



Fotovoltaico: tecnologie, normativa, applicazioni

Politecnico di Milano, sede di Piacenza – 26 Marzo 2009

La nuova edizione della Guida CEI 82-25

Francesco Groppi – Responsabile GDL2 CEI-CT82

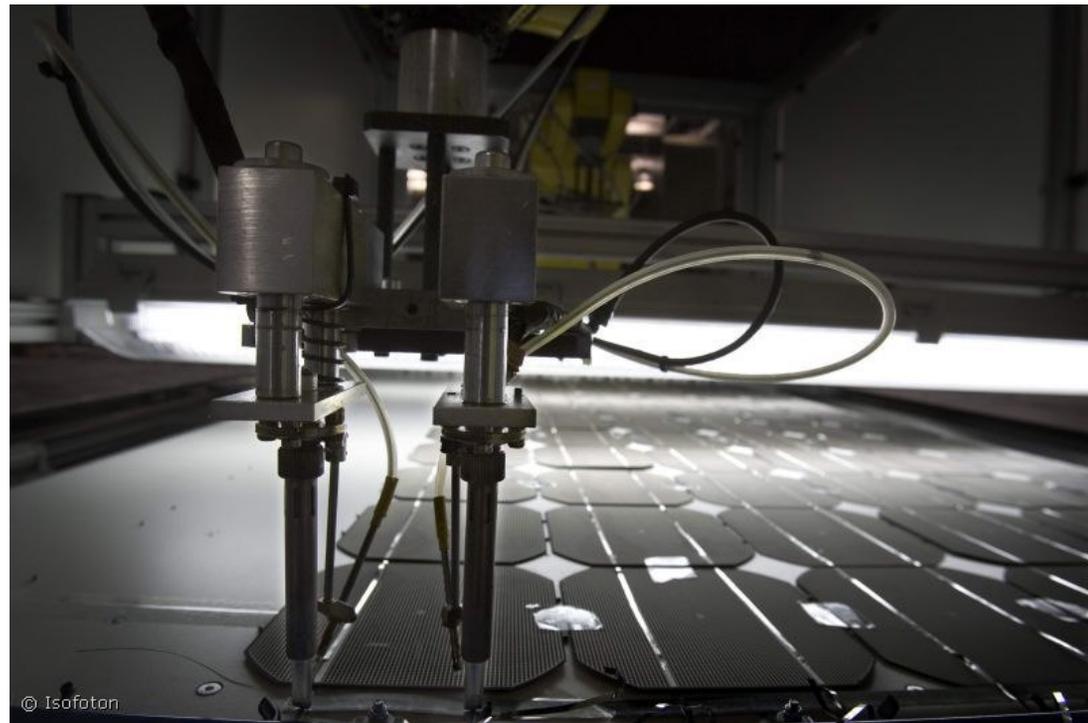


SOMMARIO

- **Introduzione**
- **Attività normativa**
- **La nuova edizione della Guida 82-25**

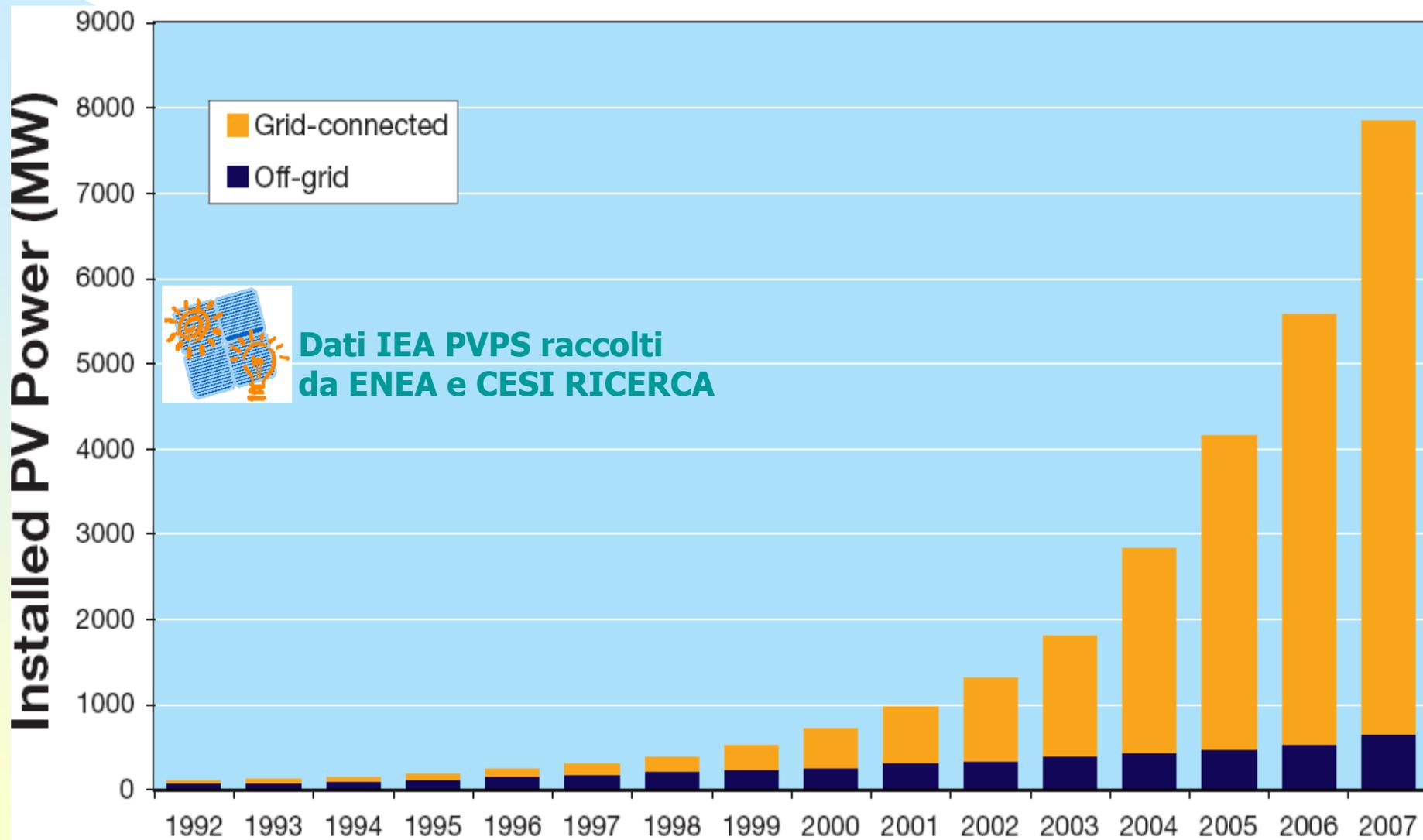


■ Introduzione





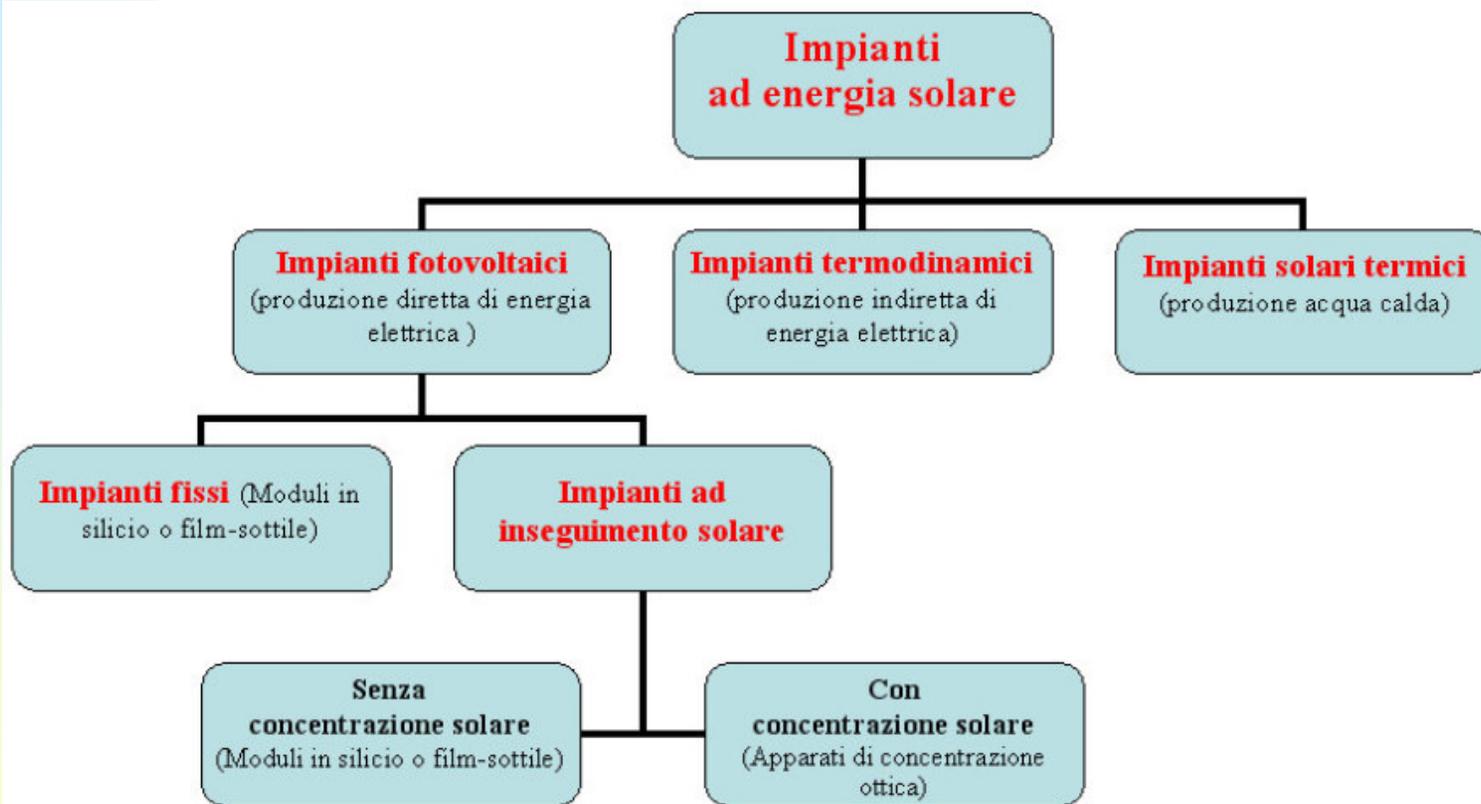
Potenza FV cumulativa installata nei Paesi IEA



Fonte: CESI RICERCA



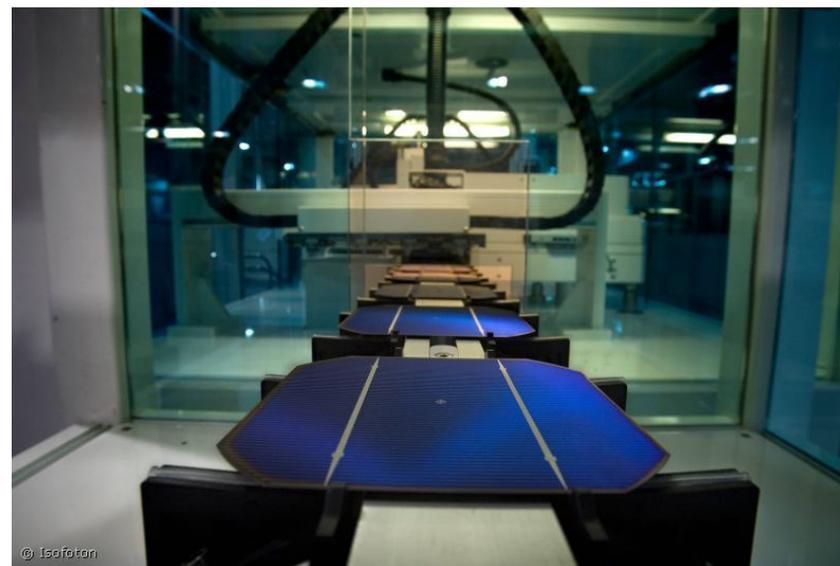
ENERGIA SOLARE – TIPI DI IMPIANTI





Dal silicio al modulo fotovoltaico

- Produzione delle celle fotovoltaiche





Dal silicio al modulo fotovoltaico

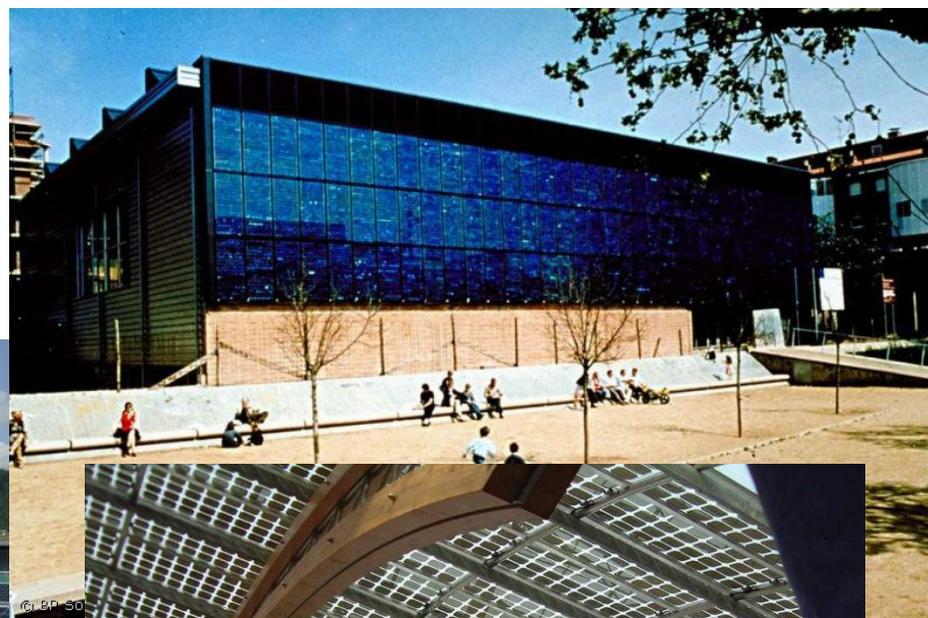
- Produzione dei moduli fotovoltaici





Tipi di impianti fotovoltaici

- Impianti fissi





Tipi di impianti fotovoltaici

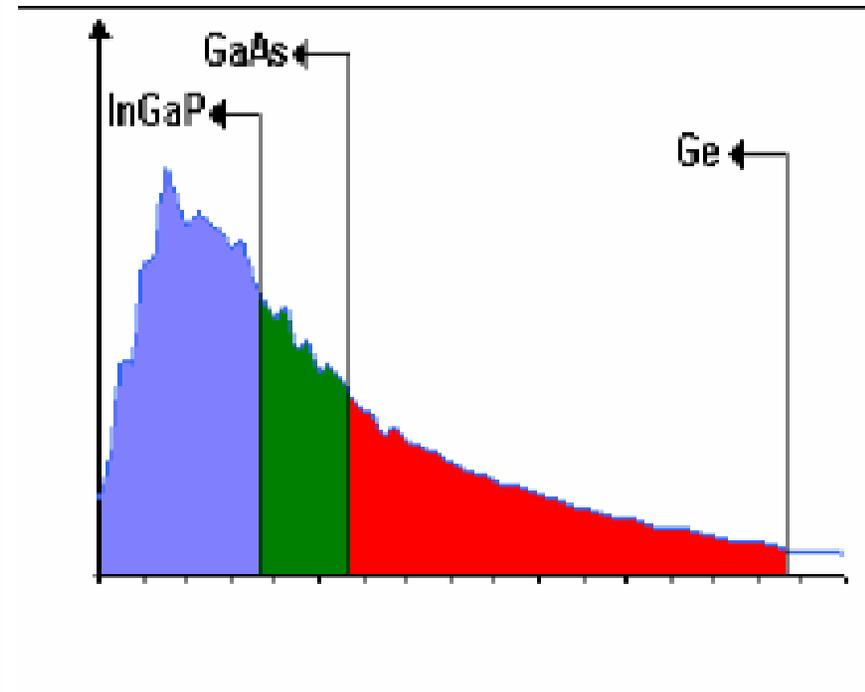
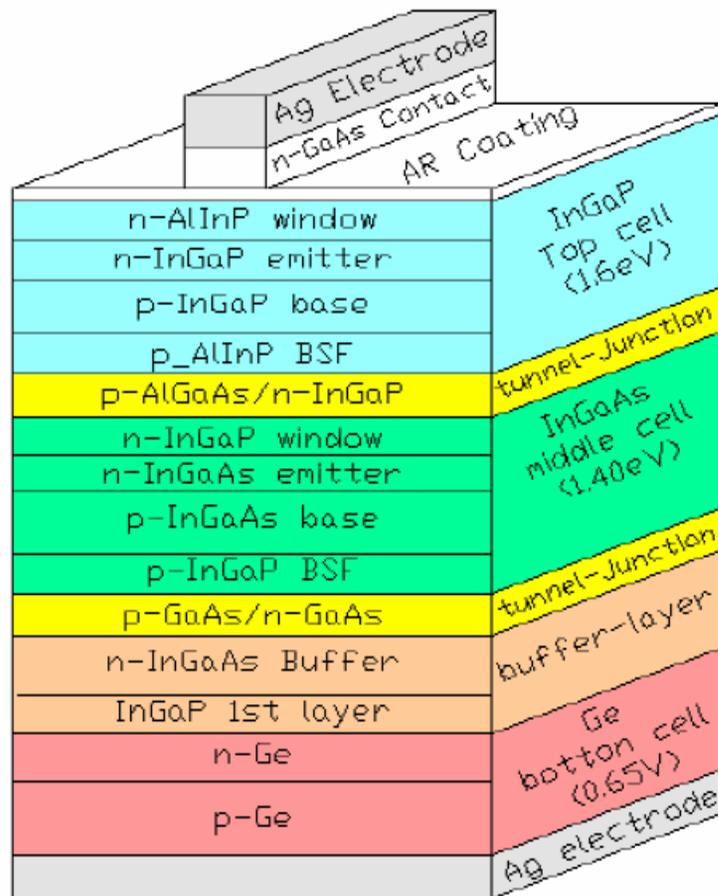
- Impianti ad inseguimento





Tipi di celle fotovoltaiche

Celle fotovoltaiche multigiunzione





Tipi di impianti fotovoltaici

- Impianti a concentrazione



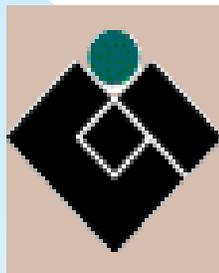


■ Attività normativa





La normativa nel settore fotovoltaico



**Comitato Tecnico 82:
Sistemi di conversione
fotovoltaica dell'energia
solare**

Il CEI CT82 è collegato
agli omologhi comitati
internazionali
(TC82 - Solar photovoltaic
energy system)
di **CENELEC** ed **IEC**





Attività normativa per il FV

Ambito Nazionale	Ambito Europeo	Ambito Internazionale
		
Pres. Iliceto (ENEL) Segr. Guastella (CESI RICERCA)	Pres. Knaupp (DE) Segr. Guastella (Italia)	Pres. Ossenbrink (Italia) Segr. H. O Barikmo (USA)
30 norme	30 norme	37 norme
Centri di Ricerca, Utilities, Ass. di imprese FV, Costruttori, Liberi professionisti	14 nazioni	24 nazioni
+ di 90 esperti	35 esperti	+ di 50 esperti



CEI Comitato Tecnico 82

Composizione del Comitato nazionale:

90 Esperti provenienti dai principali operatori italiani nel settore FV:

- Società di Ricerca:
ENEA, CESI Ricerca,
Università
- Associazioni di imprese elettrotecniche
- Electric Utilities
- Aziende operanti nel settore
- Liberi professionisti



L'attività normativa nel settore fotovoltaico

Attualmente la normativa che tratta specificatamente la conversione fotovoltaica è composta da:

IEC: 37 norme e guide in vigore

CENELEC: 27 norme e guide in vigore

CEI: 27 norme e guide recepite ed adottate anche in Italia



L'attività normativa del CT 82 italiano in IEC

Gruppi di lavoro in IEC con la partecipazione di membri italiani:

- **WG 1** - Glossary
- **WG 2** - Modules, non concentrating
- **WG 3** – Systems
- **WG 6** – Balance of system components
- **WG 7** – Concentrator modules
- **JCG TC 82/TC 88/ TC 21** Decentralized rural electrification



Principali norme del CT 82 per gli impianti fotovoltaici

- **CEI EN 61215** - Qualifica del progetto e omologazione di tipo per moduli in silicio cristallino
- **CEI EN 61646** - Qualifica del progetto e omologazione di tipo per moduli a film sottili
- **CEI EN 61730-1** - Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione
- **CEI EN 61730-2** - Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2:
- **CEI EN 50380** - Fogli informativi e dati di targa moduli FV
- **CEI EN 50461** - Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino



Principali norme del CT 82 per gli impianti fotovoltaici

- **CEI EN 62093** – BOS Qualifica di progetto
- **Guida CEI 82-25** - Progettazione, installazione e verifica di impianti FV in parallelo alla rete elettrica di MT e BT
- **CEI EN 62108 Ed.1** - Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo

**2a Edizione
Dicembre 2008**



Norme di altri CT per gli impianti fotovoltaici

- **CEI 64-8 (sezione 712):** Sistemi fotovoltaici solari (FV) di alimentazione
- **Guida CEI 64-57** – Impianti di piccola produzione distribuita
- **CEI 0-2** – Guida per la documentazione di progetto
- **CEI 11-20** - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- **CEI 0-16 Ed.2** - Condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV



Norme per impianti fotovoltaici

NORME PRINCIPALI - UTILIZZO CONSIGLIATO				Costruttori	Progettisti	Installatori	Verificatori/ Collaudatori
Progettazione e sviluppo	Fabbricazione	Installazione	Esercizio e manutenzione				
CEI EN 61215 o CEI EN 61646				X	X	C	X
CEI EN 61730-1				X	X	X	X
CEI EN 61730-2				X	X	X	X
CEI EN 50380 & CEI EN 50461				X	X	C	X
CEI EN 62093				X	X	C	X
Guida CEI 82-25				C	C	C	C
CEI EN 62108				X	X	X	X
		CEI 64-8		C	X	X	X
CEI 0-2					X	C	X
		CEI 11-20		C	X	X	X
		CEI 0-16		C	X	X	X
		CEI 11-27		C	C	X	X
CEI EN 60904 serie				X	C	C	X

LEGENDA:

X = NORME DA UTILIZZARE

C = NORME UTILI DA CONOSCERE



- **La nuova edizione della Guida CEI 82-25**



© BP Solar



Guida CEI 82-25 Nuova edizione (luglio 2008)

- **Modifiche principali alla nuova CEI 82-25:**
 - ◆ Aggiornamento dei riferimenti legislativi e normativi con particolare riferimento alle nuove delibere dell'AEEG.
 - ◆ Estensione della terminologia e delle definizioni, con l'adeguamento alle normative internazionali
 - ◆ Aggiornamento degli articoli concernenti:
 - ☞ **Dimensionamento energetico;**
 - ☞ **Dimensionamento elettrico;**
 - ☞ **Protezioni elettriche;**
 - ☞ **Misura dell'energia elettrica;**
 - ☞ **Interfacciamento alla rete del distributore;**
 - ☞ **Installazione degli impianti fotovoltaici;**
 - ☞ **Verifiche tecniche funzionali sui componenti;**
 - ☞ **Verifiche tecniche funzionali sugli impianti.**



Criteri di progettazione – Il generatore fotovoltaico

DIMENSIONAMENTO ENERGETICO

Massimizzazione della captazione dell'energia solare

- a. **Analisi spazi disponibili**
posizionamento dei moduli
- b. **Analisi della disponibilità della fonte solare**
(UNI 10349 e UNI 8477)
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- c. **Scelta della struttura di sostegno**
a terra o integrata architettonicamente, fissa
o ad inseguimento solare
- d. **Scelta dell'inclinazione e orientazione del**
piano di captazione
- e. **Ombreggiamenti e sporcamenti**
- f. **Valutazione dell'energia elettrica producibile**





La radiazione solare

Definizioni

Irraggiamento solare (W/m^2)

Intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare

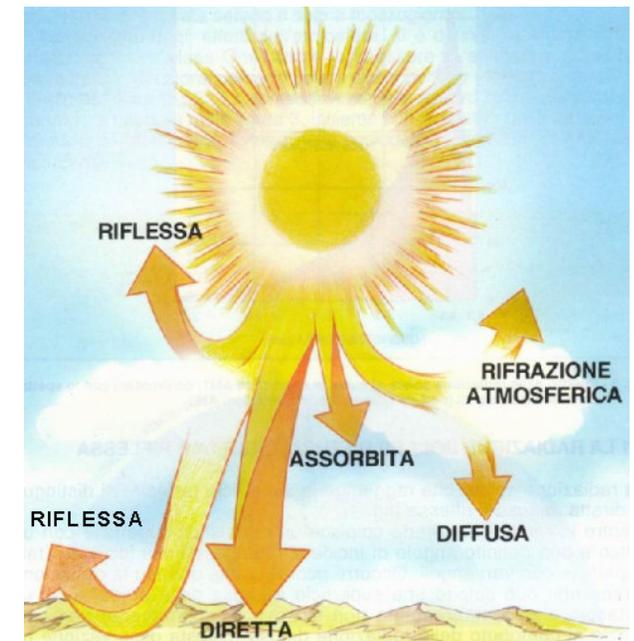
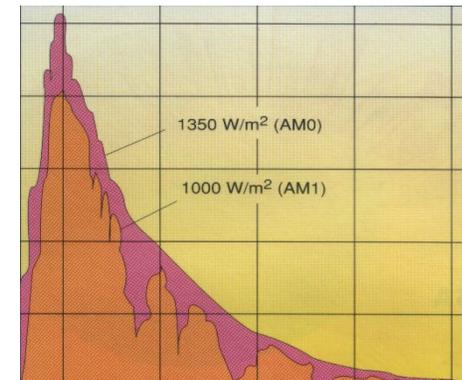
Radiazione solare (kWh/m^2)

Integrale dell'irraggiamento solare, su un periodo di tempo specificato

Radiazione solare globale

Somma delle varie componenti

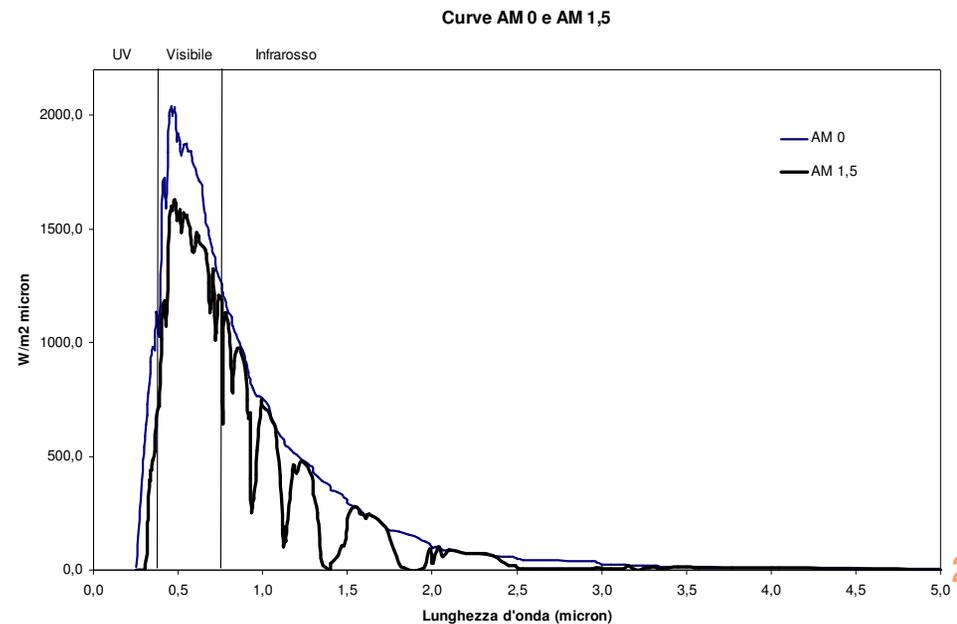
Globale = diretta + diffusa + riflessa





La cella fotovoltaica

- Le caratteristiche nominali dei dispositivi fotovoltaici sono misurate in Condizioni di prova normalizzate o STC (Standard Test Conditions):
 - ◆ Irraggiamento = **1000 W/m²** con distribuzione spettrale di riferimento (massa d'aria AM 1.5)
 - ◆ Temperatura di cella = **25 °C ±2 °C**





I moduli fotovoltaici: costruzione, caratteristiche, esempi

- La temperatura nominale di lavoro di cella o NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) è la temperatura di equilibrio della cella di un modulo posto in condizioni ambientali normalizzate (CEI EN 60904-3):
 - ◆ irraggiamento di 800 W/m^2
 - ◆ temperatura ambiente di $20 \text{ }^\circ\text{C}$
 - ◆ velocità del vento di 1 m/s ,

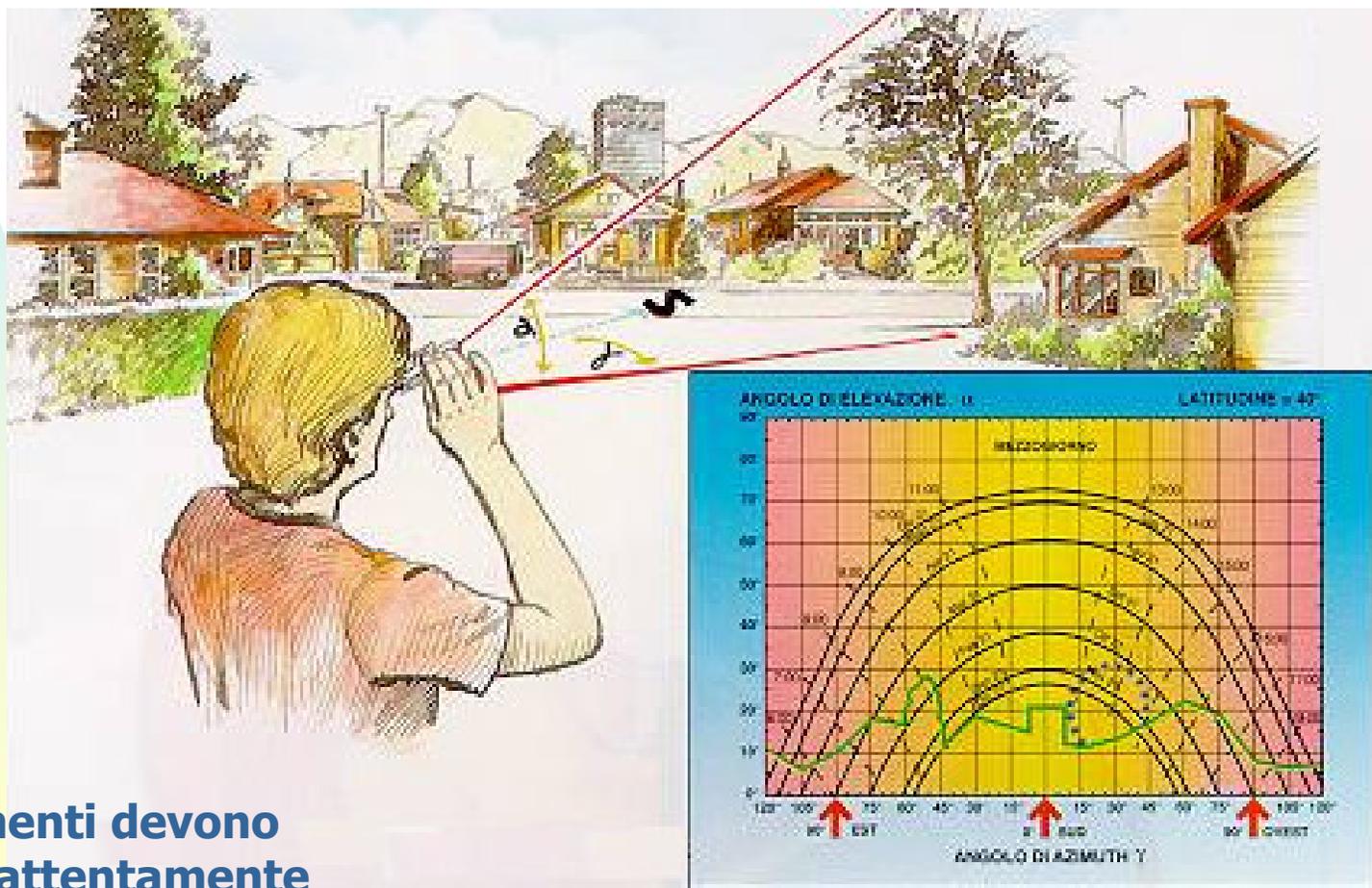




Criteri di progettazione – Il generatore fotovoltaico

DIMENSIONAMENTO ENERGETICO

Ombreggiamenti - L'effetto degli ostacoli



Gli ombreggiamenti devono essere valutati attentamente

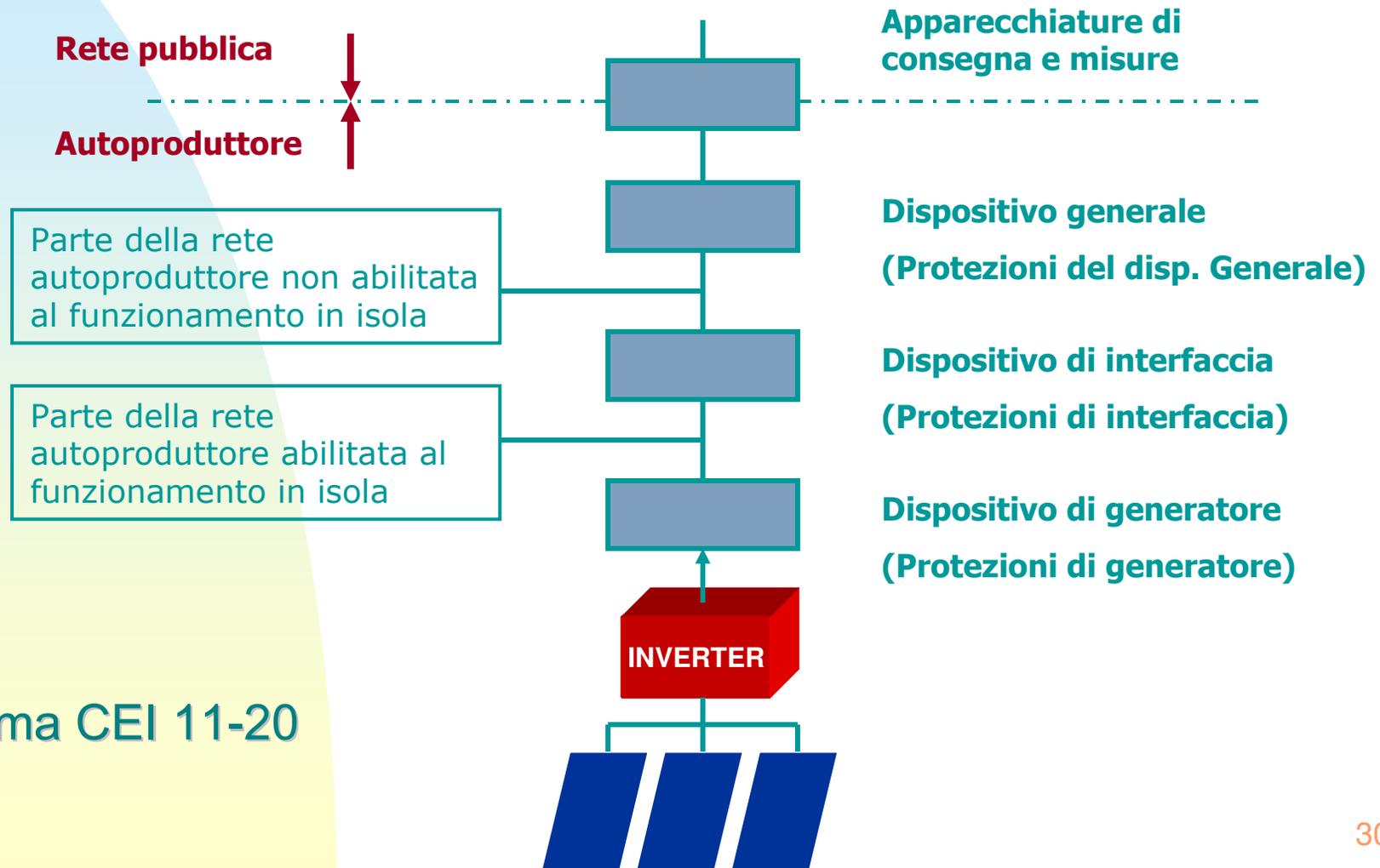


Produzione tipica da FV

Località	Energia solare annua su superficie orizzontale [kWh/m ²]	Energia solare annua su superficie rivolta a Sud e inclinata di 30° [kWh/m ²]	Produzione elettrica attesa con un rendimento medio di impianto pari a 75% [kWh/kWp]
Milano	1.300	1.400	1.050
Roma	1.600	1.750	1.300
Messina	1.730	1.880	1.400



L'interfacciamento alla rete del distributore



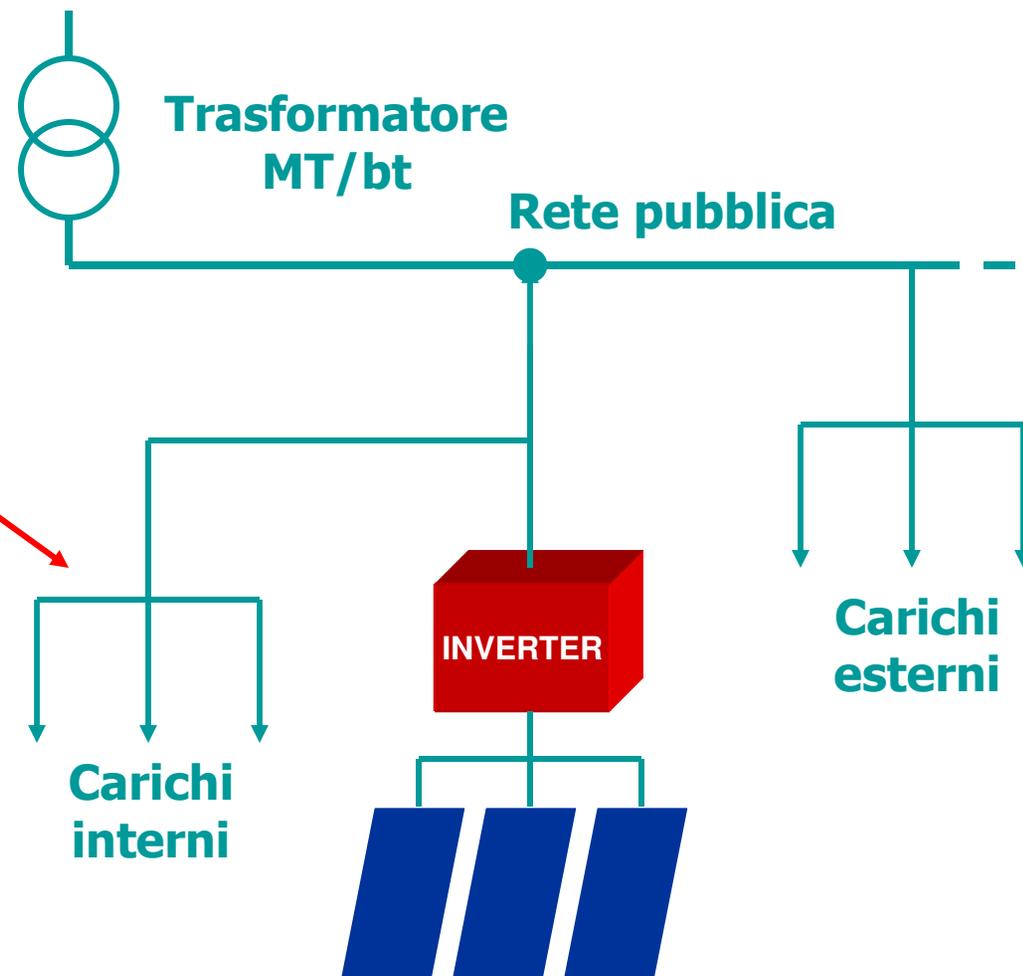
Schema CEI 11-20



L'interfacciamento alla rete del distributore

Dispositivo generale:

- Intervento su guasto nell'impianto elettrico del produttore

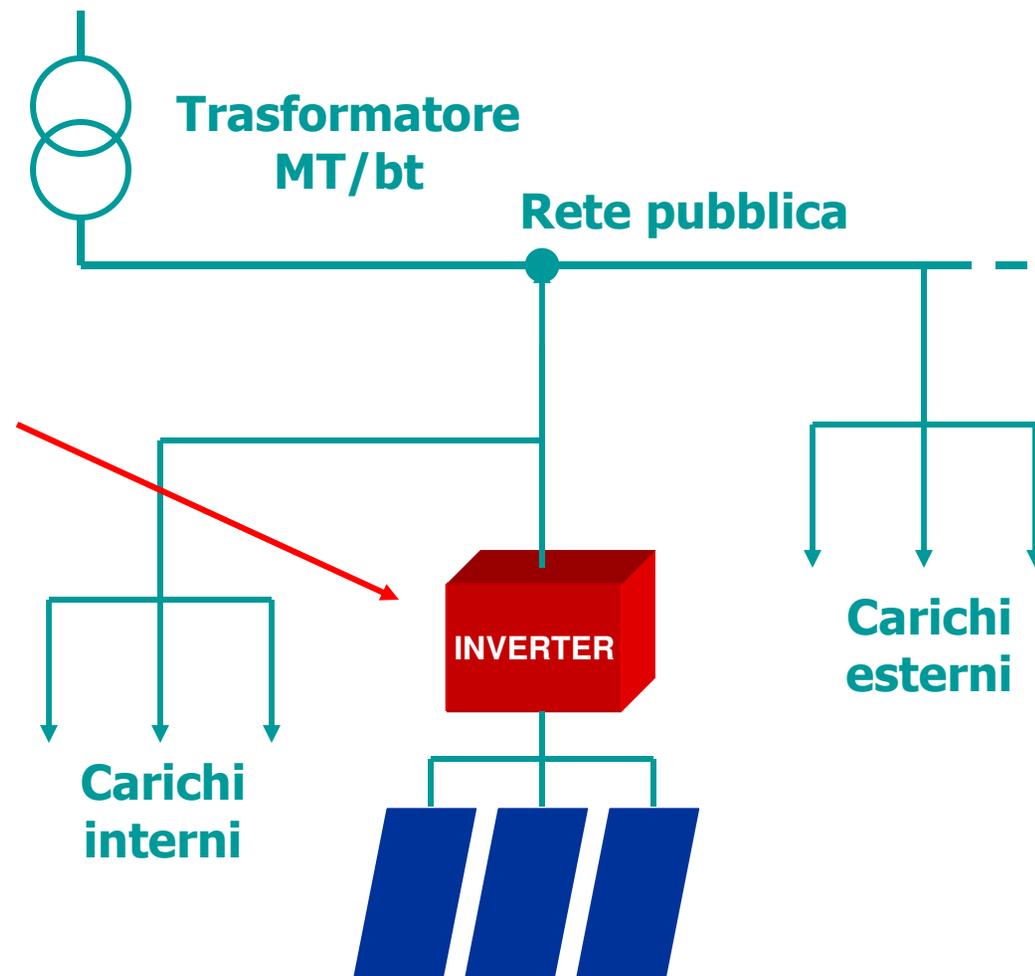




L'interfacciamento alla rete del distributore

Dispositivo di
Generatore:

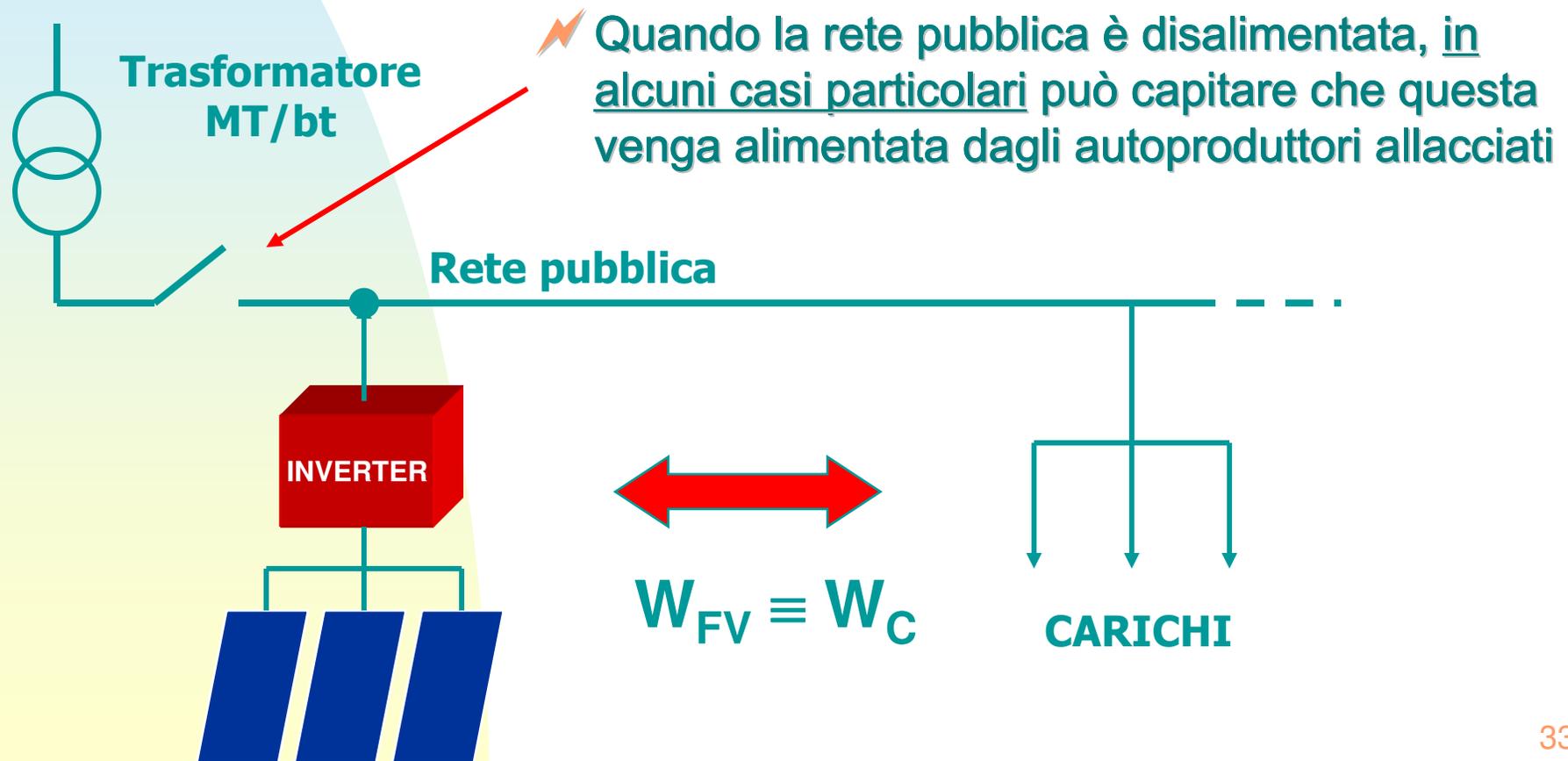
- Intervento su guasto nelle apparecchiature dell'autoproduttore (ad es. livello di corrente continua in rete superiore al consentito)





L'interfacciamento alla rete del distributore

Dispositivo di interfaccia





L'interfacciamento alla rete del distributore

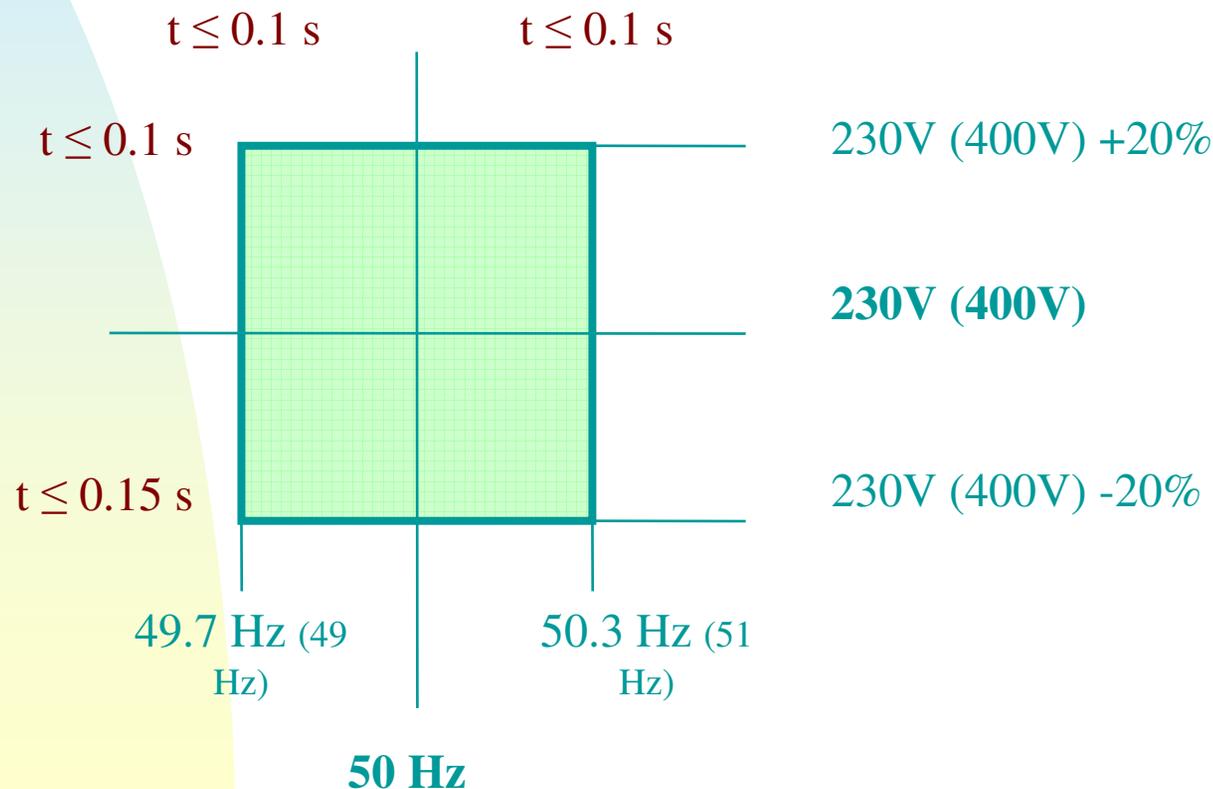
Perché il rischio di islanding deve essere evitato:

- Rischio di shock elettrico: Gli addetti possono trovarsi a lavorare su linee che non sono realmente disalimentate
- Guasti alle apparecchiature: Il bilanciamento della potenza può avvenire su livelli di tensione e frequenza che le apparecchiature non sono in grado di tollerare
- Imprevedibilità dell'erogazione: Il funzionamento in isola è il risultato di una serie di fattori che non possono essere ne' previsti ne' controllati
- Ulteriori guasti al ritorno dell'erogazione di energia: alla richiusura del feeder, tensione, frequenza e fase sono differenti



L'interfacciamento alla rete del distributore

- Principale modalità di funzionamento delle protezioni di interfaccia: min f, max f, min V, max V





La protezione contro gli shock elettrici e le sovratensioni

- La rispondenza dei moduli fotovoltaici alle Norme **CEI EN 61215** o **CEI EN 61646** ed alle recenti **CEI EN 61730-1** e **CEI EN 61730-2** può garantire un'adeguata resistenza nel tempo alle sollecitazioni elettriche, meccaniche e termiche ed ai rischi di incendio
- L'isolamento verso l'esterno dei moduli fotovoltaici deve essere di Classe II a meno che il generatore FV non sia SELV o PELV
- La tensione massima di sistema, in ogni condizione, non deve superare la tensione di isolamento dei moduli fotovoltaici





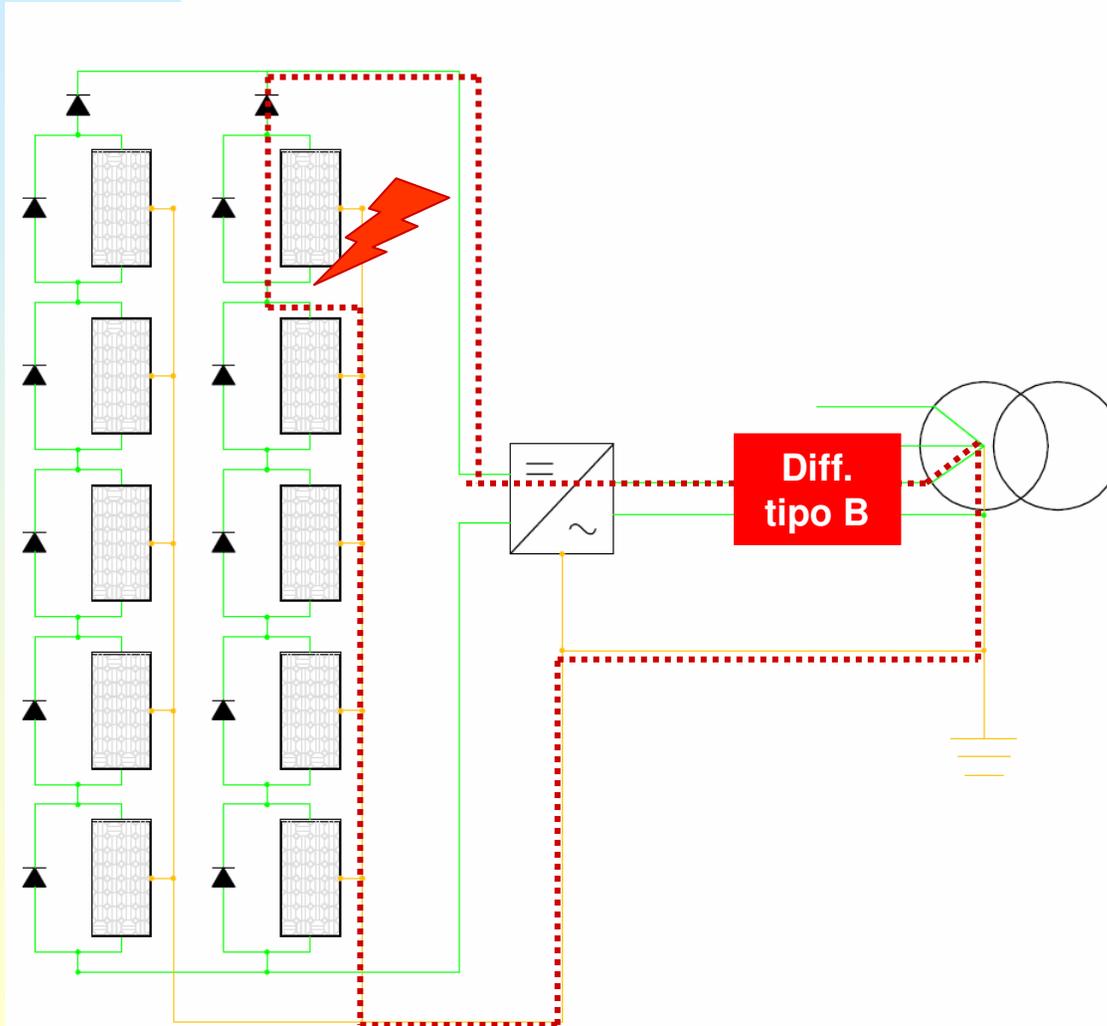
Protezioni elettriche – protezione contro i contatti indiretti

CEI 64-8
art. 712.413.1.1.1.2

Quando un impianto elettrico comprende un sistema di alimentazione FV **senza almeno una semplice separazione tra il lato c.a. ed il lato c.c.** il dispositivo **differenziale** installato per fornire protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica della alimentazione **deve essere di tipo B** secondo IEC 60755/A2.

Quando l'invertitore FV non sia per costruzione tale da iniettare correnti continue (c.c) di guasto a terra nell'impianto elettrico, **non è richiesto un interruttore differenziale di tipo B** secondo IEC 60755/A2.

La CEI 82-25 chiarisce che **il costruttore deve comunque autocertificare** tale caratteristica dell'invertitore FV.





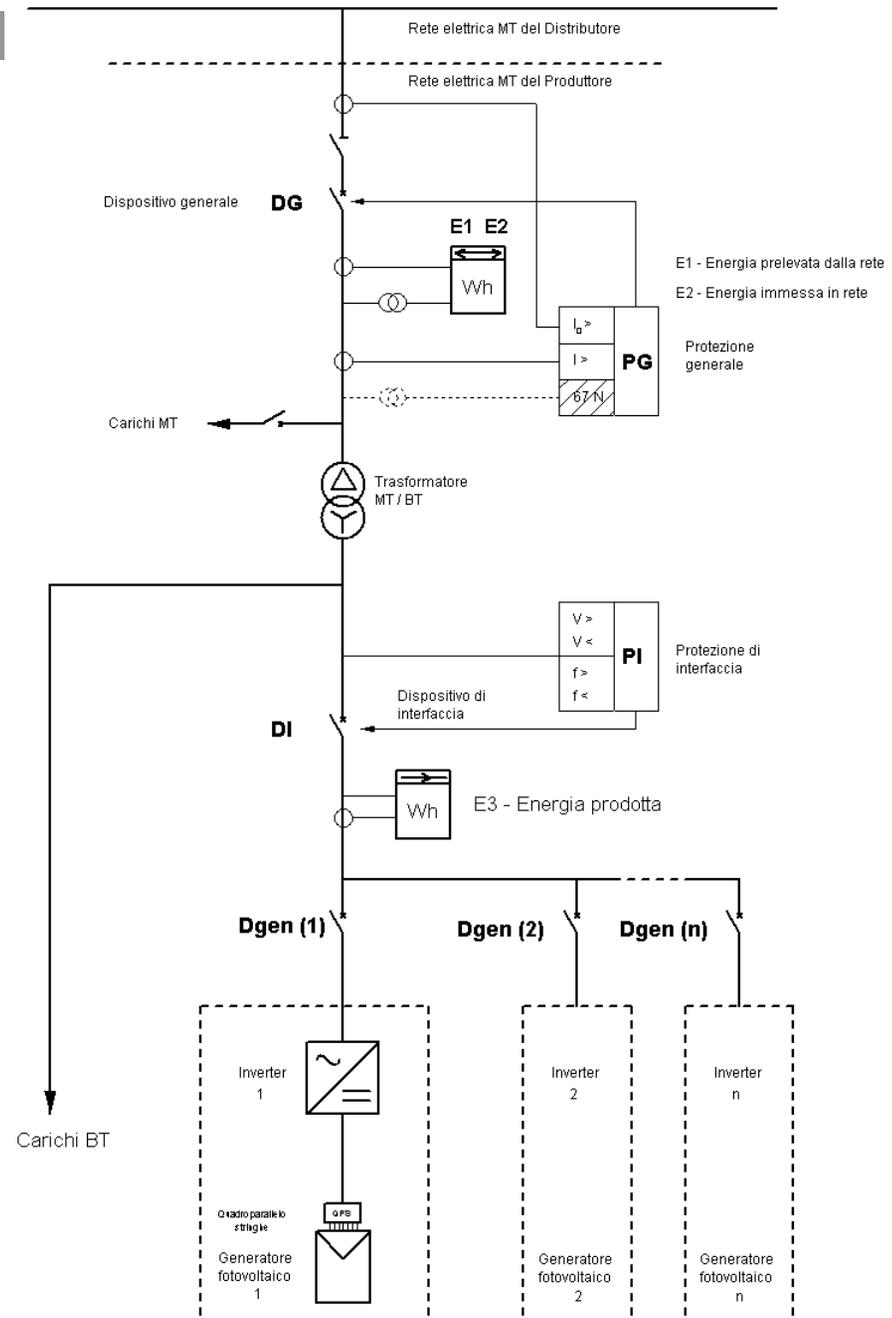
NORMA CEI 0-16 – Dispositivi previsti per impianti di produzione

- **Dispositivo generale di Utente** Apparecchiatura di manovra e sezionamento la cui apertura (comandata dal Sistema di Protezione Generale) assicura la separazione dell'intero impianto dell'Utente dalla rete.
- – **Dispositivo d'interfaccia**, assicura la separazione di una porzione dell'impianto dell'Utente (generatori e carichi privilegiati) permettendo il loro funzionamento in modo isolato, sia il funzionamento dell'impianto in parallelo alla rete;
- – **Dispositivo di generatore** in grado di escludere dalla rete i soli gruppi di generazione singolarmente.
- **È ammesso che**, in relazione al particolare schema di impianto dell'Utente, più funzioni siano assolte dallo stesso dispositivo, purché fra la generazione e la rete di distribuzione siano sempre presenti due interruttori in serie tra loro o, in alternativa, un interruttore e un contattore.
- **Il dispositivo generale, d'interfaccia e di generatore devono essere ubicati nell'impianto dell'Utente.** Il comando d'apertura del dispositivo generale, d'interfaccia e di generatore deve poter essere effettuato sia manualmente da un operatore sia automaticamente dalle protezioni dell'Utente.



Esempio di schema di connessione alla rete MT,

La protezione 67N è adottata in funzione della lunghezza della linea MT



Grazie per l'attenzione e buon lavoro

FRGROP@ALICE.IT



© Shell Solar B.V.