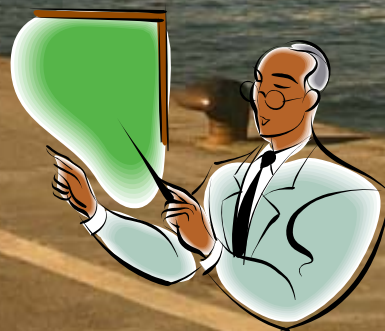




Seminario Tecnico
GLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI
*Novità legislative (nuovo conto energia),
problematiche tecniche, problematiche di installazione,
rapporti con gli Enti*

ASPETTI NORMATIVI E DI PROGETTAZIONE

Rimini, 24 Ottobre 2007



Relatore:

Dott. Ing. Daniele Cenni

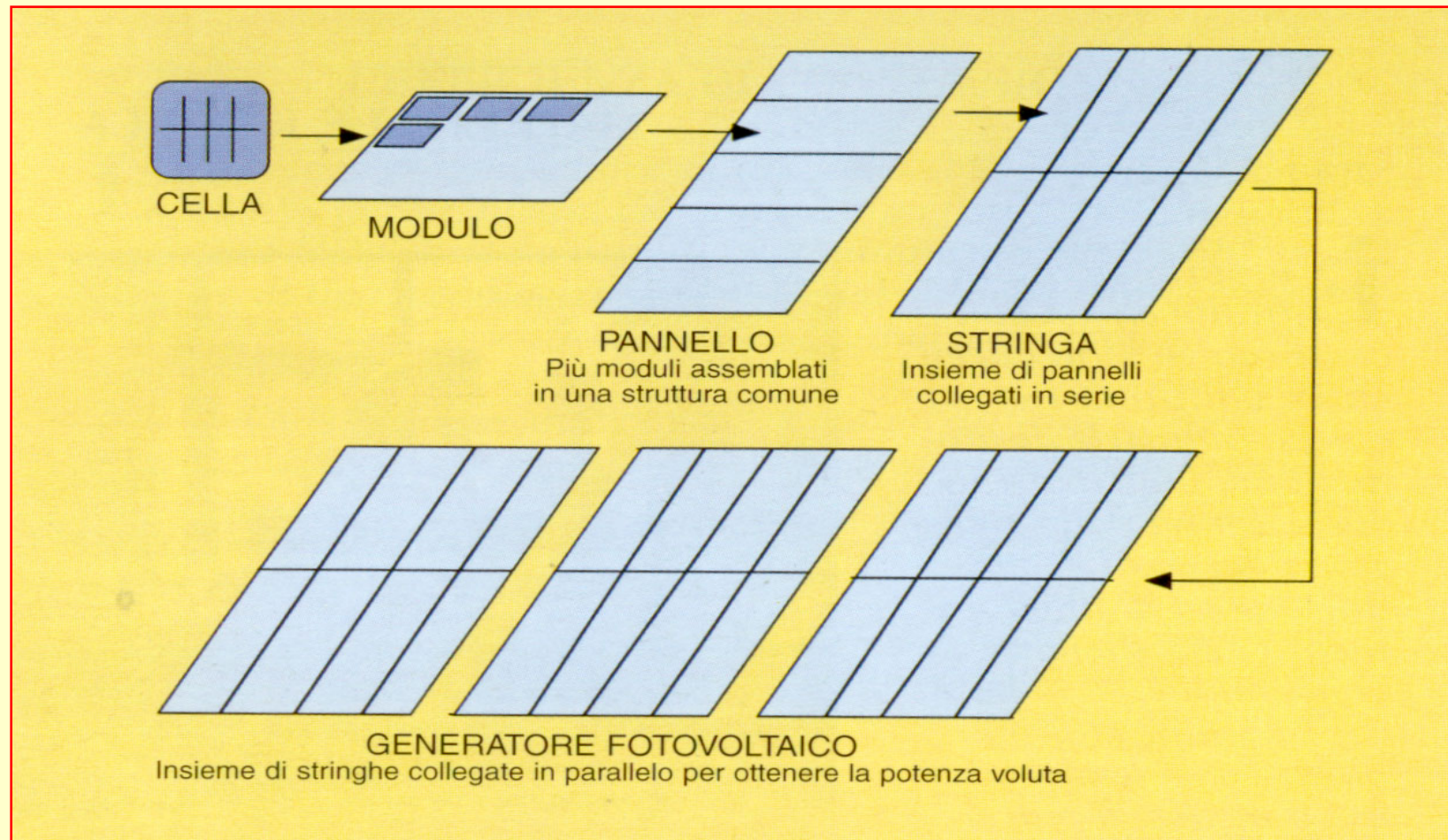
La struttura dell'impianto fotovoltaico

Il collegamento elettrico fra le celle realizza il modulo fotovoltaico.

Un insieme di moduli assemblati in una struttura comune costituisce un pannello.

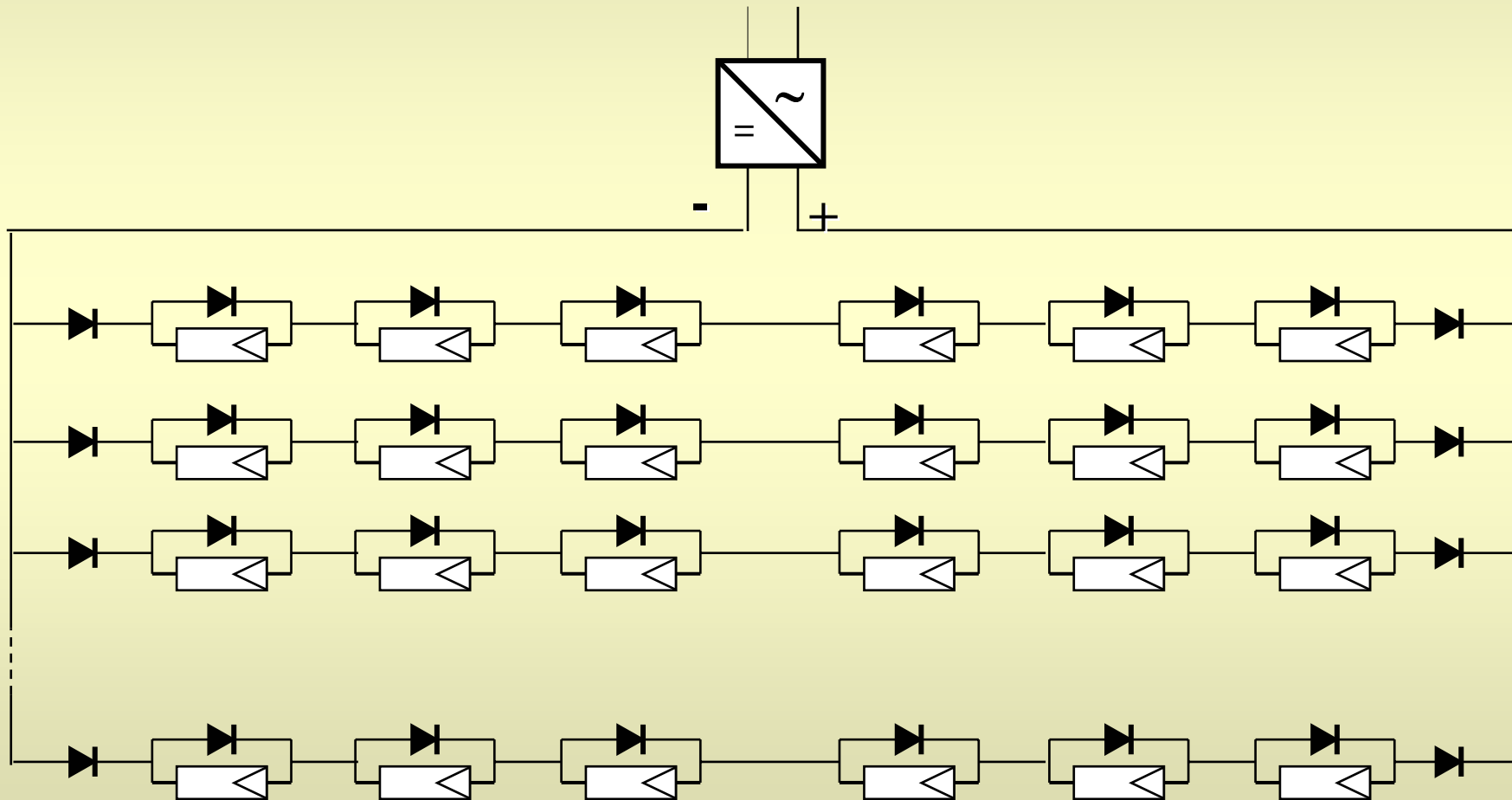
Il collegamento in serie di pannelli forma una stringa.

Il collegamento in parallelo di più stringhe realizza un campo.

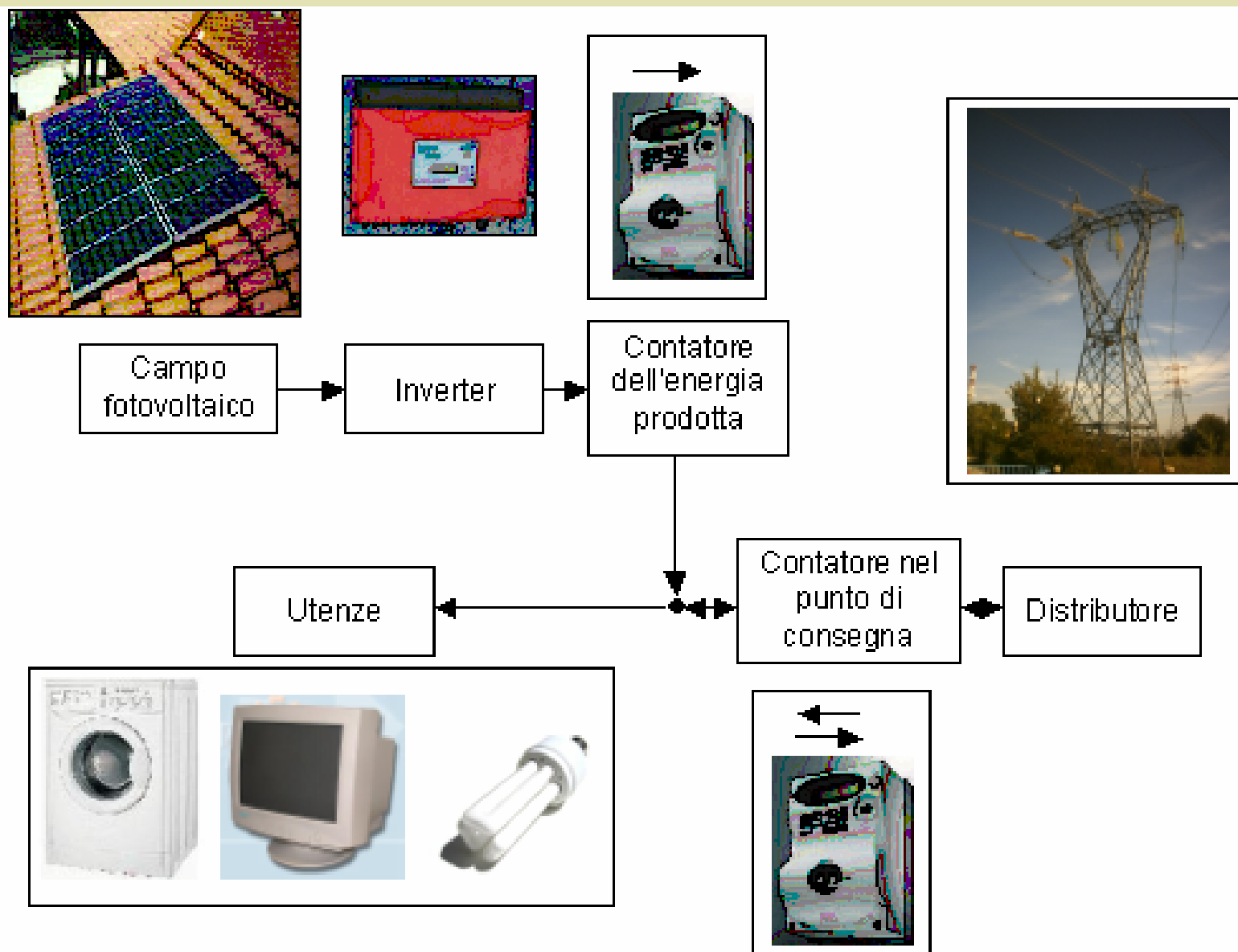


La struttura dell'impianto fotovoltaico

I moduli vengono dotati di un dispositivo di protezione (diodo di by-pass) che permette di dare continuità elettrica alla stringa in caso di ombreggiamento e/o guasto dei moduli stessi



Esempio tipico di impianto fotovoltaico connesso alla rete elettrica



Panorama normativo

Dal punto di vista normativo, tra le principali Norme e Guide CEI si ricordano:

- Norma CEI 11-20 “Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria”
- Norma CEI 64-8, VI edizione “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500V in c.c.”
- Guida CEI 82-25 “Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione”

Norma CEI 11-20

La Norma CEI 11-20 ha per oggetto gli impianti di produzione dell'energia e definisce:

- i criteri di collegamento alla rete;
- i criteri di protezione con riferimento alla scelta delle apparecchiature di manovra, interruzione e protezione;
- i criteri di sicurezza;
- i criteri di installazione;
- i criteri di scelta e di dimensionamento degli impianti di produzione.

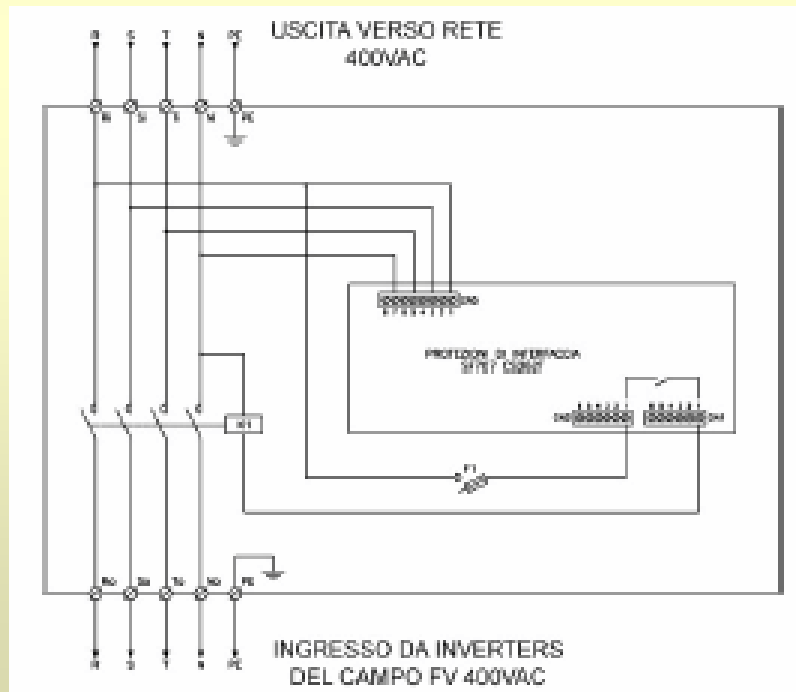
Norma CEI 11-20

La Norma CEI 11-20 richiede i seguenti dispositivi di protezione:

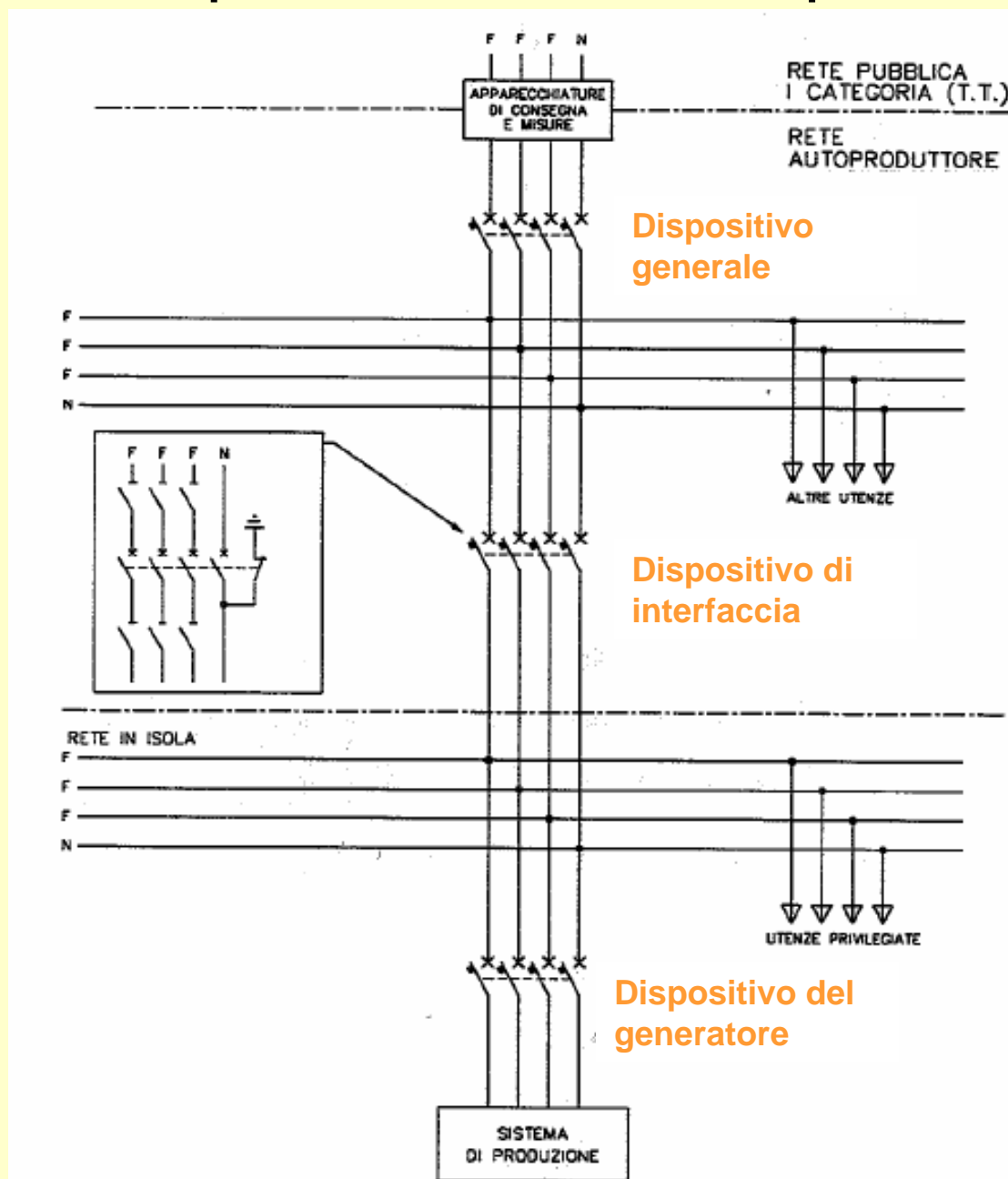
- un dispositivo generale per la protezione e sezionamento dell'impianto (ad esempio un interruttore automatico magnetotermico oppure un interruttore di manovra sezionatore equipaggiato con fusibili);
- un dispositivo di generatore per la protezione e sezionamento contro il sovraccarico sul lato inverter e generatore fotovoltaico

Norma CEI 11-20

- un dispositivo di interfaccia installato nel punto di collegamento fra l'impianto del cliente produttore e quello della rete pubblica



Schema elettrico per inserimento impianto fotovoltaico



Norma CEI 11-20

Dispositivo di interfaccia

Sul dispositivo di interfaccia agiscono le protezioni di interfaccia.

L'apertura del dispositivo di interfaccia assicura la separazione di tutti i gruppi di produzione dalla rete pubblica.

Il dispositivo di interfaccia deve essere “a sicurezza intrinseca” cioè deve essere dotato di bobina di apertura a mancanza di tensione”.

Per impianti di produzione complessiva fino a 20 kW, il dispositivo di interfaccia può essere posizionato all'interno di apparecchiature (ad esempio nel convertitore).

Norma CEI 11-20

Tabella: Tipologie di dispositivo di interfaccia BT

	MONOFASE	TRIFASE	
	≤ 6 kW	≤ 20 kW	> 20 kW
<i>Impianti collegati tramite sistema di conversione</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione; - Contattore con bobina di apertura a mancanza di tensione, combinato con fusibile o con interruttore automatico; - Commutatore (inteso come interruttore di manovra CEI EN 60947-3) con bobina di apertura a mancanza di tensione combinato con fusibile o con interruttore automatico - Anche interno al sistema di conversione 		<ul style="list-style-type: none"> - Interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione; - Contattore con bobina di apertura a mancanza di tensione, combinato con fusibile o con interruttore automatico; - Esterno al sistema di conversione

Norma CEI 11-20

Le protezioni di interfaccia sono richieste a tutela degli impianti, in occasione di guasti e malfunzionamenti della rete durante il regime di parallelo

Le funzioni di protezione di interfaccia previste dalla Norma CEI 11-20 sono:

- Protezione di minima e massima tensione;
- Protezione di minima e massima frequenza;
- Protezione contro la perdita di rete (opzionale), ad esempio a derivata di frequenza.

Norma CEI 64-8

La Norma CEI 64-8 Sezione 712 (VI edizione) fornisce prescrizioni per gli impianti connessi alla rete pubblica.

Sono allo studio le prescrizioni per gli impianti fotovoltaici funzionanti solamente in isola.

La CEI 64-8 si occupa di fornire indicazioni per la sicurezza nei confronti dei contatti diretti ed indiretti.

Norma CEI 64-8

Protezione contro il sovraccarico e cortocircuito:

- La protezione contro le sovracorrenti dei cavi sul lato c.c. può essere omessa se hanno una portata almeno uguale a 1,25 volte la corrente di cortocircuito in condizioni di prova normalizzate;
- La protezione contro i cortocircuiti deve essere realizzata mediante dispositivo di protezione installato nel punto di connessione.



Norma CEI 64-8

Prescrizioni generali per gli impianti:

- il **dispositivo di interfaccia**, come indica la Norma CEI 11-20, deve soddisfare i requisiti sul sezionamento prescritti dalla Norma CEI 64-8.
- per ridurre il rischio di guasto a terra si consiglia l'impiego di cavi con guaina;
- sulla parte in corrente continua sono raccomandati componenti di classe II o comunque senza masse.

Collegamento a terra della struttura

Se il pannello è in Classe I deve essere collegato a terra.

Se il retro del pannello di Classe I è senza involucro di protezione, deve essere collegato a terra anche il sostegno metallico del pannello stesso.

I pannelli aventi doppio isolamento (classe II) non devono essere collegati a terra.

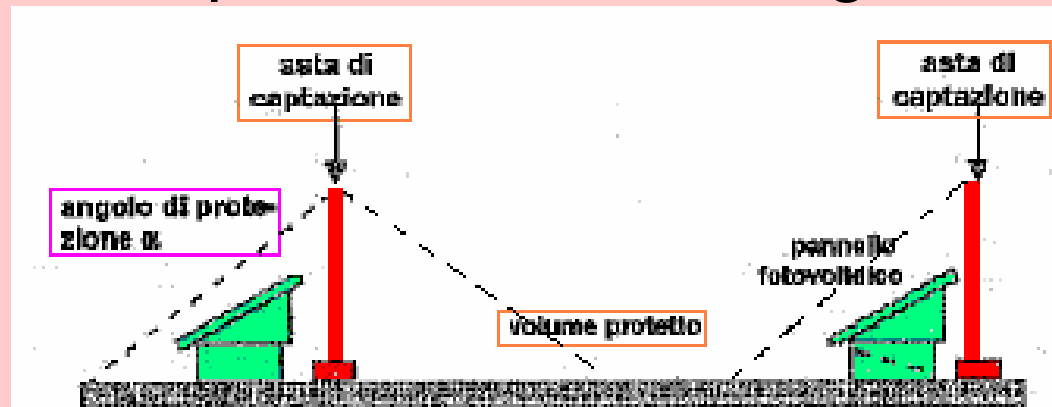
L'impianto di terra deve essere unico!

Impianto protezione scariche atmosferiche

Per la determinazione delle misure di protezione contro le scariche atmosferiche deve essere condotta la valutazione del rischio.

Si deve infatti considerare il rischio di perdita economica costituito:

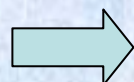
- dal danneggiamento dei pannelli fotovoltaici;
- dalla perdita di produzione di energia elettrica.



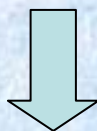
Protezione contro le scariche atmosferiche



Edificio autoprotetto senza LPS



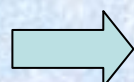
Inserimento impianto fotovoltaico senza modificare la sagoma dell'edificio



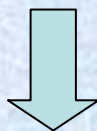
Situazione immutata



Edificio autoprotetto senza LPS



Inserimento impianto fotovoltaico con modifica della sagoma dell'edificio

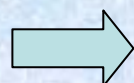


Occorre svolgere la valutazione del rischio di fulminazione

Protezione contro le sovratensioni



Edificio dotato di LPS



Inserimento impianto fotovoltaico senza modificare la sagoma dell'edificio



Occorre verificare la necessità di collegamento dell'LPS al pannello



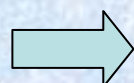
$d < s$: occorre realizzare il collegamento LPS-pannello



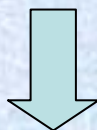
$d > s$: situazione immutata



Edificio dotato di LPS



Inserimento impianto fotovoltaico con modifica della sagoma dell'edificio



Occorre modificare l'LPS riverificando il calcolo della valutazione del rischio di fulminazione

d =distanza pannello-LPS
 s =distanza di sicurezza ottenuta dal calcolo LPS

Equipotenzializzazione dei servizi entranti

Si può presentare il rischio di:



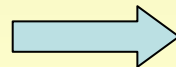
Fulminazione diretta



Per ridurre gli effetti si possono utilizzare cavi schermati e SPD



Fulminazione indiretta



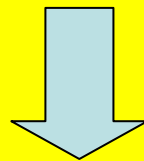
Per ridurre le sovratensioni si possono utilizzare SPD e si deve ridurre l'area delle spire formate dai cavi (quindi percorsi più brevi possibile e conduttori ravvicinati fra loro).



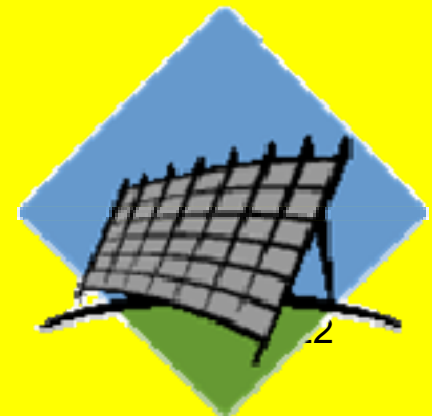
Per ciascuna stringa si consiglia di realizzare due anelli dove la corrente circola in senso opposto, in modo da evitare pericolosi accoppiamenti induttivi

Guida CEI 82-25

Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione



Fornisce i criteri per la progettazione, l'installazione e la verifica di sistemi fotovoltaici, destinati ad operare in parallelo alla rete di distribuzione di Media e di Bassa Tensione



Campo di applicazione

Si applica agli impianti fotovoltaici destinati ad operare in parallelo alla rete del distributore di Media e Bassa tensione, in accordo con la Norma CEI 11-20 *“Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria”*.

Tale Guida regolamenta gli impianti fotovoltaici di produzione di potenza complessiva superiore a 0,75 kW collegati alle reti dei distributori.

Non si applica agli impianti isolati dalla rete elettrica del distributore (vale per gli impianti grid connected e non per quelli stand-alone);

Criteri di progettazione

Il criterio di base normalmente utilizzato per la progettazione è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Il dimensionamento energetico viene sviluppato sulla base della:

- ➔ disponibilità di spazi sui quali installare il generatore fotovoltaico;
- ➔ disponibilità della fonte solare;
- ➔ guadagno energetico preventivato per impianti di produzione e/o riduzione della spesa energetica per impianti di autoproduzione

Guida CEI 82-25

Criteri di installazione

- I soggetti abilitati all'installazione sono quelli specificati nella legislazione vigente (Legge 46/90)
- I materiali devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte, ossia secondo le Norme CEI
- Il materiale elettrico deve essere dotato di marcatura CE
- Deve essere evidenziata la doppia alimentazione dell'impianto elettrico dai pannelli fotovoltaici e dalla rete del distributore mediante idonei cartelli



Verifica tecnico-funzionale

Deve assicurare il rispetto dei requisiti di sicurezza e di funzionalità previsti in fase di progetto

La verifica è formata da due momenti:

- l'esame a vista;
- l'esecuzione di prove su impianti realizzati

La verifica può avere anche un aspetto amministrativo e quindi di **collaudo**



Guida CEI 82-25

Prove su impianti realizzati

Le prove in fabbrica sui materiali utilizzati riguardano:

Moduli fotovoltaici (ispezione a vista, rilievo caratteristiche I-V, verifica dello scostamento fra la potenza prodotta misurata e quella dichiarata, controllo delle misure, del peso ed altre specifiche contrattuali);

Gruppi di conversione (verifica del rendimento, del fattore di potenza, del THD, del funzionamento in automatico, delle prescrizioni normative e contrattuali)



Prove su impianti realizzati

Le prove consistono nel controllare almeno i seguenti punti:

- ➔ continuità elettrica e connessione fra i moduli;
- ➔ messa a terra di masse e scaricatori (verifica della continuità elettrica dell'impianto di terra);
- ➔ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- ➔ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie configurazioni (controllo dell'installazione e della regolazione opportuna);

Esempio di Modulo di dichiarazione per verifica

Fac-simile di dichiarazione

DICHIARAZIONE DI VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

Sistema fotovoltaico installato presso: _____, Via/Piazza _____
località _____, provincia _____ (costituito da n° ____ impianti).
Impianto _____

La sottoscritta Impresa _____, in qualità di installatore del sistema,
dichiara quanto segue:

- la potenza nominale dell'impianto risulta pari a _____ kW_p, quale somma delle potenze nominali (desunte dai data-sheet) dei moduli costituenti il campo fotovoltaico;
- in data odierna ha avuto esito positivo la verifica:
 - della continuità elettrica e delle connessioni tra moduli;
 - della messa a terra di masse e scaricatori;
 - dell'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
 - del corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
 - della condizione: $P_{ca} > 0,75P_{nominale}$ / I / I_{STC}.

Ovvero

Dichiara che per quanto riguarda le verifiche relative a.....(segue indicazione delle prove effettuate) sono state riscontrate le seguenti anomalie tecniche (segue descrizione).

Inoltre, l'Impresa dichiara che le suddette misure hanno fornito i seguenti valori:

- temperatura dei moduli: $T_{mod} =$ _____ °C
- Potenza attiva: $P_{ca} =$ _____ kW
- Radianza sul piano dei moduli: $I =$ _____ W/m²

e che è stata impiegata la seguente strumentazione di misura: (segue elenco con indicata anche la classe di precisione).

L'Impresa dichiara, infine, che tutto quanto sopra riportato è corrispondente a verità.

Timbro e Firma (Impresa) _____

Il richiedente dichiara:

- di aver/non aver optato per lo scambio sul posto dell'energia elettrica;
- che in data _____ l'impianto fotovoltaico è entrato in esercizio¹;
- che alla stessa data, le letture dei contatori di energia prelevata dalla rete e immessa in rete sono _____ kWh e _____ kWh rispettivamente;
- che alla stessa data, le letture dei contatori dell'energia prodotta dall'impianto e delle relative ore di funzionamento sono _____ kWh e _____ ore rispettivamente.

Data _____ Il richiedente _____

¹ detta data è di norma non antecedente a quella della verifica tecnico funzionale dell'impianto con esito positivo mentre, nel caso di scambio sul posto dell'energia, essa deve essere non antecedente a quella dell'installazione (a cura del distributore locale) del contatore di energia immessa in rete.

Procedure autorizzative

Le procedure autorizzative riguardano:

➔ **I permessi alla realizzazione dell'impianto**
(da richiedere alle autorità territoriali, es. Comune)

➔ **Il collegamento alla rete del distributore**
(da richiedere al Distributore dell'energia locale)



Procedure autorizzative

Permessi alla realizzazione dell'impianto:



Permesso edilizio che viene rilasciato dal Comune (ai sensi della Legge 46/90 viene rilasciato solo dopo aver depositato in Comune il progetto definitivo);



In alcune Comuni serve solo la DIA (Dichiarazione di inizio attività)

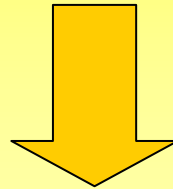


Per zone soggette a vincoli culturali o paesaggistici occorre l'autorizzazione della Soprintendenza o del Comune competenti



Tali impianti non sono soggetti al pagamento del contributo di costruzione dovuto al Comune (art.17, comma 3, lettera e del DPR 380/2001)

Guida CEI 82-25: variante V1



La variante aggiorna la Guida CEI 82-25 con le esigenze di installazione di sistemi di misura per l'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici, funzionanti in parallelo alla reti elettriche di Media e Bassa Tensione

Obblighi fiscali e tariffari

Gli impianti di generazione devono essere dotati di sistemi di misura:

→ dell'energia elettrica prodotta;

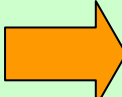
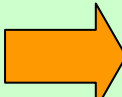
→ dell'energia elettrica consumata.

Tali sistemi saranno soggetti a controllo fiscale da parte dell'UTF

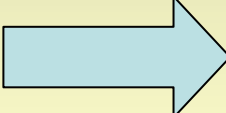
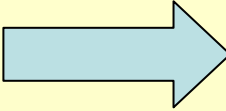

Obblighi fiscali e tariffari

L'UTF (Ufficio Tecnico di Finanza) può richiedere la dichiarazione di conformità dei contatori alla normativa vigente.

Sono previste le seguenti semplificazioni ed agevolazioni fiscali:

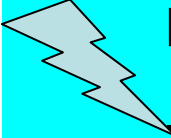
-  Impianti fotovoltaici (come ad energia rinnovabile) **non sono** soggetti all'imposta erariale di consumo;
-  Impianti fotovoltaici di taglia inferiore a 20 kW **non sono** soggetti all'addizionale locale ed erariale, né devono essere denunciati all'UTF

Riferimenti per la redazione delle documentazioni tecniche

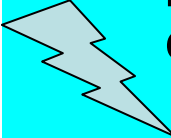
-  **Guida CEI 82-25:** fornisce le indicazioni per preparare la documentazione dell'impianto;
-  **Decreto 19 febbraio 2007:** fornisce le indicazioni per preparare la documentazione finale di entrata in esercizio;
-  **Prescrizioni del Gestore:** forniscono le indicazioni per preparare la documentazione da allegare alla domanda di connessione.

Documentazione dell'impianto

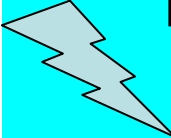
La documentazione si articola in:



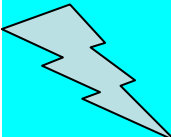
- Documentazione di progetto (insieme dei documenti che fanno parte del progetto organizzati in preliminare, definitivo, esecutivo);



- Documentazione finale di progetto (o as-built) (è l'insieme dei documenti di progetto aggiornati con le variazioni sopravvenute in corso d'opera);



- Documentazione finale dell'impianto (costituita dalla dichiarazione di conformità, allegati obbligatori in base alla Legge 46-90 e DPR 447/91 e documentazione finale di progetto)



- Scheda tecnica (riassume le principali caratteristiche dell'impianto ed è riportata come documento previsto nel Decreto 19 febbraio 2007 per la documentazione finale di entrata in esercizio)

Esempio di scheda tecnica

Esempio di Scheda tecnica

Dati generali	Identificativo dell'impianto Soggetto responsabile dell'impianto fotovoltaico Ubicazione dell'impianto: Latitudine: Longitudine: Altitudine: Inclinazione e orientazione piano moduli: Percentuale annua d'ombra sui moduli: Radiazione solare annua sul piano orizzontale: Radiazione solare annua sul piano inclinato: Temperatura ambiente media mensile: Zona vento: Velocità giornaliera del vento (media annua): Direzione prevalente del vento (media annua):	Nome identificativo Nome Via Città 45° 28'N 8° 54'E 147 m s.l.m. 15°, Sud-Sud-Est (150°N) 0% 1310 kWh/m ² 1430 kWh/m ² fra 1,7 e 25,1°C 1 1,1 m/sec Sud Ovest
Generatore fotovoltaico	Potenza nominale ⁽¹⁾ , P _n : Tensione alla massima potenza, V _m : Corrente alla massima potenza, I _m : Tensione massima (circuito aperto), V _{oc} : Corrente massima (cortocircuito), I _{sc} : N° moduli totale / in serie: N° stringhe complessive:	19,8 kWp 374 V 52,8 A 482 V 57,6 A 132 / 11 12
Moduli fotovoltaici (n. 132)	Tipo: Potenza nominale ⁽²⁾ , P _n : Tensione alla massima potenza, V _m : Corrente alla massima potenza, I _m : Tensione massima (circuito aperto), V _{oc} : Corrente massima (cortocircuito), I _{sc} : Tipo celle fotovoltaiche: Rendimento minimo garantito ⁽³⁾ N° celle totale / in serie:	Costruttore Tipo 150 Wp 34,0 V 4,4 A 43,4 V 4,8 A Silicio monocristallino 11,4% 72 / 72
Strutture di sostegno	Materiale: Posizionamento: Integrazione architettonica dei moduli:	Profilati in acciaio inox e all. A tetto NO
Inverter (n. 6)	Tipo: Tecnologia (PWM/Tiristori/Altro) Potenza nominale in c.c., P _n : Corrente nominale in c.c.: Tensione ammessa in c.c.: Potenza nominale in c.a., P _n : Tensione nominale in c.a.: Corrente nominale in c.a.: Corrente massima erogata in c.a. (contributo al cto cto): Rendimento di piceo: Rendimento europeo: Rendimento minimo garantito ⁽⁴⁾ Presenza trasformatore: Distorsione, THD lato c.a.: Fattore di potenza:	Costruttore Tipo PWM 3200 W 12 A 270 - 600 V 3000 W 230 Vca monofase 13 A 15 A per circa 200 ms 85% a 90% di P _n 94% 90% sì, in uscita < 4% 1
Prestazioni energetiche	Energia elettrica producibile (con radiazione solare pari a 1430 kWh/m ² /anno su piano inclinato 15° sull'orizzontale):	circa 20.900 kWh/anno
(1) Somma della potenza dei moduli fotovoltaici a STC (AM1,5, Irraggiamento sul piano dei moduli pari a 1000 W/m ² , temperatura di cella fotovoltaica pari a 25°C) (2) Caratteristiche a STC (3) Il rapporto fra la potenza nominale o di picco o di targa del modulo fotovoltaico tipo (espressa in kWp) e l'area del modulo, compresa la cornice (espressa in m ²) (4) il rapporto fra la potenza P _{cc} in uscita e la potenza P _{cc} in ingresso dell'apparato di conversione, con P _{cc} > 30% della potenza nominale in uscita		

Dati generali dell'impianto

Dati generatore FV

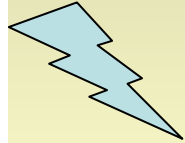
Dati moduli FV

Dati strutture di sostegno

Dati inverter

Prestazioni energetiche

Documentazione dell'impianto



Piano di manutenzione:

pianifica e prepara l'attività di manutenzione al fine di mantenere nel tempo la funzionalità



Decreto 19 febbraio 2007 - Allegato 4

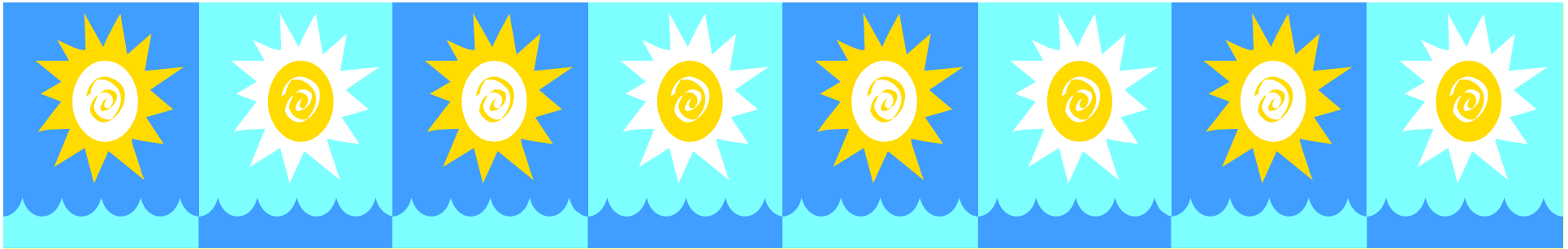
Documentazione finale di entrata in esercizio

- Documentazione finale di progetto dell'impianto, realizzato in conformità alla norma CEI 0-2, firmato da professionista o tecnico iscritto all'albo professionale;
- Scheda tecnica che riporta l'ubicazione e le caratteristiche dell'impianto;
- Elenco dei moduli fotovoltaici indicante modello, marca e numero di matricola, e dei convertitori della corrente continua in corrente alternata, con indicazione di modello marca e numero di matricola;

Decreto 19 febbraio 2007 - Allegato 4

Documentazione finale di entrata in esercizio

- Certificato di collaudo dell'impianto;
- Dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà autenticata, firmata dal soggetto responsabile, dove si attestano le caratteristiche dell'impianto;
- Copia, ove ricorra il caso, della denuncia di apertura dell'officina elettrica.



Grazie per l'attenzione!

