

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI FOGGIA



DENOMINAZIONE:

**Comune di Foggia (FG)**  
**Località "Torre Guiducci"**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare in agro del comune di Foggia (FG) in località "Torre Guiducci", potenza nominale pari a 33,4062 MW DC e potenza in immissione pari a 30 MW AC, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso comune.**

PROPONENTE



**FORTORE ENERGIA S.p.A.**  
Piazza G. Marconi, 15 – 00144 Roma  
PEC: fortoreenergia@pec.it  
Part. IVA 03151540717

**Codice Autorizzazione Unica**

**Z7FYM26**

ELABORATO

**RELAZIONE RPRODUCIBILITA'**

Tav. n°

**14 DS**

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Marzo 2022	Istanza per l'avvio del procedimento di rilascio del provvedimento di VIA nell'ambito del Provvedimento Unico in materia Ambientale ai sensi dell'art.27 del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii.			

PROGETTAZIONE

Dott.ssa Ing. ANGELA LANCELOTTI  
Via del Gallitello n.281  
85100 Potenza (PZ)  
Ordine degli Ingegneri di Potenza n.1702  
Mail: esapro.studiotecnico@gmail.com  
PEC: angela.lancellotti@ingpec.eu  
Cell: 320 8683387



IL TECNICO

Dott. Ing. Nicola Incampo  
Via Golgota 3B  
70022 Altamura (BA)  
Ordine degli Ingegneri di Bari n. 6280  
PEC: [nicola.incampo6280@pec.ordingbari.it](mailto:nicola.incampo6280@pec.ordingbari.it)  
Cell: 3806905493



Spazio riservato agli Enti

<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE .....</b>	<b>2</b>
<b>CRITERIO GENERALE DI CALCOLO .....</b>	<b>3</b>
<b>CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA.....</b>	<b>3</b>
<b>STIMA PRODUCIBILITA' .....</b>	<b>11</b>

## RELAZIONE PRODUCIBILITA'

### PREMESSA

Il sottoscritto ing. Nicola Incampo, nato ad Altamura il 31/03/1972, C.F. NCMNCL72C31A225M, regolarmente iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Bari col n. 6280, progettista della INF di Felice Incampo, con sede in Via Gulgota 3/B – 70022 Altamura (BA), P.I. 08150200723, incaricato dalla Fortore Energia Spa, con sede in Piazza G. Marconi 15 – 00144 Roma, P.I. 03151540717, della progettazione dell'impianto elettrico a servizio dell'impianto fotovoltaico da 33,4062 MWp in DC con potenza di immissione in AC di 30 MW, identificato dal codice di rintracciabilità Terna 202000144, da realizzare in località Torre Guiducci in agro Foggia (FG), su terreni censiti al Fg. 58 Particelle 7-90-91, relazione tecnica relativa ai calcoli preliminari sugli impianti elettrici.

Il progetto è finalizzato alla produzione della cosiddetta energia elettrica "pulita" e ben si inquadra nel disegno nazionale di incremento delle risorse energetiche utilizzando fonti alternative a quelle di sfruttamento dei combustibili fossili, ormai reputate spesso dannose per gli ecosistemi e per la salvaguardia ambientale.

### DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE

Il progetto in esame è proposto dalla società:



**FORTORE ENERGIA S.p.A.**  
Piazza G. Marconi, 15 – 00144 Roma  
PEC: [fortoreenergia@pec.it](mailto:fortoreenergia@pec.it)  
Part. IVA 03151540717

## CRITERIO GENERALE DI CALCOLO

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.

## CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'energia generata dipende sia dai fattori morfologici che tecnici dei materiali

- 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.

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

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Foggia (FG) i valori giornalieri medi mensili dell'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
1.75	2.58	3.78	5.33	6.75	7.11	7.14	6.75	4.83	3.56	2.03	1.75

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Oppido Lucano

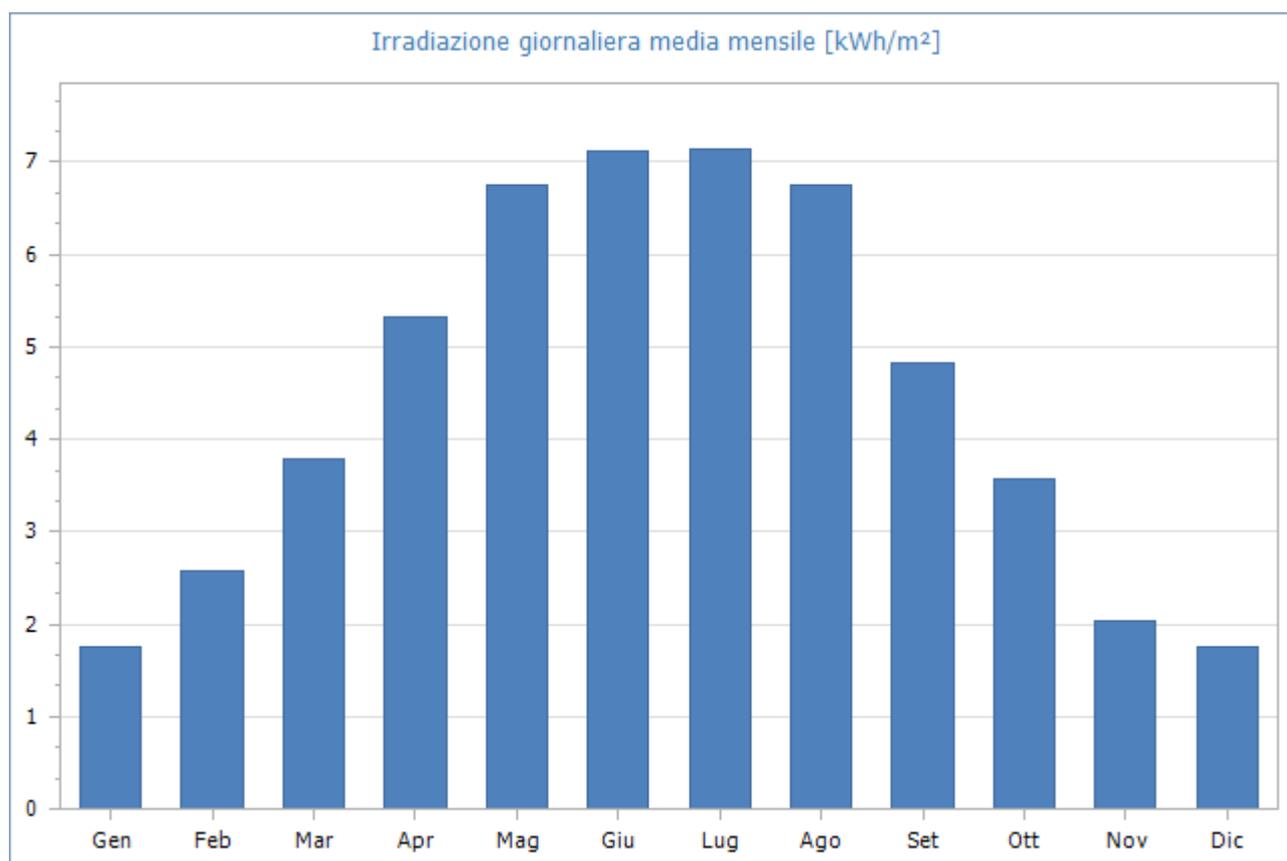


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Oppido Lucano

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1 589 kWh/m²** (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Oppido Lucano).

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 Foggia (FG):

### DIAGRAMMA SOLARE

SPINAZZOLA (BT) - Lat. 40°.9700 N - Long. 16°.0903 E - Alt. 435 m  
 Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

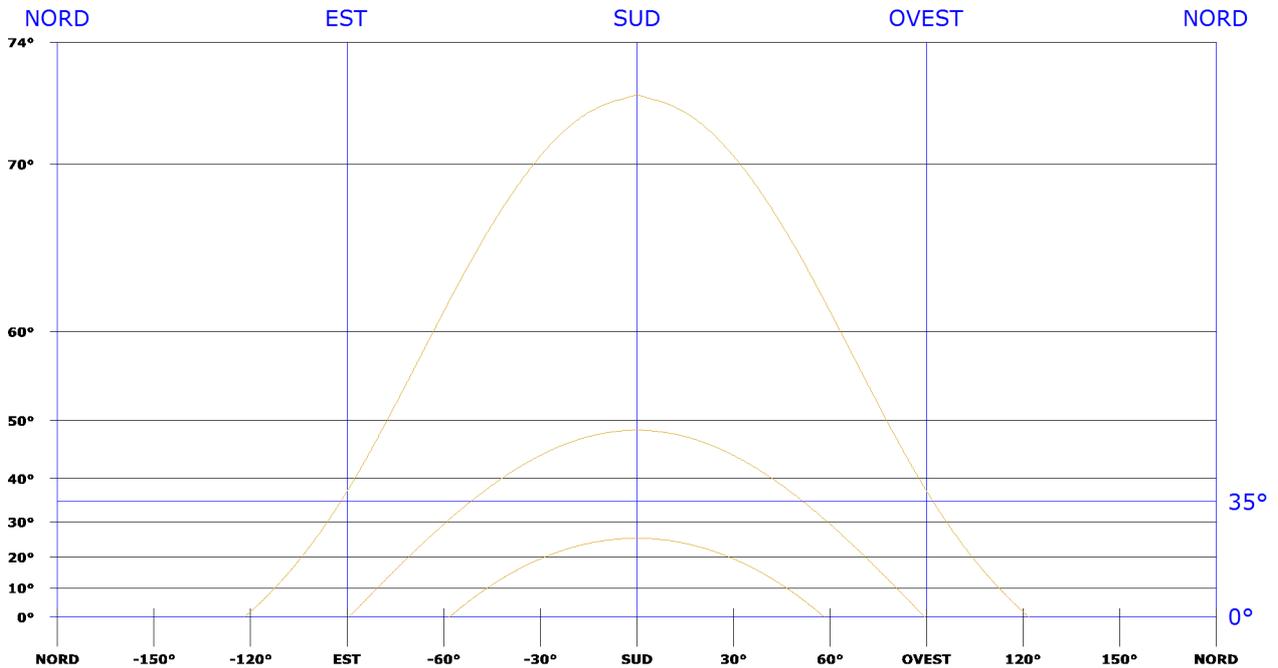


Fig. 2: Diagramma solare

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**.

## DATI GENERALI DEL PROGETTO

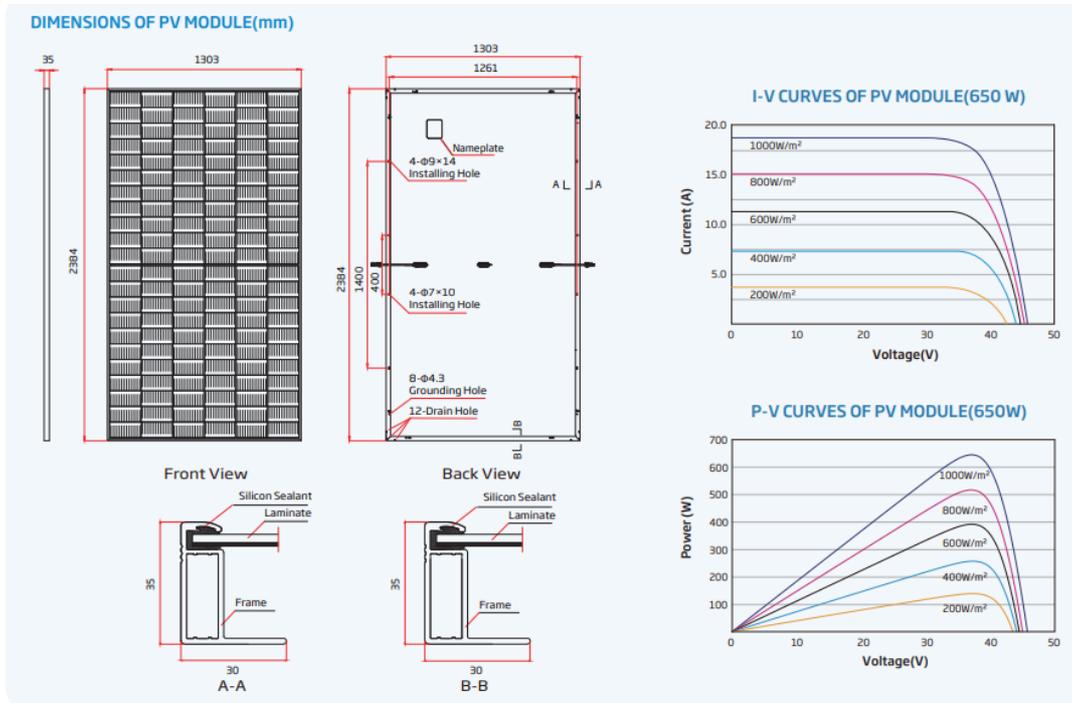
Il generatore fotovoltaico sarà di tipo installato a terra su tracker monoassiali est-ovest, ed sarà costituito da moduli fotovoltaici in silicio monocristallino

I moduli fotovoltaici sono i **Vertex da 670 Wp della Trina Solar**, e sono in silicio monocristallino, 132 celle pertanto di dimensioni 2384×1303×35 mm ovvero ad alta efficienza pari al 21.6%, e ciò garantisce a parità di potenza installata una minore occupazione del suolo rispetto a moduli con efficienza standard



Sono caratterizzati da una cornice in alluminio e da una lastra di protezione delle celle in EVA, che garantiscono una elevata resistenza meccanica, una resistenza al fuoco di classe A tipo 3 oltre a ottime prestazioni da un punto di vista di minori perdite per le connessioni elettriche, minori perdite dovute ad ombreggiamenti e minori perdite per temperature.

I moduli scelti sono caratterizzati da elevate efficienza, oltre che da tolleranze positive e da buona insensibilità alle variazioni delle tensioni al variare della temperature, come evidenziato dalle seguenti curve caratteristiche.



E dai seguenti parametri tecnici

**ELECTRICAL DATA (STC)**

Peak Power Watts- $P_{MAX}$ (Wp)*	645	650	655	660	665	670
Power Tolerance- $P_{MAX}$ (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	37.2	37.4	37.6	37.8	38.0	38.2
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	17.35	17.39	17.43	17.47	17.51	17.55
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	18.39	18.44	18.48	18.53	18.57	18.62
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6

STC: Irradiance 1000W/m2, Cell Temperature 25°C, Air Mass AML5. \*Measuring tolerance: ±3%.

*Il tecnico:*  
 dott. ing. Nicola Incampo

*Il Committente:*  
 Fortore Energia S.p.a.

Gli inverter centralizzati sono i MV PS 3000 della SMA in container prefabbricato e precablato contenente un inverter da 3000 kVA ed un trasformatore elevatore da 3000 kVA a 33 kV



Ciascun inverter ha le seguenti caratteristiche elettriche :

Technical Data	MV Power Station 3000
<b>Input (DC)</b>	
Available inverters	1 x SC 3000-EV or 1 x SCS 3000-EV
Max. input voltage	1500 V
Max. input current	3200 A
Number of DC inputs	
Integrated zone monitoring	○
Available DC fuse sizes (per input)	
<b>Output (AC) on the medium-voltage side</b>	
Standard power at 1000 m and $\cos \varphi = 1$ (at 35°C / at 40°C / at 45°C) <sup>1)</sup>	3000 kVA / 2700 kVA / 0 kVA
Optionale power at 1000 m and $\cos \varphi = 1$ (at 35°C / at 50°C / at 55°C) <sup>1)</sup>	3000 kVA / 2700 kVA / 0 kVA
Typical nominal AC voltages	6.6 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11	● / ○
Transformer cooling methods ONAN <sup>2)</sup> / KNAN <sup>2)</sup>	● / ○
Max. output current at 33 kV	53 A
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign at 33 kV	3.0 kW / 2.3 kW
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign at 33 kV	27.4 kW / 27.3 kW
Max. total harmonic distortion	< 3%
Reactive power feed-in	○ up to 60% of AC power
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited

<b>Inverter efficiency</b>	
Max. efficiency <sup>3)</sup>	98.8%
European efficiency <sup>3)</sup>	98.6%
CEC weighted efficiency <sup>4)</sup>	98.5%
<b>Protective devices</b>	
Input-side disconnection point	DC load-break switch
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker
DC overvoltage protection	Surge arrester type I
Galvanic isolation	●
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20kA 1s
<b>General Data</b>	
Dimensions of the 20-foot container without integrated oil containment (W / H / D) <sup>5)</sup>	6058 mm / 2591 mm / 2438 mm
Dimensions of the 20-foot container with integrated oil containment (W / H / D) <sup>5)</sup>	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm
Weight	< 16 t
Self-consumption (max. / partial load / average) <sup>1)</sup>	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW
Self-consumption (stand-by) <sup>1)</sup>	< 370 W
Degree of protection according to IEC 60529	
Environment: standard / chemically active / dusty	● / ○ / ○
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○ / ○
Maximum permissible value for relative humidity	15% to 95%

Sulla base della potenza di picco del campo in DC e delle caratteristiche dei moduli il campo sarà formato da **49860** moduli, raggruppati in **1662** stringhe formate da **30** moduli collegati in serie, il campo sarà suddiviso in **10** sottocampi livello I, ciascuno diviso a sua volta in **24** sottocampi di livello II.

Tutte le stringhe afferiscono ai **240** quadri di parallelo di stringa, e questi ai relativi inverter di campo.

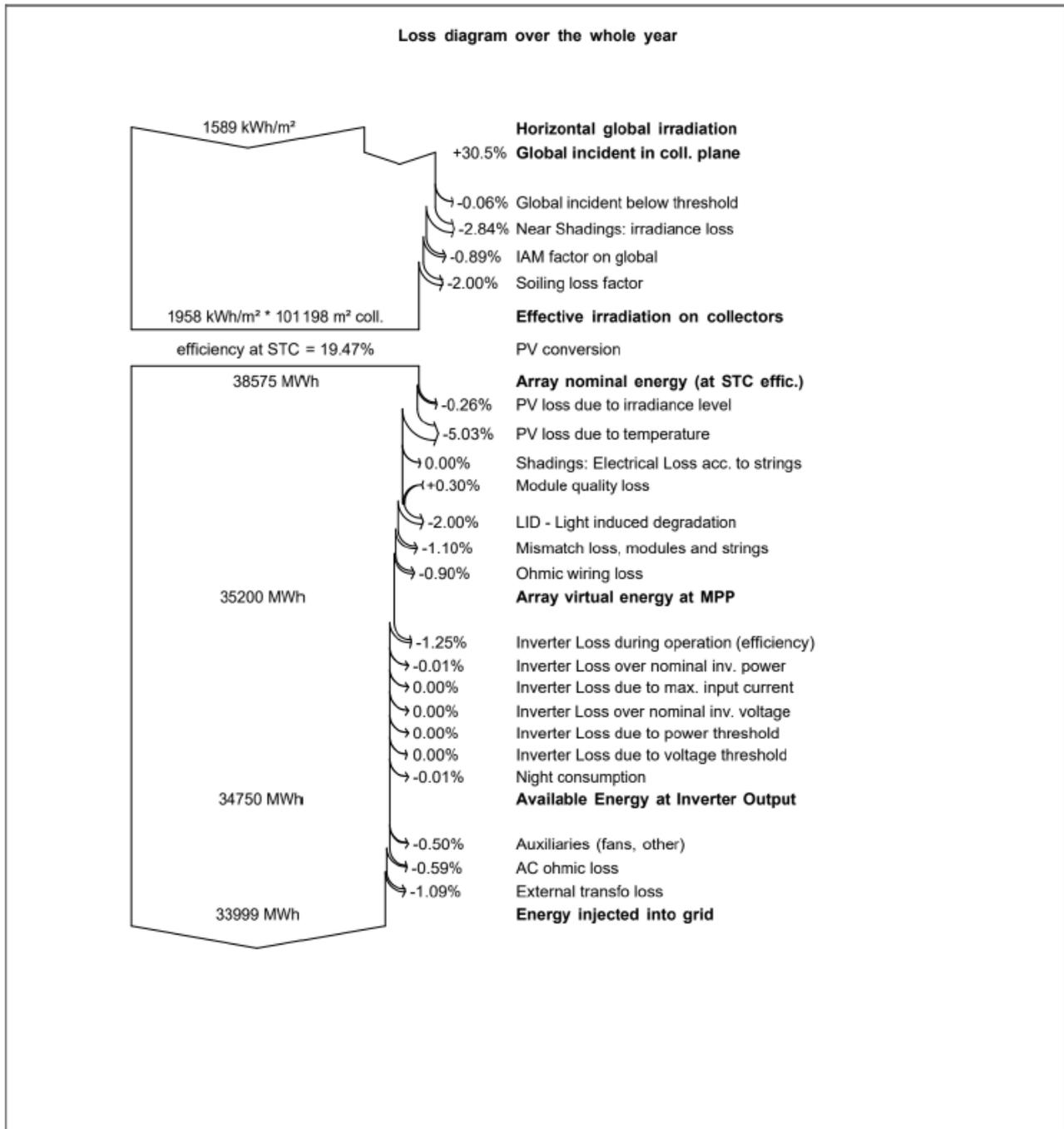
Ogni sottocampo è caratterizzato dalla potenza di 3 MWp circa, e da una PS con un trasformatore da 3000 kVA a 33 kV, ciascuno con la relativa protezione MT, che trasforma l'energia da continua in alternata e la elevano alla tensione di riferimento della rete, una rete in MT composta da due tronchi radiali raccoglie l'energia e la convoglia nel punto di consegna dove viene immessa nella rete elettrica nazionale.

### **STIMA PRODUCIBILITA'**

Effettuiamo adesso la stima della producibilità dell'impianto nelle seguenti condizioni:

1. assenza di perdite per manutenzione, ovvero non considerando eventuali failure del sistema di inseguimento del tracker e non considerando failure degli inverter e di intervento delle protezioni, d
2. disponibilità di radiazione solare come sopra descritta
3. perdite dovute :
  - Perdita per irraggiamento
  - Perdite per ombreggiamento
  - Perdite per temperatura
  - Perdita per mismatch
  - Perdita per effetto joule nei cavi sezione CC
  - Perdita per effetto joule nei cavi sezione AC/BT
  - Perdita per effetto joule nei cavi sezione AC/MT
  - Perdite nell'inverter
  - Perdite nei trasformatori

Sintetizzate nel seguente diagramma



Si stima con l'ausilio del software certificato PV SYS come da report in allegato, per l'impianto di potenza totale pari a 36,7026 MWp una produzione di energia annua pari a **57525 MWh** (equivalente a **1 722 kWh/kW**)

Nel grafico seguente si riporta l'energia prodotta mensilmente:

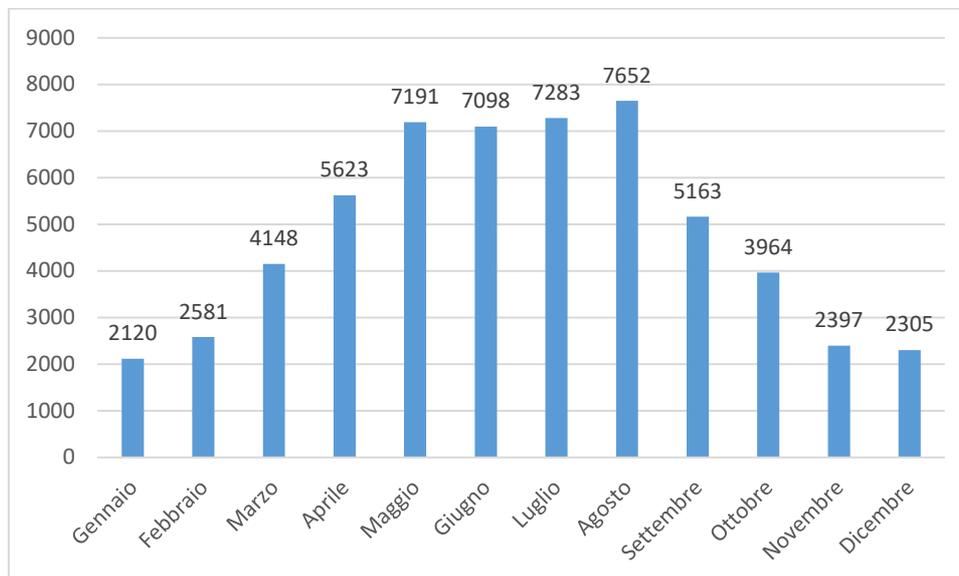


Fig. 2: Energia mensile prodotta dall'impianto in MWh

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	15.44
TEP risparmiate in 20 anni	283.76

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

Sulla base di quanto esposto l'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione consente le riduzioni di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra, nelle quantità sintetizzate nella tabella seguente:

Il tecnico: dott. ing. Nicola Incampo	Il Committente: Fortore Energia S.p.a.
--	---

PROGETTO DEFINITIVO  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO – LOCALITA' TORRE GUIDUCCI  
COMUNE DI FOGGIA (FG)

DATA  
APRILE 2022

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	948,00	0,75	0,85	0,03
Emissioni evitate in un anno [kg]	54533700,00	42913,65	49126,35	1610,70
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	1090674000,00	858273,00	982527,00	32214,00

Il Tecnico  
Dott. Ing. Nicola Incampo



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
INGEGNERE  
NICOLA  
INCAMPO  
Sez. A - 6280  
CIVILE AMBIENTALE  
INDUSTRIALE  
INFORMAZIONE  
PROVINCIA DI BARI

Il tecnico:  
dott. ing. Nicola Incampo

Il Committente:  
Fortore Energia S.p.a.