

Località :

# MASAINAS (SU)

Committente:

**COMUNE DI MASAINAS**

Utilizzatore:

Ditta Installatrice :

Progettista :

Dott. Ing. Omar Caboni  
Dott. Ing. Matteo Ferrai

## PROGETTO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICO -DISTRIBUZIONE PANNELLI

			Firma Progettista
<input checked="" type="checkbox"/> P.F.T.E	li	09/04/2026	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> PROGETTO ESECUTIVO	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> DOCUMENTAZIONE FINALE DI PROGETTO	li		<input type="text"/>

Lavoro : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Oggetto : **Relazione Tecnica**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Commessa : <b>IE26075</b>	Scala : <b>/</b>
Tecnico : <b>/</b>	Elaborato : <b>01b</b>
File : _____	

Rev.	Data	Descrizione	Approvato
1			
2			
3			
4			

--	--	--	--

Località :

MASAINAS (SU)

Committente:

**COMUNE DI MASAINAS**

Utilizzatore:

**Centro di Aggregazione  
Sociale**

Ditta Installatrice :

Progettista :

Dott. Ing. Omar Caboni  
Dott. Ing. Matteo Ferrai

PROGETTO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICO -DISTRIBUZIONE PANNELLI

			Firma Progettista
<input checked="" type="checkbox"/> P.F.T.E	li	09/04/2026	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> PROGETTO ESECUTIVO	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> DOCUMENTAZIONE FINALE DI PROGETTO	li		<input type="text"/>

Lavoro : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Oggetto : **Relazione Tecnica**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Commessa :	<b>IE26075</b>	Scala :	/
Tecnico :	/	Elaborato :	<b>01</b>
File :	_____		

Rev.	Data	Descrizione	Approvato
1			
2			
3			
4			

--	--	--	--

PROGETTO		<b>EL.Doc.01</b>
PFTE		pag. 1/54

## Sommario

Sommario.....	1
1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO.....	2
2 SITO DI INSTALLAZIONE .....	2
3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	2
4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	3
4.1 EMISSIONI .....	3
4.2 RADIAZIONE SOLARE .....	4
4.3 ESPOSIZIONI .....	5
4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI.....	6
4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE.....	7
4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO.....	8
4.4.1.3 VERIFICHE .....	9
5 Cavi elettrici e cablaggi .....	10
6 Quadri elettrici.....	10
7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA.....	11
8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM).....	11
9 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	11
10 CONCLUSIONI.....	15

## 1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

La presente relazione illustrativa descrive le caratteristiche tecniche, costruttive e prestazionali relative al progetto di installazione di un impianto solare fotovoltaico, dotato di sistema di accumulo energetico (BESS), a servizio di uno stabile di proprietà del Comune di Masainas presso lo stabile del Centro di aggregazione sociale. L'intervento è finalizzato alla riqualificazione energetica dell'edificio, all'abbattimento dei costi di approvvigionamento elettrico tramite l'autoconsumo e alla riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera.

## 2 SITO DI INSTALLAZIONE

Progetto impianto presso..VIA ALDO MORO SNC presenta le seguenti caratteristiche:

Dati relativi alla località di installazione	
Località:	Masainas 09010
Latitudine:	39°2'42.18"N
Longitudine:	8°37'41.63"E
Altitudine:	57 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349

## 3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 10349-1:2016.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento):

- in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

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. Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

## 4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La produzione fotovoltaica è affidata a n° 1 generatori fotovoltaici. La potenza di picco è di 19 kWp per una produzione di 28.120 kWh annui distribuiti su una superficie di 100 m<sup>2</sup>, inoltre verrà installata una batteria di accumulo per una capacità di 5kWh. Modalità di connessione alla rete Monofase/Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 230/400 V.

### 4.1 EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

La tabella seguente illustra la riduzione annua delle principali emissioni inquinanti e dei consumi di fonti primarie, calcolata sulla base della produzione stimata di 28.120 kWh/anno e utilizzando i fattori di conversione standard per il mix elettrico italiano (ISPRA).

Inquinante / Risorsa Evitata	Fattore di Conversione	Risparmio Annuo Stimato
Anidride Carbonica (CO <sub>2</sub> )	0,33 kg / kWh	9.280 kg (9,28 tonnellate)
Ossidi di Azoto (NO <sub>x</sub> )	0,0011 kg / kWh	30,85 kg
Anidride Solforosa (SO <sub>2</sub> )	0,0009 kg / kWh	25,29 kg
Particolato (PM <sub>10</sub> )	0,0001 kg / kWh	2,73 kg
Barili di Petrolio Equivalenti (TEP)	0,187 x 10 <sup>-3</sup> TEP / kWh	5,25 TEP
Alberi equivalenti piantati	~20 kg CO <sub>2</sub> / albero	~464 alberi

## 4.2 RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Masainas. Considerando i dati di irraggiamento solare specifici per il Comune di Masainas (dati PVGIS) e applicando un *Performance Ratio* (PR) conservativo dell'80% per tenere conto delle perdite di sistema, si stima una produzione annua di circa **28.1200 kWh**.

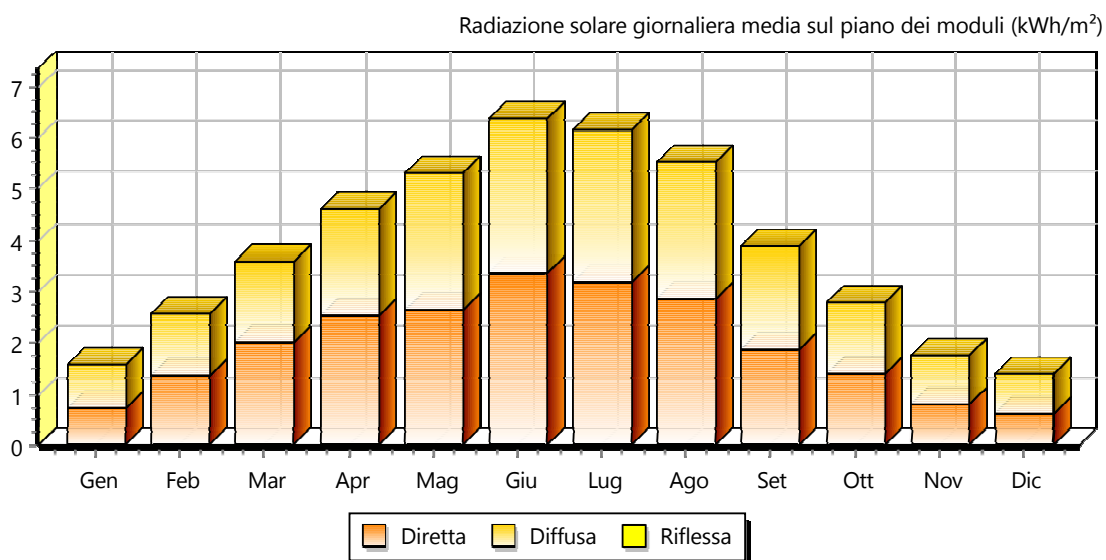
**TABELLA PRODUZIONE ENERGIA**

Mese	Irraggiamento medio [kWh/mq]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	75	1200
Febbraio	95	1500
Marzo	135	2200
Aprile	165	2600
Maggio	205	3200
Giugno	225	3500
Luglio	240	3800
Agosto	220	3600
Settembre	175	2800
Ottobre	125	2000
Novembre	85	1300
Dicembre	70	1100

### 4.3 ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuito su esposizioni SUD / SE /SW:

#### DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



PROGETTO		<b>EL.Doc.03</b>
FTE		pag. 6/54

#### 4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI

L'attivazione dell'impianto fotovoltaico avviene tramite suddivisione in 1 sezioni:

Il generatore è composto da n° 38 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

Caratteristiche del generatore fotovoltaico	
Numero di moduli:	38
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	20.00 kW
Potenza di picco:	19,00 kWp
Performance ratio:	79,8 %

Dati costruttivi dei moduli	
Costruttore:	VISSMANN
Serie / Sigla:	
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	500 Wp
Rendimento:	22,0 %
Tensione nominale:	31,9 V
Tensione a vuoto:	38,5 V
Corrente nominale:	13,5 A
Corrente di corto circuito:	14,2 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 1961 mm
Peso:	27 kg

PROGETTO		<b>EL.Doc.03</b>
FTE		pag. 7/54

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

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

#### **4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE**

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è 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 sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)

- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. 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  $\geq 90\%$  al 70% della potenza nominale.

#### 4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 500 \text{ Wp} * 38 = 19 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) si calcola come:

Perdite per ombreggiamento:	2,2 %
Perdite per aumento di temperatura:	4,0 %
Perdite di mismatching:	0,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporizia, tolleranze...):	11,2 %
Perdite per conversione:	2,6 %
Perdite totali:	20,0 %

#### 4.4.1.3 VERIFICHE

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 in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

## 5 Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

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. 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 C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

## 6 Quadri elettrici

- **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

## 7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e 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.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

## 8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, 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.

## 9 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

### 1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN IEC 61215-1 (CEI 82-58): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 1: Prescrizioni per le prove
- CEI EN IEC 61215-2 (CEI 82-61): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 2: Procedure di prova
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;

- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN IEC 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche corrente-tensione
- CEI EN IEC 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento
- CEI EN IEC 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento
- CEI EN IEC 60904-4 (CEI 82-32): Dispositivi fotovoltaici – Parte 4: Dispositivi di riferimento fotovoltaici - Procedure per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN IEC 60904-5 (CEI 82-10): Dispositivi fotovoltaici – Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ECT) di dispositivi fotovoltaici con il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN IEC 60904-7 (CEI 82-13): Dispositivi fotovoltaici – Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici
- CEI EN IEC 60904-8 (CEI 82-19): Dispositivi fotovoltaici – Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico (FV)
- CEI EN IEC 60904-9 (CEI 82-29): Dispositivi fotovoltaici – Parte 9: Classificazione delle caratteristiche dei simulatori solari
- CEI EN IEC 60904-10 (CEI 82-36): Dispositivi fotovoltaici – Parte 10: Metodi di misura della dipendenza lineare e della linearità
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## **2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici**

- CEI EN IEC 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530/A1 (CEI 82-35;V1) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- CEI EN 62116 (CEI 82-41) Procedura di prova delle misure di prevenzione dell'isola elettrica per inverter di sistemi FV interagenti con la rete pubblica

### 3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25/1 (CEI 82-25): Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica - Parte 1: Generalità - Acronimi, Definizioni e Principali Leggi, Deliberazioni e Norme
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

### 4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 62446-1 (CEI 82-46): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 1: Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - Documentazione, prove di accettazione e verifica ispettiva
- CEI EN 62446-2 (CEI 82-84): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 2: Sistemi collegati alla rete elettrica - Manutenzione di sistemi fotovoltaici
- CEI 64-8 Ed. 2024: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-145) 2019: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI EN IEC 60445 (CEI 16-2): Principi fondamentali e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione - Identificazione dei morsetti delle apparecchiature, delle estremità dei conduttori e dei conduttori
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN IEC 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)
- CEI EN IEC 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)

- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Protezione contro i fulmini, Parte 1: Principi generali
- CEI 81-3;Ab: Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI EN 50525-1/A1 (CEI 20-107) Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

## 5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

## 10 CONCLUSIONI

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico da 19 kWp con 5 kWh di accumulo per lo stabile del Comune di Masainas risulta tecnicamente fattibile e rappresenta un investimento strategico e sostenibile. Il dimensionamento proposto permette all'Amministrazione Comunale di ridurre drasticamente il prelievo di energia elettrica dalla rete, abbattendo i costi di gestione della struttura e offrendo al contempo un contributo concreto e misurabile (oltre 9,28 tonnellate di CO2 evitate all'anno) alla tutela dell'ambiente e alla transizione energetica del territorio. Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- 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 c.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.

Località :

MASAINAS (SU)

Committente:

**COMUNE DI MASAINAS**

Utilizzatore:

**Scuola Infanzia  
Via Fontana n. 6**

Ditta Installatrice :

Progettista :

Dott. Ing. Omar Caboni  
Dott. Ing. Matteo Ferrai

PROGETTO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICO -DISTRIBUZIONE PANNELLI

Firma Progettista

<input checked="" type="checkbox"/> P.F.T.E	li	09/04/2026	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> PROGETTO ESECUTIVO	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> DOCUMENTAZIONE FINALE DI PROGETTO	li		<input type="text"/>

Lavoro : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Oggetto : **Relazione Tecnica**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Commessa : <b>IE26075</b>	Scala : <b>/</b>
Tecnico : <b>/</b>	Elaborato : <b>01</b>
File : _____	

Rev.	Data	Descrizione	Approvato
1			
2			
3			
4			

PROGETTO		<b>EL.Doc.01</b>
PFTE		pag. 1/54

## Sommario

Sommario.....	1
1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO.....	2
2 SITO DI INSTALLAZIONE .....	2
3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	2
4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	3
4.1 EMISSIONI .....	3
4.2 RADIAZIONE SOLARE .....	4
4.3 ESPOSIZIONI .....	5
4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI.....	6
4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE.....	7
4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO.....	8
4.4.1.3 VERIFICHE .....	9
5 Cavi elettrici e cablaggi .....	10
6 Quadri elettrici.....	10
7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA.....	11
8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM).....	11
9 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	11
10 CONCLUSIONI.....	15

## 1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

La presente relazione illustrativa descrive le caratteristiche tecniche, costruttive e prestazionali relative al progetto di installazione di un impianto solare fotovoltaico, dotato di sistema di accumulo energetico (BESS), a servizio di uno stabile di proprietà del Comune di Masainas presso lo stabile della Scuola dell'infanzia Via Fontana n.6. L'intervento è finalizzato alla riqualificazione energetica dell'edificio, all'abbattimento dei costi di approvvigionamento elettrico tramite l'autoconsumo e alla riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera.

## 2 SITO DI INSTALLAZIONE

Progetto impianto presso Via Fontana n.6 presenta le seguenti caratteristiche:

Dati relativi alla località di installazione	
Località:	Masainas 09010
Latitudine:	39°3'6.00"N
Longitudine:	8°37'41.63"E
Altitudine:	57 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349

## 3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 10349-1:2016.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento):

- in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

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. Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

## 4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La produzione fotovoltaica è affidata a n° 1 generatori fotovoltaici. La potenza di picco è di 6 kWp per una produzione di 8.800 kWh annui distribuiti su una superficie di 85 m<sup>2</sup>, inoltre verrà installata una batteria di accumulo per una capacità di 5 kWh. Modalità di connessione alla rete Monofase/Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 230/400 V.

### 4.1 EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

La tabella seguente illustra la riduzione annua delle principali emissioni inquinanti e dei consumi di fonti primarie, calcolata sulla base della produzione stimata di 8.800 kWh/anno e utilizzando i fattori di conversione standard per il mix elettrico italiano (ISPRA).

Inquinante / Risorsa Evitata	Fattore di Conversione	Risparmio Annuo Stimato
Anidride Carbonica (CO <sub>2</sub> )	<b>0,33 kg / kWh</b>	<b>2.902 kg (2,90 tonnellate)</b>
Ossidi di Azoto (NO <sub>x</sub> )	<b>0,0011 kg / kWh</b>	<b>9,68 kg</b>
Anidride Solforosa (SO <sub>2</sub> )	<b>0,0009 kg / kWh</b>	<b>7,92 kg</b>
Particolato (PM <sub>10</sub> )	<b>0,0001 kg / kWh</b>	<b>0,88 kg</b>
Barili di Petrolio Equivalenti (TEP)	<b>0,187 x 10<sup>-3</sup> TEP / kWh</b>	<b>1,65 TEP</b>
Alberi equivalenti piantati	<b>~20 kg CO<sub>2</sub> / albero</b>	<b>~145 alberi</b>

## 4.2 RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Masainas. Considerando i dati di irraggiamento solare specifici per il Comune di Masainas (dati PVGIS) e applicando un *Performance Ratio* (PR) conservativo dell'80% per tenere conto delle perdite di sistema, si stima una produzione annua di circa **8.700 kWh**.

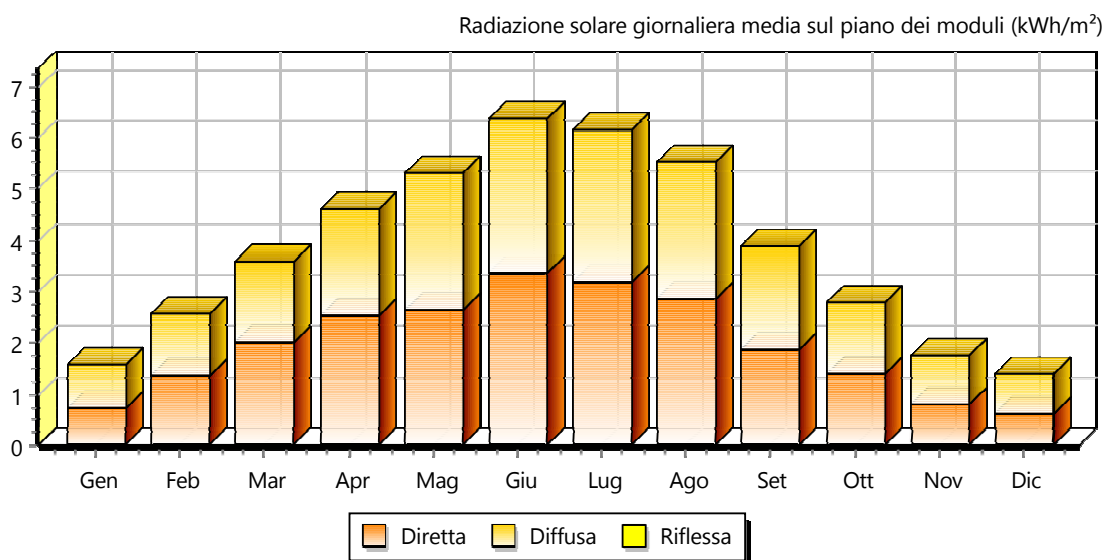
**TABELLA PRODUZIONE ENERGIA**

Mese	Irraggiamento medio [kWh/mq]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	75	390
Febbraio	95	520
Marzo	135	740
Aprile	165	870
Maggio	205	1000
Giugno	225	1040
Luglio	240	1090
Agosto	220	1000
Settembre	175	830
Ottobre	125	610
Novembre	85	650
Dicembre	70	260

### 4.3 ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuito su esposizioni SUD / SE /SW:

#### DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



PROGETTO		<b>EL.Doc.03</b>
FTE		pag. 6/54

#### 4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI

L'attivazione dell'impianto fotovoltaico avviene tramite suddivisione in 1 sezioni:

Il generatore è composto da n° 12 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

Caratteristiche del generatore fotovoltaico	
Numero di moduli:	12
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	6.00 kW
Potenza di picco:	6,00 kWp
Performance ratio:	79,8 %

Dati costruttivi dei moduli	
Costruttore:	VISSMANN
Serie / Sigla:	
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	500 Wp
Rendimento:	22,0 %
Tensione nominale:	31,9 V
Tensione a vuoto:	38,5 V
Corrente nominale:	13,5 A
Corrente di corto circuito:	14,2 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 1961 mm
Peso:	27 kg

PROGETTO		<b>EL.Doc.03</b>
FTE		pag. 7/54

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

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

#### **4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE**

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è 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 sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)

- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. 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  $\geq 90\%$  al 70% della potenza nominale.

#### 4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 500 \text{ Wp} * 12 = 6 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) si calcola come:

Perdite per ombreggiamento:	2,2 %
Perdite per aumento di temperatura:	4,0 %
Perdite di mismatching:	0,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporizia, tolleranze...):	11,2 %
Perdite per conversione:	2,6 %
Perdite totali:	20,0 %

#### 4.4.1.3 VERIFICHE

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 in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

## 5 Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

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. 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 C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

## 6 Quadri elettrici

- **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

## 7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e 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.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

## 8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, 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.

## 9 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

### 1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN IEC 61215-1 (CEI 82-58): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 1: Prescrizioni per le prove
- CEI EN IEC 61215-2 (CEI 82-61): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 2: Procedure di prova
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;

- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN IEC 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche corrente-tensione
- CEI EN IEC 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento
- CEI EN IEC 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento
- CEI EN IEC 60904-4 (CEI 82-32): Dispositivi fotovoltaici – Parte 4: Dispositivi di riferimento fotovoltaici - Procedure per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN IEC 60904-5 (CEI 82-10): Dispositivi fotovoltaici – Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ECT) di dispositivi fotovoltaici con il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN IEC 60904-7 (CEI 82-13): Dispositivi fotovoltaici – Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici
- CEI EN IEC 60904-8 (CEI 82-19): Dispositivi fotovoltaici – Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico (FV)
- CEI EN IEC 60904-9 (CEI 82-29): Dispositivi fotovoltaici – Parte 9: Classificazione delle caratteristiche dei simulatori solari
- CEI EN IEC 60904-10 (CEI 82-36): Dispositivi fotovoltaici – Parte 10: Metodi di misura della dipendenza lineare e della linearità
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## **2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici**

- CEI EN IEC 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530/A1 (CEI 82-35;V1) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- CEI EN 62116 (CEI 82-41) Procedura di prova delle misure di prevenzione dell'isola elettrica per inverter di sistemi FV interagenti con la rete pubblica

### 3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25/1 (CEI 82-25): Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica - Parte 1: Generalità - Acronimi, Definizioni e Principali Leggi, Deliberazioni e Norme
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

### 4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 62446-1 (CEI 82-46): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 1: Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - Documentazione, prove di accettazione e verifica ispettiva
- CEI EN 62446-2 (CEI 82-84): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 2: Sistemi collegati alla rete elettrica - Manutenzione di sistemi fotovoltaici
- CEI 64-8 Ed. 2024: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-145) 2019: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI EN IEC 60445 (CEI 16-2): Principi fondamentali e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione - Identificazione dei morsetti delle apparecchiature, delle estremità dei conduttori e dei conduttori
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN IEC 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)
- CEI EN IEC 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)

- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Protezione contro i fulmini, Parte 1: Principi generali
- CEI 81-3;Ab: Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI EN 50525-1/A1 (CEI 20-107) Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

## 5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

## 10 CONCLUSIONI

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico da 6 kWp con 5 kWh di accumulo per lo stabile del Comune di Masainas risulta tecnicamente fattibile e rappresenta un investimento strategico e sostenibile. Il dimensionamento proposto permette all'Amministrazione Comunale di ridurre drasticamente il prelievo di energia elettrica dalla rete, abbattendo i costi di gestione della struttura e offrendo al contempo un contributo concreto e misurabile (oltre 2,90 tonnellate di CO2 evitate all'anno) alla tutela dell'ambiente e alla transizione energetica del territorio. Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- 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 c.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.

Località :

MASAINAS (SU)

Committente:

**COMUNE DI MASAINAS**

Utilizzatore:

**Scuola Primaria  
Via Municipio 27**

Ditta Installatrice :

Progettista :

Dott. Ing. Omar Caboni  
Dott. Ing. Matteo Ferrai

PROGETTO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICO -DISTRIBUZIONE PANNELLI

Firma Progettista

<input checked="" type="checkbox"/> P.F.T.E	li	09/04/2026	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> PROGETTO ESECUTIVO	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> DOCUMENTAZIONE FINALE DI PROGETTO	li		<input type="text"/>

Lavoro : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Oggetto : **Relazione Tecnica**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Commessa : **IE26075**

Scala : **/**

Tecnico : **/**

Elaborato : **01**

File : \_\_\_\_\_

Rev.	Data	Descrizione	Approvato
1			
2			
3			
4			

PROGETTO		<b>EL.Doc.01</b>
PFTE		pag. 1/54

## Sommario

Sommario.....	1
1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO.....	2
2 SITO DI INSTALLAZIONE .....	2
3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	2
4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	3
4.1 EMISSIONI .....	3
4.2 RADIAZIONE SOLARE .....	3
4.3 ESPOSIZIONI .....	5
4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI.....	6
4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE.....	7
4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO.....	8
4.4.1.3 VERIFICHE .....	9
5 Cavi elettrici e cablaggi .....	9
6 Quadri elettrici.....	10
7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA.....	10
8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM).....	10
9 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	11
10 CONCLUSIONI.....	14

## 1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

La presente relazione illustrativa descrive le caratteristiche tecniche, costruttive e prestazionali relative al progetto di installazione di un impianto solare fotovoltaico, dotato di sistema di accumulo energetico (BESS), a servizio di uno stabile di proprietà del Comune di Masainas presso lo stabile della Scuola Primaria-Elementare Via Municipio n.27. L'intervento è finalizzato alla riqualificazione energetica dell'edificio, all'abbattimento dei costi di approvvigionamento elettrico tramite l'autoconsumo e alla riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera.

## 2 SITO DI INSTALLAZIONE

Progetto impianto presso VIA MUNICIPIO 27 presenta le seguenti caratteristiche:

Dati relativi alla località di installazione	
Località:	Masainas 09010
Latitudine:	39°34.93"N
Longitudine:	8°37'51.61"E
Altitudine:	57 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349

## 3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 10349-1:2016.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento):

- in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

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. Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

## 4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La produzione fotovoltaica è affidata a n° 1 generatori fotovoltaici. La potenza di picco è di 10 kWp per una produzione di 14.800 kWh annui distribuiti su una superficie di 70 m<sup>2</sup>, inoltre verrà installata una batteria di accumulo per una capacità di 10 kWh. Modalità di connessione alla rete Monofase/Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 230/400 V.

### 4.1 EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

La tabella seguente illustra la riduzione annua delle principali emissioni inquinanti e dei consumi di fonti primarie, calcolata sulla base della produzione stimata di 14.800 kWh/anno e utilizzando i fattori di conversione standard per il mix elettrico italiano (ISPRA).

Inquinante / Risorsa Evitata	Fattore di Conversione	Risparmio Annuo Stimato
Anidride Carbonica (CO <sub>2</sub> )	<b>0,33 kg / kWh</b>	<b>4.884 kg (4,88 tonnellate)</b>
Ossidi di Azoto (NO <sub>x</sub> )	<b>0,0011 kg / kWh</b>	<b>16,28 kg</b>
Anidride Solforosa (SO <sub>2</sub> )	<b>0,0009 kg / kWh</b>	<b>13,32 kg</b>
Particolato (PM <sub>10</sub> )	<b>0,0001 kg / kWh</b>	<b>1,48 kg</b>
Barili di Petrolio Equivalenti (TEP)	<b>0,187 x 10<sup>-3</sup> TEP / kWh</b>	<b>2,76 TEP</b>
Alberi equivalenti piantati	<b>~20 kg CO<sub>2</sub> / albero</b>	<b>~244 alberi</b>

### 4.2 RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Masainas. Considerando i dati di irraggiamento solare specifici per il Comune di Masainas (dati PVGIS) e

applicando un *Performance Ratio* (PR) conservativo dell'80% per tenere conto delle perdite di sistema, si stima una produzione annua di circa **14.800 kWh**.

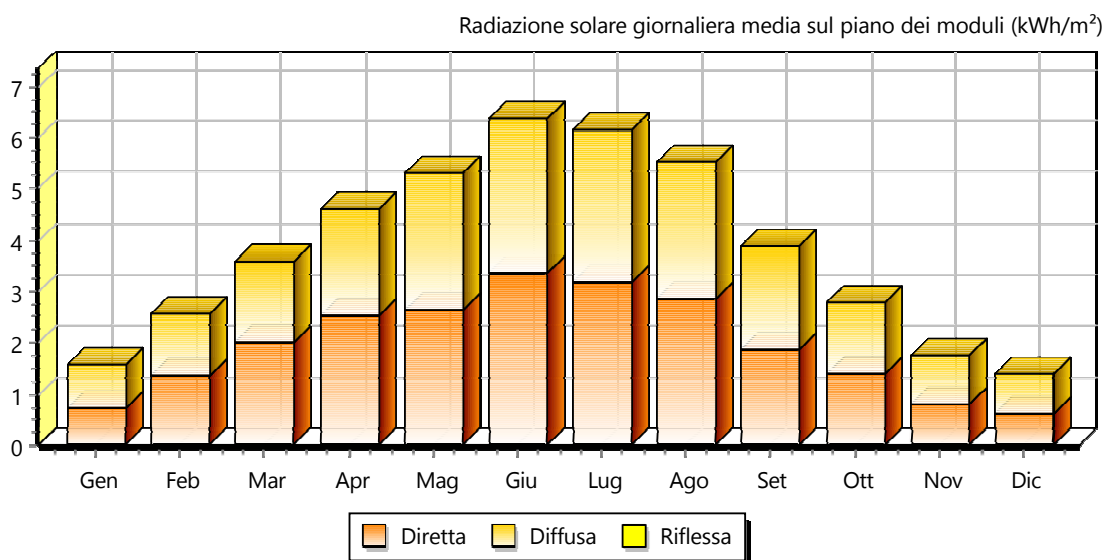
### TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Irraggiamento medio [kWh/mq]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	75	650
Febbraio	95	850
Marzo	135	1200
Aprile	165	1450
Maggio	205	1650
Giugno	225	1750
Luglio	240	1850
Agosto	220	1650
Settembre	175	1350
Ottobre	125	1000
Novembre	85	600
Dicembre	70	500

### 4.3 ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuito su esposizioni SUD / SE /SW:

#### DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



#### 4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI

L'attivazione dell'impianto fotovoltaico avviene tramite suddivisione in 1 sezioni:

Il generatore è composto da n° 20 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

Caratteristiche del generatore fotovoltaico	
Numero di moduli:	20
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	10.00 kW
Potenza di picco:	10,00 kWp
Performance ratio:	79,8 %

Dati costruttivi dei moduli	
Costruttore:	VIESSMANN
Serie / Sigla:	
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	500 Wp
Rendimento:	22,0 %
Tensione nominale:	31,9 V
Tensione a vuoto:	38,5 V
Corrente nominale:	13,5 A
Corrente di corto circuito:	14,2 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 1961 mm
Peso:	27 kg

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

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

#### **4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE**

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è 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 sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. 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  $\geq 90\%$  al 70% della potenza nominale.

#### 4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 500 \text{ Wp} * 20 = 10 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) si calcola come:

Perdite per ombreggiamento:	2,2 %
Perdite per aumento di temperatura:	4,0 %
Perdite di mismatching:	0,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	11,2 %
Perdite per conversione:	2,6 %
Perdite totali:	20,0 %

#### 4.4.1.3 VERIFICHE

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 in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

## 5 Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

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. 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 C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

## 6 Quadri elettrici

- **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

## 7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e 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.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

## 8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, 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.

## 9 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

### 1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN IEC 61215-1 (CEI 82-58): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 1: Prescrizioni per le prove
- CEI EN IEC 61215-2 (CEI 82-61): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 2: Procedure di prova
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN IEC 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche corrente-tensione
- CEI EN IEC 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento
- CEI EN IEC 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento
- CEI EN IEC 60904-4 (CEI 82-32): Dispositivi fotovoltaici – Parte 4: Dispositivi di riferimento fotovoltaici - Procedure per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN IEC 60904-5 (CEI 82-10): Dispositivi fotovoltaici – Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ECT) di dispositivi fotovoltaici con il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN IEC 60904-7 (CEI 82-13): Dispositivi fotovoltaici – Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici
- CEI EN IEC 60904-8 (CEI 82-19): Dispositivi fotovoltaici – Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico (FV)
- CEI EN IEC 60904-9 (CEI 82-29): Dispositivi fotovoltaici – Parte 9: Classificazione delle caratteristiche dei simulatori solari
- CEI EN IEC 60904-10 (CEI 82-36): Dispositivi fotovoltaici – Parte 10: Metodi di misura della dipendenza lineare e della linearità
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;

- CEI UNI EN ISO/IEC 17025 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## **2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici**

- CEI EN IEC 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530/A1 (CEI 82-35;V1) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- CEI EN 62116 (CEI 82-41) Procedura di prova delle misure di prevenzione dell'isola elettrica per inverter di sistemi FV interagenti con la rete pubblica

## **3) Progettazione fotovoltaica**

- CEI 82-25/1 (CEI 82-25): Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica - Parte 1: Generalità - Acronimi, Definizioni e Principali Leggi, Deliberazioni e Norme
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

## **4) Impianti elettrici e fotovoltaici**

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 62446-1 (CEI 82-46): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 1: Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - Documentazione, prove di accettazione e verifica ispettiva
- CEI EN 62446-2 (CEI 82-84): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 2: Sistemi collegati alla rete elettrica - Manutenzione di sistemi fotovoltaici
- CEI 64-8 Ed. 2024: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-145) 2019: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI EN IEC 60445 (CEI 16-2): Principi fondamentali e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione - Identificazione dei morsetti delle apparecchiature, delle estremità dei conduttori e dei conduttori

- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN CEI EN IEC 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)
- CEI EN IEC 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Protezione contro i fulmini, Parte 1: Principi generali
- CEI 81-3;Ab: Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI EN 50525-1/A1 (CEI 20-107) Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a

1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

## 5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrati delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

## 10 CONCLUSIONI

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico da 10 kWp con 10 kWh di accumulo per lo stabile del Comune di Masainas risulta tecnicamente fattibile e rappresenta un investimento strategico e sostenibile. Il dimensionamento proposto permette all'Amministrazione Comunale di ridurre drasticamente il prelievo di energia elettrica dalla rete, abbattendo i costi di gestione della struttura e offrendo al contempo un contributo concreto e misurabile (oltre 4,88 tonnellate di CO2 evitate all'anno) alla tutela dell'ambiente e alla transizione energetica del territorio. Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- 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 c.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.

Località :

MASAINAS (SU)

Committente:

**COMUNE DI MASAINAS**

Utilizzatore:

**Ex-Scuola media  
Via Aldo Moro**

Ditta Installatrice :

Progettista :

Dott. Ing. Omar Caboni  
Dott. Ing. Matteo Ferrai

PROGETTO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICO -DISTRIBUZIONE PANNELLI

			Firma Progettista
<input checked="" type="checkbox"/> P.F.T.E	li	09/04/2026	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> PROGETTO ESECUTIVO	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> DOCUMENTAZIONE FINALE DI PROGETTO	li		<input type="text"/>

Lavoro : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Oggetto : **Relazione Tecnica**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Commessa : <b>IE26075</b>	Scala : <b>/</b>
Tecnico : <b>/</b>	Elaborato : <b>01</b>
File : _____	

Rev.	Data	Descrizione	Approvato
1			
2			
3			
4			

--	--	--	--

PROGETTO		<b>EL.Doc.01</b>
PFTE		pag. 1/54

## Sommario

Sommario.....	1
1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO.....	2
2 SITO DI INSTALLAZIONE .....	2
3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	2
4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	3
4.1 EMISSIONI .....	3
4.2 RADIAZIONE SOLARE .....	4
4.3 ESPOSIZIONI .....	5
4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI.....	6
4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE.....	7
4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO.....	8
4.4.1.3 VERIFICHE .....	9
5 Cavi elettrici e cablaggi .....	10
6 Quadri elettrici.....	10
7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA.....	11
8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM).....	11
9 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	11
10 CONCLUSIONI.....	15

## 1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

La presente relazione illustrativa descrive le caratteristiche tecniche, costruttive e prestazionali relative al progetto di installazione di un impianto solare fotovoltaico, dotato di sistema di accumulo energetico (BESS), a servizio di uno stabile di proprietà del Comune di Masainas presso lo stabile della Ex Scuola Media Via Aldo Moro snc. L'intervento è finalizzato alla riqualificazione energetica dell'edificio, all'abbattimento dei costi di approvvigionamento elettrico tramite l'autoconsumo e alla riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera.

## 2 SITO DI INSTALLAZIONE

Progetto impianto presso VIA ALDO MORO SNC presenta le seguenti caratteristiche:

Dati relativi alla località di installazione	
Località:	Masainas 09010
Latitudine:	39°2'40.86"N
Longitudine:	8°37'54.68"E
Altitudine:	57 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349

## 3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 10349-1:2016.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento):

- in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

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. Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

## 4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La produzione fotovoltaica è affidata a n° 1 generatori fotovoltaici. La potenza di picco è di 9 kWp per una produzione di 13.320 kWh annui distribuiti su una superficie di 170 m<sup>2</sup>, inoltre verrà installata una batteria di accumulo per una capacità di 25 kWh. Modalità di connessione alla rete Monofase/Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 230/400 V.

### 4.1 EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

La tabella seguente illustra la riduzione annua delle principali emissioni inquinanti e dei consumi di fonti primarie, calcolata sulla base della produzione stimata di 13320 kWh/anno e utilizzando i fattori di conversione standard per il mix elettrico italiano (ISPRA).

Inquinante / Risorsa Evitata	Fattore di Conversione	Risparmio Annuo Stimato
Anidride Carbonica (CO <sub>2</sub> )	<b>0,33 kg / kWh</b>	<b>4.395 kg (4,39 tonnellate)</b>
Ossidi di Azoto (NO <sub>x</sub> )	<b>0,0011 kg / kWh</b>	<b>14,65 kg</b>
Anidride Solforosa (SO <sub>2</sub> )	<b>0,0009 kg / kWh</b>	<b>11,98 kg</b>
Particolato (PM <sub>10</sub> )	<b>0,0001 kg / kWh</b>	<b>1,33 kg</b>
Barili di Petrolio Equivalenti (TEP)	<b>0,187 x 10<sup>-3</sup> TEP / kWh</b>	<b>2,49TEP</b>
Alberi equivalenti piantati	<b>~20 kg CO<sub>2</sub> / albero</b>	<b>~219 alberi</b>

## 4.2 RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Masainas. Considerando i dati di irraggiamento solare specifici per il Comune di Masainas (dati PVGIS) e applicando un *Performance Ratio* (PR) conservativo dell'80% per tenere conto delle perdite di sistema, si stima una produzione annua di circa **13.320 kWh**.

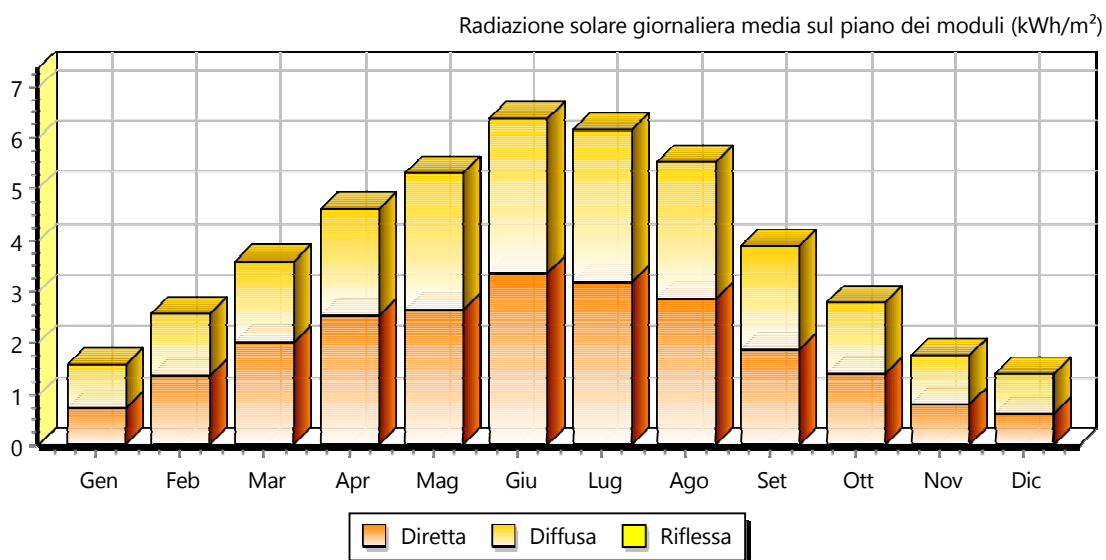
**TABELLA PRODUZIONE ENERGIA**

Mese	Irraggiamento medio [kWh/mq]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	75	580
Febbraio	95	760
Marzo	135	1080
Aprile	165	1300
Maggio	205	1480
Giugno	225	1580
Luglio	240	1660
Agosto	220	1480
Settembre	175	1220
Ottobre	125	900
Novembre	85	540
Dicembre	70	470

### 4.3 ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuito su esposizioni SUD / SE /SW:

#### DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



PROGETTO		<b>EL.Doc.03</b>
FTE		pag. 6/54

#### 4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI

L'attivazione dell'impianto fotovoltaico avviene tramite suddivisione in 1 sezioni:

Il generatore è composto da n° 18 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

Caratteristiche del generatore fotovoltaico	
Numero di moduli:	18
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	10.00 kW
Potenza di picco:	9,00 kWp
Performance ratio:	79,8 %

Dati costruttivi dei moduli	
Costruttore:	VIESSMANN
Serie / Sigla:	
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	500 Wp
Rendimento:	22,0 %
Tensione nominale:	31,9 V
Tensione a vuoto:	38,5 V
Corrente nominale:	13,5 A
Corrente di corto circuito:	14,2 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 1961 mm
Peso:	27 kg

PROGETTO		<b>EL.Doc.03</b>
FTE		pag. 7/54

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

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

#### **4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE**

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è 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 sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)

- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. 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  $\geq 90\%$  al 70% della potenza nominale.

#### 4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 500 \text{ Wp} * 18 = 9 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) si calcola come:

Perdite per ombreggiamento:	2,2 %
Perdite per aumento di temperatura:	4,0 %
Perdite di mismatching:	0,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporizia, tolleranze...):	11,2 %
Perdite per conversione:	2,6 %
Perdite totali:	20,0 %

#### 4.4.1.3 VERIFICHE

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 in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Comune di Masainas - Municipio soddisfa le seguenti condizioni:

## 5 Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

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. 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 C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

## 6 Quadri elettrici

- **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

## 7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e 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.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

## 8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, 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.

## 9 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

### 1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN IEC 61215-1 (CEI 82-58): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 1: Prescrizioni per le prove
- CEI EN IEC 61215-2 (CEI 82-61): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 2: Procedure di prova
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;

- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN IEC 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche corrente-tensione
- CEI EN IEC 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento
- CEI EN IEC 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento
- CEI EN IEC 60904-4 (CEI 82-32): Dispositivi fotovoltaici – Parte 4: Dispositivi di riferimento fotovoltaici - Procedure per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN IEC 60904-5 (CEI 82-10): Dispositivi fotovoltaici – Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ECT) di dispositivi fotovoltaici con il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN IEC 60904-7 (CEI 82-13): Dispositivi fotovoltaici – Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici
- CEI EN IEC 60904-8 (CEI 82-19): Dispositivi fotovoltaici – Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico (FV)
- CEI EN IEC 60904-9 (CEI 82-29): Dispositivi fotovoltaici – Parte 9: Classificazione delle caratteristiche dei simulatori solari
- CEI EN IEC 60904-10 (CEI 82-36): Dispositivi fotovoltaici – Parte 10: Metodi di misura della dipendenza lineare e della linearità
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## **2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici**

- CEI EN IEC 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530/A1 (CEI 82-35;V1) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- CEI EN 62116 (CEI 82-41) Procedura di prova delle misure di prevenzione dell'isola elettrica per inverter di sistemi FV interagenti con la rete pubblica

### 3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25/1 (CEI 82-25): Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica - Parte 1: Generalità - Acronimi, Definizioni e Principali Leggi, Deliberazioni e Norme
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

### 4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 62446-1 (CEI 82-46): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 1: Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - Documentazione, prove di accettazione e verifica ispettiva
- CEI EN 62446-2 (CEI 82-84): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 2: Sistemi collegati alla rete elettrica - Manutenzione di sistemi fotovoltaici
- CEI 64-8 Ed. 2024: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-145) 2019: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI EN IEC 60445 (CEI 16-2): Principi fondamentali e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione - Identificazione dei morsetti delle apparecchiature, delle estremità dei conduttori e dei conduttori
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN CEI EN IEC 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)
- CEI EN IEC 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)

- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Protezione contro i fulmini, Parte 1: Principi generali
- CEI 81-3;Ab: Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI EN 50525-1/A1 (CEI 20-107) Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

## 5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

## 10 CONCLUSIONI

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico da 9 kWp con 25 kWh di accumulo per lo stabile del Comune di Masainas risulta tecnicamente fattibile e rappresenta un investimento strategico e sostenibile. Il dimensionamento proposto permette all'Amministrazione Comunale di ridurre drasticamente il prelievo di energia elettrica dalla rete, abbattendo i costi di gestione della struttura e offrendo al contempo un contributo concreto e misurabile (oltre 4,39 tonnellate di CO2 evitate all'anno) alla tutela dell'ambiente e alla transizione energetica del territorio. Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- 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 c.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.

Località :

# MASAINAS (SU)

Committente:

**COMUNE DI MASAINAS**

Utilizzatore:

**Biblioteca  
Via Roma n. 80**

Ditta Installatrice :

Progettista :

Dott. Ing. Omar Caboni  
Dott. Ing. Matteo Ferrai

## PROGETTO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICO -DISTRIBUZIONE PANNELLI

Firma Progettista

<input checked="" type="checkbox"/> P.F.T.E	li	09/04/2026	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> PROGETTO ESECUTIVO	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> DOCUMENTAZIONE FINALE DI PROGETTO	li		<input type="text"/>

Lavoro : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Oggetto : **Relazione Tecnica**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Commessa : **IE26075**

Scala : **/**

Tecnico : **/**

Elaborato : **01**

File : \_\_\_\_\_

Rev.	Data	Descrizione	Approvato
1			
2			
3			
4			

PROGETTO		EL.Doc.01
PFTE		

## Sommario

Sommario.....	1
1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO.....	2
2 SITO DI INSTALLAZIONE .....	2
3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	2
4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	3
4.1 EMISSIONI .....	3
4.2 RADIAZIONE SOLARE .....	4
4.3 ESPOSIZIONI .....	5
4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI.....	6
4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE.....	7
4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO.....	8
4.4.1.3 VERIFICHE .....	9
5 Cavi elettrici e cablaggi .....	10
6 Quadri elettrici.....	10
7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA.....	11
8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM).....	11
9 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	11
10 CONCLUSIONI.....	15

## 1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

La presente relazione illustrativa descrive le caratteristiche tecniche, costruttive e prestazionali relative al progetto di installazione di un impianto solare fotovoltaico, dotato di sistema di accumulo energetico (BESS), a servizio di uno stabile di proprietà del Comune di Masainas presso lo stabile della Biblioteca Via Roma n.80. L'intervento è finalizzato alla riqualificazione energetica dell'edificio, all'abbattimento dei costi di approvvigionamento elettrico tramite l'autoconsumo e alla riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera.

## 2 SITO DI INSTALLAZIONE

Progetto impianto presso Via Roma n. 80 presenta le seguenti caratteristiche:

Dati relativi alla località di installazione	
Località:	Masainas 09010
Latitudine:	39°3'5.12"N
Longitudine:	8°37'44.88"E
Altitudine:	57 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349

## 3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 10349-1:2016.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento):

- in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

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. Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

## 4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La produzione fotovoltaica è affidata a n° 1 generatori fotovoltaici. La potenza di picco è di 6 kWp per una produzione di 8.800 kWh annui distribuiti su una superficie di 35 m<sup>2</sup>, inoltre verrà installata una batteria di accumulo per una capacità di 5 kWh. Modalità di connessione alla rete Monofase/Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 230/400 V.

### 4.1 EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

La tabella seguente illustra la riduzione annua delle principali emissioni inquinanti e dei consumi di fonti primarie, calcolata sulla base della produzione stimata di 8.800 kWh/anno e utilizzando i fattori di conversione standard per il mix elettrico italiano (ISPRA).

Inquinante / Risorsa Evitata	Fattore di Conversione	Risparmio Annuo Stimato
Anidride Carbonica (CO <sub>2</sub> )	<b>0,33 kg / kWh</b>	<b>2.902 kg (2,90 tonnellate)</b>
Ossidi di Azoto (NO <sub>x</sub> )	<b>0,0011 kg / kWh</b>	<b>9,68 kg</b>
Anidride Solforosa (SO <sub>2</sub> )	<b>0,0009 kg / kWh</b>	<b>7,92 kg</b>
Particolato (PM <sub>10</sub> )	<b>0,0001 kg / kWh</b>	<b>0,88 kg</b>
Barili di Petrolio Equivalenti (TEP)	<b>0,187 x 10<sup>-3</sup> TEP / kWh</b>	<b>1,65 TEP</b>
Alberi equivalenti piantati	<b>~20 kg CO<sub>2</sub> / albero</b>	<b>~145 alberi</b>

## 4.2 RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Masainas. Considerando i dati di irraggiamento solare specifici per il Comune di Masainas (dati PVGIS) e applicando un *Performance Ratio* (PR) conservativo dell'80% per tenere conto delle perdite di sistema, si stima una produzione annua di circa **8.800 kWh**.

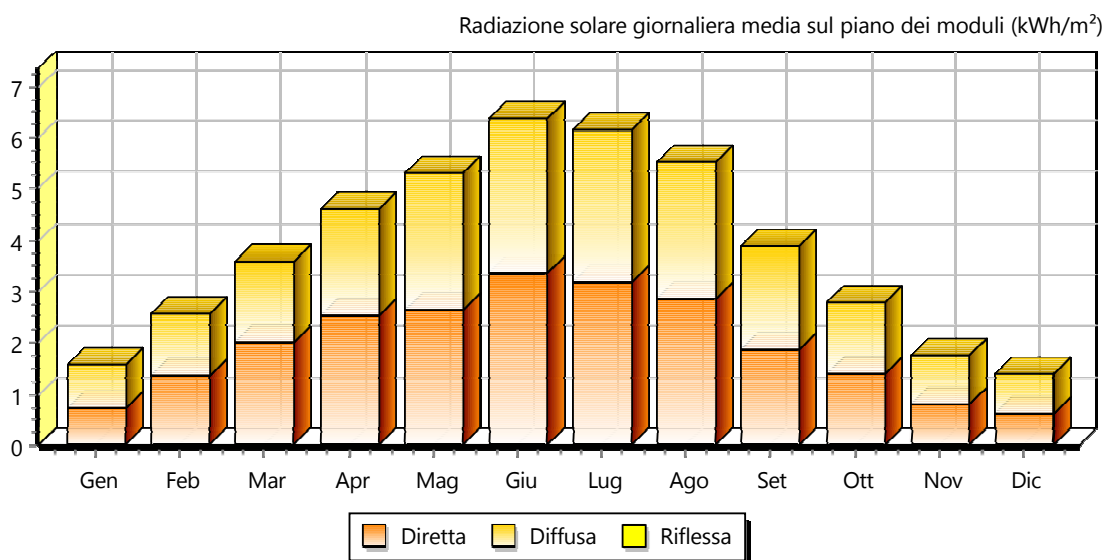
**TABELLA PRODUZIONE ENERGIA**

Mese	Irraggiamento medio [kWh/mq]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	75	390
Febbraio	95	520
Marzo	135	740
Aprile	165	870
Maggio	205	1000
Giugno	225	1040
Luglio	240	1090
Agosto	220	1000
Settembre	175	830
Ottobre	125	610
Novembre	85	650
Dicembre	70	260

### 4.3 ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuito su esposizioni SUD / SE /SW:

#### DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



PROGETTO		<b>EL.Doc.03</b>
FTE		pag. 6/54

#### 4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI

L'attivazione dell'impianto fotovoltaico avviene tramite suddivisione in 1 sezioni:

Il generatore è composto da n° 12 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

Caratteristiche del generatore fotovoltaico	
Numero di moduli:	12
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	6.00 kW
Potenza di picco:	6,00 kWp
Performance ratio:	79,8 %

Dati costruttivi dei moduli	
Costruttore:	VISSMANN
Serie / Sigla:	
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	500 Wp
Rendimento:	22,0 %
Tensione nominale:	31,9 V
Tensione a vuoto:	38,5 V
Corrente nominale:	13,5 A
Corrente di corto circuito:	14,2 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 1961 mm
Peso:	27 kg

PROGETTO		<b>EL.Doc.03</b>
FTE		pag. 7/54

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

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

#### **4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE**

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è 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 sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)

- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. 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  $\geq 90\%$  al 70% della potenza nominale.

#### 4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 500 \text{ Wp} * 12 = 6 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) si calcola come:

Perdite per ombreggiamento:	2,2 %
Perdite per aumento di temperatura:	4,0 %
Perdite di mismatching:	0,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporizia, tolleranze...):	11,2 %
Perdite per conversione:	2,6 %
Perdite totali:	20,0 %

#### 4.4.1.3 VERIFICHE

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 in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

## 5 Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

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. 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 C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

## 6 Quadri elettrici

- **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

## 7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e 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.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

## 8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, 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.

## 9 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

### 1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN IEC 61215-1 (CEI 82-58): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 1: Prescrizioni per le prove
- CEI EN IEC 61215-2 (CEI 82-61): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 2: Procedure di prova
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;

- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN IEC 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche corrente-tensione
- CEI EN IEC 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento
- CEI EN IEC 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento
- CEI EN IEC 60904-4 (CEI 82-32): Dispositivi fotovoltaici – Parte 4: Dispositivi di riferimento fotovoltaici - Procedure per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN IEC 60904-5 (CEI 82-10): Dispositivi fotovoltaici – Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ECT) di dispositivi fotovoltaici con il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN IEC 60904-7 (CEI 82-13): Dispositivi fotovoltaici – Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici
- CEI EN IEC 60904-8 (CEI 82-19): Dispositivi fotovoltaici – Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico (FV)
- CEI EN IEC 60904-9 (CEI 82-29): Dispositivi fotovoltaici – Parte 9: Classificazione delle caratteristiche dei simulatori solari
- CEI EN IEC 60904-10 (CEI 82-36): Dispositivi fotovoltaici – Parte 10: Metodi di misura della dipendenza lineare e della linearità
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## **2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici**

- CEI EN IEC 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530/A1 (CEI 82-35;V1) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- CEI EN 62116 (CEI 82-41) Procedura di prova delle misure di prevenzione dell'isola elettrica per inverter di sistemi FV interagenti con la rete pubblica

### 3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25/1 (CEI 82-25): Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica - Parte 1: Generalità - Acronimi, Definizioni e Principali Leggi, Deliberazioni e Norme
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

### 4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 62446-1 (CEI 82-46): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 1: Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - Documentazione, prove di accettazione e verifica ispettiva
- CEI EN 62446-2 (CEI 82-84): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 2: Sistemi collegati alla rete elettrica - Manutenzione di sistemi fotovoltaici
- CEI 64-8 Ed. 2024: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-145) 2019: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI EN IEC 60445 (CEI 16-2): Principi fondamentali e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione - Identificazione dei morsetti delle apparecchiature, delle estremità dei conduttori e dei conduttori
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN IEC 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)
- CEI EN IEC 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)

- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Protezione contro i fulmini, Parte 1: Principi generali
- CEI 81-3;Ab: Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI EN 50525-1/A1 (CEI 20-107) Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

## 5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

## 10 CONCLUSIONI

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico da 6 kWp con 5 kWh di accumulo per lo stabile del Comune di Masainas risulta tecnicamente fattibile e rappresenta un investimento strategico e sostenibile. Il dimensionamento proposto permette all'Amministrazione Comunale di ridurre drasticamente il prelievo di energia elettrica dalla rete, abbattendo i costi di gestione della struttura e offrendo al contempo un contributo concreto e misurabile (oltre 2,90 tonnellate di CO2 evitate all'anno) alla tutela dell'ambiente e alla transizione energetica del territorio. Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- 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 c.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.

Località :

MASAINAS (SU)

Committente:

**COMUNE DI MASAINAS**

Utilizzatore:

**Gruppo Folk -Barracelli  
Via Giovanni XXIII n. 13**

Ditta Installatrice :

Progettista :

Dott. Ing. Omar Caboni  
Dott. Ing. Matteo Ferrai

PROGETTO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICO -DISTRIBUZIONE PANNELLI

Firma Progettista

<input checked="" type="checkbox"/> P.F.T.E	li	09/04/2026	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> PROGETTO ESECUTIVO	li		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> DOCUMENTAZIONE FINALE DI PROGETTO	li		<input type="text"/>

Lavoro : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Oggetto : **Relazione Tecnica**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Commessa : **IE26075**

Scala : **/**

Tecnico : **/**

Elaborato : **01**

File : \_\_\_\_\_

Rev.	Data	Descrizione	Approvato
1			
2			
3			
4			

PROGETTO		EL.Doc.01
PFTE		

## Sommario

Sommario.....	1
1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO.....	2
2 SITO DI INSTALLAZIONE .....	2
3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	2
4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	3
4.1 EMISSIONI .....	3
4.2 RADIAZIONE SOLARE .....	4
4.3 ESPOSIZIONI .....	5
4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI.....	6
4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE.....	7
4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO.....	8
4.4.1.3 VERIFICHE .....	9
5 Cavi elettrici e cablaggi .....	9
6 Quadri elettrici.....	10
7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA.....	11
8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM).....	11
9 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	11
10 CONCLUSIONI.....	15

## 1 DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

La presente relazione illustrativa descrive le caratteristiche tecniche, costruttive e prestazionali relative al progetto di installazione di un impianto solare fotovoltaico, dotato di sistema di accumulo energetico (BESS), a servizio di uno stabile di proprietà del Comune di Masainas presso lo stabile del Gruppo Folk e barracelli Via Giovanni XXIII n.13. L'intervento è finalizzato alla riqualificazione energetica dell'edificio, all'abbattimento dei costi di approvvigionamento elettrico tramite l'autoconsumo e alla riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera.

## 2 SITO DI INSTALLAZIONE

Progetto impianto presso. Via Giovanni XXIII n. 13 presenta le seguenti caratteristiche:

Dati relativi alla località di installazione	
Località:	Masainas 09010
Latitudine:	39°3'0.31"N
Longitudine:	8°37'39.59"E
Altitudine:	57 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349

## 3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 10349-1:2016.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento):

- in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

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. Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

## 4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La produzione fotovoltaica è affidata a n° 1 generatori fotovoltaici. La potenza di picco è di 39 kWp per una produzione di 56.550 kWh annui distribuiti su una superficie di 160 m<sup>2</sup>, inoltre, verrà installata una batteria di accumulo per una capacità di 170 kWh. Modalità di connessione alla rete Monofase/Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 230/400 V. Il rapporto estremamente elevato tra accumulo (168 kWh) e campo fotovoltaico (39 kWp) indica una strategia gestionale orientata al *peak-shaving* (taglio dei picchi di potenza prelevata dalla rete per utenze energivore) e al *load-shifting* massivo (spostamento quasi totale dei consumi diurni nelle fasce notturne). Inoltre, il BESS fungerà da UPS/Soccorritore di emergenza per garantire la continuità operativa dei server e dei servizi critici comunali in caso di blackout prolungati (sezione di backup dedicata)

### 4.1 EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

La tabella seguente illustra la riduzione annua delle principali emissioni inquinanti e dei consumi di fonti primarie, calcolata sulla base della produzione stimata di 56.550 kWh/anno e utilizzando i fattori di conversione standard per il mix elettrico italiano (ISPRA).

Inquinante / Risorsa Evitata	Fattore di Conversione	Risparmio Annuo Stimato
Anidride Carbonica (CO <sub>2</sub> )	<b>0,33 kg / kWh</b>	<b>18.661 kg (18,66 tonnellate)</b>
Ossidi di Azoto (NO <sub>x</sub> )	<b>0,0011 kg / kWh</b>	<b>62,20 kg</b>
Anidride Solforosa (SO <sub>2</sub> )	<b>0,0009 kg / kWh</b>	<b>50,90 kg</b>
Particolato (PM <sub>10</sub> )	<b>0,0001 kg / kWh</b>	<b>5,60 kg</b>

Barili di Petrolio Equivalenti (TEP)	<b>0,187 x 10<sup>-3</sup> TEP / kWh</b>	<b>10,57 TEP</b>
Alberi equivalenti piantati	<b>~20 kg CO2 / albero</b>	<b>~933 alberi</b>

#### 4.2 RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Masainas. Utilizzando i dati di irraggiamento solare del database PVGIS per Masainas e applicando un *Performance Ratio* (PR) prudenziale dell'80% (che considera cadute di tensione, perdite termiche e le fisiologiche dispersioni del ciclo di carica/scarica di un banco batterie di grandi dimensioni), si stima una produzione specifica media di circa 1.450 kWh/kWp. Considerando i dati di irraggiamento solare specifici per il Comune di Masainas (dati PVGIS) e applicando un *Performance Ratio* (PR) conservativo dell'80% per tenere conto delle perdite di sistema, si stima una produzione annua di circa **56.550 kWh**.

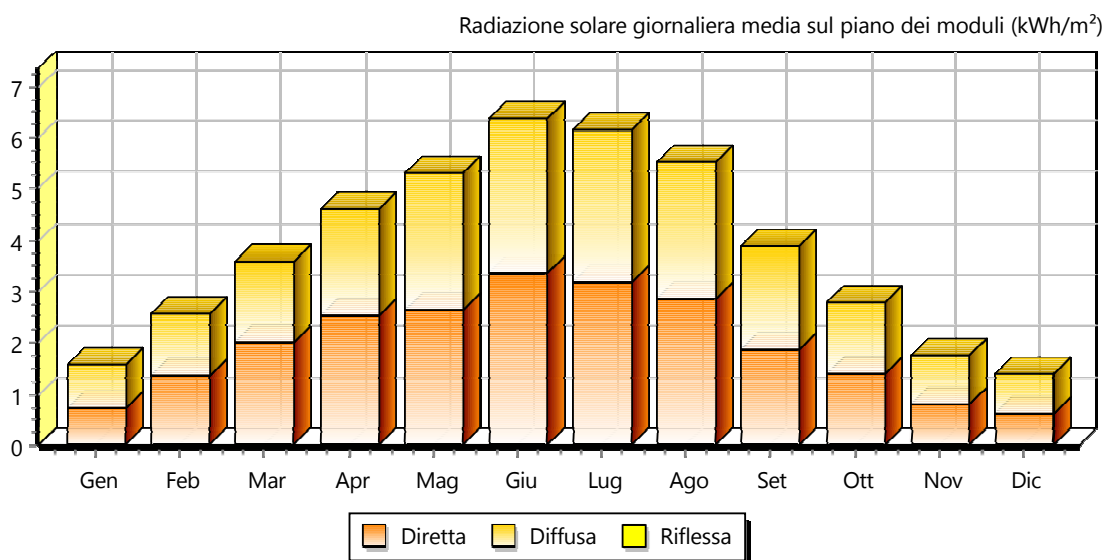
#### TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Irraggiamento medio [kWh/mq]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	75	2500
Febbraio	95	3300
Marzo	135	4700
Aprile	165	5600
Maggio	205	6400
Giugno	225	6800
Luglio	240	7200
Agosto	220	6400
Settembre	175	5300
Ottobre	125	3900
Novembre	85	2400
Dicembre	70	2050

### 4.3 ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuito su esposizioni SUD / SE /SW:

#### DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



#### 4.4 ATTIVAZIONE A SEZIONI

L'attivazione dell'impianto fotovoltaico avviene tramite suddivisione in 2 sezioni:

Il generatore è composto da n° 78 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

Caratteristiche del generatore fotovoltaico	
Numero di moduli:	78
Numero inverter:	2
Potenza nominale:	40,00 kW
Potenza di picco:	39,00 kWp
Performance ratio:	79,8 %

Dati costruttivi dei moduli	
Costruttore:	VIESSMANN
Serie / Sigla:	
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	500 Wp
Rendimento:	22,0 %
Tensione nominale:	31,9 V
Tensione a vuoto:	38,5 V
Corrente nominale:	13,5 A
Corrente di corto circuito:	14,2 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 1961 mm
Peso:	27 kg

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

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

#### **4.4.1.1 GRUPPO DI CONVERSIONE**

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

La conversione statica dell'energia sarà affidata a uno o più inverter di stringa trifase per una potenza nominale complessiva in AC di circa 40 kW. Gli inverter saranno dotati di sezioni MPPT multiple per gestire in modo indipendente le diverse stringhe e ottimizzare la produzione. Il sistema integrerà la Protezione di Interfaccia (SPI) centralizzata o integrata, in conformità alla CEI 0-21.

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è 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 sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. 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  $\geq 90\%$  al 70% della potenza nominale.

#### 4.4.1.2 DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 500 \text{ Wp} * 78 = 39 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di  $1000 \text{ W/m}^2$  a  $25^{\circ}\text{C}$  di temperatura) si calcola come:

Perdite per ombreggiamento:	2,2 %
Perdite per aumento di temperatura:	4,0 %
Perdite di mismatching:	0,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	11,2 %
Perdite per conversione:	2,6 %
Perdite totali:	20,0 %

#### 4.4.1.3 VERIFICHE

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 in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

## 5 Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

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. 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 C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

## 6 Quadri elettrici

- **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

## 7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e 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.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

## 8 Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, 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.

## 9 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

### 1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN IEC 61215-1 (CEI 82-58): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 1: Prescrizioni per le prove
- CEI EN IEC 61215-2 (CEI 82-61): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 2: Procedure di prova
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;

- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN IEC 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche corrente-tensione
- CEI EN IEC 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento
- CEI EN IEC 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento
- CEI EN IEC 60904-4 (CEI 82-32): Dispositivi fotovoltaici – Parte 4: Dispositivi di riferimento fotovoltaici - Procedure per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN IEC 60904-5 (CEI 82-10): Dispositivi fotovoltaici – Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ECT) di dispositivi fotovoltaici con il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN IEC 60904-7 (CEI 82-13): Dispositivi fotovoltaici – Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici
- CEI EN IEC 60904-8 (CEI 82-19): Dispositivi fotovoltaici – Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico (FV)
- CEI EN IEC 60904-9 (CEI 82-29): Dispositivi fotovoltaici – Parte 9: Classificazione delle caratteristiche dei simulatori solari
- CEI EN IEC 60904-10 (CEI 82-36): Dispositivi fotovoltaici – Parte 10: Metodi di misura della dipendenza lineare e della linearità
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## **2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici**

- CEI EN IEC 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530/A1 (CEI 82-35;V1) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- CEI EN 62116 (CEI 82-41) Procedura di prova delle misure di prevenzione dell'isola elettrica per inverter di sistemi FV interagenti con la rete pubblica

### 3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25/1 (CEI 82-25): Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica - Parte 1: Generalità - Acronimi, Definizioni e Principali Leggi, Deliberazioni e Norme
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

### 4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 62446-1 (CEI 82-46): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 1: Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - Documentazione, prove di accettazione e verifica ispettiva
- CEI EN 62446-2 (CEI 82-84): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 2: Sistemi collegati alla rete elettrica - Manutenzione di sistemi fotovoltaici
- CEI 64-8 Ed. 2024: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-145) 2019: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI EN IEC 60445 (CEI 16-2): Principi fondamentali e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione - Identificazione dei morsetti delle apparecchiature, delle estremità dei conduttori e dei conduttori
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN IEC 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)
- CEI EN IEC 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)

- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Protezione contro i fulmini, Parte 1: Principi generali
- CEI 81-3;Ab: Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI EN 50525-1/A1 (CEI 20-107) Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

## 5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

## 10 CONCLUSIONI

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico da 39 kWp con 170 kWh di accumulo per lo stabile del Comune di Masainas risulta tecnicamente fattibile e rappresenta un investimento strategico e sostenibile. Il dimensionamento proposto permette all'Amministrazione Comunale di ridurre drasticamente il prelievo di energia elettrica dalla rete, abbattendo i costi di gestione della struttura e offrendo al contempo un contributo concreto e misurabile (oltre 18,66 tonnellate di CO2 evitate all'anno) alla tutela dell'ambiente e alla transizione energetica del territorio. Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- 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 c.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.