

COMUNE DI MASSA LOMBARDA



PROGETTO PRELIMINARE

TAVOLA E06

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

DI POTENZA NOMINALE PARI A 160 kW

E POTENZA MASSIMA PARI A 183,12 kWp

DENOMINATO

Area produttiva "Selice" - MACROLOTTO 1

SITO NEL COMUNE DI

MASSA LOMBARDA

Via Trebeghino

48024 - Ravenna

DATI DEL COMMITTENTE

COMMITTENTE: VIOCAR S.P.A.

Forlimpopoli - VIA DUCA D'AOSTA, 44 - 47034 - Forlì-Cesena

DATA

19/01/2023



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 160 kW e potenza di picco di 183,12 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	VIOCAR S.P.A.
Indirizzo:	VIA DUCA D'AOSTA, 44 47034Forlimpopoli
Codice fiscale/Partita IVA:	01548340403 / 01548340403

DATI PROGETTISTA	
Ragione Sociale:	MD Project S.r.l.
Nome e Cognome:	Matteo Drei
Qualifica:	Per. Ind.
Codice Fiscale:	04420510408
P.IVA:	04420510408
Albo:	FORLÌ-CESENA
N° Iscrizione	665
Indirizzo:	Piazza Falcone e Borsellino n.21
CAP - COMUNE	47121 – Forlì (FC)
Telefono	340 6656793
Emai	info@mdprojectsrl.com

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Area produttiva "Selice" - MACROLOTTO 1 presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	MASSA LOMBARDA 48024 Via Trebeghino
Latitudine:	044° 26'58"N
Longitudine:	011° 47'26"E
Altitudine:	6 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	44 % Superfici scure di edifici, Superfici chiare di edifici

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 8477-1.

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.

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- ☐ disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- ☐ disponibilità della fonte solare;
- ☐ fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo)

VALENZA DELL'INIZIATIVA

Con la realizzazione dell'impianto, denominato Area produttiva "Selice" - MACROLOTTO 1, si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 2 generatori fotovoltaici composti da n° 436 moduli fotovoltaici e da n° 2 inverter.

La potenza di picco è di 183,12 kWp per una produzione di 236.237 kWh annui distribuiti su una superficie di 850,2 m².

Modalità di connessione alla rete Trifase in Media tensione con tensione di fornitura 15.000 V.

EMISSIONI

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

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	165,56 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	208,42 kg
Polveri:	7,40 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	123,20 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	7,24 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	1,39 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	44,18 TEP

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

RADIAZIONE SOLARE

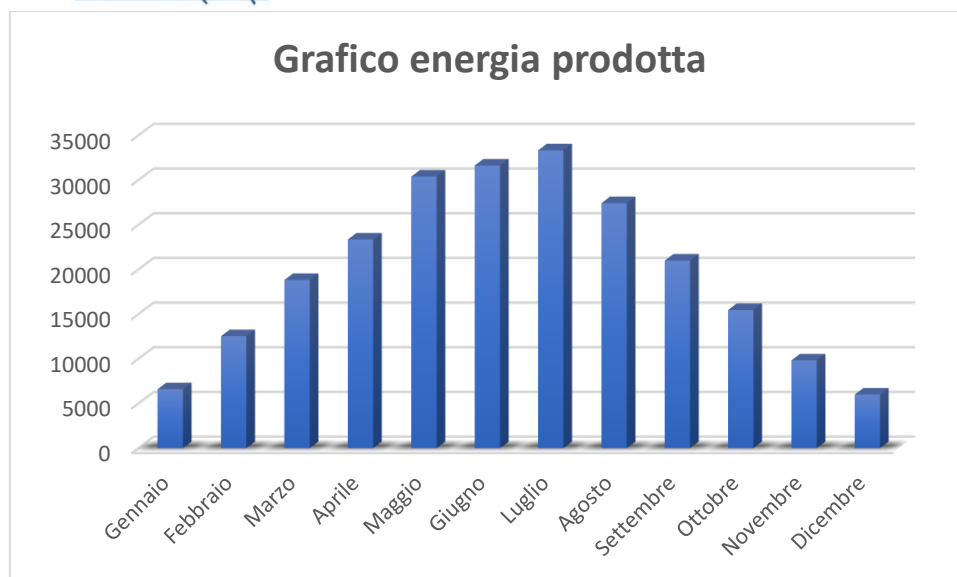
La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di MASSA LOMBARDA.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	3,95	122,45
Febbraio	8,34	233,52
Marzo	12,26	380,06
Aprile	17,09	512,7
Maggio	22,77	705,87
Giugno	25,13	753,9
Luglio	25,34	785,54
Agosto	19,94	618,14
Settembre	14,73	441,9
Ottobre	9,73	301,63
Novembre	5,88	176,4
Dicembre	3,53	109,43

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	212,43	6585,341
Febbraio	447,321	12524,977
Marzo	606,627	18805,43
Aprile	778,134	23344,02
Maggio	980,221	30386,853
Giugno	1053,93	31617,89
Luglio	1074,949	33323,408
Agosto	884,243	27411,52
Settembre	699,471	20984,133
Ottobre	498,334	15448,366
Novembre	327,085	9812,547
Dicembre	193,309	5992,592



ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 2 generatori distribuiti su 1 esposizioni come di seguito definite:

Descrizione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Ombr.
SUD-OVEST	Inclinazione fissa	26°	25°	3,03 %

SUD-OVEST

SUD-OVEST sarà esposta con un orientamento di 26,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 25,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione SUD-OVEST è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 3,03 %.

DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

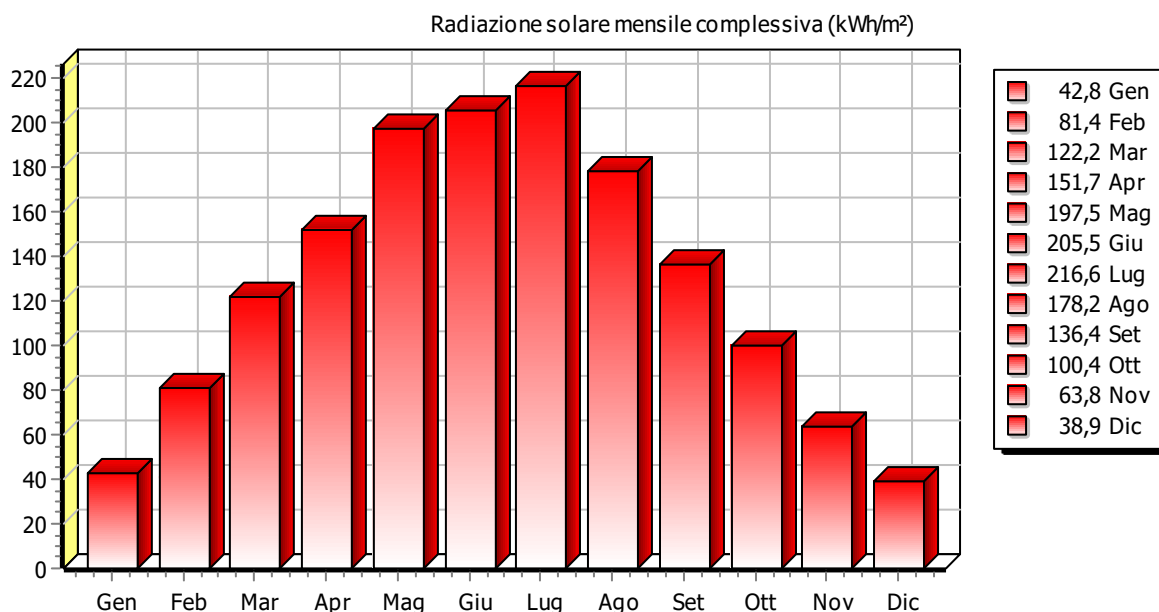


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,789	0,569	0,022	1,381	42,802
Febbraio	1,987	0,874	0,047	2,907	81,407
Marzo	2,664	1,21	0,069	3,943	122,227
Aprile	3,267	1,694	0,096	5,058	151,726
Maggio	4,097	2,145	0,129	6,371	197,501
Giugno	4,444	2,264	0,143	6,85	205,503
Luglio	4,632	2,211	0,144	6,987	216,588
Agosto	3,591	2,044	0,113	5,747	178,163
Settembre	2,848	1,615	0,083	4,546	136,388
Ottobre	2,011	1,173	0,055	3,239	100,408
Novembre	1,431	0,662	0,033	2,126	63,777
Dicembre	0,76	0,477	0,02	1,256	38,949

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato/alluminio e/o calcestruzzo, adeguatamente zavorrati e/o ancorati alla superficie, con inclinazione di 25°, avranno tutti la medesima esposizione per MPPT. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento coerenti alla zona di installazione.

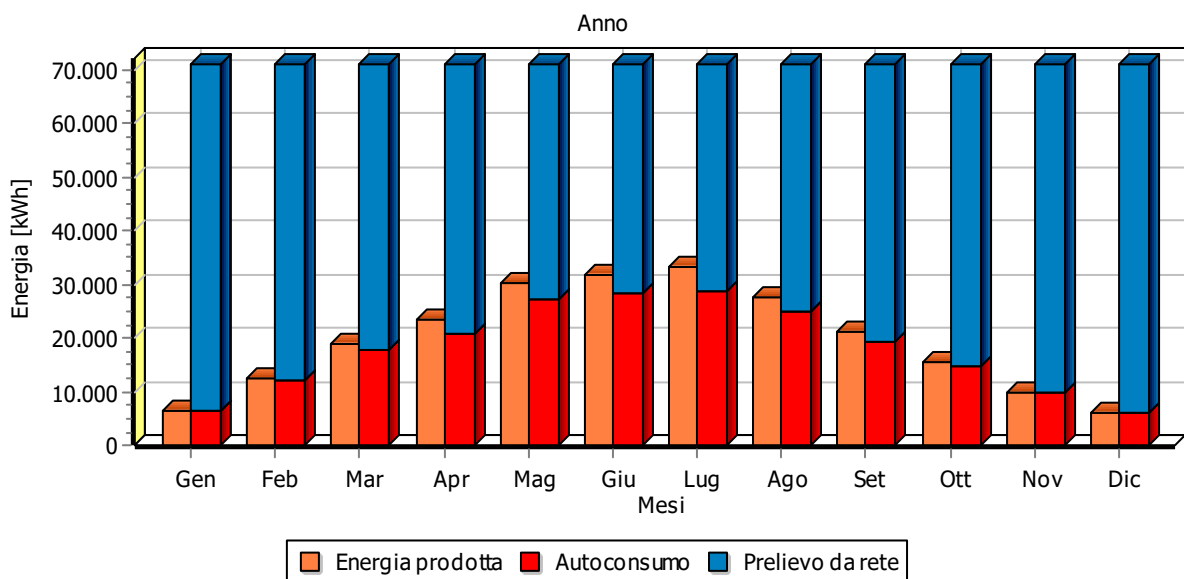
Consumo utenza

Consumo annuo utenza:	851.736 kWh
Consumo contemporaneo di energia prodotta:	204.014,3 kWh
Energia immessa:	20.566,7 kWh
Energia prelevata:	636.065,6 kWh

Profilo di carico:

Descrizione	Consumo [kWh]
Gennaio Fascia 1	44.046
Gennaio Fascia 2	9.772
Gennaio Fascia 3	17.160
Febbraio Fascia 1	44.046
Febbraio Fascia 2	9.772
Febbraio Fascia 3	17.160
Marzo Fascia 1	44.046
Marzo Fascia 2	9.772
Marzo Fascia 3	17.160
Aprile Fascia 1	44.046
Aprile Fascia 2	9.772
Aprile Fascia 3	17.160
Maggio Fascia 1	44.046
Maggio Fascia 2	9.772
Maggio Fascia 3	17.160
Giugno Fascia 1	44.046
Giugno Fascia 2	9.772
Giugno Fascia 3	17.160
Luglio Fascia 1	44.046
Luglio Fascia 2	9.772
Luglio Fascia 3	17.160
Agosto Fascia 1	44.046
Agosto Fascia 2	9.772
Agosto Fascia 3	17.160
Settembre Fascia 1	44.046
Settembre Fascia 2	9.772

Settembre Fascia 3	17.160
Ottobre Fascia 1	44.046
Ottobre Fascia 2	9.772
Ottobre Fascia 3	17.160
Novembre Fascia 1	44.046
Novembre Fascia 2	9.772
Novembre Fascia 3	17.160
Dicembre Fascia 1	44.046
Dicembre Fascia 2	9.772
Dicembre Fascia 3	17.160



Generatore 1

Il generatore è composto da n° 218 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:	218
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	80 kW
Potenza di picco:	91,56 kWp
Performance ratio:	81,5 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	JINKO SOLAR
Serie / Sigla:	Tiger Neo JKM420N-54HL4
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	420 Wp
Rendimento:	21,5 %
Tensione nominale:	31,5 V
Tensione a vuoto:	38,1 V
Corrente nominale:	13,3 A
Corrente di corto circuito:	14,1 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 1722 mm
Peso:	22 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.

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:	ZCS AZZURRO
Serie / Sigla:	LV 3PH 80KTL-LV
Inseguitori:	8
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	80 kW
Potenza massima:	81,5 kW
Potenza massima per inseguitore:	10,2 kW
Tensione nominale:	600 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	180 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	208 A

Corrente massima:	208 A
Corrente massima per inseguitore:	26 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3	MPPT 4	MPPT 5	MPPT 6	MPPT 7	MPPT 8
Moduli in serie:	15	15	15	15	15	22	23	23
Stringhe in parallelo:	2	2	2	2	2	1	1	1
Esposizioni:	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST
Tensione di MPP (STC):	472,7 V	472,7 V	472,7 V	472,7 V	472,7 V	693,2 V	724,7 V	724,7 V
Numero di moduli:	30	30	30	30	30	22	23	23

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 420 \text{ Wp} * 218 = 91,56 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
SUD-OVEST	218	1.583,41	144.977,41

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 118118,5 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	3,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,8 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,8 %
Perdite totali:	18,5 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	3292,7	3292,7	0,0 %
Febbraio	6262,5	6262,5	0,0 %
Marzo	9402,7	9402,7	0,0 %
Aprile	11672,0	11672,0	0,0 %
Maggio	15193,4	15193,4	0,0 %
Giugno	15808,9	15808,9	0,0 %
Luglio	16661,7	16661,7	0,0 %
Agosto	13705,8	13705,8	0,0 %
Settembre	10492,1	10492,1	0,0 %
Ottobre	7724,2	7724,2	0,0 %
Novembre	4906,3	4906,3	0,0 %
Dicembre	2996,3	2996,3	0,0 %
Anno	118118,5	118118,5	0,0 %

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 (408,3 V) maggiore di V_{mpp} min. (180,0 V)

Tensione massima V_n a -15,00 °C (812,4 V) inferiore a V_{mpp} max. (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -15,00 °C (964,2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -15,00 °C (964,2 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (28,1 A) inferiore alla corrente massima inverter (40,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (123,7%) compreso tra 80,0% e il 130,0% [MPPT 1]

Generatore 2

Il generatore è composto da n° 218 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:	218
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	80 kW
Potenza di picco:	91,56 kWp
Performance ratio:	81,5 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	JINKO SOLAR
Serie / Sigla:	Tiger Neo JKM420N-54HL4
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	420 Wp
Rendimento:	21,5 %
Tensione nominale:	31,5 V
Tensione a vuoto:	38,1 V
Corrente nominale:	13,3 A
Corrente di corto circuito:	14,1 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 1722 mm
Peso:	22 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.

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:	ZCS AZZURRO
Serie / Sigla:	LV 3PH 80KTL-LV
Inseguitori:	8
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	80 kW
Potenza massima:	81,5 kW
Potenza massima per inseguitore:	10,2 kW
Tensione nominale:	600 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	180 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	208 A

Corrente massima:	208 A
Corrente massima per inseguitore:	26 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3	MPPT 4	MPPT 5	MPPT 6	MPPT 7	MPPT 8
Moduli in serie:	15	15	15	15	15	22	23	23
Stringhe in parallelo:	2	2	2	2	2	1	1	1
Esposizioni:	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST	SUD-OVEST
Tensione di MPP (STC):	472,7 V	472,7 V	472,7 V	472,7 V	472,7 V	693,2 V	724,7 V	724,7 V
Numero di moduli:	30	30	30	30	30	22	23	23

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 420 \text{ Wp} * 218 = 91,56 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
SUD-OVEST	218	1.583,41	144.977,41

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 118118,5 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	3,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,8 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,8 %
Perdite totali:	18,5 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	3292,7	3292,7	0,0 %
Febbraio	6262,5	6262,5	0,0 %
Marzo	9402,7	9402,7	0,0 %
Aprile	11672,0	11672,0	0,0 %
Maggio	15193,4	15193,4	0,0 %
Giugno	15808,9	15808,9	0,0 %
Luglio	16661,7	16661,7	0,0 %
Agosto	13705,8	13705,8	0,0 %
Settembre	10492,1	10492,1	0,0 %
Ottobre	7724,2	7724,2	0,0 %
Novembre	4906,3	4906,3	0,0 %
Dicembre	2996,3	2996,3	0,0 %
Anno	118118,5	118118,5	0,0 %

INSTALLAZIONE COLONNINA DI RICARICA ELETTRICA

Nell'impianto è prevista l'installazione di una colonnina di ricarica elettrica da 22 kW.

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 (408,3 V) maggiore di V_{mpp} min. (180,0 V)

Tensione massima V_n a -15,00 °C (812,4 V) inferiore a V_{mpp} max. (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -15,00 °C (964,2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -15,00 °C (964,2 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (28,1 A) inferiore alla corrente massima inverter (40,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (123,7%) compreso tra 80,0% e il 130,0% [MPPT 1]

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 ≤ 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 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.

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.