

**CORPO NAZIONALE VIGILI DEL FUOCO**  
*COMANDO PROVINCIALE VIGILI DEL FUOCO DI VICENZA*

**IMPIANTI FOTOVOLTAICI PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA  
INSTALLATI SU EDIFICI**

**LINEE D'INDIRIZZO PER LA VALUTAZIONE DEL  
RISCHIO D'INCENDIO E RISCHI CORRELATI, RELATIVI  
ALL'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU  
EDIFICI DESTINATI AD ATTIVITÀ CIVILI ARTIGIANALI  
COMMERCIALI INDUSTRIALI**

---

Organismi ed associazioni rappresentate nel gruppo di lavoro promosso dal Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Vicenza:

- Associazione Artigiani della Provincia di Vicenza
- Associazione Industriali della Provincia di Vicenza
- Collegio Professionale Geometri di Vicenza
- Collegio Professionale Periti di Vicenza
- Ordine Professionale degli Architetti di Vicenza
- Ordine Professionale degli Ingegneri di Vicenza

# Indice

<b>1. GLOSSARIO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. PREMESSA.....</b>	<b>6</b>
<b>3. INTRODUZIONE E SCOPO.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CAMPO DI APPLICAZIONE .....</b>	<b>8</b>
<b>5. SCELTA DELL'APPROCCIO ALLA PROTEZIONE ANTINCENDIO.....</b>	<b>9</b>
<b>6. MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER SCONGIURARE L'INSORGENZA DELL'INCENDIO E CONTENERNE LA PROPAGAZIONE .....</b>	<b>10</b>
6.1 INDICAZIONI GENERALI DI BUONA TECNICA: .....	10
6.2 DOCUMENTAZIONE A CORREDO DELL'IMPIANTO E DEL PROGETTO DI SICUREZZA E PREVENZIONE INCENDI.....	10
<b>7. VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO .....</b>	<b>12</b>
7.1 POSSIBILI PROPAGAZIONI D'INCENDIO CON ORIGINE DALL'IMPIANTO FV .....	12
7.1.1 PROPAGAZIONE ORIZZONTALE VERSO ALTRE ATTIVITÀ ESERCITE SU EDIFICI ADIACENTI CHE FANNO PARTE DELLA STESSA VOLUMETRIA:.....	12
7.1.2 PROPAGAZIONE ORIZZONTALE VERSO COMPARTIMENTI ADIACENTI DELLA STESSA ATTIVITÀ FACENTI PARTE DELLO STESSO EDIFICIO: 12	
7.1.3 PROPAGAZIONE VERTICALE VERSO EDIFICI DI DIVERSA ALTEZZA ADIACENTI O COLLEGATI DA STRUTTURE QUALI TETTOIE O TELONI ANCHE APPARTENENTI AD ATTIVITÀ DIVERSE.....	12
7.2 SOVRAPPOSIZIONE D'IMPIANTO FV AD ATTIVITÀ CON POSSIBILE AGGRAVIO DI RISCHIO D'INCENDIO 13	
7.3 SOVRAPPOSIZIONE D'IMPIANTO FV AD ATTIVITÀ CON CONSEGUENTE AGGRAVIO DI RISCHIO D'INCENDIO.....	13
7.4 SOVRAPPOSIZIONE D'IMPIANTO FV AD ATTIVITÀ CON LIVELLO DI RISCHIO D'INCENDIO TALE DA SCONSIGLIARNE L'INSTALLAZIONE .....	14
7.5 PRESCRIZIONI DI PREVENZIONE INCENDI PER L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI ESISTENTI.....	14
7.5.1 PRESCRIZIONI GENERALI.....	14
7.5.2 UBICAZIONE .....	15
7.5.3 RESISTENZA AL FUOCO.....	16
7.5.4 ACCESSO AL VANO TECNICO .....	16

7.5.5	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE MINIMA DEL VANO TECNICO O DELL'AREA D'INSTALLAZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FV.....	16
7.5.6	REAZIONE AL FUOCO.....	16
7.5.7	PROTEZIONE DAL RISCHIO DI PROPAGAZIONE D'INCENDIO ALL'INTERNO DELL'EDIFICIO PROVENIENTE DALL'IMPIANTO FV.....	17
7.5.8	PROTEZIONE DAL RISCHIO DI FOLGORAZIONE DURANTE LE OPERAZIONI DI ESTINZIONE D'INCENDIO.....	17
<b>8.</b>	<b>VERIFICHE ED ATTENZIONI NELLA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO FV FINALIZZATE ALLA RIDUZIONE DEL RISCHIO D'INCENDIO E DEI RISCHI CORRELATI. ....</b>	<b>19</b>
8.1	RISCHIO DI ELETTROCUZIONE: CIRCUITI A CORRENTE CONTINUA, CIRCUITI A CORRENTE ALTERNATA.....	19
8.1.1	PERCORSO DEI CONDUTTORI.....	19
8.1.2	PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI.....	19
8.1.3	POSIZIONE DEGLI APPARECCHI (MODULI, QUADRI, INVERTER).....	19
8.1.4	ARCO ELETTRICO, SURRISCALDAMENTO DI PARTI ELETTRICHE.....	20
8.1.5	SOVRATENSIONI.....	20
8.1.6	COMPONENTI E DISPOSITIVI PER CORRENTE ALTERNATA ERRONEAMENTE IMPIEGATI NEI CIRCUITI A CORRENTE CONTINUA.....	21
<b>9.</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO RELATIVA ALLA PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI.....</b>	<b>22</b>
<b>10.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>23</b>
<b>11.</b>	<b>APPENDICE N. 1.....</b>	<b>24</b>
11.1	PROCEDURA SCHEMA DI FLUSSO IN FUNZIONE DEL RISULTATO DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO D'INCENDIO INDOTTO DALL'IPOTESI DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO F.V.....	24
<b>12.</b>	<b>APPENDICE N 2.....</b>	<b>25</b>
12.1	SCHEMA DI FLUSSO PER PROTEZIONI DALLE SOVRATENSIONI.....	25

## 1. GLOSSARIO

### **IMPIANTO FOTOVOLTAICO O SISTEMA SOLARE FOTOVOLTAICO.**

E' un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso è composto principalmente da un insieme di moduli fotovoltaici piani, nel seguito denominati moduli, uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e altri componenti elettrici minori;

### **ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DA UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

d1) per impianti connessi a reti elettriche in media o alta tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata in bassa tensione, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e prima che sia effettuata la trasformazione in media o alta tensione per l'immissione nella rete elettrica;

d2) per impianti connessi a reti elettriche in bassa tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, ivi incluso l'eventuale trasformatore di isolamento o adattamento, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e immessa nella rete elettrica;

### **POTENZA NOMINALE (O MASSIMA, O DI PICCO, O DI TARGA) DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

E' la potenza elettrica dell'impianto, determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco, o di targa) di ciascun modulo fotovoltaico facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni nominali (STC "Standard Test Conditions": radianza solare: 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura di cella fotovoltaica: 25 °C, condizioni del cielo: Air Mass 1,5);

### **PRODUZIONE ANNUA MEDIA DI UN IMPIANTO**

E' la media aritmetica, espressa in kWh, dei valori dell'energia elettrica effettivamente prodotta negli ultimi due anni solari, al netto di eventuali periodi di fermata dell'impianto eccedenti le ordinarie esigenze manutentive;

### **PUNTO DI CONNESSIONE**

E' il punto della rete elettrica, di competenza del gestore di rete, nel quale l'impianto fotovoltaico viene collegato alla rete elettrica;

### **CELLA FOTOVOLTAICA**

Elemento base del pannello fotovoltaico. E' costituita da un sottile strato di materiale semiconduttore, in genere silicio, di dimensioni pari a circa 15x1 cm., opportunamente trattato, che converte la radiazione solare in elettricità.

### **MODULO FOTOVOLTAICO**

E' l'insieme di più celle fotovoltaiche collegate in serie e incapsulate in una struttura rigida a copertura trasparente.

### **STRINGA**

Insieme di moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione di lavoro del campo fotovoltaico.

### **CAMPO FOTOVOLTAICO / GENERATORE FOTOVOLTAICO**

Il campo fotovoltaico è un insieme di moduli fotovoltaici opportunamente collegati in serie e in parallelo in modo da realizzare le condizioni operative desiderate. Il collegamento elettrico in parallelo di più stringhe costituisce il campo.

### **DIODO DI BLOCCO**

Utilizzato per impedire flussi di corrente indesiderati. In un impianto FV, il diodo viene utilizzato per impedire un flusso inverso di corrente durante i periodi di oscurità o nei momenti di bassa produzione di corrente. Il diodo di blocco di solito è installato all'interno del quadro di campo.

### **DIODO DI BYPASS**

I diodi di bypass sono installati all'interno della cassetta di giunzione fissata sul retro del modulo fotovoltaico e servono per evitare il danneggiamento della stringa di celle ai capi della quale sono collegati in caso di oscuramento di una o più celle della stringa.

### **CHILOWATT (KW)**

Multiplo dell'unità di misura della potenza, pari a 1.000 Watt.

### **CHILOWATTORA (KWh)**

Unità di misura dell'energia. Un chilowattora è l'energia consumata in un'ora da un apparecchio utilizzatore da 1 kW.

### **CONVERTITORE CC/CA – INVERTITORE - INVERTER**

Apparecchiatura, tipicamente statica, impiegata per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico.

### **QUADRI DI CAMPO / QUADRI DI PARALLELO**

I quadri di campo ( o parallelo) servono come dispositivo per il raggruppamento, il sezionamento e la protezione delle linee in corrente continua provenienti dalle stringhe fotovoltaiche.

### **QUADRI ALTERNATA**

Quadri elettrici per la protezione e il sezionamento delle linee in corrente alternata in uscita dagli inverter.

### **CORRENTE CONTINUA (CC)**

Un tipo di corrente che fluisce continuamente in una sola direzione e che viene fornita dai moduli fotovoltaici.

### **CORRENTE ALTERNATA (CA)**

La corrente alternata (CA) è caratterizzata da un flusso di corrente variabile nel tempo sia in intensità che in direzione. Corrente prodotta dagli inverter fotovoltaici a frequenza costante di 50 Hz.

### **AMPERE**

Unità di misura della corrente elettrica. Può essere considerata la "velocità di flusso" dell'elettricità.

## 2. PREMESSA

La necessità di ricercare fonti di energia alternative all'utilizzo di combustibili fossili ha reso possibile il rapido sviluppo di tecnologie che utilizzano l'effetto fotovoltaico di alcuni materiali. Allo stato attuale la diffusione degli impianti fotovoltaici installati sugli edifici esistenti non ha determinato incrementi significativi del numero degli incendi nella provincia di Vicenza. Peraltro si rende necessario approfondire le implicazioni e le ricadute in materia di sicurezza e prevenzione contro i rischi d'incendio, ed il rischio correlato di elettrocuzione, che l'impianto fotovoltaico può comportare nel corso della propria vita negli edifici esistenti che, per ovvie ragioni, non erano stati adeguatamente progettati per ospitare questa nuova tipologia di impianto di produzione di energia elettrica.

Si evidenzia che il quadro normativo attuale si limita prevalentemente a considerare gli aspetti progettuali di tipo elettrico, norme CEI.

L'evoluzione tecnologica verso componenti intrinsecamente sicuri potrà contribuire a controllare meglio il rischio d'incendio delle apparecchiature e degli impianti di futura installazione.

Il 26.03.2010 la Direzione centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del Dipartimento dei Vigili del fuoco del Soccorso pubblico e Difesa civile ha emanato la prima guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici, alla quale sono seguite altre note di chiarimento riportate in appendice al presente documento.

### 3. INTRODUZIONE E SCOPO

Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Vicenza e le rappresentanze delle categorie produttive e professionali della provincia che hanno aderito all'invito, hanno redatto il presente documento.

Scopo del presente lavoro è fornire a progettisti, installatori e costruttori un orientamento di buona tecnica finalizzato a valutare, contenere e ridurre il rischio incendio legato alla presenza di un impianto di produzione di energia elettrica che utilizza l'effetto fotovoltaico nel contesto di un edificio a qualsiasi destinazione.

Il documento contiene un elenco dei possibili elementi di criticità per l'impianto fotovoltaico in relazione al contesto in cui esso è inserito, con l'enunciazione dei principali parametri utili ad una completa analisi del rischio incendio, nonché indirizzi e prescrizioni che in ambito provinciale costituiranno elemento di riferimento per la valutazione dei progetti di sicurezza.

Il presente documento tecnico nasce in un periodo di forte espansione delle installazioni FV non supportata da norme tecniche che permettano di effettuare adeguate analisi delle ricadute dei nuovi impianti in materia di prevenzione e controllo del rischio d'incendio.

La prevenzione incendi è regolata da specifiche norme tecniche secondo i principi stabiliti dal D.lgs 139/06. La prevenzione incendi persegue lo scopo di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone e alla tutela dei beni contro i rischi d'incendio. Le attività devono essere realizzate e gestite in modo da:

- a) minimizzare le cause di incendio;
- b) garantire la stabilità delle strutture portanti al fine di assicurare il soccorso agli occupanti;
- c) limitare la produzione e la propagazione di un incendio all'interno dei locali;
- d) limitare la propagazione di un incendio ad edifici e/o locali contigui;
- e) assicurare la possibilità che gli occupanti lascino il locale indenni o che gli stessi siano soccorsi in altro modo;
- f) garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

## 4. CAMPO DI APPLICAZIONE

Le presenti linee d'indirizzo si riferiscono a tutti gli impianti, con relativi accessori e infrastrutture, destinati alla generazione dell'energia elettrica con tecnologia fotovoltaica, di qualsiasi dimensione e potenza, che possono presentare un'interferenza su edifici esistenti o nuovi, in ambito di rischio incendio.

I contenuti del presente lavoro prescindono dal fatto che l'impianto fotovoltaico sia installato dov'è presente una o più un'attività soggette al controllo diretto da parte dei Vigili del Fuoco, secondo quanto stabilito dal DPR n° 37 del 12.01.1998, dal DM 16/02/1982 e da successive modifiche ed integrazioni.

Si considera che un impianto fotovoltaico sia "interferente" con un'attività quando, dall'analisi del rischio incendio, deriva un incremento del livello di rischio complessivo presente nell'attività esistente, in conseguenza della realizzazione dell'impianto stesso.

Non sono stati analizzati nel presente lavoro le seguenti modalità di realizzazione degli impianti FV:

- Impianti fotovoltaici con generatori installati sul terreno e relative macchine elettriche installate all'aperto, ovvero in locali tecnici isolati e destinati ad uso esclusivo.
- Gli impianti fotovoltaici realizzati mediante l'utilizzo di pareti strutturate con generatori FV incorporati negli elementi di rivestimento (vetro, ceramiche ed altro).
- I vetri di porte e finestre con celle FV integrate.

*Nota: si precisa che la tipologia costruttiva di alcuni componenti d'impianto di cui sopra non sono state approfondite, ciò non esclude che i criteri di valutazione di rischio indicati nelle linee guida MI 5158 del 26.03.2010 e s.m.i. debbano essere comunque considerati.*

Il documento fa riferimento Circolari ed altre Comunicazioni emanate dal Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e Difesa Civile del Ministero dell'Interno, nonché per quanto d'interesse alle norme CEI e norme UNI.

*Nota: il presente lavoro costituisce un indirizzo, limitato all'ambito provinciale, in materia di valutazione del rischio d'incendio, quale supporto operativo per i progettisti, per i costruttori di edifici, per gli installatori d'impianti, per i soggetti titolari di responsabilità specifiche nei luoghi di lavoro, come espresso nel testo unico sulla sicurezza sui luoghi di lavoro (D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.), per gli Enti pubblici e per gli Organi di vigilanza.*

## 5. SCELTA DELL'APPROCCIO ALLA PROTEZIONE ANTINCENDIO

Nella presente trattazione si considerano solo le cause endogene di incendio che possono coinvolgere gli impianti FV installati sugli edifici.

Poiché la prevenzione incendi degli impianti FV è affidata al buon funzionamento ed alla corretta manutenzione degli stessi (quindi alla sicurezza delle apparecchiature "attive"), ai fini della sicurezza antincendio si ritiene opportuno ricorrere, con maggiore probabilità di successo, ai tradizionali sistemi di protezione passiva.

Peraltro sistemi di protezione attiva antincendio potrebbero limitare la loro efficacia a causa delle notevoli necessità di manutenzione a cui l'impianto stesso verrebbe assoggettato.

Non si esclude che le nuove tecnologie possano migliorare l'affidabilità e la sicurezza degli impianti e dei loro componenti.

## **6. MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PER SCONGIURARE L'INSORGENZA DELL'INCENDIO E CONTENERNE LA PROPAGAZIONE**

### **6.1 INDICAZIONI GENERALI DI BUONA TECNICA:**

- a. Distanze di sicurezza dei pannelli dai bordi della copertura, da lucernari e altre aperture, da EFC (verificarne la libera apertura completa), da canne fumarie, da vani tecnici, da macchinari e altro,: 1 m o distanza tale da evitare interferenze e/o propagazione d'incendio.
- b. Distanze di sicurezza da strutture e/o componenti combustibili o infiammabili, da tubazioni di trasporto dei gas o di altre sostanze pericolose: distanze tali da evitare interferenze non facilmente gestibili e/o propagazione d'incendio.
- c. Verifica della compatibilità di linee elettriche dell'impianto FV inserite nelle canalizzazioni di altri impianti installati (*vedere anche parte specifica, punti 8.1.3 e 8.1.6*)
- d. Interrompere o prevedere l'installazione di dispositivi di corto circuito nelle sezioni d'impianto sovrastanti i distinti compartimenti antincendio (*vedere anche parte specifica, punto 7.5.7*)
- e. Compartimentare i luoghi di installazione posti all'interno dei volumi degli edifici, di: -linee elettriche (canali, passerelle, cavedi, tubi, altro); -inverter e quadri non sezionabili con certezza da posizione remota (*vedere anche parte specifica, punto 7.5.2*)

### **6.2 DOCUMENTAZIONE A CORREDO DELL'IMPIANTO E DEL PROGETTO DI SICUREZZA E PREVENZIONE INCENDI**

**In funzione delle caratteristiche dell'installazione e dell'eventuale modifica del livello di rischio, si dovranno predisporre alcuni o tutti i documenti di seguito elencati:**

- a. Valutazione di non aggravio di rischio d'incendio secondo quanto previsto dalla linea guida MI 5158 del 26.03.2010 e s.m.i.. (*vedere schema a blocchi appendice 1*)
- b. Richiesta di parere di conformità antincendio per l'attività soggetta a controllo da parte del Comando Provinciale Vigili del Fuoco, nell'ipotesi di aggravio di rischio d'incendio.
- c. Documentazione di progetto elettrico in conformità alla norma CEI 0-2 comprensiva di relazione tecnica con la seguente documentazione: - Caratteristiche dell'impianto; -Planimetrie; -Sezioni; -Particolari (telai portanti, ancoraggi, posizione inverter, linee elettriche, ecc.). La configurazione elettrica dell'impianto va esplicitata nel progetto.

- d. Classificazione ATEX, qual'ora necessaria ai sensi D.lgs 81\_08 e s.m.i. allegato XLIX, aggiornata in relazione all'eventuale incremento del livello di rischio indotto dalla presenza dell'impianto FV.
- e. Verifica strutturale dell'edificio in funzione della modifica del sistema di carico a seguito dell'installazione dell'impianto.
- f. Analisi dinamica, qualora ritenuta necessaria, che valuti gli effetti del vento su struttura e pannelli.
- g. Piano di manutenzione e misure di salvaguardia per l'esecuzione di lavori in quota con riferimento all'accessibilità all'impianto FV: -D.lgs 81\_08 e s.m.i.; -Regole tecniche locali correlate; -Disposizioni e prescrizioni degli Organi di vigilanza competenti in materia.
- h. Elenco degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria prescritti dal costruttore dell'impianto.
- i. Descrizione degli accorgimenti adottati e delle misure gestionali di primo intervento in caso d'incendio: -Procedure; -Interventi di sgancio; -Uso mezzi estinguenti; -Impianti di estinzione automatica; -Esodo, -Integrazione del sistema di gestione della sicurezza (SGSA).

## **7. VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO**

### ***ELEMENTI OGGETTIVI SU CUI CONCENTRARE L'ANALISI***

#### **7.1 POSSIBILI PROPAGAZIONI D'INCENDIO CON ORIGINE DALL'IMPIANTO FV**

##### **7.1.1 PROPAGAZIONE ORIZZONTALE VERSO ALTRE ATTIVITÀ ESERCITE SU EDIFICI ADIACENTI CHE FANNO PARTE DELLA STESSA VOLUMETRIA:**

- a. attraverso i materiali combustibili di impermeabilizzazione e/o di copertura del tetto,
- b. attraverso altre macchine in esecuzione a cielo libero presenti sul tetto,
- c. attraverso vani tecnici non compartimentati presenti sul tetto,
- d. attraverso differenze di quota del tetto ovvero attraverso abbaini presenti sul tetto o su tetti adiacenti.

##### **7.1.2 PROPAGAZIONE ORIZZONTALE VERSO COMPARTIMENTI ADIACENTI DELLA STESSA ATTIVITÀ FACENTI PARTE DELLO STESSO EDIFICIO:**

- a. attraverso i materiali combustibili di impermeabilizzazione e/o di copertura del tetto,
- b. attraverso altre macchine in esecuzione a cielo libero presenti sul tetto,
- c. attraverso vani tecnici non compartimentati presenti sul tetto,
- d. attraverso differenze di quota del tetto ad esempio: particolari profili in sezione caratteristica del tetto stesso; abbaini, altre aperture.

##### **7.1.3 PROPAGAZIONE VERTICALE VERSO EDIFICI DI DIVERSA ALTEZZA ADIACENTI O COLLEGATI DA STRUTTURE QUALI TETTOIE O TELONI ANCHE APPARTENENTI AD ATTIVITÀ DIVERSE.**

- a. attraverso i materiali combustibili di impermeabilizzazione e/o di copertura dei tetti (lucernari, cupolini, condotti di scarico, ecc)
- b. attraverso altre macchine in esecuzione a cielo libero presenti sui tetti,
- c. attraverso vani tecnici non compartimentati presenti sui tetti.

## **7.2 SOVRAPPOSIZIONE D'IMPIANTO FV AD ATTIVITÀ CON POSSIBILE AGGRAVIO DI RISCHIO D'INCENDIO**

- a) Particolari attività che, pur non essendo soggette a controllo di prevenzione incendi, possono costituire comunque aggravio di rischio in caso d'intervento di soccorso tecnico urgente. Esempio: -deposito di prodotti tossici o corrosivi o inquinanti, -depositi di prodotti infiammabili e/o combustibili; -depositi e/o serbatoi di gas inerti in pressione.
- b) Edificio occupato solo parzialmente da attività in elenco di cui al DM 16.02.1982 e s.m.i. Ad esempio: -locali centrale termica e simili, -vani corsa ascensori/montacarichi –autorimesse; -altro.
- c) Attività soggetta a controllo VVF (maggior rischio in caso d'incendio) esercitata nell'edificio adiacente l'installazione appartenente allo stesso volume, o ad esso collegato, con strutture orizzontali che rendono probabile la propagazione di fumi e di calore.

## **7.3 SOVRAPPOSIZIONE D'IMPIANTO FV AD ATTIVITÀ CON CONSEGUENTE AGGRAVIO DI RISCHIO D'INCENDIO**

- a) Impianto sovrastante a volumi destinati a depositi di combustibili. Elenco attività dall'allegato al DM 16.02.1982: att. -17. -43. -46. -55. -58. -60. -62. -88. -92.
- b) Impianto sovrastante a volumi destinati a processi produttivi. Elenco attività dall'allegato al DM 16.02.1982: att. -7 (limitatamente agli erogatori), -8. -9. -11. -13. -14. -18 (limitatamente agli erogatori). -35. -36. -37. -38. -39. -40. -41. -42. -44. -47. -48. -49. -50. -52. -54. -56. -57. -61. -63 (esclusa combustione). -64. -65. -66 (esclusa fusione). 67 (esclusa fusione). -68. -69. -70. -71. -72. -73. -74. -75. -77. -79. -80. -81. -82. -91. -92. -93. -95 (esclusi ascensori antincendio e di soccorso). -96.
- c) Impianto sovrastante a volumi destinati ad usi civili e commerciali. Elenco attività dall'allegato al DM 16.02.1982: att.: -16 (solo rivendita). -20 (solo rivendita) -22 (solo rivendita). -51. -53. -62 (solo rivendita). -76. -83. -84. -85. -86. -87. -89. -94.

## **7.4 SOVRAPPOSIZIONE D'IMPIANTO FV AD ATTIVITÀ CON LIVELLO DI RISCHIO D'INCENDIO TALE DA SCONSIGLIARNE L'INSTALLAZIONE**

- a) Impianto FV sovrastante a volumi destinati a depositi e impianti contenenti sostanze infiammabili.  
Elenco attività dall'allegato al DM 16.02.1982: att -1. -2. -3. -4. -5. -6. -7 (depositi e impianti di compressione). -15. -16 (limitatamente ai depositi). -18 (limitatamente ai depositi). -20 (limitatamente ai depositi). -22 (limitatamente ai depositi). -25. -33. -97.
- b) Impianto sovrastante a volumi destinati a produzione con preminenza di sostanze infiammabili e/o instabili e/o comburenti.  
Elenco attività dall'allegato al DM 16.02.1982: att -10. -12. -19. -21. -23. -24. -26. -27. -28. -29. -30. -31. -32. -34. -45. -59. -63 (limitatamente alla combustione). -66 (limitatamente alla fusione). -67 (limitatamente alla fusione) -80 (limitatamente al reattore). -81.
- c) Edifici pregevoli per arte e storia soggetti a vincoli  
Elenco attività dall'allegato al DM 16.02.1982: att -90.
- d) Impianto FV unico installato su un edifici costituente condominio di attività, esercite da titolari diversi in cui almeno una sia soggetta a controllo di prevenzione incendi e rientrante fra quelle elencate nei punti precedenti.

## **7.5 PRESCRIZIONI DI PREVENZIONE INCENDI PER L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI ESISTENTI**

### **7.5.1 PRESCRIZIONI GENERALI**

- a) Gli impianti FV devono essere progettati, realizzati e mantenuti conformemente alla regola dell' arte. Legge 1 marzo 1968 n° 168, norme CEI, norme UNI.
- b) Gli impianti FV devono funzionare in bassa tensione, ovvero, con tensione inferiore a 1500 V in c.c. e a 1000 V in c.a.
- c) Gli impianti FV non devono costituire causa primaria di incendio o esplosione nelle attività circostanti.
- d) L'impianto FV non deve fornire alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi.
- e) L'impianto FV non deve costituire rischio di folgorazione per i soccorritori in caso d'incendio, in riferimento alla possibilità di interferenza dei getti idrici degli impianti di spegnimento con le parti dell'impianto FV in tensione, collocate a monte del punto di disconnessione.

### 7.5.2 UBICAZIONE

- a) Tutte le parti dell'impianto FV a monte del punto di disconnessione devono essere esterne agli edifici oppure, se interne, devono essere ubicate in appositi vani tecnici.
- b) Tutte le parti dell'impianto FV a monte del punto di disconnessione ubicate all'esterno dell'edificio, se collocate in zone accessibili, devono essere recintate, ovvero protette ed adeguatamente segnalate in riferimento alla presenza di tensione nelle ore diurne.
- c) I componenti degli impianti FV, compresi quelli a valle del punto di disconnessione, non possono essere installati in luoghi sicuri dinamici quali ad esempio: -spazi calmi, -filtri a prova di fumo, -vani scala, -vie di esodo, ecc.
- d) I componenti degli impianti FV non possono essere installati in vani tecnici ad altra destinazione quali ad esempio: -vani macchina di ascensori, -locali compressori, -locali di alloggiamento di elettropompe o altre macchine elettriche ed elettroniche.
- e) Moduli FV, condutture elettriche ed altre parti d'impianto devono consentire il corretto funzionamento e la manutenzione di eventuali sistemi di protezione attiva antincendio presenti quali ad esempio: -evacuatori di fumo e calore (EFC); -ventilatori per l'areazione meccanica di locali sottostanti, -cappe aspiranti, ecc.
- f) I componenti dell'impianto FV, in ogni caso, non devono costituire impedimento alcuno allo scarico esterno dei prodotti della combustione in caso di incendio, attraverso lucernari, camini, ed altri sistemi di protezione attiva antincendio esistenti sulla copertura.
- g) Nei luoghi con possibilità di presenza di miscele infiammabili aeriformi ed in quelli con presenza di esplosivi, le parti dell'impianto in c.c., compresi i convertitori, devono essere installati all'esterno delle zone classificate ai sensi del D.Lgs. 81/2008 – allegato XLIX. **Per tali luoghi è, comunque, obbligatorio eseguire la verifica di compatibilità secondo le direttive ATEX.**
- h) I componenti dell'impianto FV quali: -inverter; -quadri di comando ecc., posti a valle del punto di disconnessione, devono essere installati preferibilmente in vani tecnici ad uso esclusivo ed aventi le caratteristiche di protezione sotto riportate. E' possibile ubicare i suddetti componenti all'interno dei reparti produttivi che presentano caratteristiche adeguate sotto tutti i profili di sicurezza e di idoneità derivanti dalla valutazione dei rischi e dalla classificazione dei luoghi di lavoro effettuate ai sensi del D.lgs 81-08 e s.m.i.. A titolo d'esempio i componenti dell'impianto FV possono essere installati in quei reparti dove sono presenti altre macchine elettriche di potenza simili ai componenti d'impianto posti a valle del punto di disconnessione.

### 7.5.3 RESISTENZA AL FUOCO

- a) Il vano tecnico inserito nel volume dell'edificio, nonché eventuali cavedi interni di alloggiamento delle linee elettriche in tensione, devono possedere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60.
- b) Qualora il vano tecnico sia adiacente ad altri compartimenti antincendio la resistenza al fuoco degli elementi di separazione va commisurata alla classe del compartimento a maggior rischio d'incendio, ovvero a quanto stabilito dalle regole tecniche di prevenzione incendi specifiche.

### 7.5.4 ACCESSO AL VANO TECNICO

- a) L'accesso può avvenire direttamente dall'esterno con porta metallica chiusa a chiave con possibilità di apertura in emergenza. L'accesso deve essere adeguatamente segnalato in riferimento alla presenza di tensione nelle ore diurne integrata dalla relativa segnaletica di divieto.
- b) L'accesso può avvenire dall'interno tramite disimpegno areato con strutture e porte REI 60 chiuse a chiave con possibilità di apertura in emergenza. L'accesso deve essere adeguatamente segnalato in riferimento alla presenza di tensione nelle ore diurne integrata dalla relativa segnaletica di divieto.

### 7.5.5 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE MINIMA DEL VANO TECNICO O DELL'AREA D'INSTALLAZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FV.

***(dimensionati e realizzati in conformità alle vigenti norme tecniche di impianto e di prodotto)***

- a) Segnaletica di sicurezza: -tensione pericolosa con descritto il valore massimo; -presenza di tensione nelle ore diurne; -indicazioni e comportamenti in emergenza; -indicazioni dei presidi antincendio interni; -segnali di divieto.
- b) N° 2 estintori portatili di tipo approvato a CO2 con almeno 5 Kg di sostanza estinguente cadauno.
- c) Impianto di rilevazione ed allarme d'incendio, per potenze installate nel vano superiori a 100 Kw.
- d) Evacuatore di fumo e calore asservito da impianto di rilevazione ed allarme d'incendio, per potenze installate nel vano superiori a 200 Kw.
- e) Ventilazione del vano con aperture d'aerazione permanente pari almeno ad 1/30 della superficie in pianta, realizzate anche mediante camini a tiraggio naturale, per tutte le potenze installate.

### 7.5.6 REAZIONE AL FUOCO

- a) Tutti i componenti dell'impianto devono avere idonee caratteristiche di reazione al fuoco certificate secondo le norme tecniche di prodotto: -moduli, -conduttori, -canali, -scatole di derivazione.
- b) I prodotti da costruzione di compartimentazione REI sopra menzionati devono essere realizzati con materiali in classe 0 o equivalenti.

#### 7.5.7 PROTEZIONE DAL RISCHIO DI PROPAGAZIONE D'INCENDIO ALL'INTERNO DELL'EDIFICIO PROVENIENTE DALL'IMPIANTO FV

- a) Gli elementi di copertura su cui vengono installati i generatori FV e le altre parti dell'impianto in c.c., compresi gli inverter, devono comunque possedere almeno uno strato superficiale di separazione realizzato con materiali incombustibili qualora installati in aderenza alla copertura.
- b) Deve essere evitata la posa di moduli FV e parti d'impianto sopra i muri tagliafuoco che dividono compartimenti antincendio diversi.
- c) E' vietata la posa di moduli FV e componenti d'impianto di potenza in aderenza a elementi edilizi aventi strutture ed elementi di tipo combustibile.
- d) E' vietata la posa di moduli FV e componenti d'impianto di potenza in aderenza ad elementi destinati alla impermeabilizzazione ed all'isolamento termico del tetto o di altri elementi edilizi di tipo combustibile con reazione al fuoco e/o capacità autoestinguenta ignota.
- e) La progettazione dei dispositivi di separazione e di protezione passiva antincendio fra i componenti dell'impianto FV ed i centri di pericolo presenti nell'attività deve essere in grado di garantire l'impossibilità di propagazione di eventuali incendi aventi origine dall'impianto FV.

*Nota: si precisa che per **aderenza** s'intende la posa di moduli FV completamente a contatto degli elementi edilizi in modo tale da impedire la formazione di un'intercapedine d'aria che sia in grado di convogliare parte dell'energia termica prodotta mediante l'effetto convettivo.*

#### 7.5.8 PROTEZIONE DAL RISCHIO DI FOLGORAZIONE DURANTE LE OPERAZIONI DI ESTINZIONE D'INCENDIO

- a) La configurazione elettrica della parte in C.C. deve essere del tipo IT normalmente adottata con celle FV in silicio cristallino. Qualora, per motivi funzionali sia necessario realizzare configurazioni di tipo TT o TN, devono essere predisposti idonei dispositivi di sicurezza atti alla disconnessione rapida ed alla messa a terra dei conduttori attivi in caso di incendio.
- b) Tutte le parti degli impianti FV a monte del punto di disconnessione devono essere idoneamente protette dall'azione del calore derivante da eventuali incendi indipendenti dall'impianto stesso a mezzo di adeguate strutture resistenti al fuoco di separazione, ovvero, mediante l'utilizzo di congrue distanze di sicurezza in maniera tale da non compromettere l'integrità dei componenti che devono essere in grado di garantire la sicurezza dei soccorritori anche in caso di utilizzo di getti idrici di spegnimento.
- c) Nel caso di generatori FV ubicati sulla copertura di edifici, priva di requisiti di separazione antincendio (EI), l'innalzamento della temperatura prodotto da un incendio sottostante interferisce direttamente sul regolare funzionamento dell'impianto.
- d) Tutte le parti di ogni sottocampo, collocate a monte del punto di disconnessione, devono essere disposte in maniera compatta e non a cavallo di sottostanti muri di compartimentazione.

- e) Le calate, avendo ubicazioni separate rispetto ai sottocampi corrispondenti, se collocate a monte del punto di disconnessione, devono essere idoneamente protette contro l'azione del calore di un eventuale incendio.

## 8. VERIFICHE ED ATTENZIONI NELLA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO FV FINALIZZATE ALLA RIDUZIONE DEL RISCHIO D'INCENDIO E DEI RISCHI CORRELATI.

### 8.1 RISCHIO DI ELETTROCUZIONE: CIRCUITI A CORRENTE CONTINUA, CIRCUITI A CORRENTE ALTERNATA.

#### 8.1.1 PERCORSO DEI CONDUTTORI

- a. I conduttori dei circuiti sempre in tensione devono essere posati lungo percorsi il più possibile brevi e non interferenti con locali dove la presenza della tensione può essere fonte di pericolo in condizioni ordinarie o di emergenza; i percorsi devono risultare adeguatamente protetti da possibili danneggiamenti accidentali quali: -movimentazione di carichi, -macchine operatrici ecc.

#### 8.1.2 PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

- a. **Sistema isolato da terra.** Tipologia prevalentemente utilizzata in Europa, in caso di contatto diretto o indiretto con un polo del circuito la persona potrebbe essere attraversata da una corrente continua di dispersione che dipende prevalentemente dall'estensione dell'impianto. E' preferibile utilizzare un sistema di controllo dell'isolamento continuo dei circuiti.
- b. **Sistema connesso a terra.** Da preferire per gli impianti molto estesi. In questo caso la corrente che potrebbe attraversare una persona in contatto è maggiore ma il collegamento di terra del punto centrale della stringa, dimezza la tensione di contatto.

#### 8.1.3 POSIZIONE DEGLI APPARECCHI (MODULI, QUADRI, INVERTER)

- a. Inverter e quadri a corrente alternata non devono essere posizionati in prossimità di acqua, di umidità e di condensa.
- b. Gli apparecchi non devono essere installati in ambienti dove sono potenzialmente possibili atmosfere esplosive. Tipicamente gli inverter necessitano di una adeguata dissipazione del calore; molti inverter sono dotati di ventilazione forzata che aspira aria dall'ambiente. E' quindi possibile l'aspirazione di polveri, con conseguente ostruzione dei sistemi di raffreddamento ovvero l'aspirazione di gas, vapori, nebbie.
- c. Gli apparecchi non devono essere installati su superfici combustibili.

- d. Non devono essere eseguite giunzioni a contatto diretto con materiali potenzialmente combustibili e/o infiammabili.

#### 8.1.4 ARCO ELETTRICO, SURRISCALDAMENTO DI PARTI ELETTRICHE.

##### 8.1.4.1 PARTI SOGGETTE A SURRISCALDAMENTO USUALMENTE NON CONSIDERATE:

- a. Diodi di stringa (*caduta di tensione tipica 0,7V; corrente di stringa tipica 7,6A; potenza dissipata per stringa 5,32W*) Il diodo all'interno di un centralino può raggiungere temperature molto elevate, anche 200°C.
- b. Diodi di by-pass installati nella cassetta di giunzione del modulo fotovoltaico.
- c. Shunt di corrente per misure
- d. Inverter (*problema dello smaltimento del calore nei locali di installazione*)
- e. Trasformatori di separazione galvanica (*obbligatori in alcuni casi*)

##### 8.1.4.2 POSSIBILI FONTI DI INNESCO DALL'IMPIANTO:

- a. Cavi e conduttori posati a diretto contatto con le strutture di copertura (*cavi "pizzicati" tra le strutture metalliche*)
- b. Quadri elettrici
- c. Giunzioni cavi di stringa in aria/acqua (*possibile allagamento della giunzione da evitare*)

#### 8.1.5 SOVRATENSIONI.

- a. Fulminazione diretta: per gli impianti che modificano la sagoma o l'altezza dell'edificio va riefettuata la verifica della protezione dell'edificio dalle scariche atmosferiche (CEI 81-10). Es.: impianto installato su un tetto piano.
- b. Fulminazione indiretta: -la conformazione delle stringhe può indurre sovratensioni pericolose nei circuiti DC con conseguente danneggiamento degli apparecchi ed eventuale cedimento dell'isolamento dei circuiti. E' necessario ridurre al minimo l'area delle spire.

**8.1.6 COMPONENTI E DISPOSITIVI PER CORRENTE ALTERNATA ERRONEAMENTE IMPIEGATI NEI CIRCUITI A CORRENTE CONTINUA.**

- a. Interruttori e sezionatori per corrente alternata in alcuni casi possono essere impiegati per corrente continua ma vengono declassati per tensioni e correnti nettamente inferiori.
- b. Interruttori differenziali. Nel caso di realizzazione di un impianto con inverter privo di trasformatore per la separazione galvanica, l'interruttore differenziale per la protezione contro i contatti indiretti dovrebbe essere di tipo B, (poco diffusi sul mercato e maggiormente costosi rispetto i tradizionali AC, A, AH) per poter intervenire efficacemente anche in di presenza di corrente continua nei circuiti. ***Non è possibile installare interruttori differenziali tradizionali salvo diversa esplicita dichiarazione del costruttore dell'inverter.***
- c. Cavi e conduttori possono essere impiegati in corrente continua usualmente con tensioni 1,5 volte superiori alla corrente alternata. I conduttori utilizzati per realizzare circuiti in classe II di isolamento a tensione superiore alla tensione di lavoro, vengono declassati come conduttori in classe I di isolamento ai sensi della norma vigente. Ne consegue che le protezioni dai contatti indiretti possono quindi risultare inadeguate. (es. cavi 0,6/1kV (Grado 4) impiegati in circuiti IT con tensione superiore a 675Vcc)
- d. Cavi con guaina in PVC installati in ambiente esterno esposti ai raggi solari, acqua, ghiaccio, escrementi di uccelli, esposizione agli aggressivi chimici ordinari.

## 9. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO RELATIVA ALLA PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI**

**(Elenco non esaustivo delle normative fondamentali alla progettazione di impianti fotovoltaici da installarsi sugli edifici, con particolare riguardo agli aspetti di sicurezza)**

**Normativa di riferimento aggiuntiva rispetto alla progettazione degli impianti elettrici utilizzatori consueti**

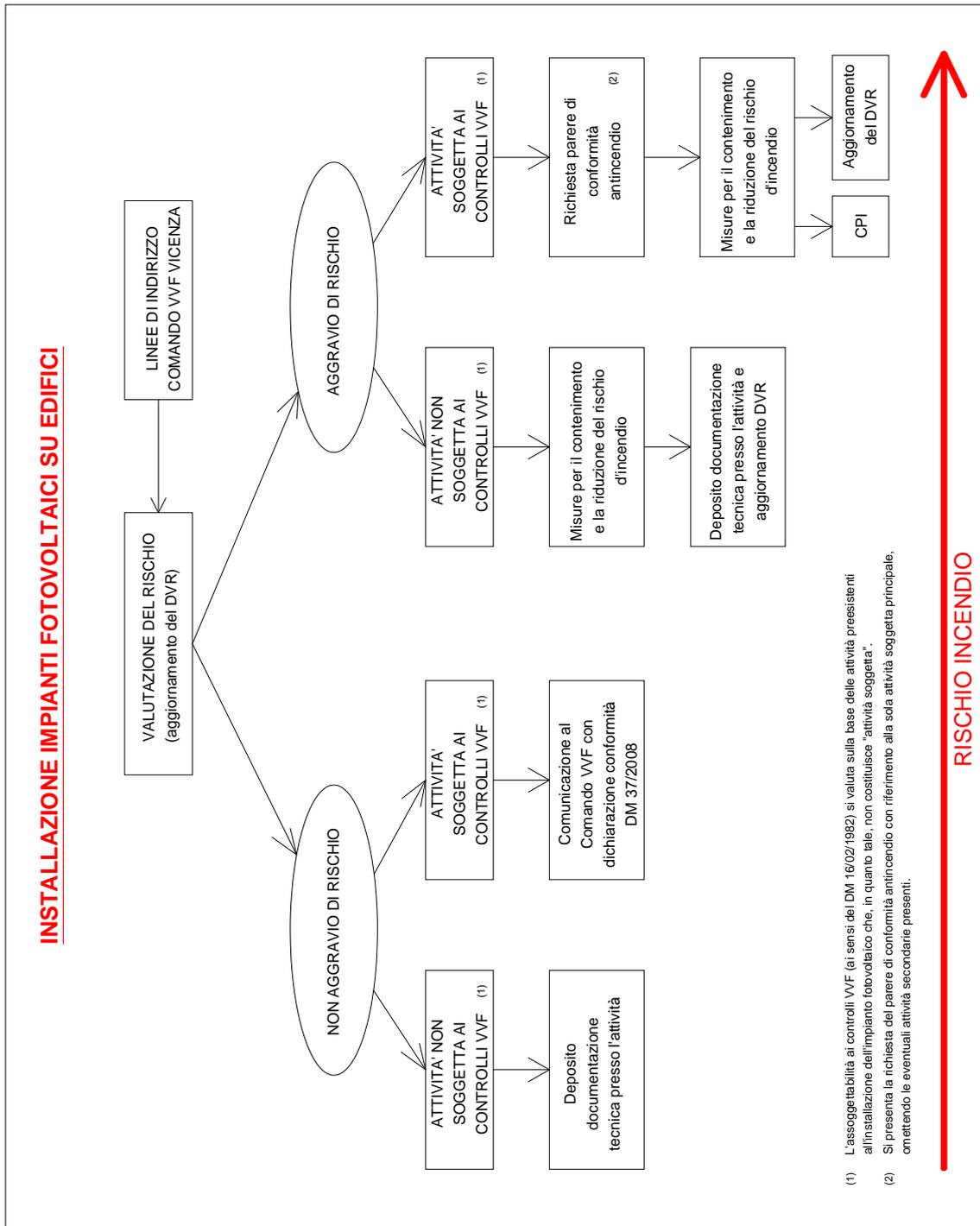
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- CEI 82-27: Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici.
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 17-43: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 20-91: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 100V in corrente alternata e 1500V in corrente continua per applicazione in impianti fotovoltaici.
- CEI 20-29: Conduttori per cavi isolati.
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata.
- CEI 81-10: Protezione contro i fulmini.
- IEC TS 62257: Recommendations for small renewable Energy and hybrid systems for rural electrification.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Requirements for Photovoltaic Modules Tested under Fire Conditions – According to IEC 61730-2 ( TUF: Rheinland Energie Und Umwelt GmbH - Business Field Regenerative Energies).
- PV module safety qualification according to IEC 61730:2004 - EN 61730:2007.
- Test IEC 61215: Certificazione della qualità e delle caratteristiche del prodotto.

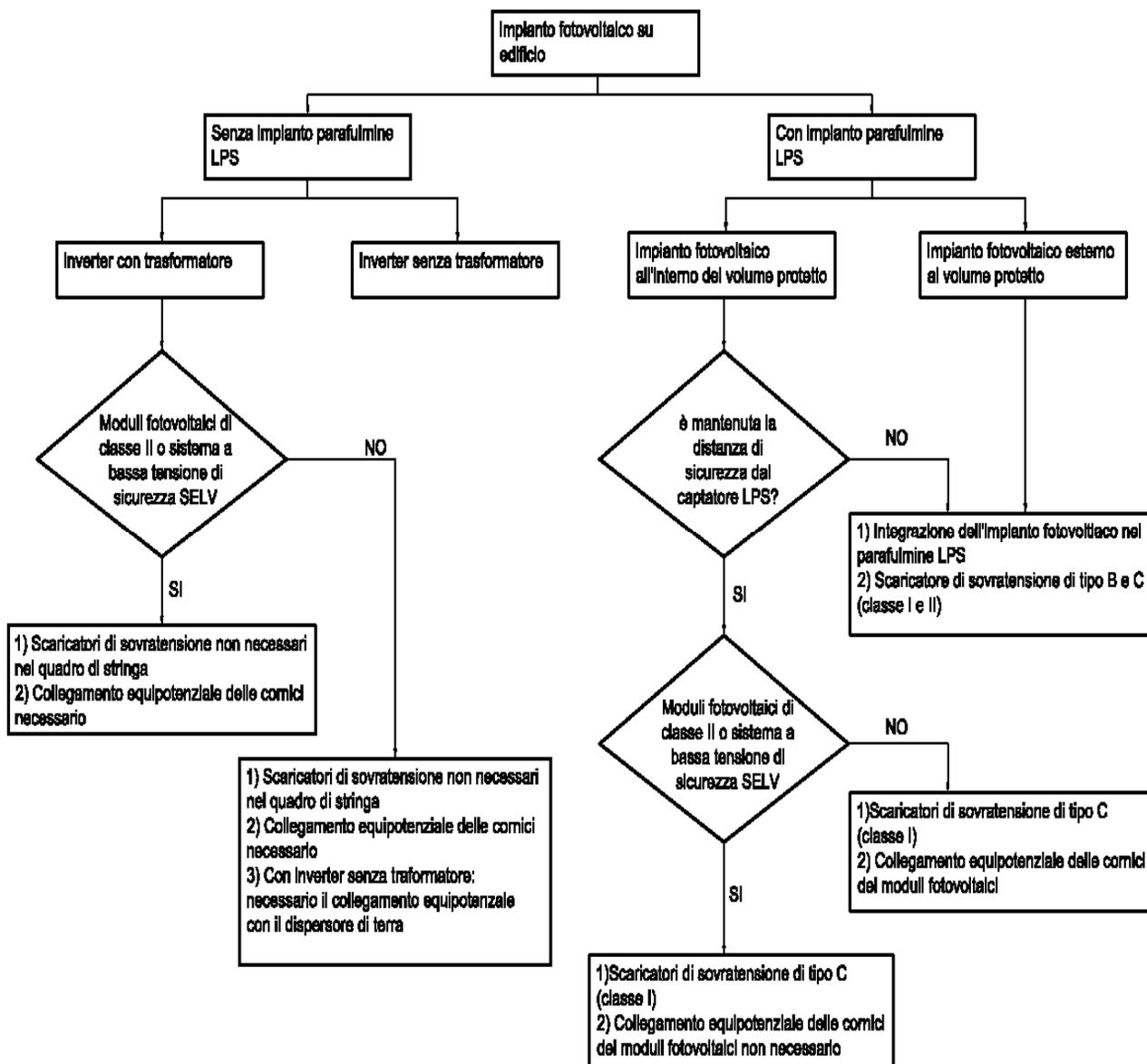
## 11. APPENDICE N. 1

### 11.1 PROCEDURA SCHEMA DI FLUSSO IN FUNZIONE DEL RISULTATO DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO D'INCENDIO INDOTTO DALL'IPOTESI DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO F.V.



## 12. APPENDICE N 2

### 12.1 SCHEMA DI FLUSSO PER PROTEZIONI DALLE SOVRATENSIONI



Vicenza 28 luglio 2011

Gruppo di lavoro:

Andrea Formentini, Antonio Carradore, Marco Di Felice, Marco Mariano, Martino Crivellaro, Renato Munaretto, Roberto Lissa, Roger Carolo, Sandro Rosolen.