione in potenza, corretto in temperatura)

L'indice di prestazione PRp evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in corrente alternata dell'impianto fotovoltaico, dovute:

- Allo sfruttamento incompleto della radiazione solare;
- Al rendimento di conversione dell'inverter;
- Alle inefficienze o guasti dei componenti.

Analogamente, la verifica delle prestazioni in potenza di un impianto fotovoltaico è effettuata controllando che siano soddisfatti i seguenti vincoli nelle condizioni di funzionamento sotto riportate:

$$PRp > \begin{cases} 0,78 & (\text{se } P_{inv} \leq 20kW) \\ 0,80 & (\text{se } P_{inv} > 20kW) \end{cases}$$

Le condizioni di funzionamento dell'impianto fotovoltaico per la verifica dell'indice prestazionale PRp in fase di avvio dell'impianto sono le seguenti:

- Irraggiamento sul piano dei moduli superiore a 600 W/m<sup>2</sup>;
- Velocità del vento non rilevante, in riferimento al solarimetro utilizzato;
- Rete del Distributore disponibile;
- In servizio tutti gli inverter dell'impianto o della sezione in esame.

La verifica dell'indice prestazionale PRp viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- Stessa inclinazione e orientamento dei moduli;
- Stessa classe di potenza dell'inverter ( $P_{inv} > 20 \text{ kW}$  o  $P_{inv} \leq 20 \text{ kW}$ );
- Stessa tipologia di modulo (e quindi stesso valore del coefficiente di temperatura di potenza Y);

Stessa tipologia di installazione dei moduli (e quindi analoga T<sub>cel</sub>).

## 9. MANUTENZIONE ORDINARIA PREVENTIVA

Le attività di manutenzione ordinaria preventiva sono consigliate con cadenza almeno annuale e comprendono una serie di ispezioni e controlli indicati qui di seguito.

Secondo quanto previsto dalla normativa in materia di sicurezza sul lavoro, la manutenzione su apparati elettrici deve essere realizzata da Persona Esperta ed in conformità alle norme CEI 11-27 e CEI EN 50110-1, cioè da persona addestrata ad operare su circuiti elettrici applicando le norme di sicurezza.



La maggior parte delle verifiche possono essere effettuate anche da persone non specializzate in tecnologia fotovoltaica, comunque non senza aver preso visione dei manuali d'uso e manutenzione dei singoli componenti.

### 9.1 MANUTENZIONE MODULI FOTOVOLTAICI

La manutenzione preventiva sui singoli moduli non richiede la messa fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste in:

**Ispezione visiva:** tesa all'identificazione di danneggiamenti ai vetri (o supporti plastici/metallici) anteriori, deterioramento del materiale usato per l'isolamento interno dei moduli, microscariche per perdita di isolamento ed eccessiva sporcizia (polvere) del vetro o dei supporti.

**Controllo cassetta di collegamento:** mirata ad identificare eventuali deformazioni della cassetta stessa, la formazione di umidità all'interno, lo stato dei contatti elettrici delle polarità positive e negative, il corretto serraggio degli eventuali morsetti di intestazione dei cavi di collegamento delle stringhe e l'integrità dei serraggi pressacavo o passacavo.

### 9.2 MANUTENZIONE STRINGHE FOTOVOLTAICHE

La manutenzione preventiva sulle stringhe fotovoltaiche, viene effettuata dal quadro elettrico lato corrente continua, non richiede la messa fuori servizio di parte o tutto l'impianto e consiste nel controllo delle grandezze elettriche con l'ausilio di un normale multimetro per controllare l'uniformità delle tensioni a vuoto e delle correnti di funzionamento di ciascuna delle stringhe che fanno parte dell'impianto. Si ricorda che se tutte le stringhe sono installate nelle medesime condizioni di esposizione, risultano accettabili scostamenti fino al 10%.

### 9.3 MANUTENZIONE STRUTTURA DI SOSTEGNO

Per la struttura di sostegno è sufficiente assicurarsi che le connessioni meccaniche bullonate più sollecitate risultino ben serrate, che l'azione del vento non abbia piegato o modificato la geometria dei profili e che lo strato di zincatura sia ancora uniforme e non presenti macchie di ruggine.

## 9.4 MANUTENZIONE QUADRI ELETTRICI

La manutenzione preventiva sui quadri elettrici non comporta operazioni di fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste in:

- **Esame a vista:** identificazione di danneggiamenti degli involucri o dei componenti (riscaldamenti localizzati, corpi estranei penetrati accidentalmente, danni da roditori), lettura e controllo della corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente installati.
- **Controllo protezioni elettriche:** verificare l'integrità dei componenti di blocco, l'efficienza degli scaricatori di sovratensione, il corretto funzionamento delle protezioni differenziali.
- **Controllo degli organi di manovra:** verifica dell'integrità degli organi di manovra: interruttori, sezionatori, portafusibili.
- **Controllo cablaggi elettrici:** verifica del corretto serraggio dei morsetti e relativa attestazione dei cavi. Verifica dell'integrità delle condutture installate a vista. Prova strumentale della continuità elettrica del conduttore di protezione e della resistenza di isolamento.

## 9.5 MANUTENZIONE INVERTER

La manutenzione periodica ordinaria dei convertitori statici dovrà essere realizzata in conformità a quanto previsto dal costruttore nel manuale d'uso e manutenzione del prodotto.

In linea generale la manutenzione sarà finalizzata all'analisi visiva mirata ad identificare danneggiamenti meccanici dell'involucro di contenimento, infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa, deterioramenti dei componenti contenuti, lettura e controllo della corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente installati.

Tutte le operazioni che prevedono l'intervento di un operatore direttamente sull'inverter dovranno essere realizzate dopo aver posto l'inverter stesso fuori tensione. Si ricorda che a tal fine occorre sezionare i circuiti sia dal lato corrente alternata che dal lato corrente continua e inoltre si deve attendere il tempo necessario a garantire la scarica dei condensatori all'interno dell'inverter.