



CITTA' DI
CAPACCIO PAESTUM

LAVORI FINALIZZATI ALLA REALIZZAZIONE DI UN CINEMATEATRO

COMUNALE EX CINEMA MIRIAM

SALA POLIFUNZIONALE DA ADIBIRE A CINEMA, TEATRO, SALA CONFERENZE ED ATTIVITA' COMMERCIALI

Loc. Capaccio Scalo - Piazza Santini

Progetto DEFINITIVO VARIANTE

INTEGRAZIONE
IN RISCONTRO ALLA COMUNICAZIONE DELLA
SOPRINTENDENZA A.B.A.P. prot. Cl. 34.43.01/68.48/201

Committente

Città di Capaccio Paestum

(Provincia di Salerno)

Sindaco

Avv. Francesco ALFIERI

Elaborato: IMPIANTO FOTOVOLTAICO E SOLARE TERMICO

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOL. E SOLARE TERMICO

Il Progettista

Ing. Christian FRANCO

R.U.P.

Ing. Giovanni Vito BELLO



IL RESPONSABILE DELL'AREA

Ing. Christian Franco



NORMATIVA E LEGGI 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 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle Imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti MT e AT delle Imprese distributrici di energia elettrica;
- Deliberazione AEEG 84/2012/R/EEL: Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico Nazionale;
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): 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 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie composta da:
 - CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
 - CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
 - CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD);
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- 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 EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini serie composta da:
 - CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
 - CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
 - CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
 - CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61173 (CEI 82-4): Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): 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.
- D.M. 37/2008 e successive modificazioni per la sicurezza elettrica.

- D. Lgs. 09/04/08 n° 81 Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, purché vigenti al momento della pubblicazione del presente elaborato, anche se non espressamente richiamate, si considerano applicabili.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE***Considerazioni generali***

L'irraggiamento sulla superficie captante sarà calcolato sulla base dei dati radiometrici esistenti, utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento i dati contenuti nell'archivio UNI 10349 per il Comune di Capaccio Paestum.

Il sistema sarà progettato in modo tale che la potenza in corrente continua fornita dal generatore fotovoltaico sia superiore all'85% della potenza nominale, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento.

Gli impianti fotovoltaici dovranno essere realizzati rispettando le seguenti condizioni:

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

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 espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

DESCRIZIONE DEL SISTEMA SOLARE FOTOVOLTAICO

I componenti di un impianto fotovoltaico connesso in rete sono:

- ❑ Campo fotovoltaico;
- ❑ Gruppo di conversione;
- ❑ Struttura di sostegno;
- ❑ Quadri elettrici;
- ❑ Cavi di cablaggio;
- ❑ Sistema di controllo e monitoraggio (SCM);
- ❑ Impianto di terra.

Campo fotovoltaico

Generatore 1

Il Generatore 1 è costituito da n. 1 inverter tipo SMA STP 10000TL-10 e n. 30 moduli tipo BISOL BMU 300 suddivisi in 2 stringhe da 15 moduli, con esposizione a 0° rispetto al sud ed inclinazione di 30° rispetto all'orizzontale.

La superficie netta occupata dal generatore è di 51,57 m².

Coefficiente di ombreggiamento: 0,95

Temperatura minima di progetto: -10°

Temperatura massima di progetto: 70°

Fattore di albedo: 0,2

Numero totale di generatori: 1

Numero totale di moduli: 30

--

La superficie netta totale dell'impianto è di circa 51,57 m².

I valori di tensione del campo fotovoltaico, alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio), rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Le stringhe di moduli saranno sezionabili mediante opportuno sezionatore, per interventi in caso di guasto, manutenzione etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante apposito scaricatore di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica e/o di manovra.

Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati nel presente progetto sono i seguenti:

1. BISOL BMU 300

Le caratteristiche tecniche dei moduli sono le seguenti:

BISOL BMU 300

Parametri elettrici:

$$V_{OC} = 41 \text{ V}$$

$$V_{MP} = 31,1 \text{ V}$$

$$I_{SC} = 9,95 \text{ A}$$

$$I_{MP} = 9,65 \text{ A}$$

$$V_{MAX} = 1000 \text{ V}$$

$$P_{MAX} = 300 \text{ Wp}$$

$$\text{Efficienza} = 17,5\%$$

Parametri meccanici:

$$\text{Dimensioni} = 1692 \times 1016 \times 156 \text{ [mm]}$$

$$\text{Peso} = 18,4 \text{ kg}$$

Gruppo di conversione

Il generatore fotovoltaico fornisce energia elettrica in corrente continua; allo scopo di far funzionare le utenze elettriche in corrente alternata sinusoidale è previsto l'uso del gruppo di conversione composto dal convertitore statico (Inverter).

Il convertitore d.c./c.a. scelto è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete dell'utente, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di tale apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete dell'utente alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione del sistema di produzione sono:

- ❑ Corrente alternata sinusoidale, stabile in tensione e frequenza;
- ❑ Ottima efficienza di conversione anche con carichi parziali;
- ❑ Elevata tolleranza ai sovraccarichi;
- ❑ Tolleranza nei confronti di fluttuazioni della tensione di accumulo;
- ❑ Stato di standby economico con rilevazione automatica del carico;
- ❑ Elevata compatibilità elettromagnetica;
- ❑ Protezione da sovratensioni improvvise;
- ❑ Basso contenuto armonico
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Gli inverter utilizzati sono i seguenti:

1. SMA STP 10000TL-10

Le caratteristiche tecniche degli inverter sono le seguenti:

SMA STP 10000TL-10

Parametri elettrici di ingresso:

$$\text{Range } V_{\text{MPPT}} = 320 - 800 \text{ [V]}$$

$$V_{\text{MAX}} = 1000 \text{ V}$$

$$N^{\circ}_{\text{MPPT}} = 2$$

$$I_{\text{MAXmppt}} = 22 \text{ A}$$

$$P_{\text{MAX}} = 10200 \text{ Wp}$$

Parametri elettrici di uscita:

$$P_{\text{NOM}} = 10000 \text{ W}$$

$$P_{\text{MAX}} = 10000 \text{ W}$$

$$I_{\text{MAX}} = 16 \text{ A}$$

$$\text{Efficienza massima} = 97,7\%$$

Parametri meccanici:

$$\text{Dimensioni} = 690 \times 665 \times 265 \text{ [mm]}$$

$$\text{Peso} = 65 \text{ kg}$$

$$\text{Grado di protezione} = \text{IP65}$$

Altre informazioni:

$$\text{Tipologia di connessione} = \text{TRIFASE}$$

$$\text{Trasformatore di isolamento} = \text{ASSENTE}$$

$$\text{Fattore di potenza} = 0,9$$

Strutture di sostegno dei moduli

I moduli dovranno essere montati su dei supporti in alluminio tipo intersol o similari. Gli ancoraggi della struttura dovranno essere in grado di resistere ad eventuali azioni ribaltanti dovute alla spinta del vento, considerando una forza orizzontale esercitata sul piano dei moduli pari a non meno di 120 kg/m².

Quadri elettrici

I quadri elettrici avranno la funzione di:

- ❑ sezionamento e protezione dei circuiti di alimentazione in corrente alternata (400/230V);
- ❑ monitoraggio, controllo e gestione.

Ciascuna morsettiera, in relazione alla funzione a cui è destinata ed alle tensioni presenti, dovrà essere separata da quelle a differente destinazione, identificata con scritte indelebili ed accessibile. La tipologia dei morsetti consentirà il serraggio dei conduttori tramite interposizione di lamella di contatto e non direttamente con vite, tale prescrizione va estesa anche ai morsetti degli interruttori.

Sia le morsettiere che i cavi di partenza dovranno essere singolarmente marcati con gli stessi riferimenti indicati negli schemi elettrici.

I quadri dovranno essere a doppio isolamento; in alternativa la linea a monte dovrà essere a doppio isolamento o ad isolamento rinforzato e dovrà implementare una protezione differenziale.

Tutti i cavi, indipendentemente dalle condizioni di posa, dovranno essere del tipo non propagante l'incendio e con tensione nominale 0,6/1 kV; I cavi che costituiscono i circuiti di emergenza e di sicurezza devono essere rispondenti alla norma CEI 20-45, ovvero del tipo non propaganti l'incendio, senza alogeni (LS0H), tensione nominale 0,6/1 kV e resistenti al fuoco secondo i metodi di prova stabiliti nelle norme CEI EN 50200 e CEI EN 50362 (ad esempio cavi FG10(O)M1).

La sezione dei conduttori sarà idonea ad assicurare la portata di corrente alle condizioni limite di temperatura previste in ambiente e comunque, non inferiore a $1,5 \text{ mm}^2$ per i circuiti di potenza e $1,5 \text{ mm}^2$ per i circuiti ausiliari.

Dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni:

- ❑ le derivazioni ai vari interruttori potranno essere effettuate mediante barrette isolate con guaina autoestinguente.
- ❑ i conduttori all'interno dei quadri dovranno essere raccolti entro canaline facilmente ispezionabili, costruite in materiale non propagante l'incendio o incombustibile, a bassa emissione di gas tossici o corrosivi;
- ❑ le morsettiere saranno del tipo a connettore a presa e spina, la parte fissa sarà montata sulla piastra di fondo, numerate, divise a gruppi e montate nella parte superiore del quadro stesso;
- ❑ sul fronte del quadro ed all'interno saranno previste, per ogni componente, le relative targhette di identificazione.

Saranno previste protezioni contro i contatti diretti ed indiretti, il corto circuito, il sovraccarico e la dispersione verso terra per ciascuna utenza.

Le protezioni di cui sopra saranno su ciascuna fase e interromperanno simultaneamente tutte le fasi del circuito. Sarà prevista la selettività globale d'intervento in tutto l'impianto.

Si precisa che ogni linea dovrà essere dotata di proprio conduttore di neutro, senza impiego di ponticelli su altri interruttori.

Ciascuna apparecchiatura componente il quadro dovrà portare la sigla di individuazione corrispondente a quella indicata sugli elaborati grafici.

I collegamenti meccanici del quadro saranno realizzati indistintamente con sistema anti-allentante.

I componenti del quadro dovranno essere connessi alla barra di terra in modo tale che la rimozione di un elemento non interrompa la continuità del circuito di protezione.

Gli interruttori dovranno essere posti in posizione verticale: con leve in posizione in alto per circuito chiuso e in basso per circuito aperto.

Le derivazioni dalle sbarre generali agli interruttori di partenza devono essere realizzate in modo che i morsetti superiori siano collegati all'alimentazione e i morsetti inferiori siano collegati all'uscita.

All'interno dei quadri elettrici saranno conservati gli schemi grafici.

Il costruttore del quadro dovrà rilasciare opportuna certificazione, secondo le norme vigenti, di rispondenza del quadro fornito, in particolare riguardo a:

- ❑ il grado di protezione contro i contatti diretti verso l'esterno;
- ❑ il grado di protezione della segregazione tra le sezioni;
- ❑ la sovratemperatura all'interno del quadro con il carico nominale previsto;
- ❑ la protezione contro i corto circuiti e la tenuta ai corto circuiti internamente al quadro.

Il quadro e le apparecchiature installate saranno dimensionate con le seguenti caratteristiche:

- ❑ tensione di alimentazione da rete: 400/230 V $\sim\pm 10\%$
- ❑ tensione di prova a frequenza industriale per 1 min.:
 - circuiti di potenza: 2500 V
 - circuiti ausiliari: 500 V
 - frequenza: 50 Hz
 - potere di interruzione degli interruttori a 400 V secondo CEI 23-3 $I_{cn} \geq 6\text{kA}$
- ❑ rispondenza normative:
 - quadro elettrico: CEI 23-51
 - interruttori: CEI 23-3
- ❑ protezione meccanica della parti attive:
 - esterna: IP 4X
 - interna: IP 20

Si prevede di installare un quadro sul lato DC per il sezionamento e la protezione delle stringhe.

Si prevede di installare un quadro sul lato AC, all'interno di una cassetta posta a valle del convertitore statico per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dall'inverter.

Cavi elettrici e di cablaggio

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi a doppio isolamento o ad isolamento rinforzato con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Sezione minima dei cavi in rame: 4 mm² per il lato DC - 1,5 mm² per il lato AC
- ❑ Cavo solare, se in esterno ed esposto ai raggi diretti del sole
- ❑ Tipo FG7, se in esterno ed al riparo dai raggi diretti del sole o in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ tipo N07V-K, se all'interno di cavidotti di edifici
- ❑ tipo FG10(O)M1 per i circuiti di emergenza e/o sicurezza

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento adeguato.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| ❑ Conduttori di protezione: | giallo-verde (obbligatorio) |
| ❑ Conduttore di neutro: | blu chiaro (obbligatorio) |
| ❑ Conduttore di fase: | grigio / marrone |
| ❑ Conduttore per circuiti in D.C.: | chiaramente siglato con indicazione del positivo con “+”
e del negativo con “-” |

I circuiti di alimentazione dovranno essere predisposti in tubazioni diverse da quelle che conterranno i circuiti di segnale.

I conduttori presenti nell'impianto dovranno essere contrassegnati mediante apposite indicazioni segnacavo, in particolare saranno poste:

- ❑ in corrispondenza ad ogni variazione di percorso;
- ❑ all'entrata ed all'uscita dalle tubazioni;
- ❑ in corrispondenza di ogni morsettiera di quadro o di utenza.

Dovrà essere prevista, all'interno delle cassette di derivazione, una lieve abbondanza di cavo, al fine di permettere il rifacimento dei terminali in caso di necessità. Le giunzioni avverranno per mezzo di idonei morsetti ed esclusivamente all'interno di cassette di derivazione ispezionabili.

La posa dei conduttori nelle rispettive canalizzazioni/tubazioni, sarà eseguita rispettando sempre le norme di buona tecnica.

In particolare, per la posa di cavi in tubazioni, dovranno essere osservate le seguenti modalità:

- ❑ il diametro interno dei tubi, sarà pari ad almeno 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuti in esso, comunque sempre non inferiore a 10 mm; in ogni caso il diametro dei tubi sarà predisposto in modo da permettere l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi senza provocarne danneggiamenti;
- ❑ il percorso dei tubi, sarà per quanto possibile, realizzato con andamento rettilineo orizzontale o verticale;
- ❑ ogni brusca deviazione sarà realizzata mediante l'utilizzo di apposite cassette di derivazione. In ogni caso tutte le curve saranno effettuate con raccordi o piegature idonee.

Cavi entro canali a sezione rettangolare:

- ❑ il rapporto tra la sezione occupata del fascio dei cavi, compattati al massimo, e la sezione interna non deve essere superiore a $\frac{1}{2}$.

Tutte le giunzioni dei conduttori saranno eseguite in apposite cassette di derivazione mediante opportuni morsetti.

La distribuzione delle canaline elettriche non dovrà interferire con la posizione di eventuali EFC (Evacuatori di Fumo e Calore) previsti e/o prevedibili.

Per la protezione contro il pericolo di innesco e la propagazione dell'incendio le condutture devono rispondere ai seguenti requisiti:

- ❑ i cavi devono avere isolanti e guaine protettive di tipo autoestinguente;
- ❑ è vietato aggraffare direttamente cavi su strutture combustibili quali pareti in legno o pannelli coibenti;
- ❑ i tubi, le scatole e le canalizzazioni dovranno essere del tipo autoestinguente.

Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il convertitore dovrà essere posto in opera con un sistema di monitoraggio e di controllo remoto.

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema dovrà permettere di analizzare l'impianto da remoto, in ogni istante, al fine di verificare la funzionalità dell'inverter installato con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc.).

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

Impianto di Messa a Terra (MAT)

L'impianto di messa a terra avrà la funzione di protezione contro i contatti diretti ed indiretti.

Lo scopo principale è quello di assicurare lo smorzamento di eventuali tensioni pericolose che dovessero presentarsi sulle parti metalliche degli apparecchi utilizzatori o su punti normalmente accessibili al contatto umano, punti che verranno connessi elettricamente all'impianto di MAT in questione.

Tutte le parti metalliche accessibili e non, gli utilizzatori presenti e quanto sia suscettibile di andare sotto tensione in caso di guasto, dovranno pertanto essere collegate all'impianti di messa a terra.

L'impianto di Terra sarà costituito dalle seguenti parti:

- ❑ Conduttori di terra;
- ❑ Conduttori equipotenziali, destinati al collegamento delle masse al fine di ottenere l'equipotenzialità con l'impianto (masse metalliche, canalizzazioni elettriche in acciaio zincato, tubazioni in acciaio etc.)
- ❑ Piastre equipotenziali in acciaio zincato ed aventi le connessioni con bullonatura in acciaio inox.

Al cavo di messa a terra si collegheranno tutte le eventuali prese e tutti gli elementi metallici presenti nel sito di installazione, attraverso dei conduttori di rame di colore giallo verde di sezione almeno pari al cavo di fase.

I collegamenti equipotenziale con l'impianto di messa a terra, dovranno essere effettuati mediante un cavo con sezione di 16 mm².

Tutte le connessioni elettriche vanno realizzate con bulloneria in acciaio inox.

La resistenza totale di MAT è sufficiente a drenare verso terra le eventuali correnti di guasto limitando le tensioni di contatto a valori mai superiori a 50 V, conformemente a quanto previsto dalle norme.

Il valore massimo della resistenza totale di terra (R_{Terra}) dovrà essere tale da verificare la seguente relazione:

$$R_{Terra} < 50 \times I_A$$

in cui I_A , nei differenziali, corrisponde alla corrente differenziale nominale di intervento I_{dn} , scelta in funzione dell'interruttore avente la corrente differenziale più elevata.

Per la protezione dai contatti diretti e indiretti e per il regolare funzionamento, l'inverter dovrà essere collegato al nodo principale dell'impianto di terra.

La protezione da eventuali componenti continue iniettate in rete, in conformità alla norma CEI 11-20, V1, è demandata al dispositivo differenziale di tipo A, così come prescritto dal costruttore del convertitore.

Le stringhe, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici, saranno sezionabili e provviste di protezioni contro le sovratensioni.

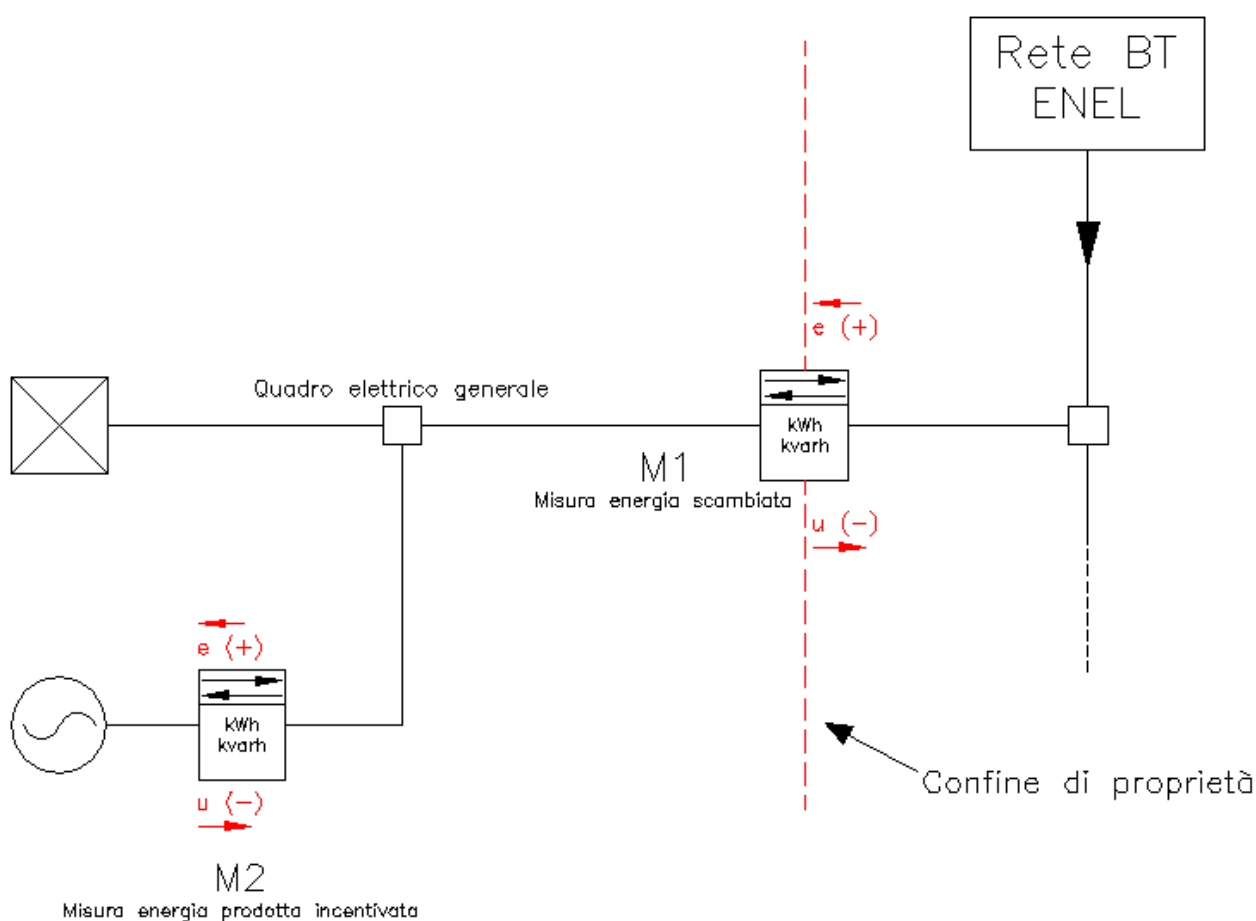
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA E SCAMBIATA CON LA RETE

I misuratori di energia prodotta saranno due:

- ❑ un contatore idoneo alla misura bidirezionale dell'energia scambiata con la rete (M1), installato presso il punto di consegna a cura del Distributore di Energia Elettrica.
- ❑ un contatore idoneo alla misura bidirezionale dell'energia (M2) con visualizzazione della quantità di energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico, installato in uscita del gruppo di conversione a cura del Distributore di Energia Elettrica.

Le predisposizioni murarie saranno a cura dell'installatore dell'impianto FV.



Schema di collegamento dei sistemi di misura ENEL presso un cliente produttore con servizio di scambio sul posto o con affidamento ad ENEL del servizio di misura dell'energia immessa e/o prelevata.

V E R I F I C A T E C N I C O - F U N Z I O N A L E

Al termine dei lavori la ditta installatrice 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) condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;

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 $\pm 3\%$;
- 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) condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

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% .

La misura della potenza P_{cc} e della potenza P_{ca} deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a $600 W/m^2$.

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a $40^\circ C$, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

a') $P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$

Ove P_{tpv} indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei

moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico P_{tpv} , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche T_{cel} , possono essere determinate da:

$$\square P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$$

oppure, nota la temperatura ambiente T_{amb} da:

$$\square P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$$

in cui:

- γ : Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a $0,4 \div 0,5 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a $40 \div 50^{\circ}\text{C}$, ma può arrivare a 60°C per moduli in vetrocamera).
- T_{amb} : Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- T_{cel} : è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

C O N C L U S I O N I

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- ❑ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/08;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore d.c./c.a. alle norme vigenti;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE