



Ente titolare

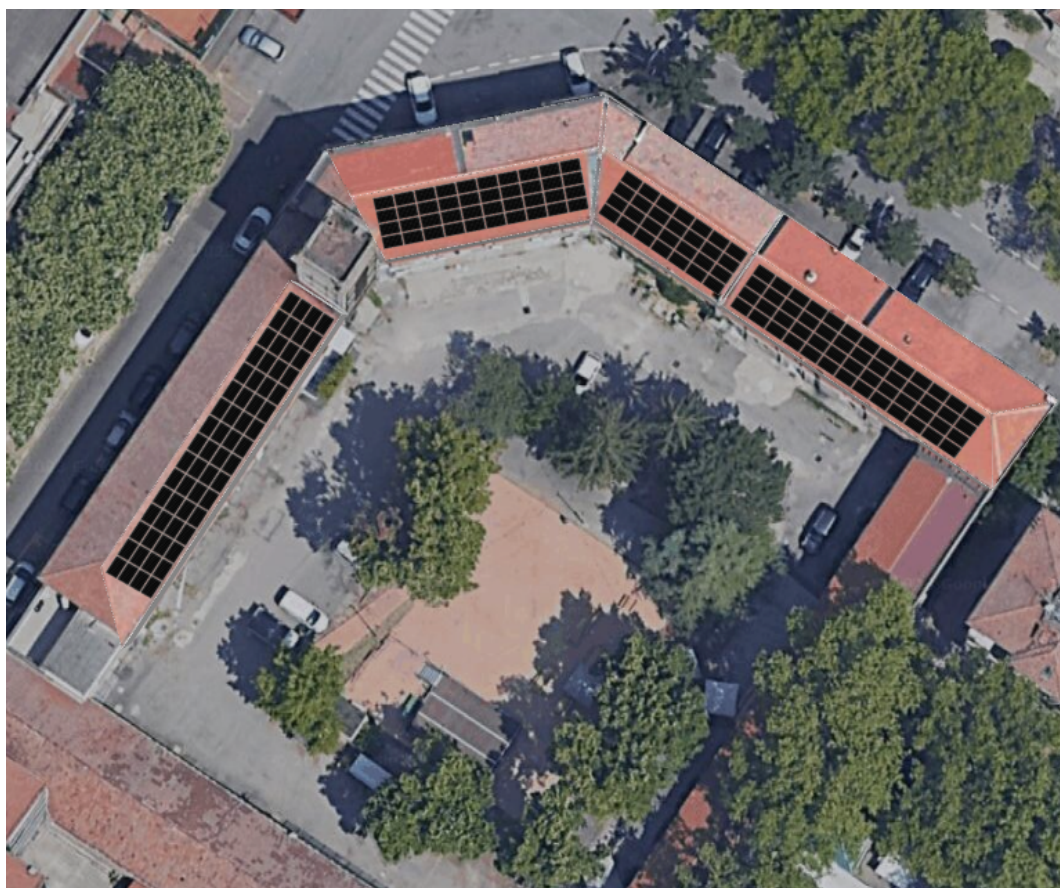


Soggetto richiedente



## RELAZIONE TECNICA

**STUDIO DI FATTIBILITA' PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DI POTENZA NOMINALE PARI A 69,72 kW DENOMINATO "GRISU' ENERGIA BLU"**



*E.s.co.gita S.r.l.s. Via dell'Industria 16/1 – 45030 Occhiobello (RO)*

## DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza nominale di 69,72 kW e potenza di picco di 75,44 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	Factory Grisù
Indirizzo:	Via Mario Poledrelli – 44122 Ferrara (FE)

A seguito delle adesioni preliminari è stata fatta una prima ipotesi sulla ripartizione dei ricavi derivanti dalla CER, ipotizzando in questa fase che vi sia un unico soggetto che partecipa ai costi di realizzazione:

- 15% - Soggetti terzi dell'ASSOCIAZIONISMO NO-PROFIT (ETS) per utilizzo spazi pubblici
- 5% - Aziende del territorio aderenti
- 20% - Nuclei di famiglie e privati
- 60% - Soggetto finanziatore (Impianto Grisù Energia Blu)

Elenco delle unità di consumo che compongono il gruppo di autoconsumatori o la comunità di energia rinnovabile in modalità Comunità energetiche.

Unità di consumo	Nome	( % )
1	Impianto Grisù Energia Blu	60 %
2	Utente 1 - Privato	4 %
3	Utente 2 - Privato	4 %
4	Utente 3 - Privato	4 %
5	Utente 4 - Privato	4 %
6	Utente 5 - Privato - Produttore	4 %
7	Utente 7 - Non residenziale	5 %
8	Utente 8 - No Profit	15 %

Consumi:

Unità di consumo	Consumo [kWh]
Impianto Grisù Energia Blu + Mobilità elettrica	10.000 kWh
Utente 1 - Privato	1.999,9 kWh
Utente 2 - Privato	1.850,1 kWh
Utente 3 - Privato	3.000,2 kWh
Utente 4 - Privato	1.500 kWh
Utente 5 - Privato - Produttore	3.500 kWh
Utente 7 - Non residenziale	1.800 kWh
Utente 8 - No Profit	128.561 kWh
Consumo totale	152.211,2 kWh

## SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Impianto Grisù Energia Blu presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Ferrara 44122 Via Mario Poledrelli
Latitudine:	044°49'57"N
Longitudine:	011°37'16"E
Altitudine:	6 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	10 %

## 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.

## DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

---

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 4 generatori fotovoltaici composti da n° 184 moduli fotovoltaici e da n° 6 inverter con tipo di realizzazione Comunità energetiche.

La potenza di picco è di 75,44 kWp per una produzione di 95.530,4 kWh annui distribuiti su una superficie di 373,52 m<sup>2</sup>.

Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

## EMISSIONI

---

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

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO <sub>2</sub> ):	66,95 kg
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ):	84,28 kg
Polveri:	2,99 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	49,82 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H <sub>2</sub> S) (fluido geotermico):	2,93 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	0,56 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	17,86 TEP

## 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 Ferrara.

**TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE**

Mese	Totale giornaliero [MJ/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [MJ/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	3,8	117,8
Febbraio	8,8	255,2
Marzo	11,8	365,8
Aprile	16,4	492
Maggio	23,3	722,3
Giugno	24,9	747
Luglio	25,8	799,8
Agosto	20,4	632,4
Settembre	15,5	465
Ottobre	9,5	294,5
Novembre	5,5	165
Dicembre	3,3	102,3

**TABELLA PRODUZIONE ENERGIA**

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	80,09	2482,8
Febbraio	181,175	5254,089
Marzo	225,626	6994,421
Aprile	299,306	8979,18
Maggio	414,774	12858,006
Giugno	438,079	13142,361
Luglio	456,618	14155,161
Agosto	368,022	11408,678
Settembre	291,719	8751,556
Ottobre	187,528	5813,365
Novembre	116,655	3499,659
Dicembre	70,685	2191,231

## ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 4 generatori distribuiti su 3 esposizioni come di seguito definite:

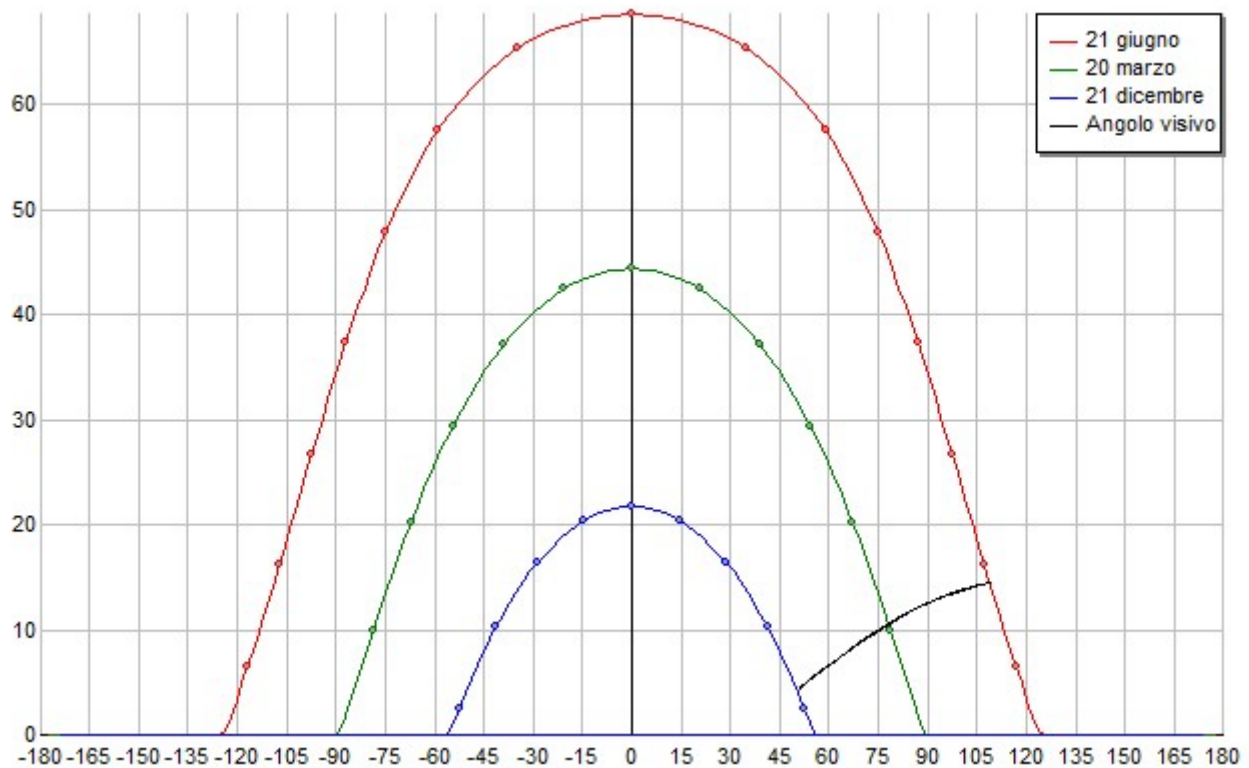
Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omr.
Esposizione 1 - Sud-Est	Tetto	Inclinazione fissa	-56°	15°	0 %
Esposizione 2 - Sud	Tetto	Inclinazione fissa	-11°	15°	0 %
Esposizione 3 - Sud-Ovest	Tetto	Inclinazione fissa	34°	15°	0 %

### Esposizione 1 - Sud-Est

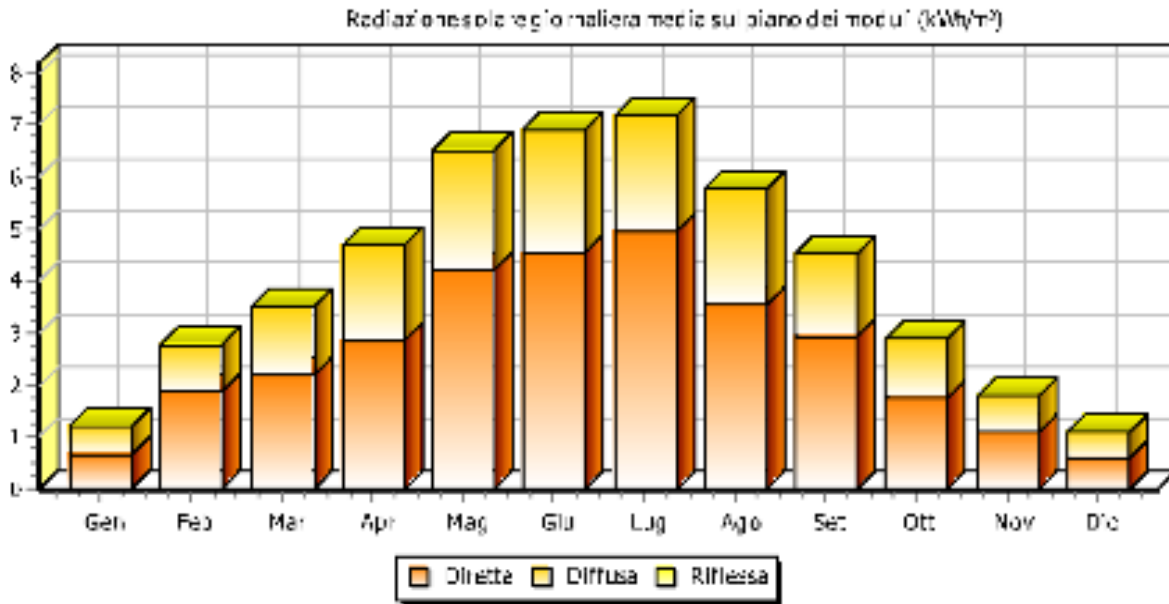
Esposizione 1 - Sud-Est sarà esposta con un orientamento di  $-56,00^\circ$  (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di  $15,00^\circ$  (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 1 - Sud-Est è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

### DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO



## DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



## TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	0,674	0,546	0,002	1,222	37,873
Febbraio	1,868	0,901	0,004	2,774	80,432
Marzo	2,179	1,311	0,006	3,495	108,358
Aprile	2,84	1,829	0,008	4,677	140,304
Maggio	4,212	2,294	0,011	6,517	202,02
Giugno	4,513	2,375	0,012	6,901	207,018
Luglio	4,933	2,239	0,012	7,185	222,724
Agosto	3,543	2,212	0,01	5,764	178,685
Settembre	2,942	1,584	0,007	4,533	135,984
Ottobre	1,738	1,147	0,004	2,889	89,57
Novembre	1,092	0,683	0,003	1,778	53,33
Dicembre	0,583	0,491	0,002	1,076	33,347

## STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 15°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.



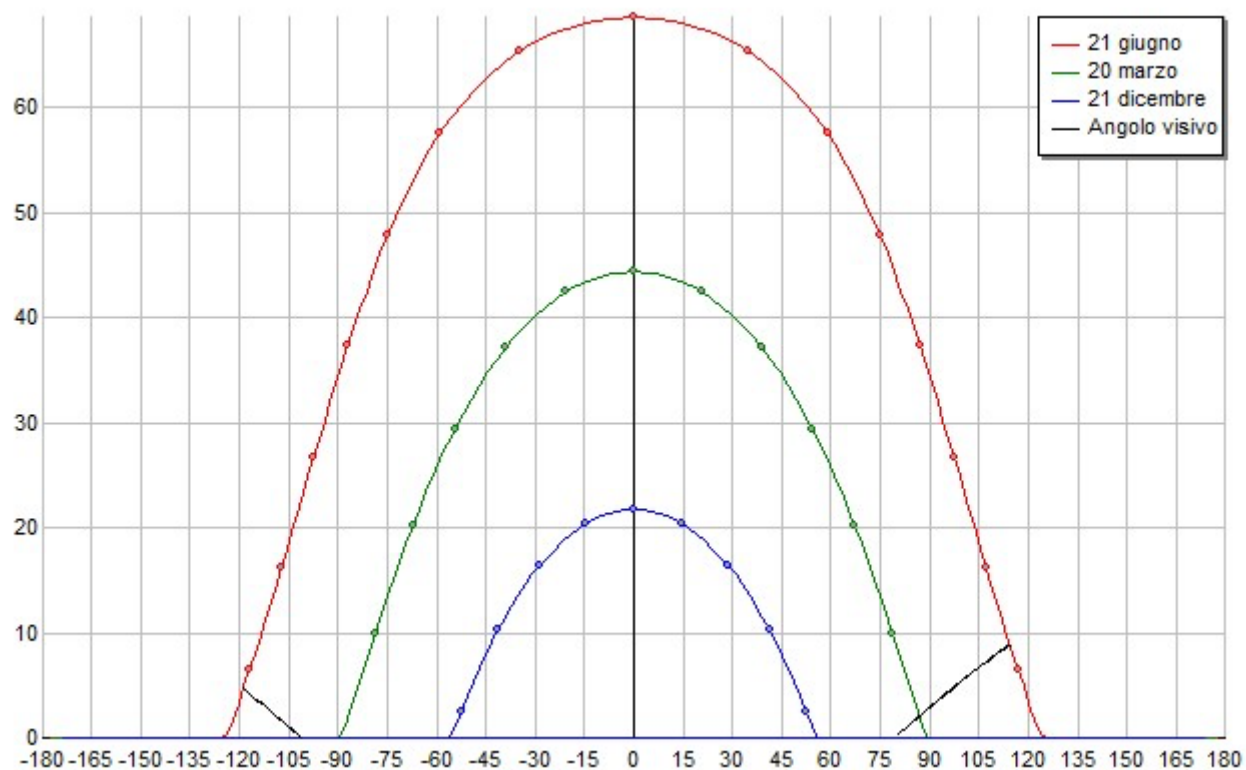


## Esposizione 2 - Sud

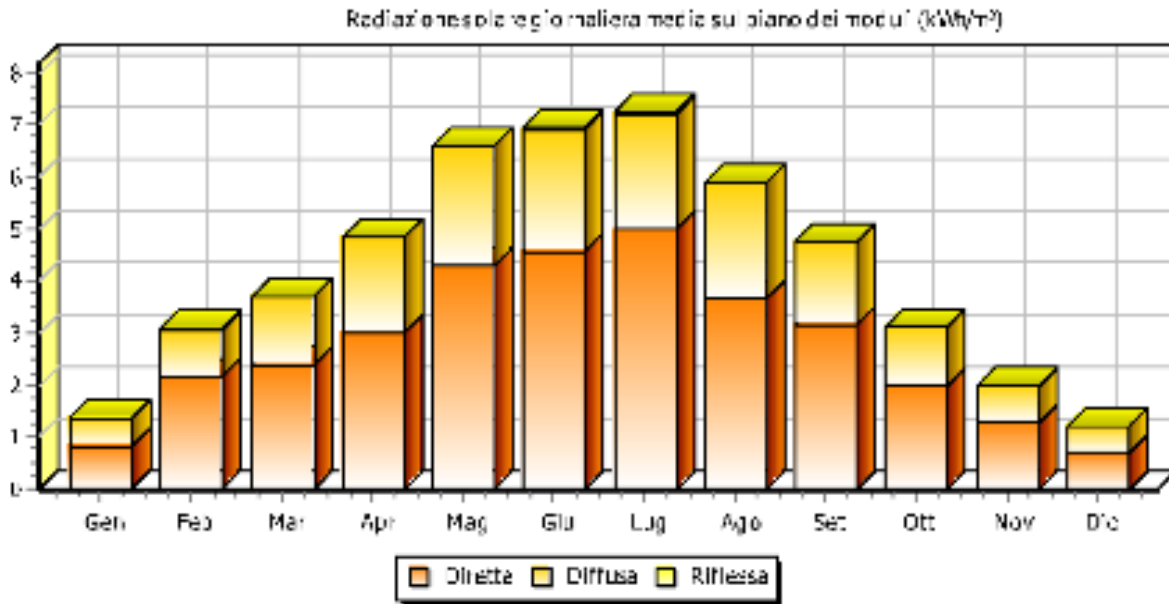
Esposizione 2 - Sud sarà esposta con un orientamento di  $-11,00^\circ$  (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di  $15,00^\circ$  (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 2 - Sud è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

### DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO



## DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



## TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	0,816	0,546	0,002	1,364	42,27
Febbraio	2,156	0,901	0,004	3,061	88,781
Marzo	2,395	1,311	0,006	3,711	115,037
Aprile	2,988	1,829	0,008	4,825	144,743
Maggio	4,295	2,294	0,011	6,6	204,597
Giugno	4,542	2,375	0,012	6,929	207,88
Luglio	4,99	2,239	0,012	7,241	224,464
Agosto	3,678	2,212	0,01	5,9	182,888
Settembre	3,173	1,584	0,007	4,764	142,931
Ottobre	1,972	1,147	0,004	3,123	96,828
Novembre	1,306	0,683	0,003	1,991	59,722
Dicembre	0,716	0,491	0,002	1,209	37,49

## STRUTTURE DI SOSTEGNO

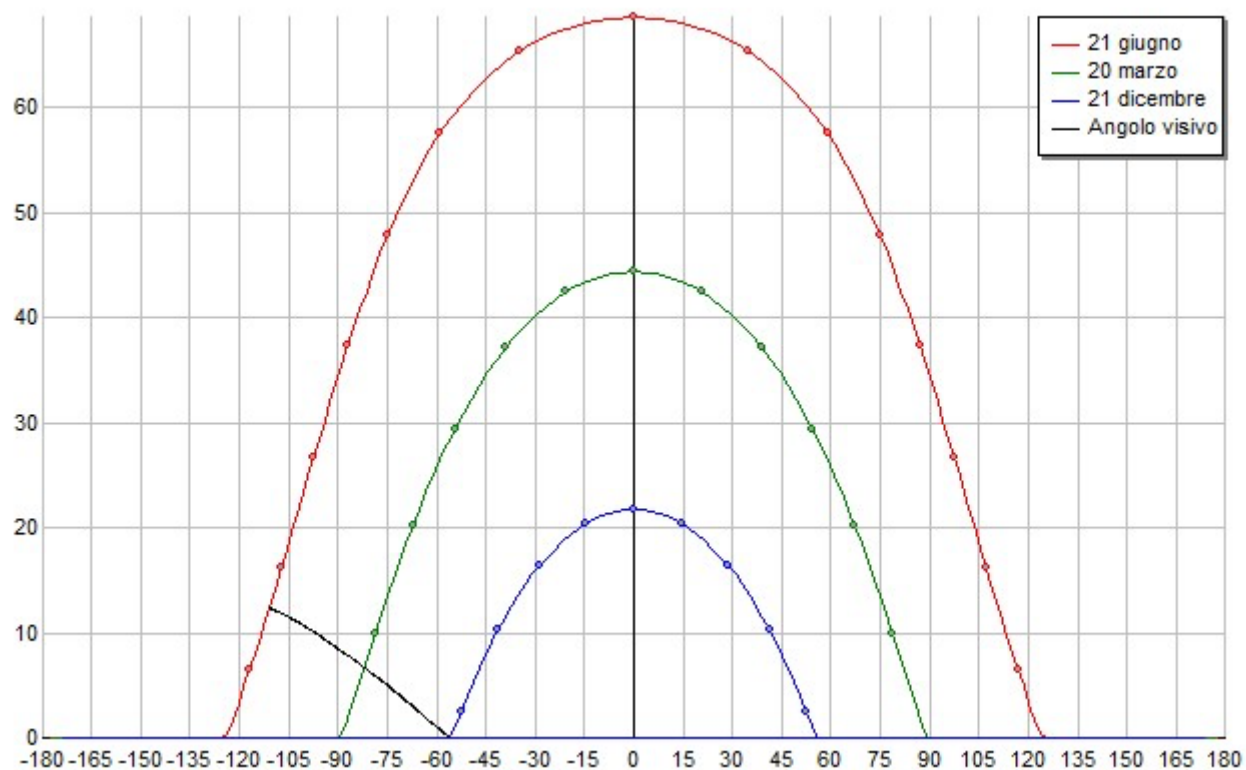
I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 15°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

### Esposizione 3 - Sud-Ovest

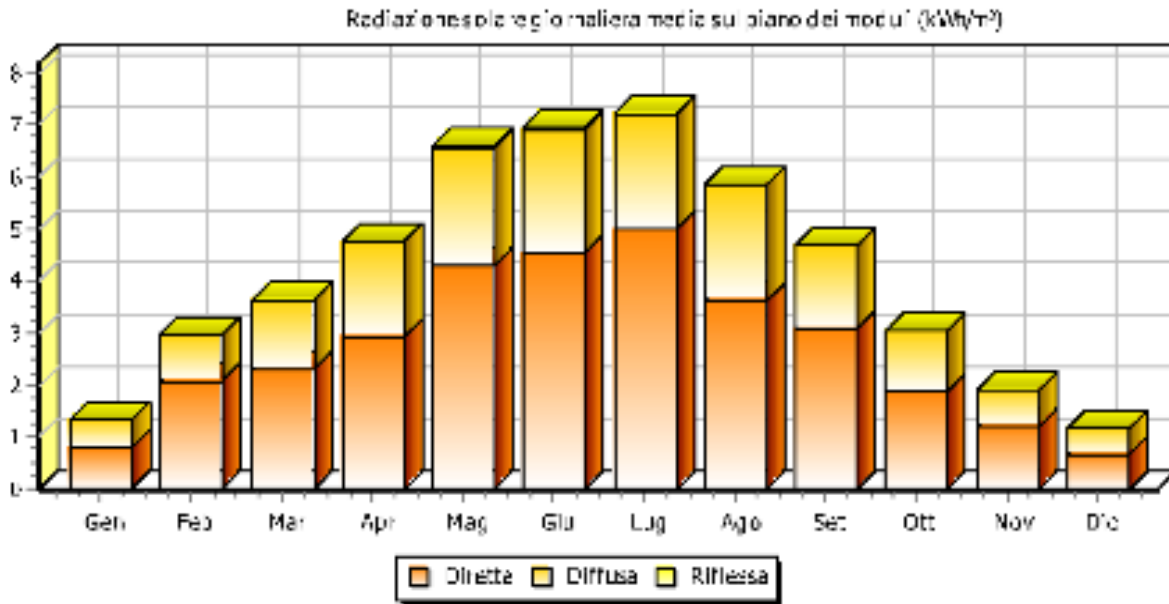
Esposizione 3 - Sud-Ovest sarà esposta con un orientamento di  $34,00^\circ$  (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di  $15,00^\circ$  (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 3 - Sud-Ovest è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

#### DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO



## DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



## TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	0,763	0,546	0,002	1,311	40,65
Febbraio	2,05	0,901	0,004	2,955	85,69
Marzo	2,317	1,311	0,006	3,633	112,623
Aprile	2,937	1,829	0,008	4,774	143,227
Maggio	4,271	2,294	0,011	6,575	203,83
Giugno	4,537	2,375	0,012	6,924	207,716
Luglio	4,975	2,239	0,012	7,226	224,019
Agosto	3,634	2,212	0,01	5,855	181,503
Settembre	3,091	1,584	0,007	4,682	140,463
Ottobre	1,886	1,147	0,004	3,037	94,157
Novembre	1,227	0,683	0,003	1,912	57,359
Dicembre	0,667	0,491	0,002	1,16	35,968

## STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 15°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

## Generatore 1

---

Il generatore è composto da n° 64 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	
Tipo di realizzazione:	Comunità energetiche
Numero di moduli:	64
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	22 kW
Potenza di picco:	26,24 kWp
Performance ratio:	84 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	-
Serie / Sigla:	-
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	410 Wp
Rendimento:	20,9 %
Tensione nominale:	38,8 V
Tensione a vuoto:	46,6 V
Corrente nominale:	10,6 A
Corrente di corto circuito:	11,1 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1779 mm x 1140 mm
Peso:	0 kg

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

## 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.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	-
Serie / Sigla:	-
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	22 kW
Potenza massima:	22,4 kW
Potenza massima per inseguitore:	11,2 kW
Tensione nominale:	650 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	140 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	52 A
Corrente massima:	52 A
Corrente massima per inseguitore:	26 A
Rendimento:	0,98

<b>Inverter 1</b>	<b>MPPT 1</b>	<b>MPPT 2</b>
Moduli in serie:	16	16
Stringhe in parallelo:	2	2
Esposizioni:	Esposizione 1 - Sud-Est	Esposizione 1 - Sud-Est
Tensione di MPP (STC):	620,8 V	620,8 V
Numero di moduli:	32	32

## DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 410 \text{ Wp} * 64 = 26,24 \text{ kWp}$$

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:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energia [kWh]
Esposizione 1 - Sud-Est	64	1.489,64	39.088,27

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 32880,6 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,6 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,8 %
<b>Perdite totali:</b>	<b>15,9 %</b>

## TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	836,0	836,0	0,0 %
Febbraio	1775,4	1775,4	0,0 %
Marzo	2391,8	2391,8	0,0 %
Aprile	3096,9	3096,9	0,0 %
Maggio	4459,1	4459,1	0,0 %
Giugno	4569,5	4569,5	0,0 %
Luglio	4916,1	4916,1	0,0 %
Agosto	3944,1	3944,1	0,0 %
Settembre	3001,6	3001,6	0,0 %
Ottobre	1977,1	1977,1	0,0 %
Novembre	1177,1	1177,1	0,0 %
Dicembre	736,1	736,1	0,0 %
Anno	32880,6	32880,6	0,0 %



## 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.

## 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.

## 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.

## 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.

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

## 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 Generatore 1 soddisfa le seguenti condizioni:

### **Limiti in tensione**

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (530,2 V) maggiore di  $V_{mpp \text{ min.}}$  (140,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (691,3 V) inferiore a  $V_{mpp \text{ max.}}$  (1000,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (816,1 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (816,1 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

### **Limiti in corrente**

Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (22,1 A) inferiore alla corrente massima inverter (36,0 A)

### **Limiti in potenza**

Dimensionamento in potenza (117,1%) compreso tra 70,0% e il 200,0% [MPPT 1]

## Generatore 2

---

Il generatore è composto da n° 40 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	
Tipo di realizzazione:	Comunità energetiche
Numero di moduli:	40
Numero inverter:	2
Potenza nominale:	16,4 kW
Potenza di picco:	16,4 kWp
Performance ratio:	84 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	-
Serie / Sigla:	-
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	410 Wp
Rendimento:	20,9 %
Tensione nominale:	38,8 V
Tensione a vuoto:	46,6 V
Corrente nominale:	10,6 A
Corrente di corto circuito:	11,1 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1779 mm x 1140 mm
Peso:	0 kg

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

---

## 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.

Il gruppo di conversione è composto da 2 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	-
Serie / Sigla:	-
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	1
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	10 kW
Potenza massima:	10,2 kW
Potenza massima per inseguitore:	5,1 kW
Tensione nominale:	650 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	140 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	26 A
Corrente massima:	26 A
Corrente massima per inseguitore:	13 A

Rendimento:	0,98
-------------	------

<b>Inverter 1</b>	<b>MPPT 1</b>	<b>MPPT 2</b>
Moduli in serie:	10	10
Stringhe in parallelo:	1	1
Esposizioni:	Esposizione 2 - Sud	Esposizione 2 - Sud
Tensione di MPP (STC):	388 V	388 V
Numero di moduli:	10	10

<b>Inverter 2</b>	<b>MPPT 1</b>	<b>MPPT 2</b>
Moduli in serie:	10	10
Stringhe in parallelo:	1	1
Esposizioni:	Esposizione 1 - Sud-Est	Esposizione 1 - Sud-Est
Tensione di MPP (STC):	388 V	388 V
Numero di moduli:	10	10

## DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 410 \text{ Wp} * 40 = 16,4 \text{ kWp}$$

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:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energia [kWh]
Esposizione 1 - Sud-Est	20	1.489,64	12.215,09
Esposizione 2 - Sud	20	1.547,63	12.690,56

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 20917,7 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,6 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,0 %
<b>Perdite totali:</b>	<b>16,0 %</b>

### TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	551,9	551,9	0,0 %
Febbraio	1165,4	1165,4	0,0 %
Marzo	1538,5	1538,5	0,0 %
Aprile	1963,1	1963,1	0,0 %
Maggio	2800,4	2800,4	0,0 %
Giugno	2857,4	2857,4	0,0 %
Luglio	3079,8	3079,8	0,0 %
Agosto	2490,2	2490,2	0,0 %
Settembre	1920,9	1920,9	0,0 %
Ottobre	1283,7	1283,7	0,0 %
Novembre	778,6	778,6	0,0 %

Dicembre	487,9	487,9	0,0 %
Anno	20917,7	20917,7	0,0 %

## 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.



## 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.

## 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.

## 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.

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

## 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 Generatore 2 soddisfa le seguenti condizioni:

### **Limiti in tensione**

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (331,4 V) maggiore di  $V_{mpp \text{ min.}}$  (140,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (432,0 V) inferiore a  $V_{mpp \text{ max.}}$  (1000,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (510,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (510,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

### **Limiti in corrente**

Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (11,1 A) inferiore alla corrente massima inverter (18,0 A)

### **Limiti in potenza**

Dimensionamento in potenza (80,4%) compreso tra 70,0% e il 200,0% [INV. 1]

## Generatore 3

---

Il generatore è composto da n° 28 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	
Tipo di realizzazione:	Comunità energetiche
Numero di moduli:	28
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	10 kW
Potenza di picco:	11,48 kWp
Performance ratio:	84 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	-
Serie / Sigla:	-
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	410 Wp
Rendimento:	20,9 %
Tensione nominale:	38,8 V
Tensione a vuoto:	46,6 V
Corrente nominale:	10,6 A
Corrente di corto circuito:	11,1 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1779 mm x 1140 mm
Peso:	0 kg

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

## 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.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	-
Serie / Sigla:	-
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	1
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	10 kW
Potenza massima:	10,2 kW
Potenza massima per inseguitore:	5,1 kW
Tensione nominale:	650 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	140 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	26 A
Corrente massima:	26 A
Corrente massima per inseguitore:	13 A
Rendimento:	0,98

<b>Inverter 1</b>	<b>MPPT 1</b>	<b>MPPT 2</b>
Moduli in serie:	14	14
Stringhe in parallelo:	1	1
Esposizioni:	Esposizione 3 - Sud-Ovest	Esposizione 3 - Sud-Ovest
Tensione di MPP (STC):	543,2 V	543,2 V
Numero di moduli:	14	14

## DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 410 \text{ Wp} * 28 = 11,48 \text{ kWp}$$

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:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energia [kWh]
Esposizione 3 - Sud-Ovest	28	1.527,21	17.532,33

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 14726,7 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,6 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,0 %
<b>Perdite totali:</b>	<b>16,0 %</b>

### TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	392,0	392,0	0,0 %
Febbraio	826,3	826,3	0,0 %
Marzo	1086,0	1086,0	0,0 %
Aprile	1381,1	1381,1	0,0 %
Maggio	1965,5	1965,5	0,0 %
Giugno	2003,0	2003,0	0,0 %
Luglio	2160,2	2160,2	0,0 %
Agosto	1750,2	1750,2	0,0 %
Settembre	1354,5	1354,5	0,0 %
Ottobre	908,0	908,0	0,0 %
Novembre	553,1	553,1	0,0 %
Dicembre	346,8	346,8	0,0 %
Anno	14726,7	14726,7	0,0 %

## 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.

## 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.

## 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.

## 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.

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



## 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 Generatore 3 soddisfa le seguenti condizioni:

### **Limiti in tensione**

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (463,9 V) maggiore di  $V_{mpp \text{ min.}}$  (140,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (604,9 V) inferiore a  $V_{mpp \text{ max.}}$  (1000,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (714,1 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (714,1 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

### **Limiti in corrente**

Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (11,1 A) inferiore alla corrente massima inverter (18,0 A)

### **Limiti in potenza**

Dimensionamento in potenza (112,6%) compreso tra 70,0% e il 200,0% [MPPT 1]

## Generatore 4

---

Il generatore è composto da n° 52 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	
Tipo di realizzazione:	Comunità energetiche
Numero di moduli:	52
Numero inverter:	2
Potenza nominale:	21,32 kW
Potenza di picco:	21,32 kWp
Performance ratio:	84 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	-
Serie / Sigla:	-
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	410 Wp
Rendimento:	20,9 %
Tensione nominale:	38,8 V
Tensione a vuoto:	46,6 V
Corrente nominale:	10,6 A
Corrente di corto circuito:	11,1 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1779 mm x 1140 mm
Peso:	0 kg

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

## 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.

Il gruppo di conversione è composto da 2 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	-
Serie / Sigla:	-
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	12 kW
Potenza massima:	12,2 kW
Potenza massima per inseguitore:	8,2 kW
Tensione nominale:	650 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	140 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	39 A
Corrente massima:	39 A
Corrente massima per inseguitore:	26 A
Rendimento:	0,98

<b>Inverter 1</b>	<b>MPPT 1</b>	<b>MPPT 2</b>
Moduli in serie:	13	13
Stringhe in parallelo:	1	1
Esposizioni:	Esposizione 3 - Sud-Ovest	Esposizione 3 - Sud-Ovest
Tensione di MPP (STC):	504,4 V	504,4 V
Numero di moduli:	13	13

<b>Inverter 2</b>	<b>MPPT 1</b>	<b>MPPT 2</b>
Moduli in serie:	13	13
Stringhe in parallelo:	1	1
Esposizioni:	Esposizione 1 - Sud-Est	Esposizione 1 - Sud-Est
Tensione di MPP (STC):	504,4 V	504,4 V
Numero di moduli:	13	13

## DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 410 \text{ Wp} * 52 = 21,32 \text{ kWp}$$

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:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energia [kWh]
Esposizione 1 - Sud-Est	26	1.489,64	15.879,61
Esposizione 3 - Sud-Ovest	26	1.527,21	16.280,03

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 27005,4 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,6 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,0 %
<b>Perdite totali:</b>	<b>16,0 %</b>

### TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	702,9	702,9	0,0 %
Febbraio	1487,0	1487,0	0,0 %
Marzo	1978,1	1978,1	0,0 %
Aprile	2538,0	2538,0	0,0 %
Maggio	3633,0	3633,0	0,0 %
Giugno	3712,5	3712,5	0,0 %
Luglio	3999,0	3999,0	0,0 %
Agosto	3224,2	3224,2	0,0 %
Settembre	2474,6	2474,6	0,0 %
Ottobre	1644,6	1644,6	0,0 %
Novembre	990,8	990,8	0,0 %

Dicembre	620,5	620,5	0,0 %
Anno	27005,4	27005,4	0,0 %

## **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.

## 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.

## 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.

## 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.

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

## 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 Generatore 4 soddisfa le seguenti condizioni:

### **Limiti in tensione**

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (430,8 V) maggiore di  $V_{mpp \text{ min.}}$  (140,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (561,6 V) inferiore a  $V_{mpp \text{ max.}}$  (1000,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (663,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (663,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

### **Limiti in corrente**

Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (11,1 A) inferiore alla corrente massima inverter (36,0 A)

### **Limiti in potenza**

Dimensionamento in potenza (130,6%) compreso tra 70,0% e il 200,0% [INV. 1/MPPT 2]



## 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 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 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 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

### 2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 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 e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

### 3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- 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;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;

- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 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 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- 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 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

## **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;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

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.

## CONCLUSIONI

---

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.

### DATA

13/07/2023

### IL TECNICO

Per. Ind. Palermo Andrea  
E.s.co.gita S.r.l.s.

