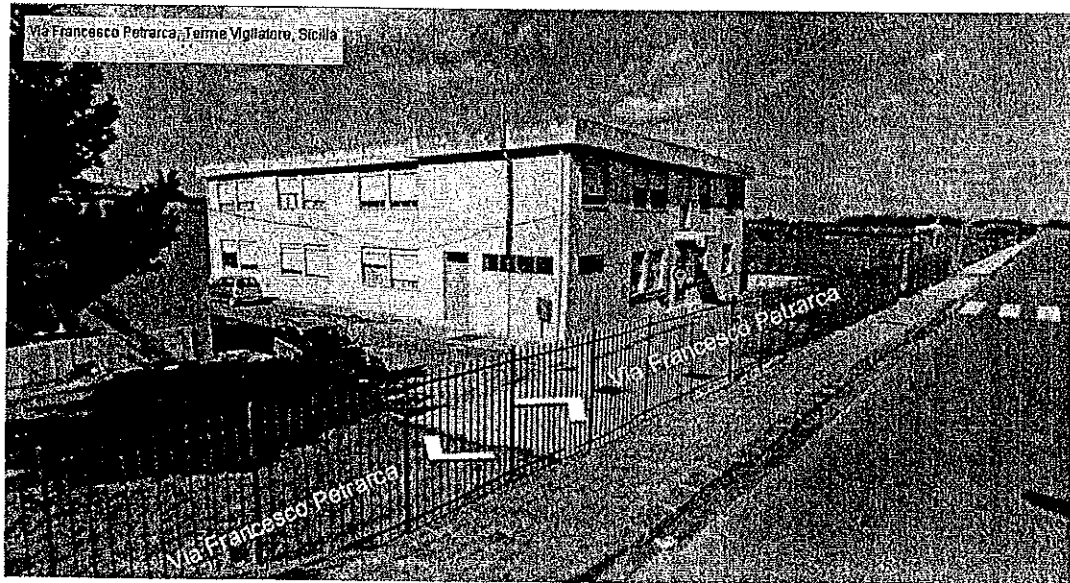




*Comune di Terme Vigliatore  
Provincia di Messina*

*Progetto di manutenzione straordinaria e riqualificazione energetica del plesso  
scolastico elementare di S.Biagio*

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO**



Progettista:

Responsabile dell'Area Tecnica  
*Com. Vincenzo TORRE*

# **RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

## **1 Generalità**

Il presente progetto descrive le caratteristiche di un impianto di produzione di energia elettrica di tipo fotovoltaico di potenza pari a 5,30 kWp.

L'impianto fotovoltaico sarà installato sulla copertura di un edificio esistente, adibito a Scuola Elementare Comunale, nel Comune di Terme Vigliatore (Me) e produrrà energia elettrica da immettere nella rete locale a bassa tensione, in corrispondenza dell'utenza a servizio dell'edificio in questione ed in regime di scambio sul posto. L'impianto sarà di tipo fisso, con moduli orientati a sud, di tipo grid-connected con alimentazione trifase in bassa tensione.

## **2 Dati dell'utenza elettrica**

L'immobile è asservito da contratto di fornitura di energia elettrica di ENEL Distribuzione s.p.a. intestato a:

Comune di Terme Vigliatore  
Via del Mare Terme 69  
98050 Terme Vigliatore (Me)

con

- codice fornitura 266879318
- punto di consegna IT001E96508583
- codice presa 83117003024801.

Il contratto è per Usi diversi, con tensione di fornitura 380 V potenza contrattualmente impegnata 11 kW.

## **3 Descrizione dell'impianto**

Il presente progetto descrive le caratteristiche di un impianto di produzione di energia elettrica di tipo fotovoltaico di potenza non inferiore a 5,30 kWp.

L'impianto fotovoltaico sarà installato sulla copertura di un edificio esistente, adibito a Scuola Elementare Comunale, nel Comune di Terme Vigliatore (Me) e produrrà energia elettrica da immettere nella rete locale a bassa tensione, in corrispondenza dell'utenza a servizio dell'edificio in questione ed in regime di scambio sul posto. L'impianto sarà di tipo fisso, con moduli orientati a sud, di tipo grid-connected con alimentazione trifase in bassa tensione.

L'impianto dovrà avere le seguenti caratteristiche o equivalenti, in quanto la descrizione tende a individuare una tipologia di base dell'impianto che, visto il veloce sviluppo tecnologico della stessa, potrà variare in senso migliorativo in fase di realizzazione.

L'impianto produrrà circa 7.892 kWh all'anno, derivante da 78 moduli che occupano una superficie di 90 m<sup>2</sup>, ed è composto da 2 stringhe.

Il modulo fotovoltaico costituito da un laminato fotovoltaico di silicio amorfo flessibile adesivo e aggraffato alla superficie superiore di un pannello in alluminio preverniciato di spessore nominale 0,7 mm, è in grado di essere agganciato a scatto al sistema di copertura metallica

(sistema integrato) anche dopo l'installazione della copertura stessa. Nella parte superiore del pannello escono i cavi di collegamento lunghi 500 mm ~ completi di connettori solari rapidi stagni. Ogni laminato contiene celle solari con tecnologia silicio amorfo film sottile a tripla giunzione, collegate tra loro in serie con diodi di by-pass.

I paralleli dei campi vengono realizzati all'interno di un quadro di campo e parallelo idoneo alla posa esterna. I cavi di collegamento del generatore convergeranno nel quadro di campo e di manovra all'interno, attraverso idonei cavidotti, per poi collegarlo al gruppo di conversione e da questo punto al quadro protezioni e interfaccia B.T. posti nel medesimo locale.

L'inclinazione dei pannelli fotovoltaici potrà variare tra 1% e 5%, a causa della necessità di dover tenere in considerazione l'eventualità futura di posizionare sulla copertura alcuni componenti del nuovo impianto di climatizzazione in fase di studio. Attualmente, pur avendo lasciato libere alcune aree della copertura, non si hanno informazioni sulle caratteristiche del futuro impianto di climatizzazione e quindi si è preferito effettuare i calcoli nelle condizioni più sfavorevoli per la produzione di energia elettrica. Pertanto, in questa fase si è prevista una inclinazione dei pannelli fotovoltaici del 1%.

L'edificio dispone di locali interni idonei alla posa degli apparati dell'impianto (quadri di campo, inverter, quadri in CA, contatori). Si è ipotizzato di collocare gli apparati in prossimità dei quadri elettrici esistenti, rimandando al progetto esecutivo l'esatta definizione della loro posizione. Saranno alloggiati all'esterno ed in prossimità dei moduli i soli quadri di sezionamento delle stringhe, equipaggiati con limitatori di sovratensione (SPD). Tutti gli altri apparati sono stati ipotizzati installati in interno. I cavi di collegamento tra i moduli fotovoltaici e la zona quadri saranno contenuti in tubazione, in parte all'aperto e, ove possibile, sottotraccia. Il percorso dei cavi dovrà essere realizzato con particolare attenzione. Trattandosi di edificio scolastico, i cavidotti non dovranno essere facilmente raggiungibili e comunque dovranno essere realizzati in modo da rendere problematica l'apertura a personale non esperto e l'eventuale danneggiamento o manomissione.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da:

- moduli fotovoltaici;
- strutture di sostegno dei moduli;
- dispositivo di conversione dc/ac (inverter) con dispositivo e protezione di interfaccia interni;
- dispositivi di manovra e protezione;
- sistema di monitoraggio;
- cablaggi e quadri.

L'impianto lato continua sarà esercito senza parti attive a terra (sistema di tipo IT).

### **Criteri di progetto**

I criteri che hanno ispirato le scelte progettuali sono:

- costo presumibile per kWp ed importo complessivo dell'appalto;
- potenza nominale complessiva raggiungibile;
- consumi dichiarati;
- spazio a disposizione, tenendo nel dovuto conto gli spazi di movimento per la manutenzione; possibili fenomeni di ombreggiamenti locali di immediata identificazione dai disegni e dalla valutazione visuale dei luoghi;
- efficienza del generatore, efficienza dei convertitori statici, cadute di tensione lungo le tratte in cc e ca;
- disposizione presumibile degli apparati in funzione degli spazi e dei locali disponibili.

### 3.1 Moduli fotovoltaici

Il modulo fotovoltaico costituito da un laminato fotovoltaico di silicio amorfo flessibile adesivo e aggirato alla superficie superiore di un pannello in alluminio preverniciato di spessore nominale 0,7 mm, è in grado di essere agganciato a scatto al sistema di copertura metallica (sistema integrato) anche dopo l'installazione della copertura stessa. Nella parte superiore del pannello escono i cavi di collegamento lunghi 500 mm ~ completi di connettori solari rapidi stagni. Ogni laminato contiene celle solari con tecnologia silicio amorfo film sottile a tripla giunzione, collegate tra loro in serie con diodi di by-pass.

La potenza nominale del modulo è pari a 68 W e l'impianto sarà costituito da 78 moduli con una superficie complessiva di 88 mq circa.

Essi saranno qualificati secondo la norma IEC 61646, con vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

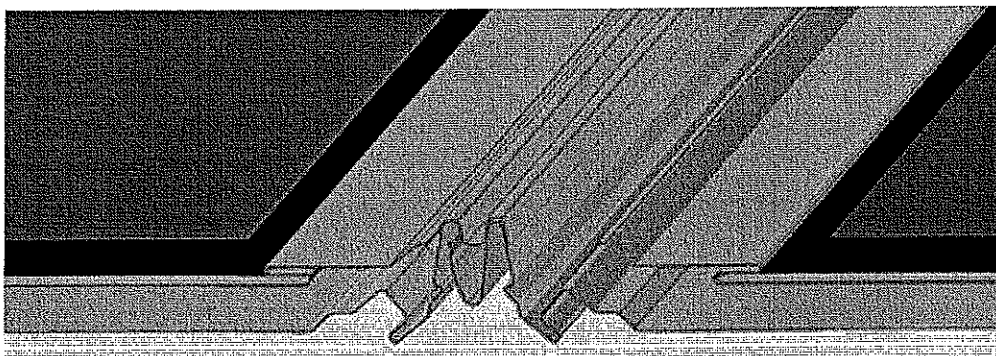
Le caratteristiche dei moduli, sulla scorta di quanto attualmente disponibile in commercio, sono riportate nella scheda tecnica allegata alla presente relazione.

La tensione a vuoto delle stringhe, anche alle temperature più basse attese nel sito d'installazione, dovrà mantenersi inferiore alla tensione d'ingresso massima dell'inverter. La superficie occupata dal generatore fotovoltaico sarà pari a circa 90 m<sup>2</sup>.

### 3.2 Struttura di sostegno

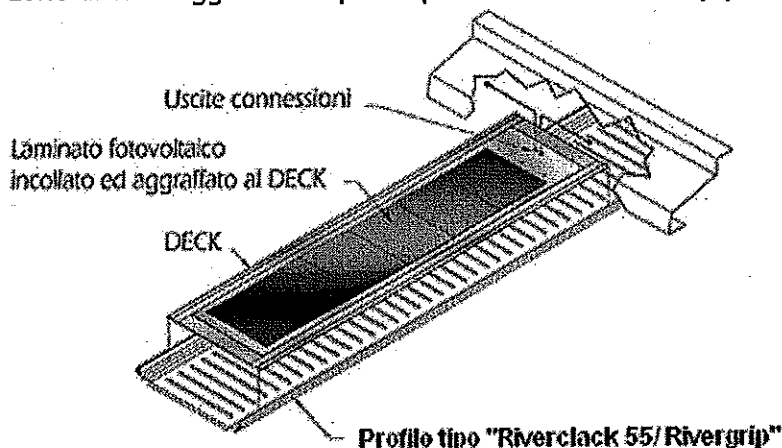
I moduli saranno integrati nella nuova struttura di copertura dell'edificio. La struttura sarà costituita da un sistema prefabbricato che realizza una copertura isolata e ventilata, ma anche il supporto per "integrare" l'impianto fotovoltaico. Le sue caratteristiche sono le seguenti:

- sistema di copertura metallica per tetti a falda leggermente inclinata costituito da elementi nervati da inserire a pressione in sede obbligata nelle staffe di ancoraggio in poliammide rinforzato vetro, fissate alla sottostante struttura mediante viti in acciaio protetto, fissaggio senza foratura delle lastre. Strato sottostante di isolamento termico costituito da pannelli rigidi in polistirene espanso.



- il sistema di fissaggio garantisce l'integrità delle lastre di copertura e consente agli elementi il libero scorrimento per dilatazioni e contrazioni termiche, senza abrasioni.
- conformazione delle nervature permette l'accoppiamento laterale delle lastre "a giunto conico" impedendo infiltrazioni d'acqua per capillarità.
- sistema di aggancio, la parte piana "a corda tesa" con rille trasversali di rinforzo conferiscono prestazioni ottimali alla copertura anche in presenza di forti sollecitazioni ventose, carichi accidentali e pedonamento. Il sistema permette l'aggancio a scatto

senza fori, successivamente alla realizzazione della copertura stessa, di pannelli fotovoltaici in silicio amorfo a film sottile, ottenendo comunque "un'integrazione architettonica totale" secondo quanto previsto dal GSE. Il peso del pannello PV è molto basso, pari a circa 5,5 kg/mq, ha una garanzia prestazionale di 20 anni, ottime prestazioni alle alte temperature, basso impatto architettonico, alta efficienza energetica, ottime prestazioni in condizioni di scarso irraggiamento, tolleranza ad eventuali zone di ombreggiamento per la presenza di diodi di by-pass in ogni cella.



### 3.3 Quadro di stringa

Il quadro di stringa, disposto in prossimità dei moduli, realizzerà la protezione dell'impianto a valle da sovratensioni indotte lato continua e contiene per ciascuna stringa un dispositivo di protezione dalle sovratensioni di tipo II. Il quadro di stringa è del tipo per montaggio a parete, realizzato in resina autoestinguente, grado di protezione IP 65, provvisto di staffe di ancoraggio e di ingressi e uscite cavi muniti di pressacavo stagno.

### 3.4 Quadro di campo

Il quadro di campo realizzerà il sezionamento delle stringhe e la protezione dell'inverter da sovratensioni indotte lato continua e conterrà, per ciascuna stringa:

- 1 dispositivo di protezione dalle sovratensioni di tipo II;
- 1 interruttore magnetotermico con  $I_n > I_{sc}$  della stringa e massima tensione superiore alla tensione a vuoto della stringa alla minima temperatura di esercizio, in questo caso 10 A / 600 V.

Il quadro di campo, da disporre in prossimità dell'inverter, sarà del tipo per montaggio a parete, realizzato in resina autoestinguente, grado di protezione IP 65, provvisto di staffe di ancoraggio e di ingressi e uscite cavi muniti di pressacavo stagno.

### 3.5 Inverter

Il gruppo di conversione scelto per questa progettazione preliminare è composto da 1 convertitore statico monofase (inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato sarà idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura

saranno compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita saranno compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione saranno:

- commutazione forzata con tecnica PWM;
- funzionamento automatico;
- grado di protezione almeno IP54;
- tipo trasformerless, per aumentare l'efficienza di conversione, dotato di RMCU (residual current monitoring unit);
- ingressi indipendenti per le due stringhe, con inseguimento MPPT indipendente;
- provvisto di sistema di interfaccia conforme a CEI 0-16 e alle indicazioni del gestore di rete (inverter presente nell'elenco "DISPOSITIVI COLLEGABILI ALLA RETE BT DI ENEL DISTRIBUZIONE");
- disponibilità di informazioni di allarme e di misura sul display integrato;
- possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati (tramite interfaccia RS232, RS485 o Bluetooth);
- conformità alle normative vigenti per il funzionamento in connessione alla rete, la sicurezza e la compatibilità elettromagnetica;
- marcatura CE;

I dati elettrici e meccanici dell'inverter scelto per la progettazione preliminare (marca SMA modello SB 5000 TL) sono riportate nella tabella seguente:

Caratteristiche di input	
Tensione massima a circuito aperto	550 V
Range di tensione di funzionamento MPPT	175...440 V
Tensione di avviamento	150 V
Corrente massima per ingresso MPPT	15 A
Potenza CC max	5300 W

Caratteristiche di output	
Potenza nominale	4600 W
Tensione nominale	230 V, +15 / -20 %
Corrente massima	22 A
Fattore di distorsione della corrente d'uscita	< 3,5 %
Frequenza	50 Hz
Fattore di potenza	~ 1
Efficienza massima	> 96,5 %

Caratteristiche fisiche	
Grado di protezione secondo DIN EN 60529	≥ IP54
Larghezza	470 mm

Altezza	445 mm
Profondità	180 mm
Peso	25 kg
Temperatura esercizio	- 25...+ 60 °C

**Tabella 1                      Caratteristiche dell'inverter**

L'inverter sarà inoltre munito in ingresso di protezione contro le sovratensioni, contro l'inversione della polarità e di dispositivo di controllo dell'isolamento.

La dichiarazione di conformità del prodotto alle normative applicabili, con riferimento alle prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto, è rilasciata dal costruttore.

### **3.6 Quadro ac**

Il quadro ac, posto a valle del gruppo di conversione, realizzerà il sezionamento dell'impianto di produzione dalla rete e dai carichi passivi dell'edificio e la protezione dell'inverter dalle sovratensioni provenienti dalla rete.

- 1 fusibile 25A / 400 Vac;
- 1 interruttore magnetotermico-differenziale 25A /0,3A classe B, sensibile alla corrente continua;
- 1 dispositivo di protezione dalle sovratensioni di tipo II.

Il quadro di campo è del tipo per montaggio a parete, realizzato in resina autoestinguente, grado di protezione IP 65, provvisto di staffe di ancoraggio e di ingressi e uscite cavi muniti di pressacavo stagno.

Esso sarà disposto in prossimità dell'inverter e, possibilmente, del quadro generale dell'edificio.

Si noti che il valore di  $I_n$  e  $I_d$  per il magnetotermico-differenziale è puramente indicativo in quanto relativo all'inverter scelto per la stesura di questo progetto preliminare. Questi valori, oltre che la tipologia del differenziale e la curva caratteristica dell'interruttore automatico, in fase di esecuzione dovranno essere dimensionati in funzione dell'inverter effettivamente utilizzato.

### **3.7 Sistema di monitoraggio**

Il sistema di controllo e monitoraggio permette di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (tensione, corrente, potenza, etc..) di ciascun inverter.

È possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

Per questo impianto si è previsto di utilizzare il sistema di monitoraggio fornito dalla lettura tramite RS232/RS485/Ethernet dei dati forniti sul display dell'inverter da PC che utilizza un software dedicato o apposita applicazione via web. Il controllo si basa sulla lettura periodica dei dati e delle segnalazioni di malfunzionamento fornite dall'inverter e attraverso la possibilità di memorizzare e analizzare, in forma tabellare e grafica, dati statistici su periodi di lunghezza variabile

### 3.8 Dispositivi per il collegamento alla rete bt

Il dispositivo generale è costituito dall'interruttore magnetotermico differenziale posto a valle del contatore dell'edificio e che seziona l'intero impianto elettrico (impianto di produzione + carichi passivi) dalla rete del gestore contenuto nel Quadro generale dell'edificio.

I dispositivi di generatore e d'interfaccia saranno interni all'inverter, che dovrà risultare nell'elenco dei dispositivi collegabili alla rete bt di Enel Distribuzione.

## 4 Verifiche

Ipotizzando temperature minima e massima dei moduli rispettivamente pari a  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $+70^{\circ}\text{C}$  e tenuto conto che la temperatura relativa alle condizioni di prova standard è di  $25^{\circ}\text{C}$ , è stata calcolata la variazione della tensione del campo fotovoltaico rispetto alle condizioni standard, facendo uso dei coefficienti di variazione della tensione con la temperatura forniti dal costruttore dei moduli:

Tensione a vuoto massima	462,5 V
Tensione MPP minima	285,5 V
Tensione MPP massima	377,9 V

Ai fini della sicurezza ed in modo cautelativo, si assume per la scelta dei componenti dell'impianto il valore maggiore tra la tensione a vuoto massima ed il 120 % della tensione a vuoto del campo. Nel caso specifico la tensione di riferimento risulta essere pari a 491,0 V. Sempre ai fini della sicurezza ed in modo cautelativo, il valore massimo della corrente di cortocircuito è posto pari a 1,25 volte la corrente di cortocircuito dei moduli (10,5 A).

Pertanto il corretto accoppiamento campo fv – inverter risulta verificato in quanto:

- la massima tensione a vuoto del campo fv è inferiore alla massima tensione in ingresso sopportata dall'inverter

$$491,0 \text{ V} < 550 \text{ V}$$

- la tensione minima del campo fv non è inferiore al valore minimo del range di tensione di funzionamento MPPT dell'inverter

$$285,5 \text{ V} > 175 \text{ V}$$

- la tensione massima del campo fv non è superiore al valore massimo del range di tensione di funzionamento MPP dell'inverter

$$377,9 \text{ V} < 440 \text{ V}$$

- la corrente di corto circuito massima della stringa non è superiore a quella massima sopportabile in ingresso dall'inverter

$$10,5 \text{ A} < 15 \text{ A}$$

La portata di corrente dei cavi lato continua, pari a 55 A (a  $60^{\circ}\text{C}$ ) per il tratto di sezione minore, è ampiamente superiore alla corrente di corto circuito massima della stringa (pari a 8,37 A) e rimane maggiore di essa anche considerando una riduzione di portata dei cavi pari al 50 % a causa delle condizioni di posa.



La portata di corrente dei cavi lato alternata, pari a 88 A (a 30 °C e in aria libera) è ampiamente superiore alla corrente nominale di uscita dell'inverter (pari a 22 A) e rimane maggiore di essa anche considerando una riduzione di portata dei cavi pari al 50 % a causa delle condizioni di posa.

La scelta dell'interruttore magnetotermico di protezione dell'impianto lato alternata è stata effettuata in modo tale che fosse garantita la protezione dei cavi, in funzione delle seguenti relazioni:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 I_z$$

dove:  $I_b = 22$  A è corrente d'impiego della linea;  
 $I_n = 25$  A è la corrente nominale dell'interruttore;  
 $I_z = 44$  A è la portata dei cavi (riduzione del 50 % per le condizioni di posa);  
 $I_f = 36,25$  A è la corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore automatico.

La prima relazione risulta immediatamente verificata dai valori di corrente dei componenti dell'impianto, la seconda relazione è automaticamente soddisfatta con l'uso di interruttori magnetotermici a norma CEI 23.3 o CEI 17.5, in quanto risulta  $I_f = 1,45 I_n$ .

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse.

L'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

**a)  $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$**

in cui:

- $P_{cc}$  è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;
- $P_{nom}$  è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- $I$  è l'irraggiamento [ $W/m^2$ ] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del 3%;
- $I_{STC}$ , pari a  $1000 W/m^2$ , è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;
- Tale condizione deve essere verificata per  $I > 600 W/m^2$ .

**b)  $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$**

in cui:

- $P_{ca}$  è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2%.

## 5 Calcolo della producibilità dell'impianto

### Dati di progetto

Località	Terme Vigliatore (Me)
Latitudine	38° 13'
Longitudine	15° 14'
Altitudine s.l.m.	24 m
Temperatura esterna min – max	0 – 40 °C
Orientamento del piano dei moduli fotovoltaici	sud
Inclinazione rispetto al piano orizzontale	5°
Numero dei moduli fotovoltaici	78
Superficie complessiva del generatore fotovoltaico	88 m <sup>2</sup>

**Tabella 2 Dati di progetto**

Per la località in oggetto, l'applicazione della norme UNI 10349 e UNI 8477, porta ai seguenti risultati:

Località:	Terme Vigliatore	Albedo:	0,2
Latitudine:	38°13' Nord	Orizzonte:	vuoto
		Inclinazione:	5°
		Azimut:	0° Sud
Mese	Radiazione sul piano orizzontale	Radiazione sul piano inclinato	
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	
Gennaio	2,11	3,22	
Febbraio	3,25	4,51	
Marzo	4,36	5,23	
Aprile	5,19	5,39	
Maggio	6,22	5,88	
Giugno	6,78	6,13	
Luglio	6,64	6,12	
Agosto	6,03	6,03	
Settembre	4,89	5,55	
Ottobre	3,61	4,78	
Novembre	2,50	3,78	
Dicembre	2,03	3,28	
<b>Media</b>	4,47	4,99	
<b>Media anno (H)</b>	1.630,67	1.822,82	

**Tabella 3 Radiazione solare giornaliera – Norma UNI 10349**

Per il calcolo della radiazione sul piano inclinato è stato utilizzato un coefficiente di albedo pari a 0,2. I valori ottenuti sono da considerarsi medi su un numero significativo di annualità. Il quantitativo ideale di energia ottenibile dal generatore fotovoltaico è pari al prodotto tra la radiazione disponibile per unità di superficie (misurata, ad esempio, in kWh/m<sup>2</sup>), la superficie del generatore stesso ed il rendimento dei moduli  $\eta$ .

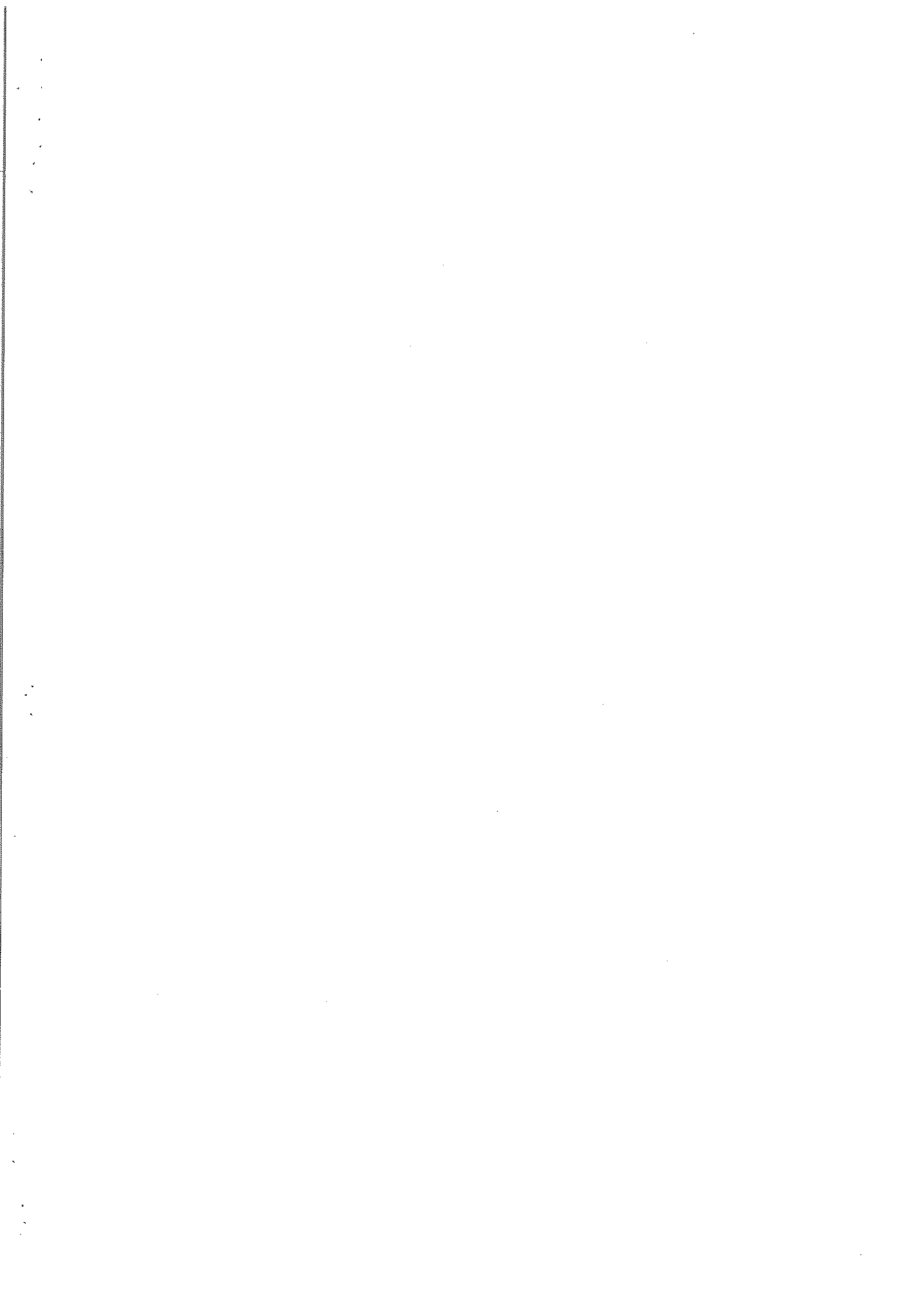
Se si assume come efficienza operativa media annuale dell'impianto  $\eta_{oma} = 82\%$  dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico (tenendo conto anche dei periodi di non funzionamento) si ottiene una produzione media annua di energia pari a:

$E_{ac} = 7.892$  kWh/anno  
pari a 1.495 kWh per kWp installato.

## 6 Normativa e documenti di riferimento

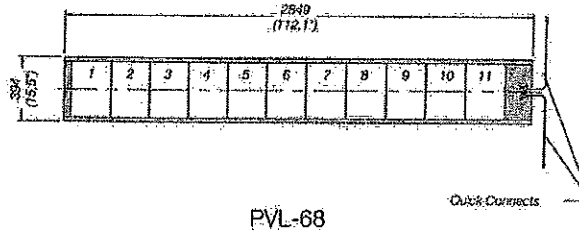
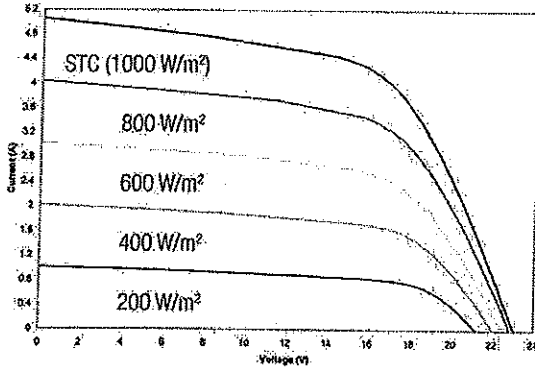
La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

- 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 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;



CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;  
UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;  
CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;  
IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.  
DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;  
Legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni, per la sicurezza elettrica.  
Deliberazione AEEG 28/06: Condizioni tecnico economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20 kW, ai sensi dell'articolo 6 del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387;  
Delibera AEEG 89/07: Condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale ad 1 kV;  
Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione (ed. 1.1 dicembre 09).

Curve caratteristiche U-I con diverse livelli di irraggiamento, con AM1.5 e temperatura celle di 25 °C



**Specifiche elettriche**

**STC**

(condizioni di verifica standard)  
(1000 W/m<sup>2</sup>, AM1.5, temperatura celle 25 °C)

Potenza nominale massima (P<sub>max</sub>): 68 Wp  
Tensione con P<sub>max</sub> (V<sub>mp</sub>): 16,5 V  
Corrente con P<sub>max</sub> (I<sub>mp</sub>): 4,1 A  
Corrente di corto circuito (I<sub>sc</sub>): 5,1 A  
Tensione a circuito aperto (V<sub>oc</sub>): 23,1 V  
Corrente consentita tramite fusibile: 8 A

**Coefficienti di temperatura**

(con AM1.5, potenza di irraggiamento 1000 W/m<sup>2</sup>)

Coefficiente di temperatura I<sub>sc</sub>: 5,1 mA/K (0,10 %/°C)  
Coefficiente di temperatura V<sub>oc</sub>: -88 mV/K (-0,38 %/°C)  
Coefficiente di temperatura P<sub>max</sub>: -143 mW/K (-0,21 %/°C)

Tutti i dati di misura in mm.  
Conversione in pollici tra parentesi  
Tolleranze: lunghezza: ± 5 mm (1/4"), larghezza: ± 3 mm (1/8")

**NOCT**

(Nominal Operating Cell Temperature)  
(800 W/m<sup>2</sup>, AM1.5, vento 1 m/sec.)

Potenza nominale massima (P<sub>max</sub>): 53 Wp  
Tensione con P<sub>max</sub> (V<sub>mp</sub>): 15,4 V  
Corrente con P<sub>max</sub> (I<sub>mp</sub>): 3,42 A  
Corrente di corto circuito (I<sub>sc</sub>): 4,1 A  
Tensione a circuito aperto (V<sub>oc</sub>): 21,1 V  
NOCT: 46 °C

Coefficiente di temperatura I<sub>mp</sub>: 4,1 mA/K (0,10 %/°C)  
Coefficiente di temperatura V<sub>mp</sub>: -51 mV/K (-0,31 %/°C)

**Note:**

- Nelle prime 8-10 settimane di funzionamento, i parametri elettrici superano i valori specificati. La potenza può risultare più alta di circa il 15 % (tensione di esercizio dell'11 % e corrente di esercizio del 4 %).
- Le specifiche elettriche (± 5%) si riferiscono a misurazioni eseguite in condizioni di verifica standard (potenza di irraggiamento 1000 W/m<sup>2</sup>, AM1.5, temperatura celle 25 °C) dopo la stabilizzazione.
- Con temperature basse, influssi spettrali e di altro tipo, la potenza effettiva può differire fino al 10 % dalla potenza nominale. In base alla classe di protezione di verifica del TÜV Rheinland la tensione a vuoto non può superare 1000 VDC. In base alla norma UL non più di 600 VDC.
- Le specifiche sono soggette a modifiche.

Il vostro distributore UNI-SOLAR®

**Sede centrale Vendite e Produzione**  
United Solar Ovonic LLC  
3800 Lapeer Rd.,  
Auburn Hills, MI 48326 USA  
Numero verde:  
+1.800.843.3892  
Tel: +1.248.475.0100  
Fax: +1.248.364.0510  
info@uni-solar.com

**Ufficio Vendite Europa**  
United Solar Ovonic  
Europe GmbH  
Trakheiner Strasse 7-9  
D-60487 Frankfurt/Main  
Germania  
Tel: +49.69.7137667.0  
Fax: +49.69.7137667.67  
europeinfo@uni-solar.com

**Ufficio Vendite Sud Europa**  
United Solar Ovonic  
Europe GmbH  
c/o Via Monte Baldo, 4  
I-37069 Villafranca (VR)  
Italia  
Tel: +39.045.6838165  
Cell: +39.346.7204844  
italyinfo@uni-solar.com

**Ufficio Vendita Spagna e Portogallo**  
United Solar Ovonic  
Europe GmbH  
c/o Velazquez 99-1C  
E-28006 Madrid  
Spagna  
Tel: +34.91.4116133  
Cell: +34.606.584252  
spaininfo@uni-solar.com

www.uni-solar.com

Una società affiliata di Energy Conversion Devices, Inc.  
(Nasdaq: ENER)

## Laminati fotovoltaici flessibili Serie PVL

### Modello: PVL-68

- Produzione d'energia elevata anche con alta temperatura e basso irraggiamento
- 20 anni di garanzia sull'80 % della potenza nominale
- Cavi con connettori rapidi in alto o cavi in basso per scatola di giunzione Multi-Contact
- Diodi bypass per maggiore tolleranza all'ombreggiamento
- Certificazione UL per una tensione di sistema fino a 600 VDC
- Conforme a tutti i requisiti della certificazione IEC 61646

#### Caratteristiche di potenza:

Potenza nominale ( $P_{nom}$ ): 68 Wp  
 Tolleranza di produzione:  $\pm 5\%$

#### Dati tecnici

Dimensioni: lunghezza: 2849 mm (112,1"), larghezza: 394 mm (15,5"),  
 spessore: 4 mm (0,2"), 16 mm (0,6") inclusa cavi di uscita in alto.

Peso: 3,9 kg (8,7 lbs)

#### Collegamento

elettrico: cavi in alto:  $\sim 2,5 \text{ mm}^2$  - lunghezza 560 mm (22") con connettori MC® preassemblati o cavi in basso: lunghezza 116 mm (4") per fissaggio con scatola di giunzione Multi-Contact (non assemblata)


Diodi bypass: collegati in parallelo tra ogni singola cella solare

Incapsulamento: polimero ETFE (p.es. Tefzel®) ad alta trasparenza e resistente agli raggi UV e agli agenti atmosferici

Adesivo: Copolimero di etilen-propilene (sigillante tipo butilico)

Tipo di cella: 22 celle solari Tripla Giunzione di silicio amorfo, 356 x 239 mm (14" x 9,4") collegate in serie

#### Certificazione e sicurezza

 Certificazione UL del laboratorio di prova statunitense Underwriter's Laboratories per la sicurezza elettrica (per applicazioni di sistema fino a 600 VDC) e la protezione antincendio (classe di resistenza al fuoco A per inclinazione massima 2/12, classe di resistenza al fuoco B per inclinazione massima 3/12 e classe di resistenza al fuoco C per inclinazione illimitata). Classe di protezione II fino a 1000 VDC (TUV) ottenibile.

#### Configurazione elettrica standard dei laminati

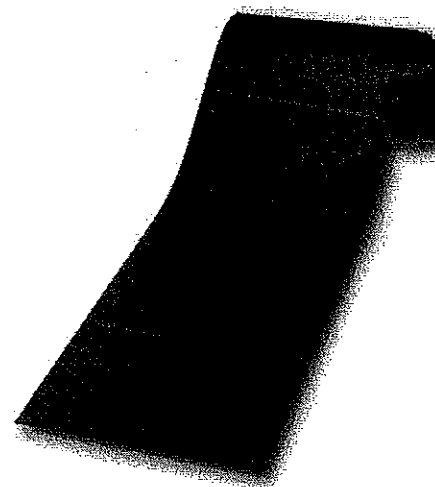
Laminati fotovoltaici flessibili con cavi di uscita preassemblati in alto con connettori rapidi Multi-Contact (MC®).

#### Configurazione opzionale:

Laminato con cavi in basso e scatola di giunzione Multi-Contact (MC®) non assemblata.

#### Criteri applicativi

- Applicazione per coperture nuove o coperture da ristrutturare
- Applicazione dei laminati solo tramite clienti OEM autorizzati su
- Lamiera in acciaio rivestito in lega di alluminio e zinco (tipo Aluzinc®, Galvalume® o Zinalume®) con verniciatura PVDF
- Lamiera con superficie piana (senza nervatura o sagomatura)
- Larghezza minima della lamiera d'acciaio: 400 mm (16")
- Temperatura per l'accoppiamento tra 10 °C e 40 °C (50 °F - 100 °F)
- Temperatura massima del tetto 85 °C (185 °F)
- Inclinazione minima 1:12 (5°)
- Inclinazione massima 21:12 (60°)
- Le istruzioni per l'installazione del produttore del materiale di supporto omologato e i metodi d'installazione sono tassativi



Flessibile



Leggero



Senza vetro



Lunga durata



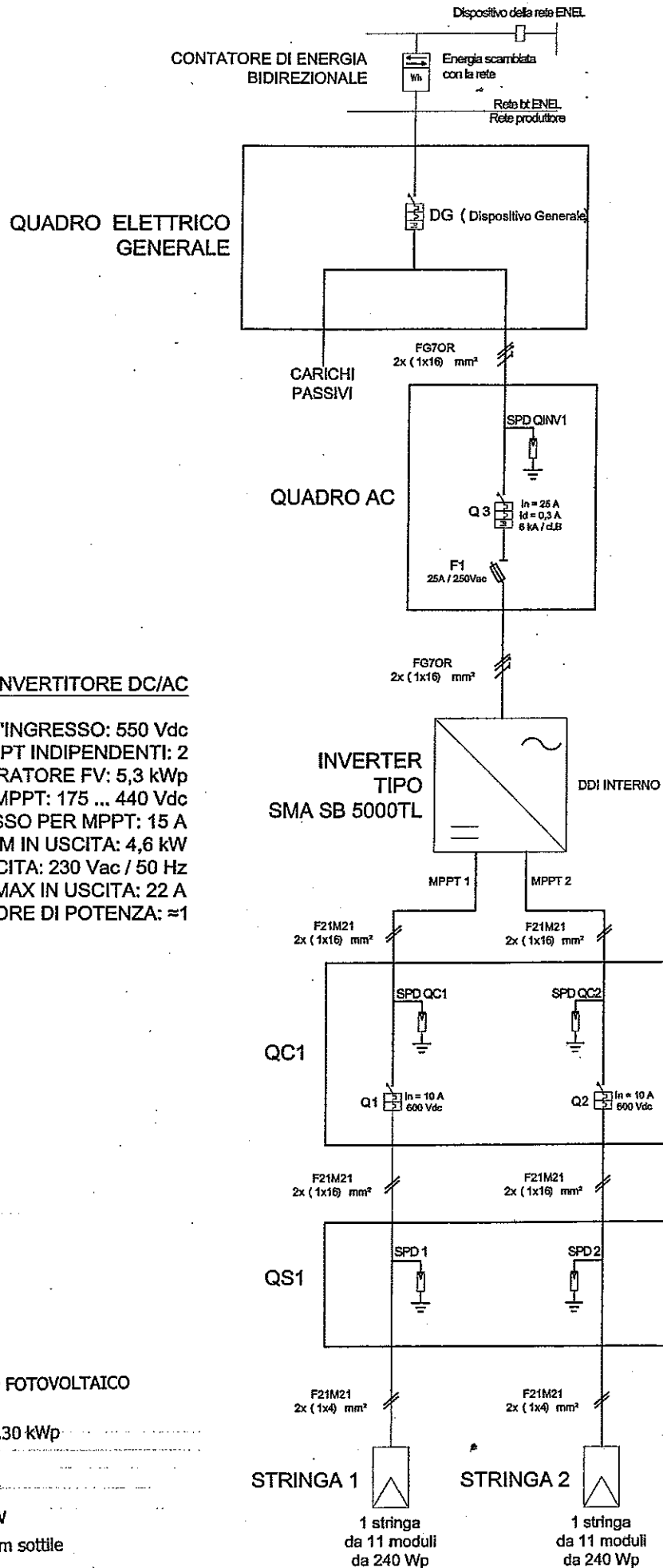
Tolleranza agli ombreggiamenti



Basso coefficiente di temperatura

UNI-SOLAR  
PVL-68

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA 5,28 kW



## CARATTERISTICHE CONVERTITORE DC/AC

TENSIONE MAX D'INGRESSO: 550 Vdc  
 NR. MPPT INDIPENDENTI: 2  
 POTENZA GENERATORE FV: 5,3 kWp  
 RANGE TENSIONE MPPT: 175 ... 440 Vdc  
 CORRENTE MAX IN INGRESSO PER MPPT: 15 A  
 POTENZA NOM IN USCITA: 4,6 kW  
 TENSIONE NOM IN USCITA: 230 Vac / 50 Hz  
 CORRENTE MAX IN USCITA: 22 A  
 FATTORE DI POTENZA: ≈1

## CARATTERISTICHE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

Potenza nominale del campo: 5,30 kWp  
 Stringhe: 2  
 N. moduli per stringa: 36  
 Potenza nominale modulo: 68 W  
 Tipo modulo: silicio amorfo a film sottile