



# COMUNE DI SERRE

(Provincia di Salerno)

Sindaco : Ing. Franco MENNELLA

Servizio Lavori Pubblici e Urbanistica

Responsabile UTC : Ing. Michele Melucci

Progetto approvato con:

- ☐ Delibera di Giunta Comunale  
☐ Delibera di Consiglio Comunale  
☐ Determina del Responsabile

N. \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

## PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

# COMPLETAMENTO EFFICIENTAMENTO ENERGETICO PUBBLICA ILLUMINAZIONE

PROGETTISTA : Ing. Michele MELUCCI

**IMPIANTO FTV SCUOLA MEDIA - via Garibaldi :**

- Relazione tecnica
- Schema unifilare

ELENCO  
DEGLI  
ELABORATI  
COMPONENTI  
IL  
PROGETTO

ELABORATO

**10**

RAPP  
--

**Comune di SERRE (SA)**

# **REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE**

**Potenza = 13.200 kW**

**Relazione tecnica**

**Impianto:** Efficientamento energetico - ImpiantoFTV

**Committente:** Comune di Serre

**Località:** Via Garibaldi - SERRE (SA)

**Il Tecnico**

## DATI GENERALI

### Ubicazione impianto

Identificativo dell'impianto  
Indirizzo  
CAP - Comune

**ImpiantoFTV**  
**Via Garibaldi**  
**84028 SERRE (SA)**

## PREMESSA

### Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "ImpiantoFTV", 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.

### Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 16 765.34 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

### Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	3.14
TEP risparmiate in 20 anni	57.62

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

### Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	7 946.77	6.25	7.16	0.23
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	146 052.97	114.93	131.57	4.31

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

## 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).

## SITO DI INSTALLAZIONE

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 riflettanza).

## Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

La descrizione del sito in cui verrà installato l'impianto fotovoltaico è riportata di seguito.  
Scuola Media

## Disponibilità della fonte solare

### Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Nocera Inferiore" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di SERRE (SA) avente latitudine 40° .5828 N, longitudine 15° .1869 E e altitudine di 200 m.s.l.m.m., i valori dell'irradiazione solare sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione oraria media mensile (diretta) [kWh/m<sup>2</sup>]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18
Gen			0.008	0.054	0.113	0.165	0.195	0.195	0.165	0.113	0.054	0.008		
Feb			0.031	0.093	0.162	0.221	0.256	0.256	0.221	0.162	0.093	0.031		
Mar		0.010	0.055	0.118	0.185	0.241	0.272	0.272	0.241	0.185	0.118	0.055	0.010	
Apr	0.002	0.055	0.133	0.224	0.314	0.386	0.426	0.426	0.386	0.314	0.224	0.133	0.055	0.002
Mag	0.034	0.108	0.203	0.306	0.404	0.480	0.522	0.522	0.480	0.404	0.306	0.203	0.108	0.034
Giu	0.052	0.130	0.226	0.328	0.424	0.498	0.538	0.538	0.498	0.424	0.328	0.226	0.130	0.052
Lug	0.043	0.119	0.213	0.315	0.411	0.485	0.526	0.526	0.485	0.411	0.315	0.213	0.119	0.043
Ago	0.016	0.088	0.183	0.291	0.394	0.475	0.520	0.520	0.475	0.394	0.291	0.183	0.088	0.016
Set		0.039	0.126	0.230	0.335	0.419	0.466	0.466	0.419	0.335	0.230	0.126	0.039	
Ott			0.049	0.124	0.206	0.275	0.314	0.314	0.275	0.206	0.124	0.049		
Nov			0.010	0.052	0.105	0.151	0.179	0.179	0.151	0.105	0.052	0.010		
Dic			0.001	0.027	0.064	0.099	0.120	0.120	0.099	0.064	0.027	0.001		

Irradiazione oraria media mensile (diffusa) [kWh/m<sup>2</sup>]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18
Gen			0.011	0.056	0.093	0.119	0.132	0.132	0.119	0.093	0.056	0.011		
Feb			0.038	0.084	0.122	0.149	0.162	0.162	0.149	0.122	0.084	0.038		

Mar		0.021	0.078	0.129	0.171	0.200	0.215	0.215	0.200	0.171	0.129	0.078	0.021	
Apr	0.002	0.059	0.114	0.162	0.202	0.231	0.245	0.245	0.231	0.202	0.162	0.114	0.059	0.002
Mag	0.032	0.084	0.133	0.178	0.215	0.241	0.254	0.254	0.241	0.215	0.178	0.133	0.084	0.032
Giu	0.045	0.094	0.143	0.186	0.221	0.246	0.259	0.259	0.246	0.221	0.186	0.143	0.094	0.045
Lug	0.039	0.089	0.138	0.182	0.218	0.243	0.256	0.256	0.243	0.218	0.182	0.138	0.089	0.039
Ago	0.015	0.068	0.118	0.164	0.201	0.227	0.241	0.241	0.227	0.201	0.164	0.118	0.068	0.015
Set		0.034	0.087	0.134	0.173	0.200	0.214	0.214	0.200	0.173	0.134	0.087	0.034	
Ott			0.053	0.102	0.143	0.172	0.187	0.187	0.172	0.143	0.102	0.053		
Nov			0.018	0.063	0.100	0.126	0.140	0.140	0.126	0.100	0.063	0.018		
Dic			0.004	0.048	0.085	0.111	0.124	0.124	0.111	0.085	0.048	0.004		

Irradiazione oraria media mensile (totale) [kWh/m<sup>2</sup>]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18
Gen			0.019	0.110	0.205	0.283	0.327	0.327	0.283	0.205	0.110	0.019		
Feb			0.069	0.177	0.284	0.370	0.418	0.418	0.370	0.284	0.177	0.069		
Mar		0.031	0.133	0.247	0.355	0.441	0.487	0.487	0.441	0.355	0.247	0.133	0.031	
Apr	0.004	0.114	0.247	0.387	0.516	0.616	0.671	0.671	0.616	0.516	0.387	0.247	0.114	0.004
Mag	0.066	0.192	0.336	0.484	0.619	0.721	0.776	0.776	0.721	0.619	0.484	0.336	0.192	0.066
Giu	0.097	0.224	0.368	0.514	0.645	0.744	0.797	0.797	0.744	0.645	0.514	0.368	0.224	0.097
Lug	0.082	0.209	0.351	0.497	0.629	0.728	0.782	0.782	0.728	0.629	0.497	0.351	0.209	0.082
Ago	0.031	0.155	0.302	0.455	0.595	0.702	0.761	0.761	0.702	0.595	0.455	0.302	0.155	0.031
Set		0.073	0.213	0.364	0.508	0.619	0.681	0.681	0.619	0.508	0.364	0.213	0.073	
Ott			0.102	0.227	0.349	0.447	0.500	0.500	0.447	0.349	0.227	0.102		
Nov			0.028	0.115	0.205	0.278	0.319	0.319	0.278	0.205	0.115	0.028		
Dic			0.005	0.075	0.148	0.209	0.244	0.244	0.209	0.148	0.075	0.005		

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m<sup>2</sup>]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.89	2.64	3.39	5.11	6.39	6.78	6.56	6.00	4.92	3.25	1.89	1.36

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Nocera Inferiore

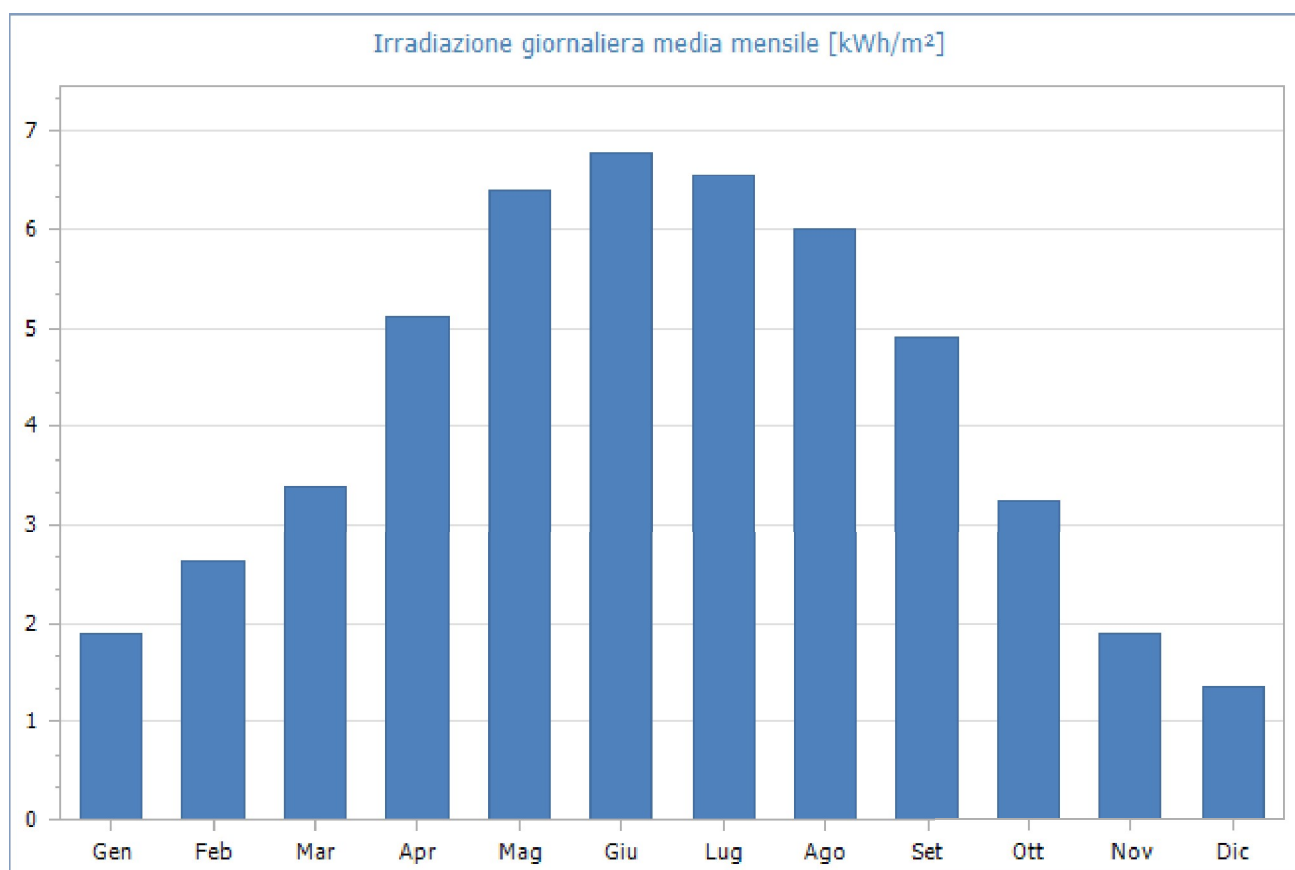


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Nocera Inferiore

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1 528.60 kWh/m²** (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Nocera Inferiore).

## Fattori morfologici e ambientali

### Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di SERRE:

## DIAGRAMMA SOLARE

SERRE (SA) - Lat. 40°.5828 N - Long. 15°.1869 E - Alt. 200 m

Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

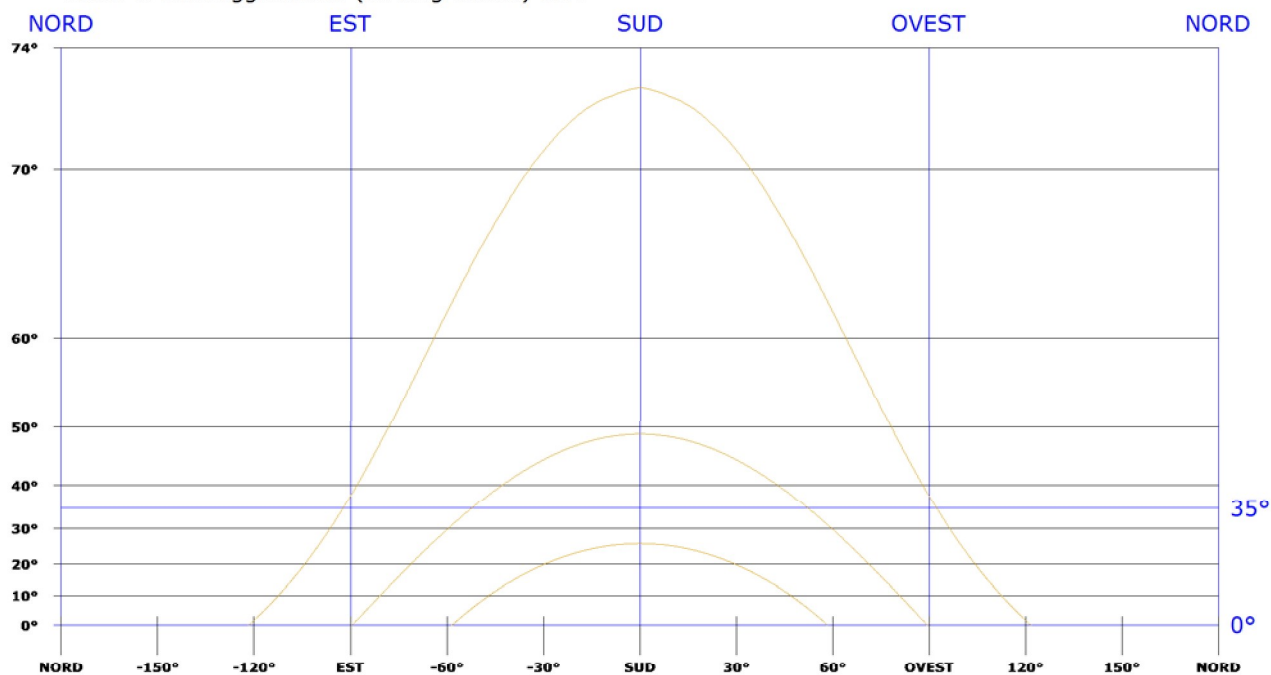


Fig. 2: Diagramma solare

## Riflettanza

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a **0.20**.

## PROCEDURE DI CALCOLO

### Criterio generale di progetto

---

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati. Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

### Criterio di stima dell'energia prodotta

---

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante le seguenti formule:

$$\text{Totale perdite standard [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

$$\text{Totale perdite con ottimizzatore [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

### Criterio di verifica elettrica

---

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:



### **TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

### **TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

### **TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

### **CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

### **DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

# DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

## Impianto *ImpiantoFTV*

L'impianto, denominato "ImpiantoFTV" (codice POD \$Empty\_IMPPOD\$), è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a **13.200 kW** e una produzione di energia annua pari a **16 765.34 kWh** (equivalente a **1 270.10 kWh/kW**), derivante da 40 moduli che occupano una superficie di 69.32 m<sup>2</sup>, ed è composto da 1 generatore.

### Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Committente	Comune di Serre
Indirizzo	Via Garibaldi
CAP Comune (Provincia)	\$Empty_IMPCAP\$ SERRE (SA)
Latitudine	40°.5828 N
Longitudine	15°.1869 E
Altitudine	200 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1 528.60 kWh/m <sup>2</sup>
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	69.32 m <sup>2</sup>
Numero totale moduli	40
Numero totale inverter	1
Energia totale annua	16 765.34 kWh
Potenza totale	13.200 kW
Potenza fase L1	4.400 kW
Potenza fase L2	4.400 kW
Potenza fase L3	4.400 kW
Energia per kW	1 270.10 kWh/kW
Sistema di accumulo	Assente
Capacità di accumulo utile	-
Capacità di accumulo nominale	-
BOS standard	74.97 %

### Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **16 765.34 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

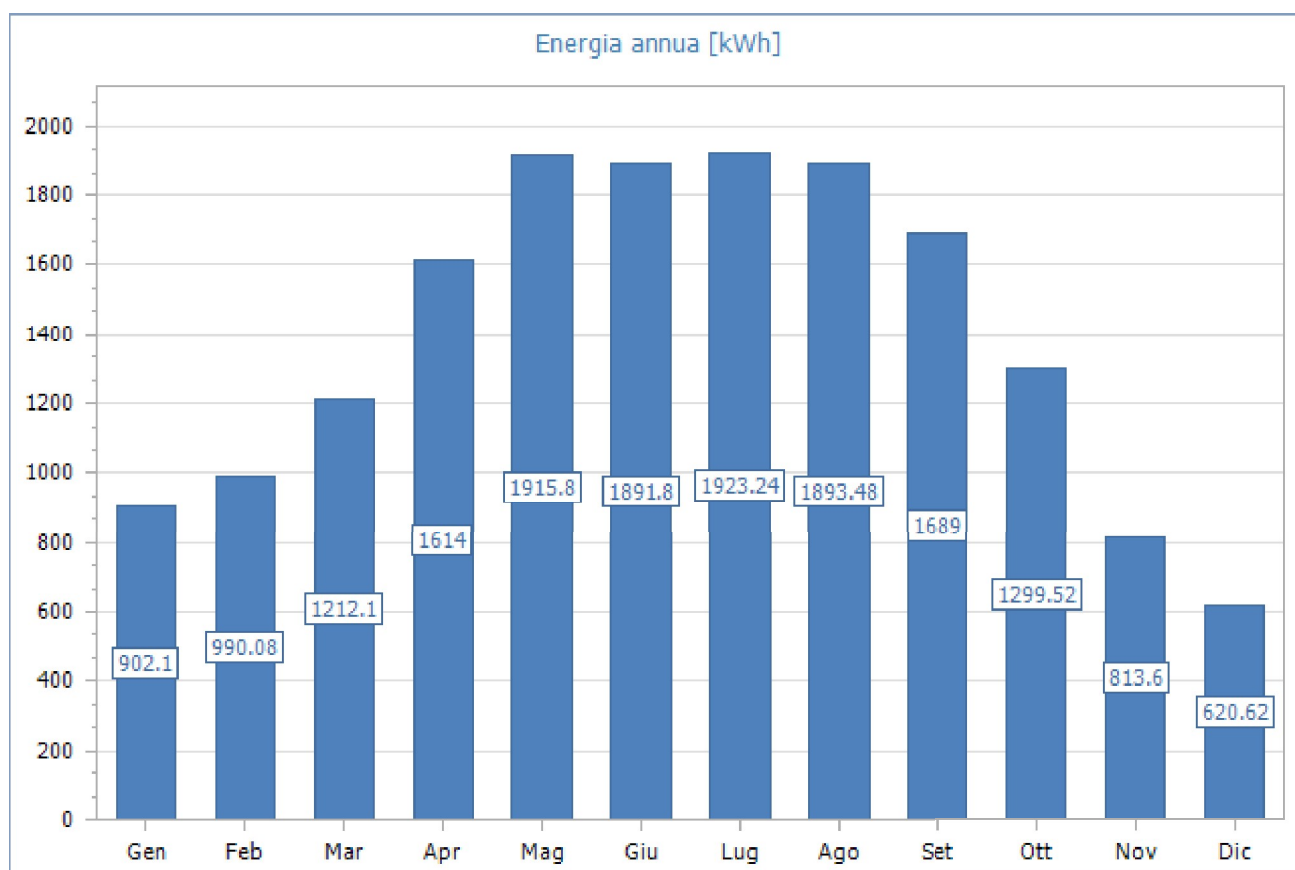


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

## Generatore fotovoltaico Generatore 9

Dati generali	
Descrizione	<b>Generatore FTV</b>
Tipo connessione	<b>trifase</b>
Potenza totale	<b>13.200 kW</b>
Energia totale annua	<b>16 765.34 kWh</b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>Danfoss A/S - FLX - 15</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>113.64 % (VERIFICATO)</b>
Potenza nominale	<b>15 000 W</b>
Numero inverter	<b>1</b>
Capacità di accumulo integrata	<b>0.00 kWh</b>

Configurazione inverter		
MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
1	14	1 x 14
2	13	1 x 13
3	13	1 x 13

### Verifiche elettriche MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 33.00 V	V <sub>oc</sub> = 40.26 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.3000 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>MPPT min</sub> = 220.00 V	V <sub>MPPT max</sub> = 800.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 12.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 521.18 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 462.00 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 385.91 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 622.82 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 563.64 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 487.55 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 10.00 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 10.53 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (385.91 V) maggiore di V <sub>mppt min.</sub> (220.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (521.18 V) minore di V <sub>mppt max.</sub> (800.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA
------------------

Voc a -10 °C (622.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
--	-------------------

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
Voc a -10 °C (622.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (10.53 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (12.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Verifiche elettriche MPPT 2

<b>CARATTERISTICHE MODULO</b>			
Vm = 33.00 V	Voc = 40.26 V	Vmax = 1 000.00 V	Coeff. Voc = -0.3000 %/°C
<b>CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT</b>			
VMppt min = 220.00 V	VMppt max = 800.00 V	Vmax = 1 000.00 V	Imax = 12.00 A
<b>DATI GENERATORE</b>			
Vm a -10 °C = 483.95 V	Vm a 25 °C = 429.00 V	Vm a 70 °C = 358.34 V	
Voc a -10 °C = 578.33 V	Voc a 25 °C = 523.38 V	Voc a 70 °C = 452.72 V	
Im a 25 °C = 10.00 A	Isc a 25 °C = 10.53 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
Vm a 70 °C (358.34 V) maggiore di Vmppt min. (220.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
Vm a -10 °C (483.95 V) minore di Vmppt max. (800.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
Voc a -10 °C (578.33 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
Voc a -10 °C (578.33 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (10.53 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (12.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Verifiche elettriche MPPT 3

<b>CARATTERISTICHE MODULO</b>			
Vm = 33.00 V	Voc = 40.26 V	Vmax = 1 000.00 V	Coeff. Voc = -0.3000 %/°C
<b>CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT</b>			
VMppt min = 220.00 V	VMppt max = 800.00 V	Vmax = 1 000.00 V	Imax = 12.00 A
<b>DATI GENERATORE</b>			
Vm a -10 °C = 483.95 V	Vm a 25 °C = 429.00 V	Vm a 70 °C = 358.34 V	
Voc a -10 °C = 578.33 V	Voc a 25 °C = 523.38 V	Voc a 70 °C = 452.72 V	
Im a 25 °C = 10.00 A	Isc a 25 °C = 10.53 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di

lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 70 °C (358.34 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (220.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (483.95 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (800.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (578.33 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (578.33 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (10.53 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (12.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico 22

Il campo fotovoltaico, Campo fotovoltaico 22, ha una potenza pari a **13.200 kW** e una produzione di energia annua pari a **16 765.34 kWh**, derivante da 40 moduli con una superficie totale dei moduli di 69.32 m<sup>2</sup>.  
Il generatore ha una connessione trifase.

## Scheda tecnica

<b>Dati generali</b>	
Posizionamento dei moduli	<b>Complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Fissa</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	<b>30°</b>
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>0°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 688.41 kWh/m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>13.200 kW</b>
Energia totale annua	<b>16 765.34 kWh</b>

<b>Modulo</b>	
Marca – Modello	<b>AU Optronics Corporation - SunBravo PM060MW4 / PM060MB4 / PM060MW5 - 330W</b>
Numero totale moduli	<b>40</b>
Superficie totale moduli	<b>69.32 m<sup>2</sup></b>

## Schema elettrico

Il dispositivo di interfaccia è interno ai convertitori CC/CA.

La norma di riferimento per il dimensionamento dei cavi è la CEI UNEL 35024 - 35026.

### Cavi

				Risultati		
Descrizione	Designazione	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Lung. (m)	Corrente (A)	Portata (A)	Caduta di tensione (%)
Rete - Quadro generale	FG16OR16 0,6/1 kV	4.0	20.00	19.05	35.00	1.04
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG16OR16 0,6/1 kV	4.0	20.00	19.05	35.00	1.04
Quadro fotovoltaico - Inverter 1	FG16OR16 0,6/1 kV	4.0	8.00	19.05	35.00	0.42
Inverter 1 - MPPT 1		6.0	1.00	10.00	38.00	0.02
Inverter 1 - Quadro di campo 1	H1Z2Z2-K	4.0	30.00	10.00	42.00	0.82
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	4.0	30.00	10.00	42.00	0.82
Inverter 1 - MPPT 2		6.0	1.00	10.00	38.00	0.02
Inverter 1 - Quadro di campo 2	H1Z2Z2-K	4.0	30.00	10.00	42.00	0.88
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	4.0	30.00	10.00	42.00	0.88
Inverter 1 - MPPT 3		6.0	1.00	10.00	38.00	0.02
Inverter 1 - Quadro di campo 3	H1Z2Z2-K	4.0	30.00	10.00	42.00	0.88
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	4.0	30.00	10.00	42.00	0.88

Riepilogo potenze per fase			
Generatore / sottoimpianto	L1	L2	L3
Generatore 9	4.400 kW	4.400 kW	4.400 kW
<b>Totale</b>	<b>4.400 kW</b>	<b>4.400 kW</b>	<b>4.400 kW</b>

La differenza fra la potenza installata sulla fase con più generazione e quella con meno generazione risulta pari a: **0.000 kW**.

## NORMATIVA

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

### Leggi e decreti

---

#### Normativa generale

**Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010:** modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

**Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009:** regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

**Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010):** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

**Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83:** misure urgenti per la crescita del Paese.

**Legge 11 agosto 2014, n. 116:** conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

**Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015):** approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

#### Sicurezza

**D.Lgs. 81/2008:** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

#### Ministero dell'interno

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".**

#### Quinto Conto Energia

**Decreto 5 luglio 2012:** attuazione dell'art. 25 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

**Deliberazione 12 luglio 2012 292/2012/R/EFR:** determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 5 luglio 2012.

#### Decreto FER1

**Decreto 4 luglio 2019:** incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione.

### Norme Tecniche

---



#### Normativa fotovoltaica

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI 82-25; V2:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI EN 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 62108 (82-30):** moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**CEI EN 50530 (CEI 82-35):** rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

**EN 62446 (CEI 82-38):** grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

**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.

**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## SCHEDE TECNICHE MODULI

Modulo **M.02545**

### DATI GENERALI

Marca	AU Optronics Corporation
Serie	SunBravo PM060MW4 / PM060MB4 / PM060MW5
Modello	330W
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo	€ 0.00

### CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	330.0 W
Im	10.00 A
Isc	10.53 A
Efficienza	19.10 %
Vm	33.00 V
Voc	40.26 V

### ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	-0.3000 %/°C
Coeff. Termico Isc	0.070 %/°C
NOCT	46±2 °C
Vmax	1 000.00 V

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	1 696 mm
Larghezza	1 022 mm
Superficie	1.733 m <sup>2</sup>
Spessore	40 mm
Peso	19.60 kg
Numero celle	60

### NOTE

Note
------

## SCHEDE TECNICHE INVERTER

### Inverter **I.0646**

#### DATI GENERALI

Marca	<b>Danfoss A/S</b>
Serie	<b>FLX</b>
Modello	<b>15</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>
Prezzo	<b>€ 0.00</b>

#### INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	220.00	800.00	1 000.00	12.00
2	220.00	800.00	1 000.00	12.00
3	220.00	800.00	1 000.00	12.00

**Max pot. FV [W]** 15 500

#### PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	<b>15 000 W</b>
Tensione nominale	<b>230,4 V</b>
Rendimento max	<b>98.00 %</b>
Distorsione corrente	<b>2 %</b>
Frequenza	<b>50 Hz</b>
Rendimento europeo	<b>97.40 %</b>

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH	<b>500 x 233 x 667</b>
Peso	<b>39.00 kg</b>

#### NOTE

Note

