

## Comune di Brandizzo

**PNRR- Missione 4 - Istruzione e Ricerca -  
Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi  
di istruzione: dagli asili nido alle università -  
Investimento 1.1: "Piano per asili nido e scuole  
dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la  
prima infanzia -  
"AMPLIAMENTO ASILO NIDO "PAJETTA"**

**Progetto di fattibilità tecnico - economica**

**ELABORATO : RELAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

**CODIFICA : IEL.003.PFTE.00**

SETTORE PROGRAMMAZIONE E GESTIONE DEL TERRITORIO

Arch. Laura Panicucci

Arch. jr Francesco Merlo

R.U.P.: Arch. Laura Panicucci



## INDICE

1. DATI GENERALI DELL'IMPIANTO .....	2
SITO DI INSTALLAZIONE .....	2
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	2
2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....	3
EMISSIONI.....	3
RADIAZIONE SOLARE.....	3
ESPOSIZIONI .....	4
3. STRUTTURE DI SOSTEGNO .....	7
4. Generatore .....	7
GRUPPO DI CONVERSIONE .....	8
DIMENSIONAMENTO.....	9
5. Cavi elettrici e cablaggi.....	11
6. Quadri elettrici .....	15
7. SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA.....	15
8. Sistema di controllo e monitoraggio (SCM).....	15
9. VERIFICHE.....	16
10. PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO .....	17
11. SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO .....	18
12. RIFERIMENTI NORMATIVI .....	19
13. CONCLUSIONI .....	21
14. ALLEGATO A: SCHEDE TECNICA DEL INVERTER.....	22
15. ALLEGAT B: SCHEDA TECNICA DEL MODULO FOTOVOLTAICO .....	23



## 1. 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 14,62 kW e potenza di picco di 14,62 kWp.

### SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Brandizzo 10032 Via R. Morandi 3
Latitudine:	045°10'58"N
Longitudine:	007°50'22"E
Altitudine:	183 m
Fonte dati climatici:	ENEA
Albedo:	0 %

### DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma ENEA 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.

## 2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° 34 moduli fotovoltaici e da n° 1 inverter.

La potenza di picco è di 14,62 kWp per una produzione di 12 509,1 kWh annui distribuiti su una superficie di 66,3 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> ):	8,77 kg
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ):	11,04 kg
Polveri:	0,39 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	6,52 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H <sub>2</sub> S) (fluido geotermico):	0,38 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	0,07 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	2,34 TEP

### RADIAZIONE SOLARE

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

#### TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [MJ/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	5	155
Febbraio	8,1	234,9
Marzo	13,4	415,4
Aprile	17,1	513
Maggio	20	620
Giugno	22,5	675



Luglio	22,4	694,4
Agosto	19	589
Settembre	14,1	423
Ottobre	9,7	300,7
Novembre	6,1	183
Dicembre	4,5	139,5

#### TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	15,732	487,694
Febbraio	21,658	628,088
Marzo	31,726	983,497
Aprile	41,848	1255,433
Maggio	50,594	1568,424
Giugno	56,654	1699,617
Luglio	54,884	1701,41
Agosto	45,337	1405,439
Settembre	34,24	1027,195
Ottobre	24,569	761,651
Novembre	17,702	531,064
Dicembre	14,825	459,562

#### ESPOSIZIONI

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

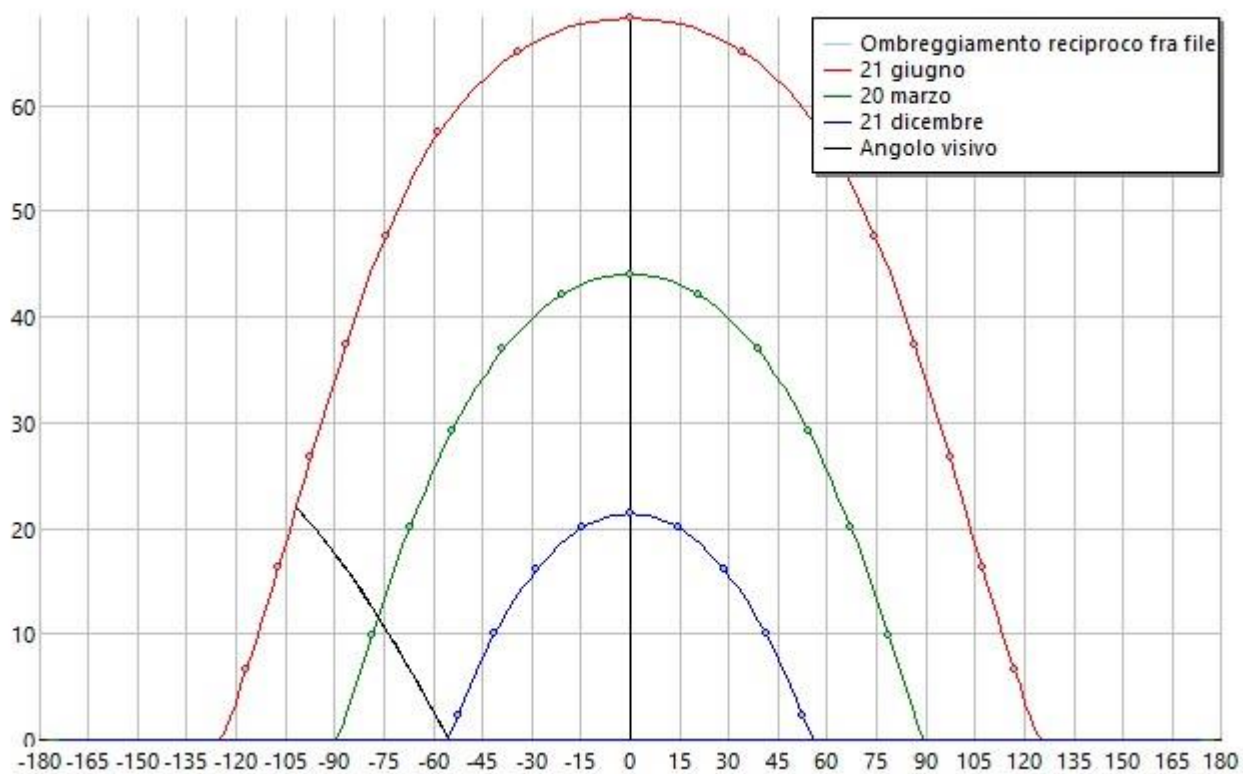
Descrizione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omr.
Esposizione 1	Inclinazione fissa	35°	29°	0 %

#### Esposizione 1

Esposizione 1 sarà esposta con un orientamento di 35,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 29,00° (tilt).

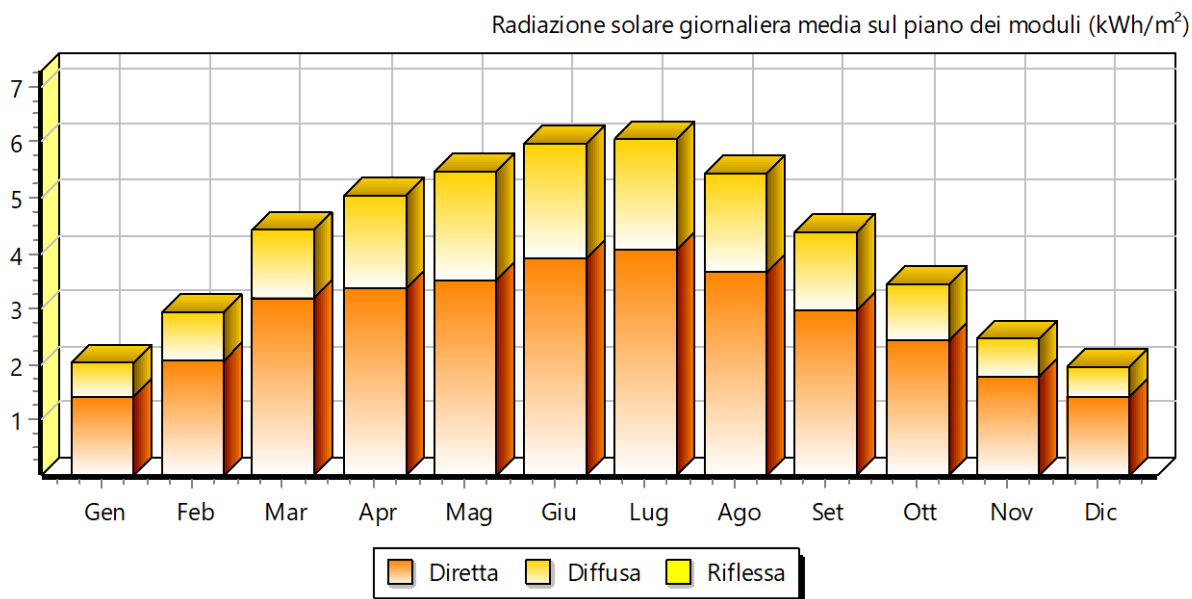
La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 1 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

#### 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	1,426	0,615	0	2,041	63,278
Febbraio	2,05	0,9	0	2,95	85,552
Marzo	3,177	1,234	0	4,411	136,74
Aprile	3,352	1,664	0	5,016	150,481
Maggio	3,495	1,976	0	5,471	169,61
Giugno	3,919	2,06	0	5,979	179,372
Luglio	4,073	1,964	0	6,037	187,149
Agosto	3,664	1,752	0	5,416	167,901
Settembre	2,976	1,41	0	4,387	131,596
Ottobre	2,419	1,002	0	3,421	106,062
Novembre	1,778	0,683	0	2,461	73,838
Dicembre	1,404	0,542	0	1,946	60,335

### 3. STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 29°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

### 4. Generatore

Il generatore è composto da n° 34 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:	34
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	14,62 kW
Potenza di picco:	14,62 kWp
Performance ratio:	56,6 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	JINKO SOLAR
Serie / Sigla:	Tiger Neo JKM430N-54HL4
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	430 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 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:	HUAWEI
Serie / Sigla:	SUN2000 SUN2000-15KTL-M0
Inseguitori:	2

Ingressi per inseguitore:	2
<b>Caratteristiche elettriche</b>	
Potenza nominale:	15 kW
Potenza massima:	15,2 kW
Potenza massima per inseguitore:	7,6 kW, 7,6 kW
Tensione nominale:	600 V
Tensione massima:	1080 V
Tensione minima per inseguitore:	160 V
Tensione massima per inseguitore:	950 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	60 A
Corrente massima:	60 A
Corrente massima per inseguitore:	30 A, 30 A
Rendimento:	0,99

<b>Inverter 1</b>	<b>MPPT 1</b>	<b>MPPT 2</b>
Moduli in serie:	17	17
Stringhe in parallelo:	1	1
Esposizioni:	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	542 V	542 V
Numero di moduli:	17	17

## DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 430 \text{ Wp} * 34 = 14,62 \text{ kWp}$$

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	34	1 511,91	22 104,19

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 12509,1 \text{ kWh}$$



dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	33,5 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,1 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,3 %
Perdite totali:	43,4 %

#### TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	786,9	487,7	-38,0 %
Febbraio	1063,8	628,1	-41,0 %
Marzo	1700,4	983,5	-42,2 %
Aprile	1871,2	1255,4	-32,9 %
Maggio	2109,1	1568,4	-25,6 %
Giugno	2230,5	1699,6	-23,8 %
Luglio	2327,2	1701,4	-26,9 %
Agosto	2087,9	1405,4	-32,7 %
Settembre	1636,4	1027,2	-37,2 %
Ottobre	1318,9	761,7	-42,3 %
Novembre	918,2	531,1	-42,2 %
Dicembre	750,3	459,6	-38,7 %
Anno	18800,8	12509,1	-33,5 %

## 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.

Cablaggio: Stringa - Q. Campo

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	40 m
Lunghezza di dimensionamento:	40 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	IEC 60364-5-52 Ed.3 (Min.)
Posa:	30(C) - Single-core cables on unperforated tray run horizontally or vertically
Disposizione:	Bunched in air, on a surface, embedded or enclosed
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	L(70)
Formazione:	2x(1x4)
N° conduttori positivo/fase:	1



Sez. positivo/fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	542 V
Corrente d'impiego:	13,5 A
Corrente di c.c. moduli	14,2 A

#### Cablaggio: Q. Campo - Q. Inverter

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	10 m
Lunghezza di dimensionamento:	10 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	IEC 60364-5-52 Ed.3 (Min.)
Posa:	20(C) - Multi-core cables fixed on a wooden or masonry wall
Disposizione:	Bunched in air, on a surface, embedded or enclosed
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	L(70)
Formazione:	3G4
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	4 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	542 V
Corrente d'impiego:	13,5 A
Corrente di c.c. moduli	14,2 A

#### Cablaggio: Q. Inverter - Q. Parallelo

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	10 m

Lunghezza di dimensionamento:	10 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG100M1 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	5G4
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	4 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	21,7 A

#### Cablaggio: Q. Parallelo - Q. Misura

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	10 m
Lunghezza di dimensionamento:	10 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	IEC 60364-5-52 Ed.3 (Min.)
Posa:	30(C) - Multi-core cables on unperforated tray run horizontally or vertically
Disposizione:	Bunched in air, on a surface, embedded or enclosed
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG160M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	L(70)
Formazione:	5G4
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>



N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	4 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	21,7 A

#### Cablaggio: Q. Misura - Rete

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	10 m
Lunghezza di dimensionamento:	10 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	IEC 60364-5-52 Ed.3 (Min.)
Posa:	30(C) - Multi-core cables on unperforated tray run horizontally or vertically
Disposizione:	Bunched in air, on a surface, embedded or enclosed
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	L(70)
Formazione:	5G4
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	4 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	21,7 A

Tabella di riepilogo cavi					
Codice	Costruttore	Form.	Des.	Descrizione	Lc
Stringa - Q. Campo		2x(1x4)	H1Z2Z2-K		80 m
Q. Campo - Q. Inverter		3G4	H1Z2Z2-K		10 m
Q. Inverter - Q. Parallelo		5G4	FG10OM1 0.6/1 kV		10 m
Q. Parallelo - Q. Misura		5G4	FG16OM16 0.6/1 kV		10 m
Q. Misura - Rete		5G4	FG16OM16 0.6/1 kV		10 m

---

## 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.

## 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.

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



---

## 9. 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 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (468,3 V) maggiore di  $V_{mpp \text{ min.}}$  (160,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (599,2 V) inferiore a  $V_{mpp \text{ max.}}$  (950,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (711,6 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1080,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (711,6 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

Limiti in corrente

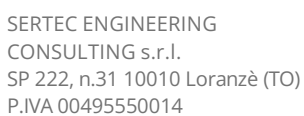
Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (14,2 A) inferiore alla corrente massima inverter (30,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (96,2%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

## 10. PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO





## 12. 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 - 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 (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.

---

## 13. 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.



---

## 14. ALLEGATO A: SCHEDE TECNICA DEL INVERTER

# SCHEDA TECNICA DEL PRODOTTO

## LT 15K F2-DC-AFCI-WIET



### Aree di applicazione

- Installazioni residenziali
- Impianti commerciali e industriali

### Vantaggi del prodotto

- 10 anni di garanzia sul prodotto
- Display LCD integrato
- Ampio intervallo di tensione e bassa tensione di avvio
- Protezione AFCI, riduce proattivamente il rischio di incendio
- Tecnologia di stabilizzazione automatica della tensione in condizioni di rete debole
- Installazione facile

### Caratteristiche del prodotto

- Raffreddamento intelligente tramite ventola
- Interruttore DC integrato
- Tipo di protezione: IP66
- Connettori originali Stäubli MC4

DATI TECNICI

DATI ELETTRICI

Monitoraggio rete	trifase
Max. potenza d'entrata DC	22.5 kW
Tensione continua (cc)	600 V
Tensione MPP	160 - 1000 V
Max. corrente d'entrata per DC	32 A
Tensione d'ingresso DC max. per ingresso di stringa	16 A
Tensione d'ingresso DC per tracker MPP max.	32 A
Numero di tracker mpp	2
Collegamenti di stringa per input MPPT	2
Potenza nominale d'uscita AC	15 kW
Assorbimento di potenza	<1 W

DIMENSIONI E PESO

Lunghezza	310 mm
Larghezza	219 mm
Altezza	563 mm
Peso prodotto	17800,00 g

ALTRE CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO

Interruttore DC integrato	Sì
Connection DC for battery	No
Adatta per tensione continua	No
regolatore di carica integrato	No
Con data logger	Sì
Wireless	Sì
Display	Standard
Ethernet	Sì
Trasformatore integrato	No
Tipo di collegamento	Staubli MC4
Temperatura di funzionamento [PIM]	-25...+60 °C
Temperatura ambiente	-25...+60 °C
Applicazione in esterni	No
Grado di protezione	IP66
Colore del prodotto	bianco

Efficienza


Massima efficienza	98.60 %
--------------------	---------

Rendimento euro	98.00 %
-----------------	---------

Apparecchiatura / Accessori

- Staffa di montaggio inclusa
- Registratore di dati incluso
- Connettore CA incluso
- Fornito con manuale utente
- Connettori DC aggiuntivi per le uscite dell'inverter
- Connettore RJ45 incluso
- Viti di fissaggio incluse

DOWNLOAD

Documenti e certificati		Nome del documento
	Declarations of conformity	CE declaration_LT3-20K

DATI LOGISTICI

Codice prodotto	Unità di imballo (Pezzi/unità)	Dimensioni (lunghezza x profondità x altezza)	Peso lordo	Volume
4099854169168	Cartone di spedizione 1	644 mm x 384 mm x 326 mm	18998.00 g	80.62 dm³

Il codice prodotto indicato descrive la minore quantità che può essere ordinata. Una unità di spedizione può contenere uno o più di un singolo prodotto. Quando si inserisce un ordine, per la quantità inserire una o più unità di spedizione.

Riferimenti / Collegamenti

- Per la garanzia consulta [www.ledvance.it/garanzia](http://www.ledvance.it/garanzia)

DISCLAIMER

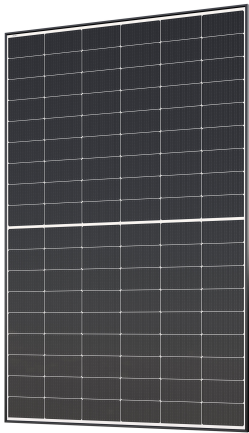
Con riserva di modifiche senza preavviso. Salvo errori o omissioni. Assicurarsi sempre di utilizzare la versione più recente.

## 15. ALLEGAT B: SCHEDA TECNICA DEL MODULO FOTOVOLTAICO

# SCHEDA TECNICA DEL PRODOTTO

## M 430 N 54 LM -BF-F3

PV PANELS N-TYPE MONOFACIAL BLACK | Pannelli fotovoltaici monofacciali TopCon black frame



### Aree di applicazione

- Impianti commerciali e industriali
- Installazioni residenziali

### Vantaggi del prodotto

- La tecnologia TopCon offre un'efficienza più elevata grazie ad una migliore conversione della luce solare rispetto ai pannelli standard
- 15 anni di garanzia sul prodotto, 30 anni di garanzia sulla potenza lineare
- Effetto PID limitato (potenziale degrado indotto) grazie al rigoroso controllo di qualità nel processo di produzione
- Degradazione annuale molto bassa delle celle grazie alla migliore resistenza alle alte temperature
- Il design durevole e gli standard di produzione più elevati garantiscono affidabilità operativa e qualità

### Caratteristiche del prodotto

- Connettori originali Stäubli MC4 EVO 2
- Disponibile in 2 versioni di lunghezza del cavo
- Telaio realizzato in lega di alluminio anodizzato
- Tecnologia Multi-Bus Bar (MBB)
- Carico statico massimo fino a 5400 Pa

DATI TECNICI

DATI ELETTRICI STC

Potenza massima Pmax (STC)	430 W
Imp corrente massima di potenza (STC)	13.49 A
Corrente di cortocircuito Isc (STC)	14.24 A
Tensione di potenza massima Vmp (STC)	31.88 V
Voc di tensione a circuito aperto (STC)	38.44 V
Rendimento del modulo	22.02 %

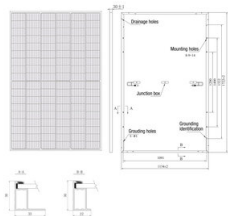
DATI ELETTRICI NMOT

Potenza massima Pmax (NMOT)	323 W
Imp corrente massima di potenza (NMOT)	10.91 A
Corrente di cortocircuito Isc (NMOT)	11.50 A
Tensione di potenza massima Vmp (NMOT)	29.61 V
Voc di tensione a circuito aperto (NMOT)	36.35 V

DATI ELETTRICI STC e NMOT

Tolleranza di potenza	3 %
-----------------------	-----

DATI MECCANICI



Numero di celle	108
Materiale cellulare	Mono cristallino
Numero di diodi di bypass	3
Telaio	Si
Tipo di collegamento	Staubli MC4 EVO2
Larghezza	1134 mm
Lunghezza	1722 mm
Altezza	30 mm
Peso prodotto	20200.000 g
Lunghezza del cavo	1.2 m

Vetro con rivestimento antiriflesso	Sì
Colore fondo	bianco
Colore celle	Dark blue
Colore della struttura	Nero
Vetro frontale	Sì

VALORI DI TEMPERATURA

Temperatura operativa nominale della cella	44 °C
Temperatura coefficient Isc	0.046 %/K
Coefficiente di temperatura Pmpp	-0.300 %/K
Coefficiente di temperatura Uoc	-0.250 %/K



CONDIZIONI OPERATIVE

Portata massima del fusibile in serie	25 A
Temperatura di funzionamento [PIM]	-40...+85 °C
Carico statico massimo sul lato anteriore	5400 Pa
Carico statico massimo sul lato posteriore	2400 Pa
Capacità di carico di corrente inversa	25 A

Apparecchiatura / Accessori

- Il prodotto viene consegnato intero, non è richiesto alcun assemblaggio da parte del cliente
- Sul pannello sono montati i connettori MC4 EVO 2
- Nel pannello sono già installati 3 diodi di bypass

DOWNLOAD

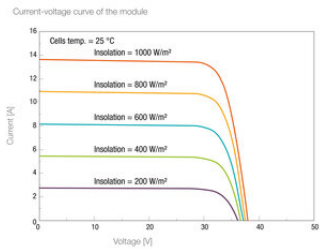
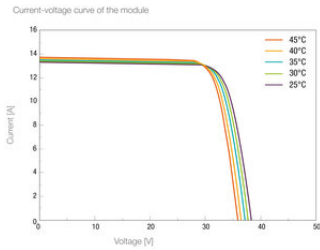
Documenti e certificati		Nome del documento
	User Instruction	PV MODULE
	Declarations of conformity	CE Certificate PV Panels

DATI LOGISTICI

Codice prodotto	Unità di imballo (Pezzi/unità)	Dimensioni (lunghezza x profondità x altezza)	Peso lordo	Volume
4099854199974	Cartone di spedizione 36	1,739 mm x 1,120 mm x 1,147 mm	728150.00 g	2233.99 dm³

Il codice prodotto indicato descrive la minore quantità che può essere ordinata. Una unità di spedizione può contenere uno o più di un singolo prodotto. Quando si inserisce un ordine, per la quantità inserire una o più unità di spedizione.

INFORMAZIONI AGGIUNTIVE SUL CATALOGO



DISCLAIMER

Con riserva di modifiche senza preavviso. Salvo errori o omissioni. Assicurarsi sempre di utilizzare la versione più recente.