

## ASPETTI RELATIVI ALLA PROGETTAZIONE

1

## Moduli Fotovoltaici

I moduli fotovoltaici devono avere caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche verificate attraverso prove di tipo, secondo:

Norma CEI EN 61215 (per moduli al Silicio cristallino)  
Norma CEI EN 61646 (per moduli a film sottile).

Ciascun modulo deve essere accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta in materiale duraturo, posto sopra il modulo fotovoltaico, che riportano le principali caratteristiche del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380

2

## Moduli Fotovoltaici

Parametri	Foglio-dati	Targhetta dati
- Nome del Costruttore	SI	SI
- Designazione di tipo	SI	SI
- Tipo di cella e materiale	SI	--
- Potenza nominale, Pm	SI	SI
- Potenza minima garantita o tolleranza%, di produzione	SI	SI
- Tensione alla massima potenza, Vm	SI	SI
- Corrente alla massima potenza, Im	SI	SI
- Tensione a vuoto, Voc	SI	SI
- Corrente di corto circuito, Isc	SI	SI
- Tensione massima ammessa per il sistema in cui viene inserito il modulo	SI	SI
- Temperatura nominale di lavoro della cella, NOCT	SI	Consigliato
- Certificazioni (CEI EN 61215 per moduli in Silicio, CEI EN 61646 per moduli in film-sottile, Classe di protezione, ...).	SI	Consigliato
- Dimensioni esterne, spessore e peso	SI	--
- Coefficienti di temperatura di Isc e Voc	SI	--
- Tipo di cornice, di rivestimento frontale e scatola di giunzione	SI	--

3

## Moduli Fotovoltaici

I moduli fotovoltaici sono la parte più costosa dell'impianto di generazione, pertanto un aspetto molto importante riguarda la garanzia offerta dai costruttori di moduli.

In generale, il costruttore fornisce un certificato di garanzia che comprende la **garanzia di prodotto** e la **garanzia di prestazioni**.

**1.garanzia di prodotto:** riguardante la garanzia contro difetti di fabbricazione e di materiale; questa deve coprire almeno 2 anni, secondo disposizioni di legge, decorrenti dalla data di fornitura dei moduli fotovoltaici di sua produzione e deve garantire contro eventuali difetti di materiale o di fabbricazione che possano impedirne il regolare funzionamento a condizioni corrette di uso, installazione e manutenzione;

**2.garanzia di prestazioni:** riguardante il decadimento delle prestazioni dei moduli; il costruttore deve garantire che la potenza erogata dal modulo, misurata alle condizioni di prova standard, non sarà inferiore al 90% della potenza minima del modulo (indicata dal costruttore all'atto dell'acquisto nel foglio dati del modulo stesso) per almeno 10 anni e non inferiore al 80% per almeno 20 anni.

4

## Moduli Fotovoltaici

Vedi Scheda Tecnica

5

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

## Principi Progettuali Generali

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un generatore fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento.

In funzione degli eventuali **vincoli architettonici** della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi **fenomeni di ombreggiamento**, purché adeguatamente valutati. Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul **tempo di ritorno dell'investimento**.

6

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

## Energia Producibile

$h_s$  = Ore Equivalenti Solari [h]

$\Delta t$  = periodo di riferimento (giorno, mese o anno)

$$h_s(\Delta t) = \frac{H_r(\Delta t)}{G_{STC}} = \frac{\text{Radiazione Solare sul piano dei moduli}}{\text{Irraggiamento solare in STC}} = \frac{kWh/m^2}{kW/m^2}$$

$H_{rh}$  (1 anno, Modena) = 1.405 kWh/m<sup>2</sup> (cfr. Norma UNI 10349)

$H_r(H_{thr}, \beta = 30^\circ, \gamma = 0^\circ) = 1.405 \times 1,13 = 1.587,65 \text{ kWh/m}^2$

$G_{STC} = 1 \text{ kW/m}^2$

$h_s = 1.587,65$  ore equivalenti solari sul piano dei moduli

7

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI

## Energia Producibile

$h_{iv}$  = Ore Equivalenti di produzione del generatore [h]

$$h_{iv}(\Delta t) = h_s \times K \times \eta_{iv} = \frac{H_r(\Delta t)}{G_{STC}} \times K \times \eta_{iv}$$

$K$  = coefficiente che tiene conto degli eventuali ombreggiamenti sul generatore fotovoltaico, di riflessione sulla superficie frontale, della sporcizia della superficie.  $\cong 0,9 \div 0,98$

$\eta_{iv}$  = rendimento del generatore fotovoltaico a valle della conversione dei singoli moduli (perdite ottiche, resistive, mismatch, temperatura).  $\cong 0,85 \div 0,90$

8

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI

## Energia Producibile

$h_{eq}$  = Ore Equivalenti di produzione dell'impianto [h]

$$h_{eq}(\Delta t) = h_s \times K \times \eta_{iv} \times \eta_{inv} = \frac{H_t(\Delta t)}{G_{STC}} \times K \times \eta_{iv} \times \eta_{inv}$$

$\eta_{inv}$  = rendimento dell'inverter, normalmente non inferiore 0,90.

$K \times \eta_{iv} \times \eta_{inv} > 75\%$

9

## Energia Producibile

$E_p$  = Energia producibile dall'impianto nel periodo di riferimento  
 $\Delta t$  [kWh]

$P_{nom}$  = Potenza nominale del generatore fotovoltaico

$$E_p(\Delta t) = P_{nom} \times h_{eq}(\Delta t)$$

10

## Dimensionamento Energetico

Impianto FV in SSP a servizio di un utenza	Impianto FV Per sola produzione
<p>Obiettivo: Impianto dimensionato sui consumi annui (C)</p>	<p>Obiettivo: Massimizzare la produzione</p>
<p><b>Dati di input:</b> Dati di irraggiamento, orientamento, esposizione, Ombreggiamento (<math>h_{eq}</math>)</p>	<p><b>Dati di input:</b> Dati di irraggiamento, orientamento, esposizione, Ombreggiamento (<math>h_{eq}</math>)</p>
<p>Risultato prima analisi <math>P_c = C / h_{eq}</math></p>	<p>Energia Producibile <math>E = P_{nom} \times h_{eq}</math></p>

11

## Dimensionamento Energetico - 1

Nel valutare la potenzialità di una superficie da destinare all'installazione di un impianto fotovoltaico si distinguono alcuni casi fondamentali.

1. Il generatore fotovoltaico è posto su una superficie opportunamente inclinata (ad es, tetto a falda). In questo caso occorre uno spazio circa uguale all'ingombro del generatore: tale spazio (in m<sup>2</sup>) è, con buona approssimazione, pari al rapporto fra la potenza nominale (in kW) e l'efficienza dei moduli.

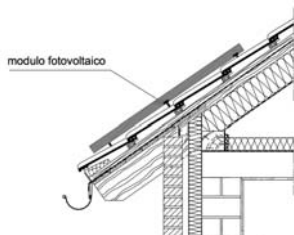


12

## Impianti Fotovoltaici su edifici

### Moduli fotovoltaici installati su tetti a falda

Moduli fotovoltaici installati su tetti a falda. I moduli devono essere installati in modo complanare alla superficie del tetto con o senza sostituzione della medesima superficie.



13

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTVOLTAICI

## Dimensionamento Energetico - 2

- Il generatore fotovoltaico è posto su una superficie orizzontale. In questo caso, è energeticamente conveniente massimizzare l'energia prodotta, e dunque posizionare i moduli fotovoltaici inclinati rispetto al piano orizzontale (cfr D.M. 6/8/2010). Si ricorre generalmente alla disposizione in file parallele (filari), opportunamente distanziate; in questo caso occorre quindi determinare la distanza fra i filari in modo da non dar luogo a fenomeni di ombreggiamento (causati da un filare su un altro).

Tipicamente, si valuta corretta una spaziatura delle file che non generi ombre su alcun punto dei moduli nelle ore centrali della giornata (10.00 - 14.00) durante il solstizio invernale

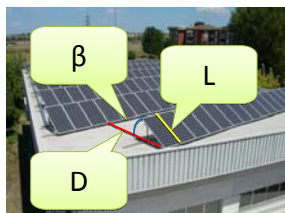


14

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTVOLTAICI

## Dimensionamento Energetico - 2

$$D = L \times \cos \beta \times \left( 1 + \frac{\tan \beta}{\tan \vartheta} \right)$$



Con:

D = Distanza fra le file (piedi dei moduli)

L = Lunghezza inclinata modulo fotovoltaico

$\beta$  = Inclinazione del modulo fotovoltaico

$\vartheta$  = Altezza del sole sull'orizzonte a mezzogiorno del 21 dicembre (22,5° Nord Italia)

15

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTVOLTAICI

## Art. 1 – Finalità e Campo di Applicazione

Possono usufruire degli incentivi definiti nel Decreto tutti gli impianti fotovoltaici che entrano in esercizio dopo il 31/12/2010 a seguito di interventi di nuova costruzione, rifacimento totale o potenziamento, appartenenti alle seguenti quattro specifiche categorie:

- Gli impianti fotovoltaici ("su edifici" o "altri impianti") – **Titolo II**;
- Gli impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative – **Titolo III**;
- Gli impianti fotovoltaici a concentrazione – **Titolo IV**;
- Gli impianti fotovoltaici con innovazione tecnologica – **art. 14bis**.

Gli impianti fotovoltaici entrati in esercizio dopo l'entrata in vigore del decreto beneficiano delle tariffe di cui al presente decreto;

16

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTVOLTAICI

## Art. 2 - Definizioni

**Impianto Fotovoltaico Realizzato su un edificio** = cfr. Allegato 2 al D.M., ovvero:

1. Moduli Fotovoltaici installati su tetti piani ovvero su coperture con pendenze fino a 5°;
2. Moduli Fotovoltaici installati su tetto a falda;
3. Moduli Fotovoltaici installati su tetti aventi caratteristiche diverse dai punti 1 e 2;
4. Moduli Fotovoltaici installati in qualità di frangisole.

Come specificato nell'Allegato 2 al DM 6/8/2010 non rientrano nella tipologia di impianti su edifici quelli i cui moduli costituiscono elementi costruttivi di *pergole, serre, barriere acustiche, tettoie, pensiline e le strutture temporanee comunque denominate anche se realizzate su terrazzi di edifici o addossate alle pareti verticali degli stessi.*

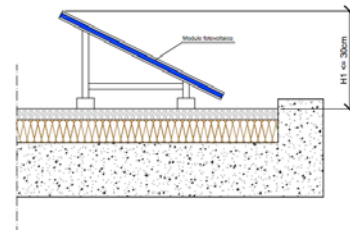
17

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTVOLTAICI

## Impianti Fotovoltaici su edifici

**Moduli fotovoltaici installati su tetti piani ovvero su coperture con pendenze fino a 5°**

In assenza di elementi perimetrali o in presenza di elementi perimetrali alti fino a 30 cm da terra ( $H \leq 30$  cm), l'altezza massima dei moduli ( $H1$ ) rispetto al piano non deve superare i 30 cm



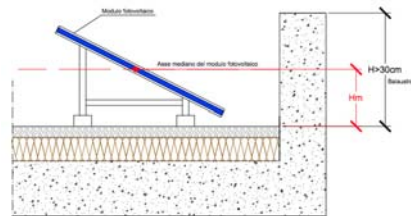
18

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTVOLTAICI

## Impianti Fotovoltaici su edifici

**Moduli fotovoltaici installati su tetti piani ovvero su coperture con pendenze fino a 5°**

In caso di presenza di una balaustra, l'altezza  $H_m$  del modulo fotovoltaico o della schiera dei moduli fotovoltaici, misurata da terra fino all'asse mediano degli stessi, non deve superare l'altezza della balaustra perimetrale misurata nel suo punto più basso



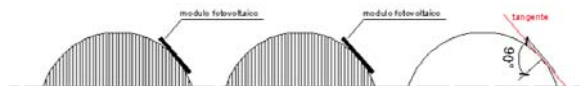
19

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTVOLTAICI

## Impianti Fotovoltaici su edifici

**Moduli fotovoltaici installati su tetti aventi caratteristiche diverse da quelli di cui alle modalità di installazione 1 e 2.**

Moduli fotovoltaici installati su tetti aventi caratteristiche diverse da quelli di cui alle modalità di installazione 1 e 2. I moduli devono essere installati in modo complanare al piano tangente o ai piani tangenti del tetto, con una tolleranza di più o meno 10 gradi.



20

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTVOLTAICI

## Alcune suggerimenti pratici per la progettazione

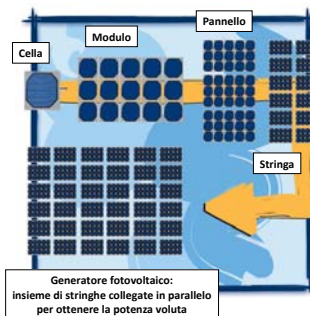
1. Considerare spazi di accesso e di transitabilità della copertura;
2. Valutare la presenza di elementi sulla copertura che possono essere fonte potenziale di ombreggiamenti (camini, evacuatori, U.T.A., lucernari, cordoli e balaustre, edifici vicini etc.) che determinano zone di ombreggiamento da non considerare nella disposizione dei moduli fotovoltaici;
3. In questa fase come nelle fasi di progettazione di dettaglio particolare attenzione alle specifiche riportate nelle "Linee Guida per l'installazione di impianti fotovoltaici" redatte dai VVFF.

- l'ubicazione dei pannelli e delle condutture elettriche deve consentire il corretto funzionamento e la manutenzione di eventuali evacuatori di fumo e di calore (EFC) presenti nonché deve tener conto dell'esistenza di possibili vie di veicolazione di incendi (lucernari, camini, ecc.). In ogni caso i pannelli, le condutture ed ogni altro dispositivo non dovranno distare meno di 1 metro dai predetti dispositivi.

21

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

## Dai Moduli alla Stringa



**Celle fotovoltaiche:** sono connesse elettricamente in serie e/o in parallelo al fine di raggiungere la differenza di potenziale, la corrente elettrica, la potenza desiderate.

**Moduli fotovoltaici:** sono circuiti di gruppi di celle PV (36 celle). Essi costituiscono il componente elementare su cui sono costruiti i sistemi PV.

**Pannelli fotovoltaici:** possono includere uno o più moduli PV assemblati.

**Stringa fotovoltaica:** è l'unità di produzione di potenza dell'impianto ed è costituita da un numero opportuno di moduli e/o pannelli connessi in serie.

22

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

## Dai Moduli alla Stringa

Le stringhe sono costituite da moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie tra loro, e in genere meccanicamente disposti affiancati.

Nella scelta della configurazione delle stringhe di moduli fotovoltaici, queste devono essere costituite da moduli fotovoltaici con **caratteristiche elettriche, per quanto possibile, simili fra loro**

È inoltre importante che tutti i moduli appartenenti alla stessa stringa siano, il più possibile, posizionati in modo da garantire **un'identica esposizione all'irraggiamento solare**

Nel caso di connessione di più stringhe in parallelo fra loro, si raccomanda di avere un **numero di moduli in serie uguale per tutte le stringhe**.

23

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

## Dai Moduli alla Stringa

Per massimizzare la produzione d'energia, è opportuno che le stringhe non siano differenti per:

- tipo di modulo
- classe di corrente del modulo
- esposizione dei moduli (azimut, elevazione e ombreggiamento)
- numero dei moduli in serie.

24

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

## Configurazione dell'impianto fotovoltaico

La tensione della sezione in c.c. di un generatore fotovoltaico varia in modo inverso alla temperatura di funzionamento dei moduli fotovoltaici. In particolare, la variazione della tensione a vuoto  $V_{OC}$  di un modulo fotovoltaico, rispetto al valore in condizioni standard  $V_{OC,STC}$ , in funzione della temperatura di lavoro delle celle  $T_{cel}$  è espressa da:

$$V_{OC}(T) = V_{OC,STC} - N_s \times \beta \times (25 - T_{cel})$$

Essendo:

$\beta$  = il coefficiente di variazione della tensione con la temperatura; si tratta di un valore che dipende dalla tipologia del modulo fotovoltaico, assumendo valori più elevati per i moduli in Silicio cristallino (in genere  $-2,2$  mV/°C/cella) e più contenuti per i moduli a film sottili (in genere circa  $-1,5$  ÷  $-1,8$  mV/°C/cella);

$N_s$  = il numero delle celle in serie nella stringa.

25

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

## Configurazione dell'impianto fotovoltaico

Valutare correttamente in fase di progetto la tensione massima di sistema, tenendo conto del valore che la tensione di circuito aperto della sezione in c.c. può assumere a basse temperature (in Italia, tipicamente  $-10$ °C per zone fredde e  $0$ °C per le zone meridionali e costiere)

Occorre poi tenere conto, nella scelta della tensione del generatore fotovoltaico, della tensione massima di sistema del modulo fotovoltaico.

**La tensione del generatore fotovoltaico va scelta in modo tale che le sue variazioni siano sempre all'interno della finestra di tensione d'ingresso ammessa dall'inverter.** In tale dimensionamento si deve tenere conto delle variazioni di tensione di funzionamento e di tensione a vuoto del generatore fotovoltaico al variare dell'irraggiamento e della temperatura di funzionamento

26

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

## Configurazione dell'impianto fotovoltaico

Stringhe non uniformi è opportuno siano collegate a inverter separati o ad inverter dotati di sezioni di ingresso con dispositivi MPPT separati.

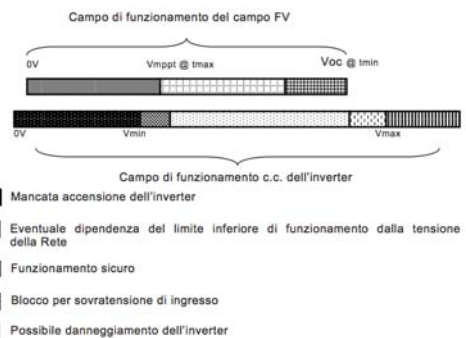
**Ciascuna stringa di moduli fotovoltaici è opportuno che sia singolarmente sezionabile**, al fine di poter effettuare verifiche di funzionamento e manutenzioni senza dover porre fuori servizio l'intero generatore fotovoltaico.

Inserire su ciascuna stringa un dispositivo di protezione contro le **sovracorrenti** o le **correnti inverse**, al fine di evitare che, in seguito a ombreggiamento o guasti, una stringa divenga passiva, cioè assorba e dissipi la potenza elettrica generata dalle altre stringhe connesse in parallelo. In questo modo si eviterebbero delle perdite di potenza ed eventuali danni ai moduli della stringa divenuta passiva.

27

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

## Alcune suggerimenti pratici per la progettazione



28

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

## Configurazione del gruppo di conversione

La scelta del modello di inverter e della sua taglia, va effettuata in base alla potenza nominale fotovoltaica ad esso collegata. Si può stimare la taglia dell'inverter, scegliendo tra 0,80 e 0,90 il rapporto tra la potenza attiva erogata nella rete del distributore e la potenza nominale del generatore fotovoltaico

29

## Configurazione del gruppo di conversione

Nella scelta della tipologia del gruppo di conversione (costituito da uno o più inverter) occorre tenere conto che il tipo di connessione alla rete del distributore dipende dalla potenza dell'impianto (CEI 11-20;V1):

- per potenza nominale del gruppo di conversione superiore ai 6 kW, si adotta la connessione trifase alla rete elettrica;
- per potenze non superiori a 6 kW si può adottare la connessione monofase

Qualora sia adottata la connessione trifase, questa può essere ottenuta utilizzando inverter con uscita trifase oppure inverter monofasi in configurazione trifase (tipicamente connessi tra una fase di rete ed il neutro). Nel caso di utilizzo di più inverter monofasi in configurazione trifase, è opportuno che essi siano distribuiti equamente sulle tre fasi della rete del distributore in modo da minimizzare lo squilibrio nelle potenze erogate, che secondo la Norma CEI 11-20 V1, deve essere contenuto entro i 6 kW.

30

## Configurazione del gruppo di conversione

### Scelta fra:

- 1.ripartire la potenza del generatore fotovoltaico su più inverter (gruppo di conversione multi-inverter);
- 2.utilizzare un unico inverter (gruppo di conversione ad inverter centralizzato).

Ciascuna soluzione presenta vantaggi e svantaggi, che vanno analizzati opportunamente dal progettista, giacché non esiste a priori una tipologia più adatta delle altre.

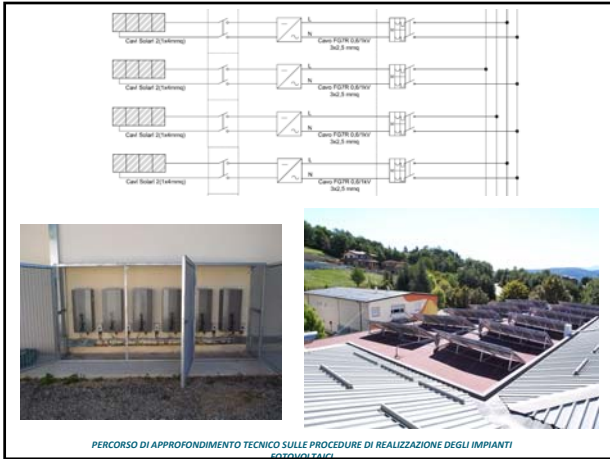
31

## Configurazione del gruppo di conversione

### Gli inverter di piccola potenza:

- Sono generalmente adatti per l'installazione in esterno e permettono la semplificazione dei cablaggi in corrente continua eliminando la necessità dei quadri di parallelo stringhe, in prossimità dei moduli fotovoltaici.
- probabilità di guasto nei sistemi di conversione multi-inverter potrebbe essere superiore essendo maggiore il numero di componenti presenti

32



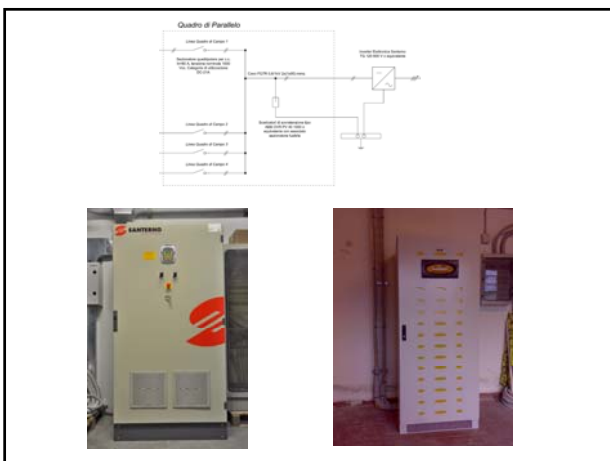
### Configurazione del gruppo di conversione

Inverter di taglia elevata:

- hanno costi per unità di potenza inferiori agli inverter di taglia più bassa, anche in considerazione del fatto che è più semplice ottenere efficienze elevate in macchine di potenza elevata.
- i nuovi inverter centralizzati sono generalmente corredati di quadri di parallelo stringhe di tipo "intelligente" che consentono di effettuare il controllo dell'efficienza delle singole stringhe, al pari degli inverter di stringa.
- il fermo di un inverter centralizzato causa la totale perdita di produzione dell'impianto.

34

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI  
FOTOVOLTAICI



### Installazione dell'inverter

Il luogo ideale per posizionare un inverter è un **ambiente fresco e senza polvere**, dato che in caso di riscaldamento elevato l'inverter riduce la potenza dell'impianto. Qualora non si possa evitare un luogo molto caldo (ad es. un sottotetto d'estate) si dovrebbe optare per un inverter a raffreddamento attivo (ad es. tramite ventilatore).

Gli inverter, se idonei allo scopo, possono essere montati anche all'esterno, provvedendo comunque a fornire un **riparo da sole e pioggia sotto forma di tettoia o copertura**.

36

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI  
FOTOVOLTAICI

## Installazione dell'inverter

Dopo aver scelto il modello d'inverter, occorre porre attenzione all'ambiente d'installazione.

La prima scelta da effettuare è il luogo d'installazione; questo può essere in **interno** o in **esterno**, a secondo del grado di protezione dell'inverter e delle indicazioni fornite dal costruttore.

Il luogo ideale per posizionare un inverter è un **ambiente fresco e senza polvere**, dato che in caso di riscaldamento elevato l'inverter riduce la potenza dell'impianto.

È bene tuttavia, anche per inverter classificati da esterno, **evitare l'esposizione diretta alla luce del sole** per evitare inutili riscaldamenti prodotti dall'energia solare incidente.

Dopo avere assicurato all'inverter un ambiente idoneo al suo grado di protezione, occorre garantire adeguate temperature e ventilazioni in quanto sono cruciali per le prestazioni dell'inverter.

Valutazione degli **spazi** che devono essere lasciati liberi attorno all'inverter per permettere la circolazione dell'aria di raffreddamento

37

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

## Interfacciamento con la rete

Gli impianti fotovoltaici connessi alla rete del Distributore comprendono sempre i seguenti componenti e sottosistemi:

- generatore fotovoltaico, costituito dai moduli elettricamente collegati tra loro, con uscita in corrente continua;
- inverter (o convertitore c.c./c.a.) (ve ne può essere anche più di uno) che converte la corrente da continua ad alternata con tensione e frequenza compatibili con quelle caratteristiche della rete elettrica;
- sistema di interfacciamento alla rete del distributore, costituito da dispositivo e sistema di protezione di interfaccia, interposti tra il convertitore c.c./c.a. e la rete del distributore al fine di salvaguardare la qualità del servizio elettrico ed evitare pericoli per le persone operanti sulla rete e danni alle apparecchiature.

38

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

## Interfacciamento con la rete

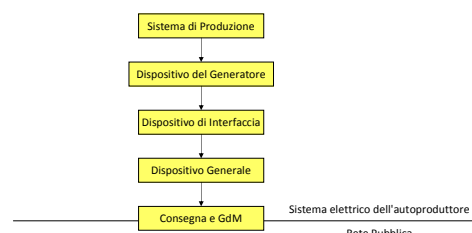
Potenza [kW]	Livelli di tensione della rete del Distributore	Riferimenti
≤ 6	BT (in monofase)	CEI 11-20
≤ 100	BT	AEEG ARG/eit 99/08 CEI 0-16 (Tab. 4)
100 - 200	BT o MT <sup>(1)</sup>	CEI 0-16 (Tab. 4)
200 - 3 000	MT	CEI 0-16 (Tab. 4)
3 000 - 10 000	MT o AT <sup>(1)</sup>	CEI 0-16 (Tab. 4)
> 10 000	AT	CEI 0-16 (Tab. 4)

*Potenza di un impianto fotovoltaico collegabile alla rete elettrica, in ragione del numero delle fasi e della tensione della rete*

39

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

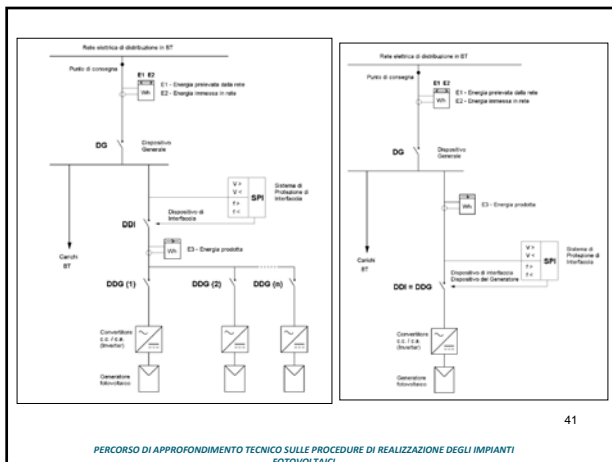
## Interfacciamento con la rete



*Schema generale di un impianto di produzione funzionante in parallelo alla rete del Distributore, secondo le Norme CEI 0-16 e CEI 11-20*

40

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI



### Interfacciamento con la rete

---

Secondo la CEI 11-20 par. 5.6.3, il Dispositivo di interfaccia (DDI) può essere costituito da uno dei seguenti componenti che interviene su tutte le fasi e sul neutro:

- un interruttore automatico con sganciatore di apertura a mancanza di tensione;
- un contattore con sganciatore di apertura a mancanza di tensione, combinato con fusibili o con interruttore automatico;
- un commutatore (inteso come interruttore di manovra CEI EN 60947-3) combinato con fusibili o con interruttore automatico.

In deroga, secondo la CEI 11-20 V1, se la potenza complessiva (lato c.a.) dell'impianto fotovoltaico non supera i 20 kW, la funzione del Dispositivo di Interfaccia può essere svolta da più dispositivi distinti fino ad un massimo di tre.

Per potenze fino a 20 kW è ammesso che il dispositivo di interfaccia sia interno all'inverter, per potenze maggiori deve essere esterno

42

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

### Interfacciamento con la rete

---

Protezione	Esecuzione	Valore di taratura	Tempo di intervento
Massima tensione	Unipolare/tripolare <sup>(1)</sup>	$\leq 1,2 V_n$	$\leq 0,1 s$
Minima tensione	Unipolare/tripolare <sup>(1)</sup>	$\geq 0,8 V_n$	$\leq 0,2 s$
Massima frequenza	Unipolare	50,3 Hz o 51 Hz <sup>(2)</sup>	Senza ritardo intenzionale
Minima frequenza	Unipolare	49 o 49,7 Hz <sup>(2)</sup>	Senza ritardo intenzionale

*Funzioni delle protezioni di interfaccia e relative tarature: rete BT del distributore*

43

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

### Trasformatore di isolamento

---

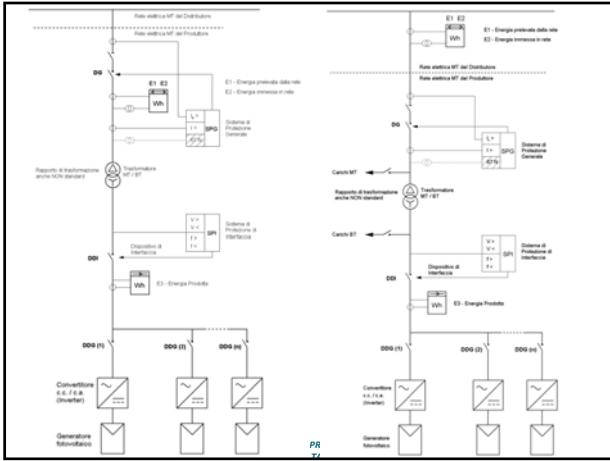
Tra l'impianto fotovoltaico e la rete elettrica è richiesto un trasformatore a 50 Hz al fine di impedire l'immissione in rete di correnti continue.

Il trasformatore può essere interno o esterno all'inverter.

Per potenza complessiva di produzione non superiore a 20 kW, tale separazione può essere sostituita da una protezione che intervenga per valori di componente continua complessiva superiore allo 0,5% della massima corrente complessiva degli inverter.

44

PERCORSO DI APPROFONDIMENTO TECNICO SULLE PROCEDURE DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI



PR

**Grazie per l'attenzione**

---

Ing. Stefano Ranuzini  
 Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile di Modena  
[sranuzini@ass-modena.it](mailto:sranuzini@ass-modena.it)  
 Tel.: 059/453213

46