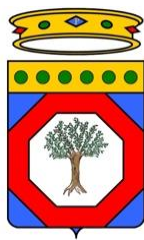


REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI ASCOLI SATRIANO



Denominazione impianto:

**PIDOCCHIO**

Ubicazione:

Comune di Ascoli Satriano (FG)  
Località "Pidocchio"

Foglio: 82

Particelle: 21, 27, 163, 209

**PROGETTO DEFINITIVO**

per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare in agro del comune di Ascoli Satriano (FG) in località "Pidocchio", potenza nominale pari a 21,4266 MW in DC e potenza in immissione pari a 20 MW in AC, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso comune.

PROPONENTE

**GIT STELLA DI ITALIA S.r.l.**

Roma (RM) Via della Mercede 11 - CAP 00187

Partita IVA: 15513011005

Indirizzo PEC: [gittelladiitalia@legalmail.it](mailto:gittelladiitalia@legalmail.it)**Codice Autorizzazione Unica****ATFX1T0**

ELABORATO

**Relazione producibilità**

Tav. n°

**14DS**

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Giugno 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.			
Rev 1	Aprile 2023	Aggiornamento progettuale del Piano Tecnico delle Opere di connessione.				

PROGETTAZIONE

GRM GROUP S.R.L.

Via Caduti di Nassiriya n. 179

70022 Altamura (BA)

P. IVA 07816120724

PEC: grmgroupsrl@pec.it

Tel.: 0804168931



IL TECNICO

Dott. Ing. DONATO FORGIONE

Via Raiale n. 110/Bis

65128 Pescara (PE)

Ordine degli Ingegneri di Pescara n. 1814

PEC: grmgroupsrl@pec.it

Cell:0804168931



Dott. Ing. ANTONIO MISCHITELLI

Via Mons. TORTORELLI n.33

71013 San Giovanni Rotondo (FG)

Ordine degli Ingegneri di Foggia n. 1797

PEC: antonio.mischitelli2@ingpec.eu

Cell: 320 2911253



Spazio riservato agli Enti

<b>RELAZIONE PRODUCIBILITA'</b> .....	<b>3</b>
<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE</b> .....	<b>3</b>
<b>CRITERIO GENERALE DI CALCOLO</b> .....	<b>4</b>
<b>CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA</b> .....	<b>4</b>

## RELAZIONE PRODUCIBILITA'

### PREMESSA

Il sottoscritto ing. Antonio MISCHITELLI, nato ad San Giovanni Rotondo (FG) il 01/07/1968, C.F. MSCNTN68L01H926X, regolarmente iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Foggia col n. 1797, titolare dello Studio Tecnico Mischitelli, con sede in Via Mons. TORTORELLI, 33 – 71013 San Giovanni Rotondo (FG), P.I. 02173200714 incaricato dalla società GIT STELLA D'ITALIA s.r.l., con sede in Via della Mercede, 11 00187 Roma (RM), P.I. 15513011005, della progettazione dell'impianto elettrico a servizio dell'impianto agrovoltaico da 21,4266MWp in DC da realizzarsi in località Pidocchio in agro del comune di Ascoli Satriano (FG), redige la presente relazione tecnica relativa alla stima di producibilità dell'impianto.

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:

**GIT STELLA DI ITALIA s.r.l.**

**VIA DELLA MERCEDE 11 – 00187 ROMA (RM)**

**P.IVA 15513011005**

PEC [gitstelladiitalia@legalmail.it](mailto:gitstelladiitalia@legalmail.it)



## 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:

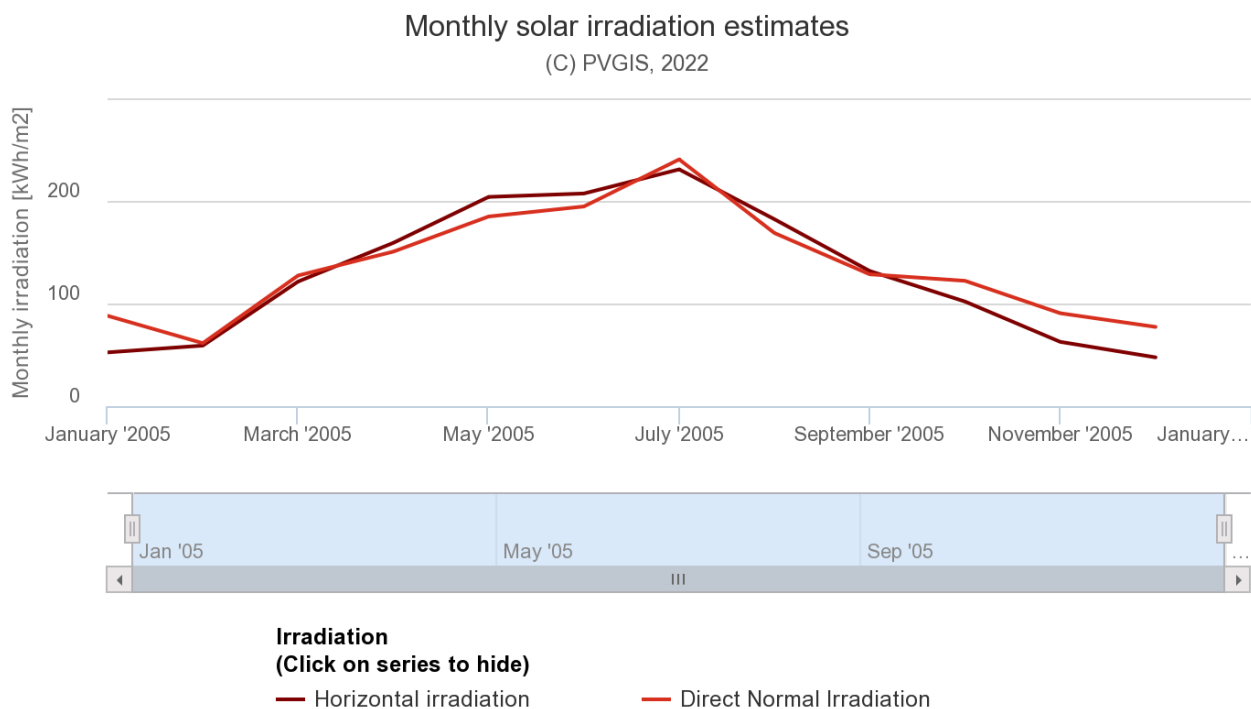
- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.

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

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di ASCOLI SATRIANO (FG) avente latitudine 41.15° N, longitudine 15.33°E e altitudine di 160m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:



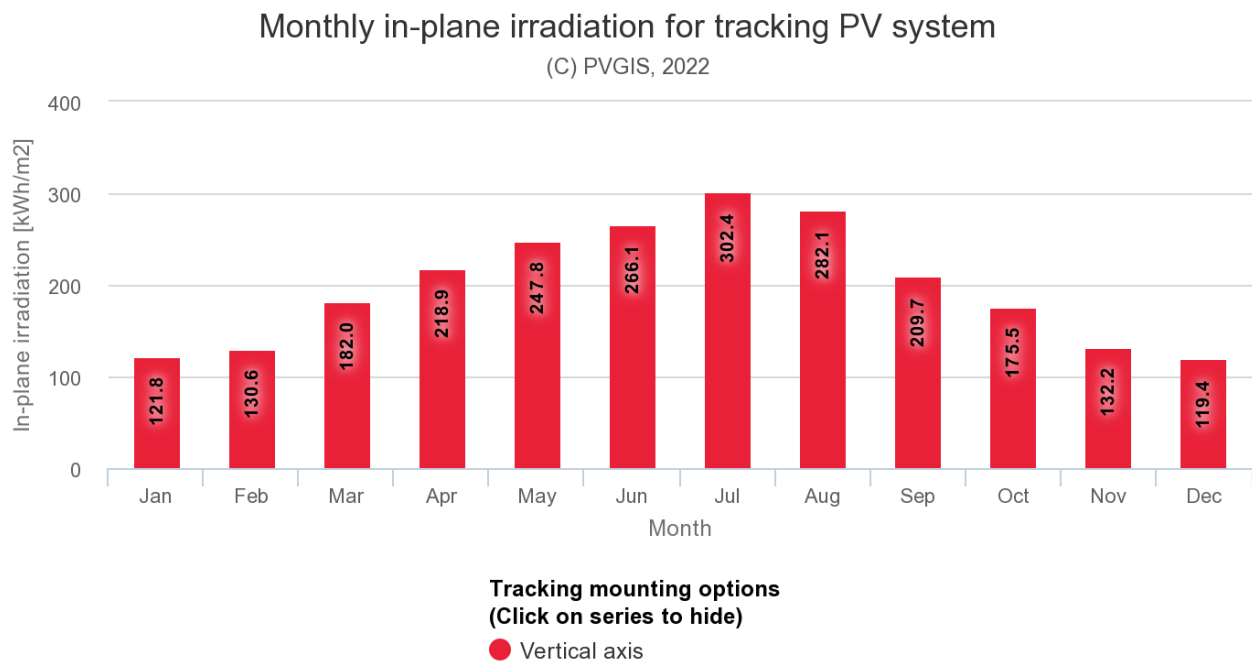


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m<sup>2</sup>]- Fonte dati: UNI 10349:2016

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **2388kWh/m<sup>2</sup>** (Fonte dati: UNI 10349:2016).

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 ASCOLI SATRIANO.

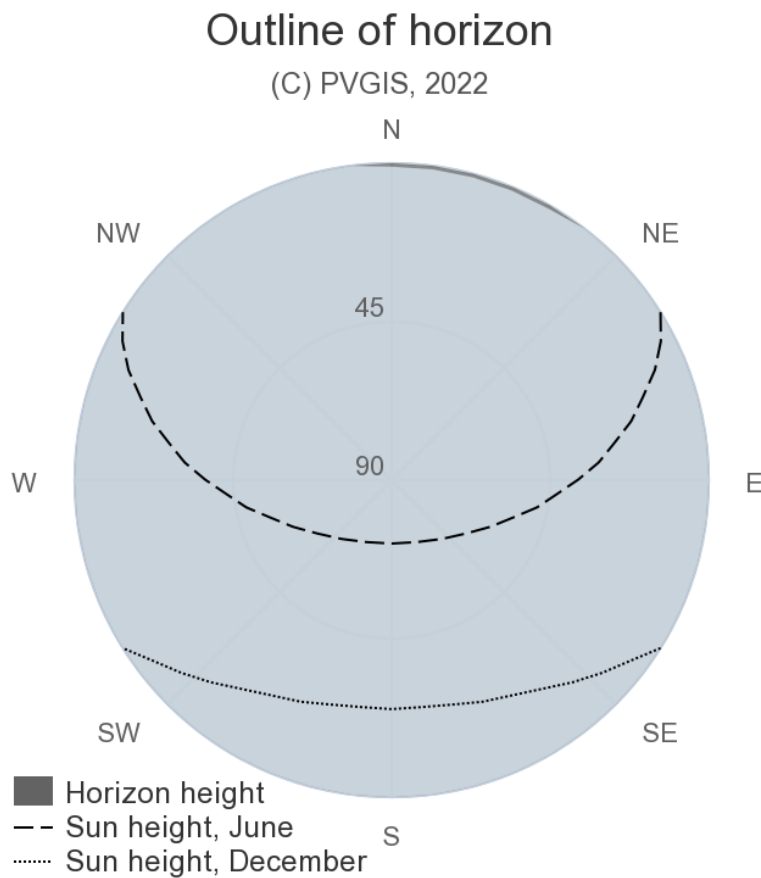


Fig. 2: Diagramma solare

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 dell'impianto è di tipo installato a terra su tracker monoassiali est-ovest, ed è costituito da moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da **670Wp**, marca **TRINA SOLAR** modello **VERTEX TSM-DE21** posati in verticale su due file.

I moduli fotovoltaici sono bifacciali in silicio monocristallino, 2x66 celle pertanto di dimensioni 2384x1303x35mm, da 670Wp ovvero ad alta efficienza e di tipo bifacciale, 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 oltre ad ottime prestazioni da un punto di vista di minori perdite per le connessioni elettriche, minori predite dovute ad ombreggiamenti e minori perdite per temperature.

**Vertex**

BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DE21

POWER RANGE: 645-670W

**670W**

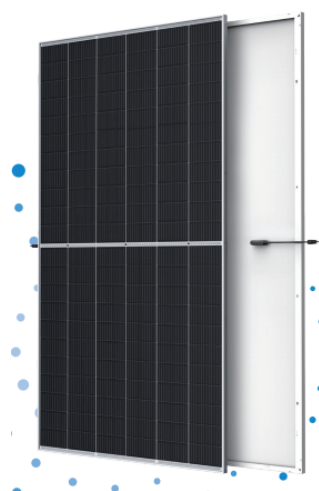
MAXIMUM POWER OUTPUT

**0~+5W**

POSITIVE POWER TOLERANCE

**21.6%**

MAXIMUM EFFICIENCY



### High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components



### High power up to 670W

- Up to 21.6% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



### High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load

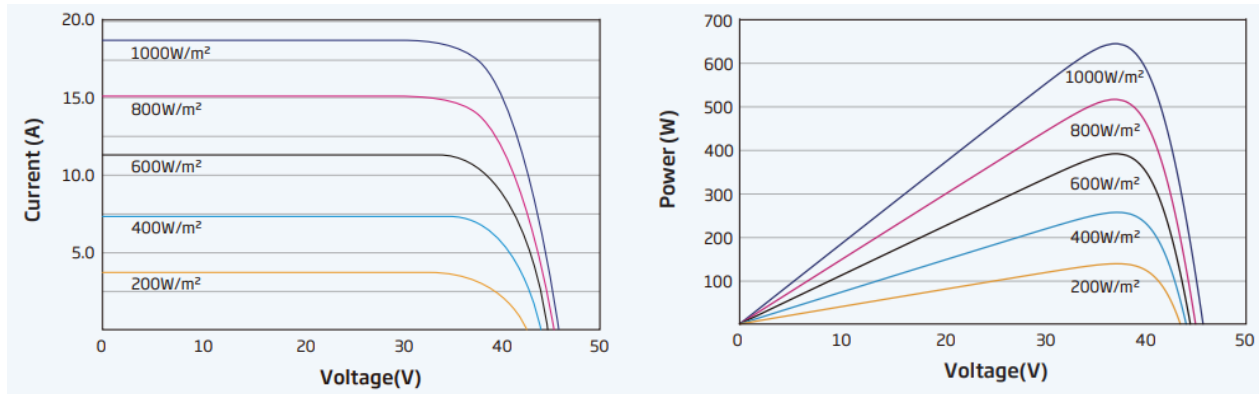


### High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature



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



E dai seguenti parametri tecnici:

**ELECTRICAL DATA (STC)**

Peak Power Watts-P <sub>MAX</sub> (Wp)*	645	650	655	660	665	670
Power Tolerance-P <sub>MAX</sub> (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage-V <sub>MPP</sub> (V)	37.2	37.4	37.6	37.8	38.0	38.2
Maximum Power Current-I <sub>MPP</sub> (A)	17.35	17.39	17.43	17.47	17.51	17.55
Open Circuit Voltage-V <sub>OC</sub> (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current-I <sub>SC</sub> (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/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. \*Measuring tolerance: ±3%.

**ELECTRICAL DATA (NOCT)**

Maximum Power-P <sub>MAX</sub> (Wp)	488	492	496	500	504	508
Maximum Power Voltage-V <sub>MPP</sub> (V)	34.8	34.9	35.1	35.3	35.4	35.6
Maximum Power Current-I <sub>MPP</sub> (A)	14.05	14.09	14.13	14.17	14.22	14.26
Open Circuit Voltage-V <sub>OC</sub> (V)	42.5	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current-I <sub>SC</sub> (A)	14.82	14.86	14.89	14.93	14.96	15.01

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

Gli inverter di progetto sono invece di marca SMA MV POWER STATION modello SC 4000, montati su skid prefabbricati e precablati contenenti inverter di potenza pari a 4.000kVA, per ogni inverter è presente un trafo da 4000kVA – 36 kV/0.6kV.

Technical Data	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
<b>Input (DC)</b>		
Available inverters	1 x SC 4000 UP or 1 x SCS 3450 UP or 1 x SCS 3450 UP-XT	1 x SC 4200 UP or 1 x SCS 3600 UP or 1 x SCS 3600 UP-XT
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Number of DC inputs	dependent on the selected inverters	
Integrated zone monitoring	○	
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A	50 A, 400 A, 450 A, 500 A
<b>Output (AC) on the medium-voltage side</b>		
Rated power at SC UP (at -25°C to +35°C / 40°C optional 50°C) <sup>11</sup>	4000 kVA / 3600 kVA	4200 kVA / 3780 kVA
Rated power at SCS UP (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>11</sup>	3450 kVA / 2930 kVA	3620 kVA / 3075 kVA
Charging power at SCS UP-XT (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>11</sup>	3590 kVA / 3000 kVA	3770 kVA / 3150 kVA
Discharging power at SCS UP-XT (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>11</sup>	4000 kVA / 3400 kVA	4200 kVA / 3570 kVA
Typical nominal AC voltages	10 kV to 35 kV	10 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer cooling methods	KNAN <sup>21</sup>	KNAN <sup>21</sup>
Transformer no-load losses Standard / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer short-circuit losses Standard / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Max. total harmonic distortion		< 3%
Reactive power feed-in (up to 60% of nominal 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>21</sup> / European efficiency <sup>21</sup> / CEC weighted efficiency <sup>6</sup>	98.8% / 98.6% / 98.5%	98.8% / 98.7% / 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 20 kA 1 s	
<b>General Data</b>		
Dimensions (W / H / D)	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	
Weight	< 18 t	
Self-consumption (max. / partial load / average) <sup>11</sup>	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	
Self-consumption (standby) <sup>11</sup>	< 370 W	
Ambient temperature -25°C to +45°C / -25°C to +55°C / -40°C to +45°C	● / ○ / ○	
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP54	
Environment: standard / harsh	● / ○	
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○	
Maximum permissible value for relative humidity	95% (for 2 months/year)	
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m	● / ○	
Fresh air consumption of inverter	6500 m <sup>3</sup> /h	

Sulla base della potenza di picco del campo in DC e delle caratteristiche dei moduli il campo il generatore fotovoltaico è costituito da **31.980** moduli da 670Wp in silicio monocristallino, posati su due file in verticale su strutture in acciaio zincato direttamente infisse nel terreno con angolo di azimut 0° ad inseguimento solare definito tracker monoassiale.

Le **1.066** stringhe sono formate da 30 moduli collegati in serie, ciascuna delle stringhe afferisce ai quadri di parallelo dislocati in campo, 90 in tutto, 18 per ognuno dei 5 sottocampi

Tutti i quadri di ciascun sottocampo afferiscono alle n.5 Power Stations da 4 MW. Tutti gli inverter sono alloggiati in uno skid prefabbricato plug and play contenente un trasformatore elevatore

36/0,600 kV con la relativa protezione AT. I vari skid sono collegati tramite una rete in AT che raccoglie l'energia e la convoglia nella cabina di raccolta, da cui parte il cavidotto esterno in alta tensione che permette di allacciare l'intero impianto in antenna a 36kV al futuro ampliamento della Stazione Elettrica a 150 kV della RTN denominata "Camerelle".

È prevista inoltre in questa fase, anche l'installazione di container per le batterie di accumulo con relative unità di conversione (PCS) per una capacità di 33,024MWh.

Per un maggiore dettaglio si rimanda alla relazione tecnica dell'impianto elettrico, allo schema elettrico unifilare nonché al layout Campi e sottocampi, ed alle tabelle Cavi e Quadri-inverter.

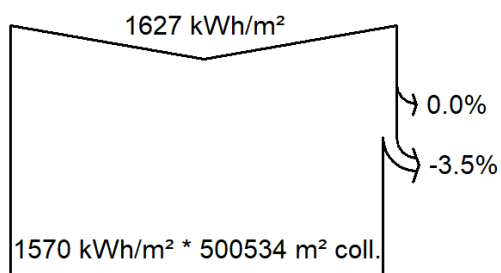
### **STIMA PRODUCIBILITA'**

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

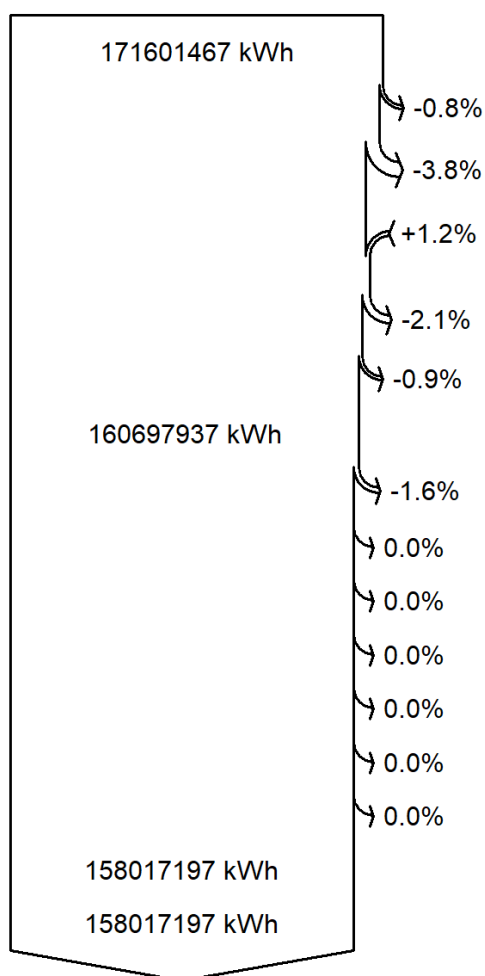
1. assenza di perdite per manutenzione, ovvero non considerando eventuali failure del sistema di inseguimento del tracker e non considerando failure degli inverter e di intervento delle protezioni,
2. disponibilità di radiazione solare come sopra descritta
3. perdite dovute:
  - Perdita per irraggiamento
  - 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/AT
  - Perdite nell'inverter
  - Perdite nei trasformatori

Sintetizzate nel seguente diagramma.

### Diagramma delle perdite per "LATERZA" - anno



efficienza a STC = 21.84%



**Irraggiamento orizzontale globale**

**Globale incidente piano coll.**

Fattore IAM su globale

**Irraggiamento effettivo su collettori**

Conversione FV

**Energia nominale campo (effic. a STC)**

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

Perdita disadattamento moduli e stringhe

Perdite ohmiche di cablaggio

**Energia apparente impianto a MPPT**

Perdita inverter in funzione (efficienza)

Perdita inverter per superamento Pmax

Perdita inverte a causa massima corrente

Perdita inverter per superamento Vmax

Perdita inverter per non raggiungimento

Perdita inverter per non raggiungimento

Consumi notturni

**Energia in uscita inverter**

**Energia immessa in rete**

Si stima con l'ausilio del software PVGIS come da report in allegato, per l'impianto di potenza totale pari a 21,4266MWp una produzione di energia annua pari a **40.305MWh** (equivalente a circa **1881kWh/kW**).

Nel grafico seguente si riporta l'energia prodotta mensilmente:

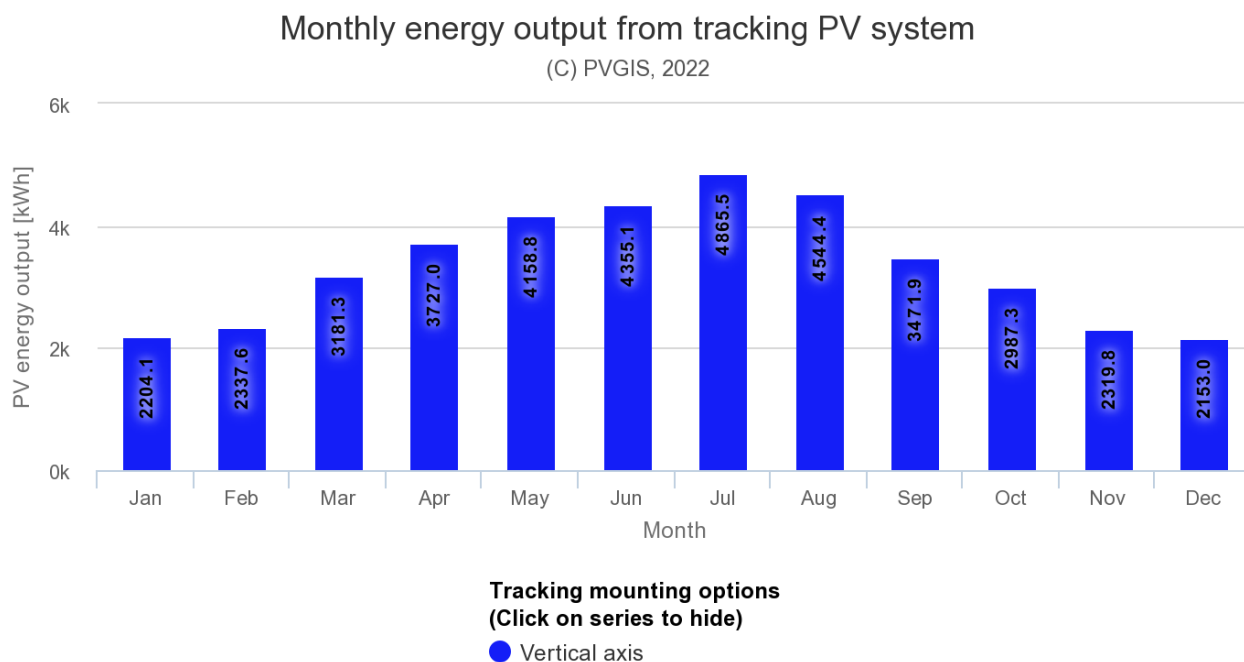


Fig. 2: Energia mensile prodotta dall'impianto in MWh

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 1MWh 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	7.537
TEP risparmiate in 20 anni	150.740

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

Sulla base di quanto esposto l'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione consente le

Il tecnico:

ing. Antonio MISCHITELLI

Il Committente:

GIT STELLA DI ITALIA s.r.l.

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:

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]	38.209.140	30.229	34.259	1.209,15
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	764.182.800	604.575	685.185	24.183

Il Tecnico

Ing. Antonio MISCHITELLI

Firma  