

REGIONE PUGLIA



COMUNE DI GRAVINA IN PUGLIA



Citta Metropolitana di Bari



**Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza massima installata pari a 40,33 MWp e potenza di immissione pari a 40 MW e relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi in "Contrada Zingariello" nel Comune di Gravina in Puglia (BA)**

*Studio del potenziale solare*

ELABORATO

**PR\_11**

**PROPONENTE:**

**ALERIONSERVIZITECNICIE SVILUPPO**

**Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.**

Via Renato Fucini 4  
20122- Milano (MI)

**PROGETTISTI:**



**ATECH Srl**  
Via Caduti di Nassiriya 55  
70124- Bari (BA)  
pec: atechsrl@legalmail.it



**DIRETTORE TECNICO**  
Dott. Ing. Orazio TRICARICO

Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA



**Consulenti:**

Dott. Agr. Mario STOMACI

Dott. ssa Paola IANNUZZIELLO

Dott. Geol. Michele VALERIO

**COORDINATORE DEL PROGETTO:**

**ecomec s.r.l.**

p.iva/c.f. 07539280722  
via f. filzi n. 25  
70024 gravina in p.(ba)  
mail: [ecomecsrl@gmail.com](mailto:ecomecsrl@gmail.com)

0	SETT 2022	V.D.P.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

# PREMESSA

## Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto in oggetto 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, 68 487 272.06 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 T.E.P. (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

<b>Risparmio di combustibile in</b>	<b>TEP</b>
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	12 807.12
TEP risparmiate in 20 anni	235 380.87

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

<b>Emissioni evitate in atmosfera di</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>Polveri</b>
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	462.0	0.540	0.490	0.024
Emissioni evitate in un anno [kg]	31 641 119.69	36 983.13	33 558.76	1 643.69
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	581 529 211.02	679 709.47	616 773.41	30 209.31

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2008

## 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).

L'elenco completo delle norme alla base della progettazione è riportato in Appendice A.

## 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 albedo).

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

L'impianto si sviluppa nel territorio del Comune di Gravina in Puglia (BA), ed è raggiungibile attraverso la Strada Statale SP193 che percorre in adiacenza all'area di intervento.

La superficie lorda dell'area di intervento è di circa 55,41 ha destinata complessivamente al progetto agro-energetico e sarà costituito da 4 lotti dotati ciascuno di una propria recinzione.

### 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" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di GRAVINA IN PUGLIA (BA) avente latitudine 40.8211°, longitudine 16.4186° e altitudine di 338 m.s.l.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

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

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.78	2.73	3.77	5.32	6.55	7.24	7.56	6.63	5.04	3.37	2.04	1.60

Fonte dati: UNI 10349

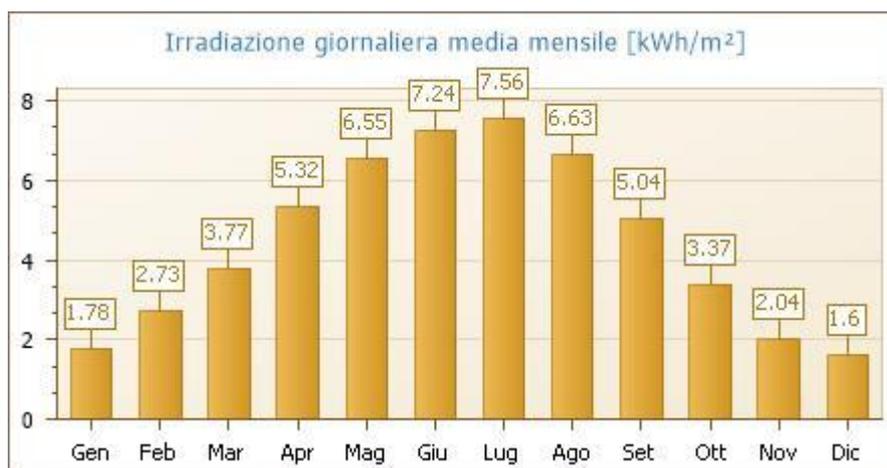


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [ kWh/m<sup>2</sup>]- Fonte dati: UNI 10349

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1 634.70 kWh/m<sup>2</sup>** (Fonte dati: UNI 10349).

Non essendoci la disponibilità, per la località sede dell'impianto, di valori diretti si sono stimati gli stessi mediante la procedura della UNI 10349, ovvero, mediante media ponderata rispetto alla latitudine dei valori di irradiazione relativi a due località di riferimento scelte secondo i criteri della vicinanza e dell'appartenenza allo stesso versante geografico.

La località di riferimento N. 1 è MATERA avente latitudine 40.6658°, longitudine 16.6089° e altitudine di 401 m.s.l.m..

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

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
6.30	9.70	13.10	18.40	22.70	25.10	26.50	23.20	17.70	11.60	7.00	5.80

Fonte dati: UNI 10349

La località di riferimento N. 2 è BARI avente latitudine 41.1292°, longitudine 16.8697° e altitudine di 5 m.s.l.m.m..

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

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
6.60	10.10	14.50	20.60	25.30	28.00	28.60	25.20	19.00	13.20	8.00	5.70

Fonte dati: UNI 10349

## 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 GRAVINA IN PUGLIA:

#### DIAGRAMMA SOLARE

GRAVINA IN PUGLIA (BA) - Lat. 40°.8211 - Long. 16°.4186 - Alt. 338 m

Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

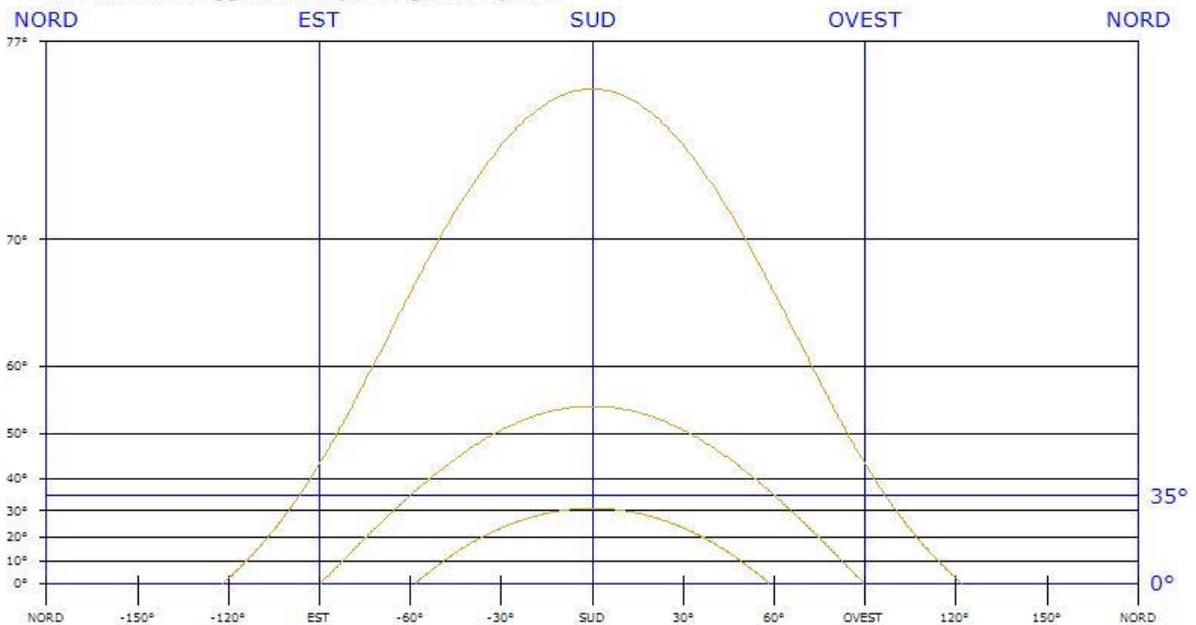


Fig. 2: Diagramma solare

### Albedo

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 di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 8477:

Valori di albedo medio 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

L'albedo medio annuo è pari a **0.20**.

# DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

## 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 e 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.

### 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 la seguente formula:

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

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 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °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  $-10\text{ °C}$  minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

**TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a  $-10\text{ °C}$  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 di potenze tra l'inverter e il generatore fotovoltaico ad esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

## Impianto *FV Gravina*

L'impianto, denominato "Impianto1", è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in media tensione.

Ha una potenza totale pari a **40 334.00 kW** e una produzione di energia annua pari a **68 487 272.06 kWh**, derivante da 60 200 moduli che occupano una superficie di 186 981.20 m<sup>2</sup>, ed è composto da 7 generatori.

### Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Committente	<b>Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo Srl</b>
Indirizzo	<b>Contrada Zingariello</b>
CAP Comune (Provincia)	<b>70024- GRAVINA IN PUGLIA (BA)</b>
Latitudine	<b>40.8211°</b>
Longitudine	<b>16.4186°</b>
Altitudine	<b>338 m</b>
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	<b>1 634.70 kWh/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente di ombreggiamento	<b>1.00</b>

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	<b>186 981.20 m<sup>2</sup></b>
Numero totale moduli	<b>60 200</b>
Numero totale inverter	<b>16</b>
Energia totale annua	<b>68 487 272.06 kWh</b>
Potenza totale	<b>40 334.00 kW</b>
Potenza fase L1	<b>13 444.67 kW</b>
Potenza fase L2	<b>13 444.67 kW</b>
Potenza fase L3	<b>13 444.67 kW</b>
BOS	<b>88.23 %</b>

### Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **68 487 272.06 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

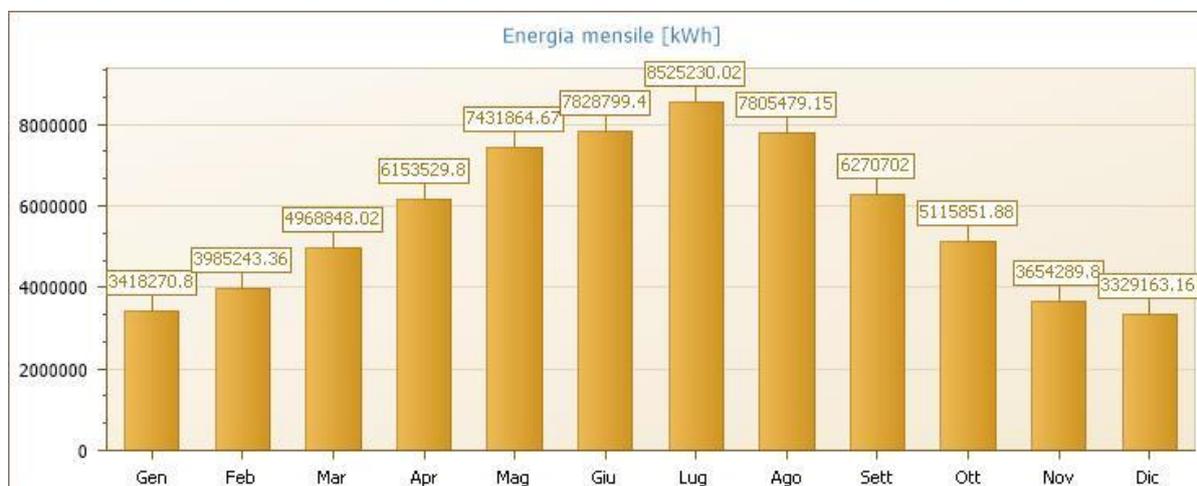


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

## Generatore *Inverter 120 stringhe*

Il generatore, denominato “Inverter 120 stringhe”, ha una potenza pari a **18 009.60 kW** e una produzione di energia annua pari a **30 580 363.76 kWh**, derivante da 26880 moduli con una superficie totale dei moduli di 83 489.28 m<sup>2</sup>.

Il generatore ha una connessione trifase.

### Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Mobile ad un asse orizzontale</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>90°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 922.07 kWh/m<sup>2</sup></b>
Numero superfici disponibili	<b>1</b>
Estensione totale disponibile	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Estensione totale utilizzata	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>18 009.60 kW</b>
Energia totale annua	<b>30 580 363.76 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>TRINA SOLAR - VERTEX</b>
Numero totale moduli	<b>26880</b>
Numero di stringhe per ogni inverter	<b>120</b>
Numero di moduli per ogni stringa	<b>28</b>
Superficie totale moduli	<b>83 489.28 m<sup>2</sup></b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>SMA - Sunny Central 2500-EV</b>
Numero totale	<b>8</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 150 %)	<b>111.05 % (VERIFICATO)</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>

### Verifiche elettriche

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 (924.39 V) maggiore di V <sub>mppt min.</sub> (850.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (1 182.55 V) minore di V <sub>mppt max.</sub> (1 425.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (2 234.40 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (3 200.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Generatore *Inverter 160 stringhe*

Il generatore, denominato “Inverter 160 stringhe”, ha una potenza pari a **6 003.20 kW** e una produzione di energia annua pari a **10 193 454.00 kWh**, derivante da 8960 moduli con una superficie totale dei moduli di 27 829.76 m<sup>2</sup>. Il generatore ha una connessione trifase.

### Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Mobile ad un asse orizzontale</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>90°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 922.07 kWh/m<sup>2</sup></b>
Numero superfici disponibili	<b>1</b>
Estensione totale disponibile	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Estensione totale utilizzata	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>6 003.20 kW</b>
Energia totale annua	<b>10 193 454.00 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>TRINA SOLAR - VERTEX</b>
Numero totale moduli	<b>8960</b>
Numero di stringhe per ogni inverter	<b>160</b>
Numero di moduli per ogni stringa	<b>28</b>
Superficie totale moduli	<b>27 829.76 m<sup>2</sup></b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>SMA - Sunny Central 2500-EV</b>
Numero totale	<b>2</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 150 %)	<b>83.29 % (VERIFICATO)</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>

### Verifiche elettriche

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 (924.39 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (850.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (1 182.55 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (1 425.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (2 979.20 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (3 200.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Generatore *Inverter 158 stringhe*

Il generatore, denominato “Inverter 158 stringhe”, ha una potenza pari a **2 964.08 kW** e una produzione di energia annua pari a **5 033 018.28 kWh**, derivante da 4424 moduli con una superficie totale dei moduli di 13 740.94 m<sup>2</sup>.

Il generatore ha una connessione trifase.

### Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Mobile ad un asse orizzontale</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>90°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 922.07 kWh/m<sup>2</sup></b>
Numero superfici disponibili	<b>1</b>
Estensione totale disponibile	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Estensione totale utilizzata	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>2 964.08 kW</b>
Energia totale annua	<b>5 033 018.28 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>TRINA SOLAR - VERTEX</b>
Numero totale moduli	<b>4424</b>
Numero di stringhe per ogni inverter	<b>158</b>
Numero di moduli per ogni stringa	<b>28</b>
Superficie totale moduli	<b>13 740.94 m<sup>2</sup></b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>SMA - Sunny Central 2500-EV</b>
Numero totale	<b>1</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 150 %)	<b>84.34 % (VERIFICATO)</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>

### Verifiche elettriche

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 (924.39 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (850.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (1 182.55 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (1 425.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (2 941.96 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (3 200.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Generatore *Inverter 170 stringhe*

Il generatore, denominato “Inverter 170 stringhe”, ha una potenza pari a **6 378.40 kW** e una produzione di energia annua pari a **10 830 543.64 kWh**, derivante da 9520 moduli con una superficie totale dei moduli di 29 569.12 m<sup>2</sup>.

Il generatore ha una connessione trifase.

### Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Mobile ad un asse orizzontale</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>90°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 922.07 kWh/m<sup>2</sup></b>
Numero superfici disponibili	<b>1</b>
Estensione totale disponibile	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Estensione totale utilizzata	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>6 378.40 kW</b>
Energia totale annua	<b>10 830 543.64 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>TRINA SOLAR - VERTEX</b>
Numero totale moduli	<b>9520</b>
Numero di stringhe per ogni inverter	<b>170</b>
Numero di moduli per ogni stringa	<b>28</b>
Superficie totale moduli	<b>29 569.12 m<sup>2</sup></b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>SMA - Sunny Central 2500-EV</b>
Numero totale	<b>2</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 150 %)	<b>78.39 % (VERIFICATO)</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>

### Verifiche elettriche

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 (924.39 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (850.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (1 182.55 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (1 425.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (3 165.40 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (3 200.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Generatore *Inverter 169 stringhe*

Il generatore, denominato “Inverter 169 stringhe”, ha una potenza pari a **3 170.44 kW** e una produzione di energia annua pari a **5 383 419.19 kWh**, derivante da 4732 moduli con una superficie totale dei moduli di 14 697.59 m<sup>2</sup>.

Il generatore ha una connessione trifase.

### Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Mobile ad un asse orizzontale</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>90°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 922.07 kWh/m<sup>2</sup></b>
Numero superfici disponibili	<b>1</b>
Estensione totale disponibile	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Estensione totale utilizzata	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>3 170.44 kW</b>
Energia totale annua	<b>5 383 419.19 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>TRINA SOLAR - VERTEX</b>
Numero totale moduli	<b>4732</b>
Numero di stringhe per ogni inverter	<b>169</b>
Numero di moduli per ogni stringa	<b>28</b>
Superficie totale moduli	<b>14 697.59 m<sup>2</sup></b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>SMA - Sunny Central 2500-EV</b>
Numero totale	<b>1</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 150 %)	<b>78.85 % (VERIFICATO)</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>

### Verifiche elettriche

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 (924.39 V) maggiore di V <sub>mppt min.</sub> (850.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (1 182.55 V) minore di V <sub>mppt max.</sub> (1 425.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (3 146.78 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (3 200.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Generatore *Inverter 112 stringhe*

Il generatore, denominato “Inverter 112 stringhe”, ha una potenza pari a **2 101.12 kW** e una produzione di energia annua pari a **3 567 708.89 kWh**, derivante da 3136 moduli con una superficie totale dei moduli di 9 740.42 m<sup>2</sup>.

Il generatore ha una connessione trifase.

### Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Mobile ad un asse orizzontale</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>90°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 922.07 kWh/m<sup>2</sup></b>
Numero superfici disponibili	<b>1</b>
Estensione totale disponibile	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Estensione totale utilizzata	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>2 101.12 kW</b>
Energia totale annua	<b>3 567 708.89 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>TRINA SOLAR - VERTEX</b>
Numero totale moduli	<b>3136</b>
Numero di stringhe per ogni inverter	<b>112</b>
Numero di moduli per ogni stringa	<b>28</b>
Superficie totale moduli	<b>9 740.42 m<sup>2</sup></b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>SMA - Sunny Central 2500-EV</b>
Numero totale	<b>1</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 150 %)	<b>118.98 % (VERIFICATO)</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>

### Verifiche elettriche

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 (924.39 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (850.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (1 182.55 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (1 425.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (2 085.44 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (3 200.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Generatore *Inverter 91 stringhe*

Il generatore, denominato “Inverter 91 stringhe”, ha una potenza pari a **1 707.16 kW** e una produzione di energia annua pari a **2 898 764.30 kWh**, derivante da 2548 moduli con una superficie totale dei moduli di 7 914.09 m<sup>2</sup>.

Il generatore ha una connessione trifase.

### Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Mobile ad un asse orizzontale</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>90°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 922.07 kWh/m<sup>2</sup></b>
Numero superfici disponibili	<b>1</b>
Estensione totale disponibile	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Estensione totale utilizzata	<b>259 168.91 m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>1 707.16 kW</b>
Energia totale annua	<b>2 898 764.30 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>TRINA SOLAR - VERTEX</b>
Numero totale moduli	<b>2548</b>
Numero di stringhe per ogni inverter	<b>91</b>
Numero di moduli per ogni stringa	<b>28</b>
Superficie totale moduli	<b>7 914.09 m<sup>2</sup></b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>SMA - Sunny Central 2500-EV</b>
Numero totale	<b>1</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 150 %)	<b>146.44 % (VERIFICATO)</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>

### Verifiche elettriche

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 (924.39 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (850.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (1 182.55 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (1 425.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (1 403.75 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (1 694.42 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (3 200.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## APPENDICE A

### Moduli utilizzati

---

#### DATI GENERALI

Codice	<b>M.D.001</b>
Marca	<b>TRINA SOLAR</b>
Modello	<b>VERTEX</b>
Tipo materiale	<b>Si monocristallino</b>
Prezzo [€]	<b>0.00</b>

#### CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco [W]	<b>670.0 W</b>
Im [A]	<b>17.55</b>
Isc [A]	<b>18.62</b>
Efficienza [%]	<b>21.60</b>
Vm [V]	<b>38.20</b>
Voc [V]	<b>46.10</b>

#### ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc [%/°C]	<b>-0.2500</b>
Coeff. Termico Isc [%/°C]	<b>0.040</b>
NOCT [°C]	<b>43.0</b>
Vmax [V]	<b>1 500.00</b>

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza [mm]	<b>2 384.00</b>
Larghezza [mm]	<b>1 303.00</b>
Superficie [m <sup>2</sup> ]	<b>3.106</b>
Spessore [mm]	<b>35.00</b>
Peso [kg]	<b>0.00</b>
Numero celle	<b>132</b>

## APPENDICE B

### Inverter utilizzati

---

#### DATI GENERALI

Codice	<b>I.D.001</b>
Marca	<b>SMA</b>
Modello	<b>Sunny Central 2500-EV</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>
Prezzo [€]	<b>0.00</b>

#### PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

VMppt min [V]	<b>850.00</b>
VMppt max [V]	<b>1 425.00</b>
Imax [A]	<b>3 200.00</b>
Vmax [V]	<b>1 500.00</b>
potenza MAX [W]	<b>2 500 000</b>
Numero MPPT	<b>1</b>

#### PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale [W]	<b>2 500 000</b>
Tensione nominale [V]	<b>660</b>
Rendimento max [%]	<b>98.60</b>
Distorsione corrente [%]	<b>3</b>
Frequenza [Hz]	<b>50</b>
Rendimento europeo [%]	<b>98.30</b>

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH [mm]	<b>2780x2318x1588</b>
Peso [kg]	<b>3 400.00</b>