

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNI DI TROIA E FOGGIA



Denominazione impianto:

**MASSERIA DON MURIALAO**

Ubicazione:

Comuni di Foggia (FG) e Troia (FG)  
Località "Masseria Don Murialao"

Fogli: 21-23 / 140-141

Particelle: varie

**PROGETTO DEFINITIVO**

per la realizzazione di un impianto agrivoltaico da ubicare in agro dei comuni di Troia (FG) e Foggia (FG) in località "Masseria Don Murialao",  
potenza nominale pari a 36,491 MW in DC e potenza in immissione pari a 34,1 MW AC,  
e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nei comuni di Troia (FG) e Foggia (FG)

PROPONENTE



**CUBICO WIND S.R.L.**

Via Alessandro Manzoni n.43 - 20121 Milano (MI)  
Partita IVA: 10862830964  
Indirizzo PEC: [cubico.wind@legalmail.it](mailto:cubico.wind@legalmail.it)

**Codice Autorizzazione Unica B79VD21**

ELABORATO

**Relazione producibilità**

Tav. n°

**14DS**

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
		Rev 0	Dicembre 2023	Istanza VIA art.23 D.Lgs 152/06 – Istanza Autorizzazione Unica art.12 D.Lgs 387/03		

PROGETTAZIONE

**GRM GROUP S.R.L.**  
Via Caduti di Nassirya n. 179  
70022 Altamura (BA)  
P. IVA 07816120724  
PEC: [grmgroupsrl@pec.it](mailto:grmgroupsrl@pec.it)  
Tel.: 0804168931



Spazio riservato agli Enti

IL TECNICO

**Dott. Ing. DONATO FORGIONE**  
Via Raiale n. 110/Bis  
65128 Pescara (PE)  
Ordine degli Ingegneri di Pescara n. 1814  
PEC: [donato.forgione@ingpec.eu](mailto:donato.forgione@ingpec.eu)  
Cell:346 1042487



**Dott. Ingegnere NICOLA INCAMPO**  
Altamura BA-70022  
P.IVA 08150200723  
Ordine Ingegneri di Bari n°6280  
PEC: [nicola.incampo6280@pec.ordingbari](mailto:nicola.incampo6280@pec.ordingbari)



## Sommario

<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>DATI GENERALI DEL 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>
<b>DATI GENERALI DEL PROGETTO.....</b>	<b>5</b>
<b>Moduli fotovoltaici.....</b>	<b>7</b>
<b>Strutture di montaggio moduli.....</b>	<b>9</b>
<b>Power stations .....</b>	<b>14</b>
<b>STIMA PRODUCIBILITÀ .....</b>	<b>15</b>

## PREMESSA

Il progetto oggetto della presente relazione riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza nominale in DC di **36,491 MWp** e potenza in immissione massima in AC **34,1 MWp**, da realizzare in località “Masseria Don Murialao” nei Comuni di Troia e Foggia in provincia di Foggia.

L’impianto sarà collegato in antenna su una futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN da collegare mediante due nuovi elettrodotti a 150 kV della RTN al futuro ampliamento della SE di trasformazione a 380/150 kV denominata "Foggia", tramite cavo interrato MT a 30kV di lunghezza pari a 15,2 km, come da indicazioni di TERNA nella soluzione tecnica minima generale riportata nel preventivo di connessione (codice di rintracciabilità 201901423).

L’impianto agrivoltaico prevede l'utilizzo di inseguitori solari monoassiali, strutture che attraverso opportuni movimenti meccanici, permettono di orientare nel corso della giornata i moduli fotovoltaici favorevolmente rispetto ai raggi solari.

Il progetto è finalizzato alla produzione di energia elettrica rinnovabile integrato con la produzione agricola e ben si inquadra nel disegno nazionale di incremento delle risorse energetiche utilizzando fonti alternative a quelle di sfruttamento dei combustibili fossili. La realizzazione di questi ultimi viene ritenuta una corretta strada per la realizzazione di fonti energetiche alternative principalmente in relazione ai requisiti di rinnovabilità e inesauribilità, assenza di emissioni inquinanti e di opere imponenti per la realizzazione nonché possibilità di essere rimossi, al termine della vita produttiva, senza apportare variazioni significative al sito.

## DATI GENERALI DEL PROPONENTE

Il soggetto proponente del progetto in esame è la società:



**CUBICO WIND S.R.L.**

**VIA ALESSANDRO MANZONI N. 43 - 20121 MILANO (MI)**

**P.I. 10862830964**

[cubico.wind@legalmail.it](mailto:cubico.wind@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.

## DATI GENERALI DEL PROGETTO

Il generatore dell’impianto agrivoltaico sarà composto da **52.130** moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 700 Wp per una potenza di picco complessiva di **36,491 MWp**. I moduli saranno raggruppati in 2.005 stringhe formate da 26 moduli collegati in serie, il campo sarà suddiviso in 31 sottocampi di livello I, e i 186 quadri di parallelo di stringa relativi ai diversi sottocampi afferiscono a gruppi di stringhe in numerosità variabile tra 9 e 13.

Ciascuno dei 31 sottocampi è dotato di una Power Station con inverter centralizzato per la conversione CC/CA della corrente elettrica, un trasformatore BT/MT per l’innalzamento della tensione fino al valore di 30 kV e quadro MT.

La rete interna MT è composta da 2 cabine di smistamento, una per ognuno dei due lotti che raccorda tutte le Power Station ed ha il compito di convogliare l’energia prodotta dall’impianto agrivoltaico nella Cabina di Raccolta Utente.

Infine, mediante un cavidotto interrato in MT, l’energia viene trasportata fino al punto di consegna dove viene immessa nella rete elettrica nazionale in accordo con la soluzione di connessione ricevuta da Terna (codice rintracciabilità **201901423**).

Per un maggiore dettaglio si rimanda allo schema elettrico unifilare nonché agli elaborati “Sezione tipo cavidotti interrati MT”, “Sezione tipo cavidotti interrati BT” ed alle Tabelle Cavi.

Nella seguente tabella sono evidenziate le principali caratteristiche dell’Impianto fotovoltaico.

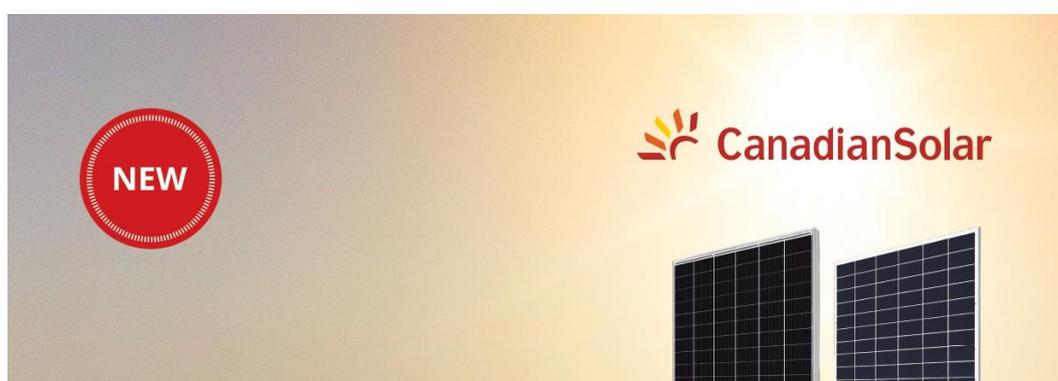
Principali caratteristiche dell'impianto	
Comune (Provincia)	Troia (FG) e Foggia (FG)
Località	Masseria Don Murialao
Superficie catastale contrattualizzata	Ha 58,6929
Superficie di impianto netta recintata	Ha 47,0866

Potenza nominale (CC)	36,491 MW
Potenza nominale (CA)	34,1 MW
Tensione di sistema (CC)	≤ 1500 Vdc
Punto di connessione	Futura SE a 150 kV da collegare al futuro ampliamento SE 380/150 kV “Foggia”
Regime di esercizio	Cessione totale
Potenza in immissione richiesta	34,1 MW
Tipologia impianto	Strutture ad inseguimento solare monoassiale
Moduli	52.130 moduli in silicio monocristallino da 700 Wp
Inverter/Unità di trasformazione	n. 31 Power stations
Tipologia tracker	902 tracker da 52 moduli 131 tracker da 26 moduli 140 tracker da 13 moduli Configurazione single portrait
Tilt	0°
Massima inclinazione tracker	(+55°/-55°)
Azimuth	(Est/ovest -90°/90°)
Cabine	n.2 Cabina di Raccolta Utente n. 31 Cabina di Campo n. 3 Locale Servizi

Occorre sottolineare come la tensione massima di esercizio degli inverter è di 1500 Vdc, ciò costituisce un enorme vantaggio poiché aumentando le tensioni operative, si abbassano la corrente di impiego dei cavi, e perciò la sezione dei cavi di progetto, la caduta di tensione e le relative perdite; di contro tutti i materiali devono essere certificati per tensione di esercizio nominale max 1500 Vdc.

## Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici scelti sono i **TOPBiHiKu7 CS7N-700TB-AG** della **CANADIAN SOLAR**, in silicio monocristallino, 2x66 celle e di dimensioni 2384x1303x35 mm, da 700Wp bifacciali. I moduli sono ad alta efficienza, 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 anodizzato e da un vetro di protezione delle celle temprato e a basso contenuto di ferro, dello spessore di 2mm, che garantiscono una elevata resistenza meccanica oltre a ottime prestazioni. Inoltre, essendo bifacciali, possono sfruttare anche le radiazioni intercettate dalla faccia posteriore dal modulo incrementando sino al 30% le performance.



**NEW**

**CanadianSolar**

**TOPBiHiKu7**  
 N-type Bifacial TOPCon Technology  
**675 W ~ 705 W**  
**CS7N-675 | 680 | 685 | 690 | 695 | 700 | 705TB-AG**

FRONT BACK

**MORE POWER**

- 705 W** Module power up to 705 W  
Module efficiency up to 22.7 %
- EXTRA POWER** Up to 85% Power Bifaciality, more power from the back side
- Excellent anti-LeTID & anti-PID performance. Low power degradation, high energy yield
- Lower temperature coefficient (Pmax): -0.29%/°C, increases energy yield in hot climate
- Lower LCOE & system cost

**MORE RELIABLE**

- Minimizes micro-crack impacts
- Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa\*

**12 Years** Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship\*

**30 Years** Linear Power Performance Warranty\*

**1<sup>st</sup> year power degradation no more than 1%**  
**Subsequent annual power degradation no more than 0.4%**

\*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

**MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES\***

ISO 9001: 2015 / Quality management system  
 ISO 14001: 2015 / Standards for environmental management system  
 ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety  
 IEC 62941: 2019 / Photovoltaic module manufacturing quality system

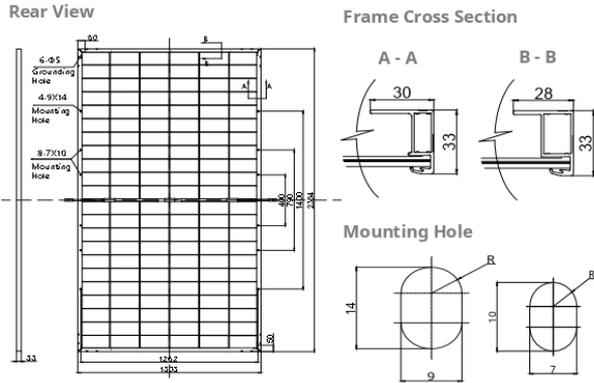
**PRODUCT CERTIFICATES\***

IEC 61215 / IEC 61730 / CE / INMETRO / MCS / UKCA / CGC  
 CEC listed (US California) / FSEC (US Florida)  
 UL 61730 / IEC 61701 / IEC 62716 / IEC 60068-2-68  
 UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1 / Take-e-way

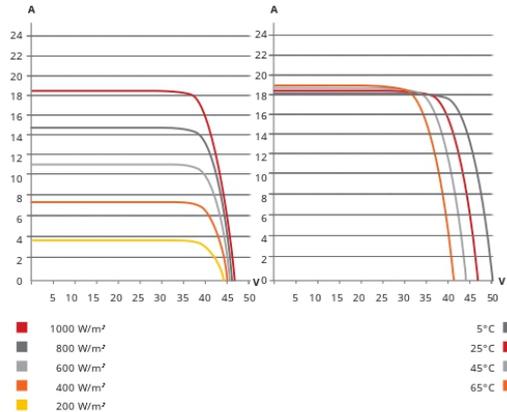
**\* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary, and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions in which the products will be used.**

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

**ENGINEERING DRAWING (mm)**



**CS7N-680TB-AG / I-V CURVES**



**ELECTRICAL DATA | STC\***

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
<b>CS7N-675TB-AG</b>	675 W	39.0 V	17.31 A	46.9 V	18.24 A	21.7%
<b>Bifacial Gain**</b>	5% 709 W	39.0 V	18.19 A	46.9 V	19.15 A	22.8%
	10% 743 W	39.0 V	19.04 A	46.9 V	20.06 A	23.9%
	20% 810 W	39.0 V	20.77 A	46.9 V	21.89 A	26.1%
<b>CS7N-680TB-AG</b>	680 W	39.2 V	17.35 A	47.1 V	18.29 A	21.9%
<b>Bifacial Gain**</b>	5% 714 W	39.2 V	18.22 A	47.1 V	19.20 A	23.0%
	10% 748 W	39.2 V	19.09 A	47.1 V	20.12 A	24.1%
	20% 816 W	39.2 V	20.82 A	47.1 V	21.95 A	26.3%
<b>CS7N-685TB-AG</b>	685 W	39.4 V	17.39 A	47.3 V	18.34 A	22.1%
<b>Bifacial Gain**</b>	5% 719 W	39.4 V	18.26 A	47.3 V	19.26 A	23.1%
	10% 754 W	39.4 V	19.14 A	47.3 V	20.17 A	24.3%
	20% 822 W	39.4 V	20.87 A	47.3 V	22.01 A	26.5%
<b>CS7N-690TB-AG</b>	690 W	39.6 V	17.43 A	47.5 V	18.39 A	22.2%
<b>Bifacial Gain**</b>	5% 725 W	39.6 V	18.31 A	47.5 V	19.31 A	23.3%
	10% 759 W	39.6 V	19.17 A	47.5 V	20.23 A	24.4%
	20% 828 W	39.6 V	20.92 A	47.5 V	22.07 A	26.7%
<b>CS7N-695TB-AG</b>	695 W	39.8 V	17.47 A	47.7 V	18.44 A	22.4%
<b>Bifacial Gain**</b>	5% 730 W	39.8 V	18.34 A	47.7 V	19.36 A	23.5%
	10% 765 W	39.8 V	20.18 A	47.7 V	20.28 A	24.6%
	20% 834 W	39.8 V	20.96 A	47.7 V	22.13 A	26.8%
<b>CS7N-700TB-AG</b>	700 W	40.0 V	17.51 A	47.9 V	18.49 A	22.5%
<b>Bifacial Gain**</b>	5% 735 W	40.0 V	18.39 A	47.9 V	19.41 A	23.7%
	10% 770 W	40.0 V	20.22 A	47.9 V	20.34 A	24.8%
	20% 840 W	40.0 V	21.01 A	47.9 V	22.19 A	27.0%
<b>CS7N-705TB-AG</b>	705 W	40.2 V	17.55 A	48.1 V	18.54 A	22.7%
<b>Bifacial Gain**</b>	5% 740 W	40.2 V	18.43 A	48.1 V	19.47 A	23.8%
	10% 776 W	40.2 V	20.27 A	48.1 V	20.39 A	25.0%
	20% 846 W	40.2 V	21.06 A	48.1 V	22.25 A	27.2%

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.  
 \*\* Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

**ELECTRICAL DATA**

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 10 W
Power Bifaciality*	80 %

\* Power Bifaciality = Pmax<sub>rear</sub> / Pmax<sub>total</sub>, both Pmax<sub>rear</sub> and Pmax<sub>total</sub> are tested under STC. Bifaciality Tolerance: ± 5 %

**ELECTRICAL DATA | NMOT\***

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
<b>CS7N-675TB-AG</b>	510 W	36.9 V	13.84 A	44.4 V	14.71 A
<b>CS7N-680TB-AG</b>	514 W	37.1 V	13.88 A	44.6 V	14.75 A
<b>CS7N-685TB-AG</b>	518 W	37.2 V	13.91 A	44.8 V	14.79 A
<b>CS7N-690TB-AG</b>	522 W	37.4 V	13.94 A	45.0 V	14.83 A
<b>CS7N-695TB-AG</b>	526 W	37.6 V	13.97 A	45.2 V	14.87 A
<b>CS7N-700TB-AG</b>	529 W	37.8 V	14.00 A	45.4 V	14.91 A
<b>CS7N-705TB-AG</b>	533 W	38.0 V	14.03 A	45.5 V	14.95 A

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

**MECHANICAL DATA**

Specification	Data
Cell Type	TOPCon cells
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 33 mm (93.9 x 51.3 x 1.30 in)
Weight	37.8 kg (83.3 lbs)
Front Glass	2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating
Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 250 mm (9.8 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Per Pallet	33 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces or 495 pieces (only for US & Canada)

\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

**TEMPERATURE CHARACTERISTICS**

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.25 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

### Strutture di montaggio moduli

I moduli saranno posizionati su strutture ad inseguimento, ovvero tracker monoassiali, ad infissione diretta nel terreno con macchina operatrice battipalo. Nello specifico saranno utilizzati tracker della **Soltigua** realizzati per allocare 13, 26 e 52 moduli ( $\frac{1}{2}$ , 1 e 2 stringhe) in verticale su una fila come da foto esemplificativa:

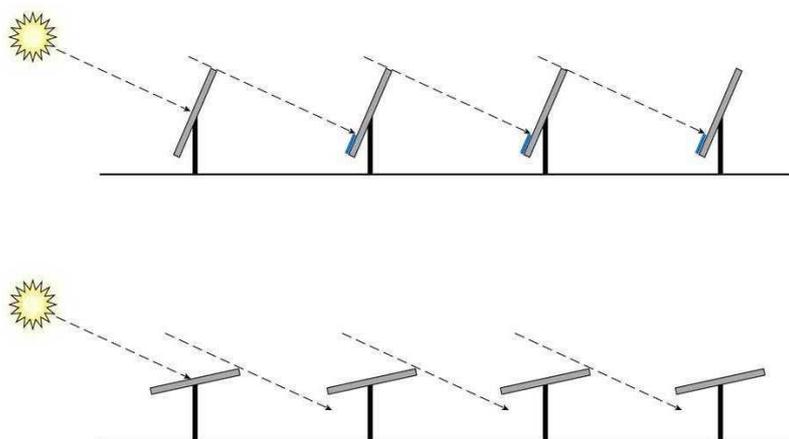


L'utilizzo di tali strutture permette di orientare i moduli fotovoltaici favorevolmente rispetto ai raggi solari nel corso della giornata, mantenendo invariata l'inclinazione dell'asse di rotazione del pannello rispetto al terreno, ovvero mantenendo invariato l'angolo di TILT.

La variazione dell'angolo avviene in modo automatico grazie ad un apposito algoritmo di controllo di tipo astronomico oppure attraverso l'utilizzo di celle fotovoltaiche ausiliari che installate con angolazioni differenti consentono al sistema di determinare l'angolo di ottimo.

Il movimento dei tracker è azionato da un motore elettrico alimentato in corrente continua trifase di potenza pari a circa 370 W rispettivamente e controllato in modo automatico dall'algoritmo.

I tracker saranno dotati di opportuno sistema di backtracking per assicurare l'assenza di ombreggiamento durante ogni ora del giorno. Infatti quando l'angolo di elevazione del Sole si riduce, ovvero la mattina presto o la sera, il sistema di backtracking inverte la rotazione della struttura come meglio illustrato nella figura sottostante.



### *Backtracking*

L'assenza di movimento di inclinazione, (cioè il tracciamento "stagionale") ha un limitato effetto sull'energia prodotta. Infatti, un tracker biassiale aumenta leggermente la produzione rispetto ad un tracker monoassiale, ma di contro comporta un aumento di costi e complessità del sistema.

La soluzione adottata offre i seguenti vantaggi principali:

- Il sistema è completamente equilibrato e modulare, la struttura non richiede personale specializzato all'installazione e all'assemblaggio o lavori di manutenzione.
- La scheda di controllo è facile da installare e autoconfigurante.
- Il GPS integrato garantisce sempre la giusta posizione geografica nel sistema per il tracciamento solare automatico.
- L'uso di cuscinetti a strisciamento sferico autolubrificato compensa eventuali imprecisioni e errori nell'installazione della struttura meccanica.
- L'uso di Motore a corrente alternata consente un basso consumo elettrico.

Il sistema si compone di uno o più array paralleli di 26 moduli ciascuno, interconnessi meccanicamente tra di loro, ovvero 13, 26 e 52 moduli per tracker, ½, 1 e 2 stringhe, e consta i seguenti componenti:

- Componenti meccanici della struttura in acciaio:
  - 7 pali.
  - 4 tubolari quadrati.
  - Profilo Omega di supporto e pannello di ancoraggio.

- Componenti deputati al movimento:
  - 4 post-testate (2 terminali, 2 intermedie ed una centrale che sostiene il motoriduttore).
  - 1 motore (attuatore lineare elettrico).
  - 1 scheda elettronica di controllo per il movimento (può servire fino a 10 strutture).

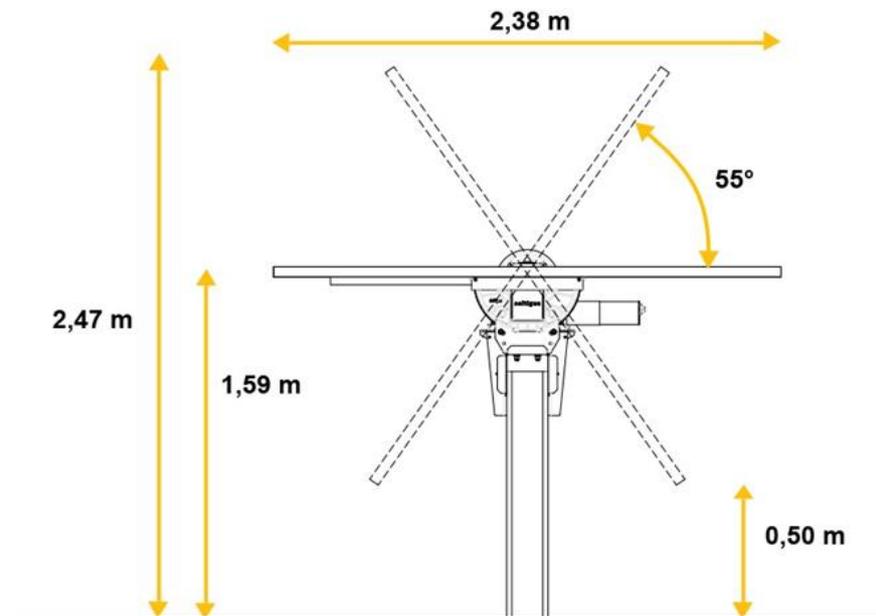
L'inseguitore solare (o tracker) sarà installato su pali di fondazione in acciaio zincato infissi nel terreno, senza necessità di opere in calcestruzzo, tramite un sistema di posa a battuta. Le strutture in questione sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di eventi meteorologici esterni avversi, quali per esempio raffiche di vento ad alta velocità, come certificato dal costruttore.

Come riportato all'interno della relazione strutturale, alla quale si rimanda per maggiori dettagli, data la tipologia di tracker previsto in questa fase progettuale, la caratterizzazione geotecnica del terreno ed i carichi agenti sul sistema, i pali di sostegno dovranno essere infissi per una profondità minima di 2 m al fine di garantire la tenuta delle strutture.

La profondità di infissione dovrà comunque essere verificata in fase esecutiva con i risultati delle prove di estrazione eseguiti in vari punti del terreno. Tali prove di estrazione o prove di “pull-out” sono prove strumentali che prevedono i seguenti step:

- Infissione nel terreno del palo selezionato per una data profondità;
- Cicli di carico/scarico con forze orizzontali incrementalmente applicate ad un'altezza di 50 cm dal piano campagna. Per ogni ciclo viene misurato lo spostamento orizzontale del palo stesso;
- Cicli di carico con forze di compressione verticali incrementalmente applicate alla testa del palo. Per ogni ciclo viene misurato lo spostamento verticale del palo stesso;
- Cicli di carico con forze di trazione verticali incrementalmente applicate alla testa del palo. Per ogni ciclo viene misurato lo spostamento verticale del palo stesso;

Qualora gli spostamenti evidenziati eccedessero le tolleranze, il test andrà ripetuto aumentando la profondità di infissione di 100 mm fino al superamento del test. I risultati delle prove di pull-out dipendono dalla tipologia di inseguitore e di moduli fotovoltaici disponibili sul mercato e pertanto l'esatta profondità di infissione che si determinerà in fase di progettazione esecutiva potrebbe variare rispetto a quanto calcolato all'interno della relazione strutturale fermo restando che tale profondità non sarà in alcun caso superiore a 4,0 m dal piano campagna. Nella figura sottostante è riportato un tipologico delle strutture previste.



Tracking type	Independent single axis horizontal tracker; Any tracker alignment possible (ideally along North-South direction);
Tracking algorithm	Accurate astronomical formulas; tracking precision = 1.0°. Individually customized 3D backtracking to follow terrain undulations
Rotation range	Standard: ±55°; optional ±60° also available
Ground cover ratio	Freely configurable by customer (between 34% and 50%)
PV Module compatibility	Framed modules; all major brands
Module mount	1 module portrait; 2 modules landscape
Drive system	1 Independent slew drive per tracker
Peak power per tracker	Up to 45 kWp per tracker (with 500Wp modules)
N° of Module per tracker	Up to 90 72-cell modules (1500 V)
PV array voltage	1000 V or 1500 V
Power supply	Self powered with dedicated small PV module and Li-FePO <sub>4</sub> battery
Communication	Soltigua wireless radio network or dedicated RS485 serial communication
Monitoring	Local control via SCADA; remote control available
Foundation type	Standard: driven piles; compatible also with: shallow foundation (concrete blocks); ground screws
Wind resistance (Eurocodes)	In operation: up to 80 km/h in any position; Stow position: up to 200+ km/h in stow position
Snow resistance	Up to 1'500 N/m <sup>2</sup> ; depending on tracker version
Tracker stowing time	≤ 6 min; 3.5 min on average
Installation tolerances	North South: ±50 mm; East-West: ±40 mm standard pile; ±28 mm drive pile; Height tolerance: ±45 mm; Pile tilt: ±1°; Twist: 15°
Ground slope	Max 15% slope in longitudinal direction (North- South); optional max 20% also available Any slope in transversal direction (East-West) [max 70% local slope for rotation clearance] Local deviation from theoretical ground profile is ±150 mm
Installation method	Engineered for fast and easy assembly; no welding nor drilling required on site
Materials	HDG and ZM construction steel; maintenance free bearings; triennial maintenance for slew drive
Certifications/Compliance	CE 2006/42/UE; Eurocodes EN1991-1-1/3/4; LV 2014/35/UE; EMC 2014/30/UE ; ISO 9001-2015 and ISO 14001-2015; IEC 62817:2017



## iTracker-WL: catching all the sun

iTracker WL – the intelligent tracker – maximizes the output of your PV power plant, thanks to its all-around performance and Soltigua’s customer-tailored solutions



L’infissione sarà realizzata con l’ausilio di macchine battipalo. Le strutture di inseguimento monoassiale verranno posizionate in file contigue, compatibilmente con le caratteristiche plano altimetriche del terreno, e la distanza tra le interfile sarà di 5 metri, come visibile nel layout di impianto.

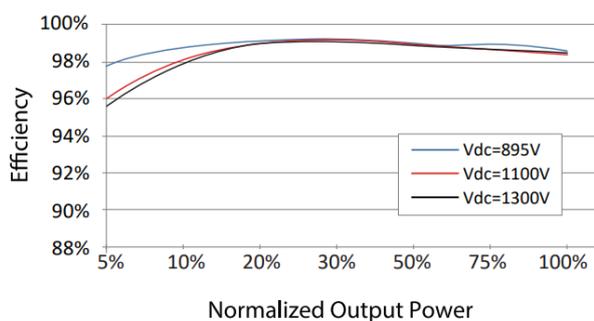
## Power stations

Il progetto prevede l'utilizzo di power station che assolvono la funzione di convertire la corrente prodotta dai moduli fotovoltaici da continua ad alternata mediante un inverter centralizzato e di innalzare la tensione fino al valore della tensione di campo (30 kV) mediante un trasformatore.

La scelta progettuale prevede l'installazione di 31 Power Station marca **SUNGROW** modello **SG1100UD-MV**, come detto, contenenti ciascuna un inverter centralizzato per la conversione CC/CA della corrente elettrica, un trasformatore BT/MT per l'innalzamento della tensione fino al valore di 30 kV e quadro MT.



## EFFICIENCY CURVE



## STIMA PRODUCIBILITÀ

Si stima, con l’ausilio del software, per il solo impianto fotovoltaico di potenza totale pari a **36,491 MWp**, una produzione di energia annua pari a circa **65,882 GWh/anno**, equivalente a **1805 kWh/kWp/anno**, con un **Performance Ratio PR** pari a **85,87%**, come si evince nei grafici di seguito riportati estratti dal calcolo mediante PVsyst.



**PVsyst V7.4.5**  
 VCO, Simulato su  
 14/03/24 10:15  
 con v7.4.5

Progetto: TROIA - FOGGIA, Mass. Don Murialao - 36,491 MW

Variante: Nuova variante di simulazione



GRM GROUP SRL (italy)

### Risultati principali

#### Produzione sistema

Energia prodotta

65882531 kWh/anno

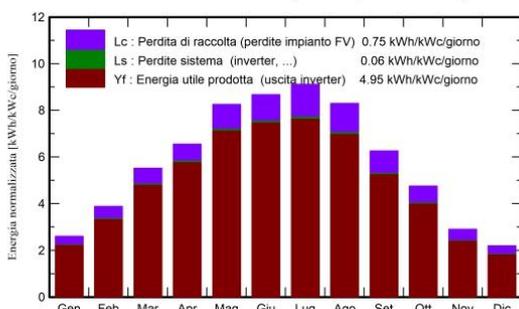
Prod. Specif.

1805 kWh/kWp/anno

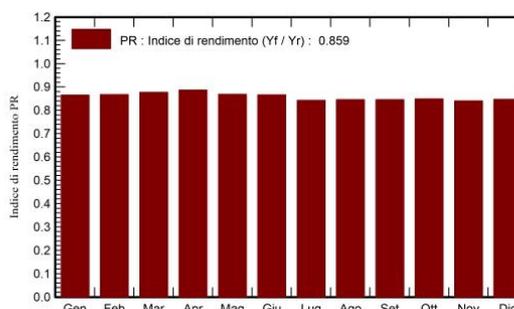
Indice rendimento PR

85.87 %

#### Produzione normalizzata (per kWp installato)



#### Indice di rendimento PR



### Bilanci e risultati principali

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	ratio
<b>Gennaio</b>	56.5	26.27	7.69	80.7	69.7	2584031	2547856	0.865
<b>Febbraio</b>	76.0	35.30	8.21	108.5	94.2	3478699	3435527	0.867
<b>Marzo</b>	122.1	50.31	11.31	171.0	153.4	5540453	5472572	0.877
<b>Aprile</b>	148.6	71.41	14.35	196.5	179.7	6435118	6358052	0.887
<b>Maggio</b>	188.7	83.88	19.72	255.9	234.4	8206125	8107900	0.868
<b>Giugno</b>	200.3	93.75	24.51	260.2	240.7	8317714	8220796	0.866
<b>Luglio</b>	208.5	83.76	27.38	282.6	258.6	8783486	8680753	0.842
<b>Agosto</b>	187.0	71.46	27.07	257.1	235.5	8028651	7933444	0.846
<b>Settembre</b>	136.0	61.19	21.72	187.7	167.3	5861025	5791460	0.846
<b>Ottobre</b>	103.1	45.14	17.81	147.3	129.5	4618250	4562745	0.849
<b>Novembre</b>	59.4	26.64	12.66	87.1	74.4	2709172	2671674	0.840
<b>Dicembre</b>	47.3	22.78	8.90	68.0	57.7	2131355	2099750	0.846
<b>Anno</b>	1533.6	671.91	16.83	2102.6	1894.9	66694079	65882531	0.859

#### Legenda

GlobHor	Irraggiamento orizzontale globale	EArray	Energia effettiva in uscita campo
DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	E_Grid	Energia immessa in rete
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Indice di rendimento
GlobInc	Globale incidente piano coll.		
GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre		

Al netto delle perdite riportate nel diagramma seguente:



**PVsyst V7.4.5**  
 VC0, Simulato su  
 14/03/24 10:15  
 con v7.4.5

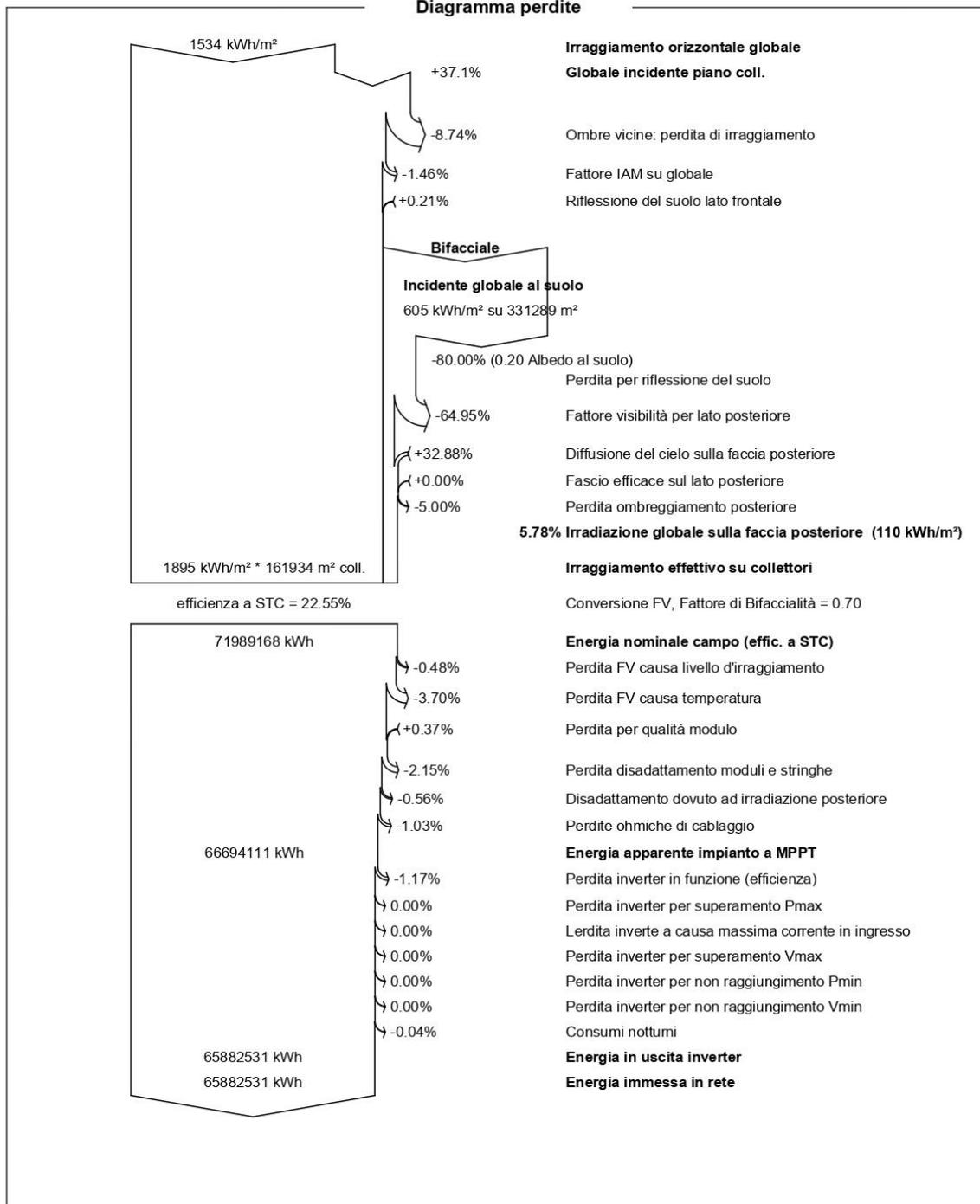
Progetto: TROIA - FOGGIA, Mass. Don Murialao - 36,491 MW

Variante: Nuova variante di simulazione

GRM GROUP SRL (italy)



**Diagramma perdite**



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.

<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	12.320
TEP risparmiate in 20 anni	246.400

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:

<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 [kg/MWh]	948,00	0,75	0,85	0,03
Emissioni evitate in un anno [kg]	62.456.136	49.411,5	56.000	1.976,5
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	1.254.122.720	988.230	1.120.000	39.530

Si stima, con ragionevole approssimazione, che la maggior parte dell'impatto ambientale generato dal settore elettrico è dovuto ad un inquinamento di tipo atmosferico. I principali indiziati in questo senso sono NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, particolati e gas ad effetto serra che sono oggetto, anche recentemente, di studi di carattere epidemiologico, agronomico, chimico. Tutt'oggi risulta ancora difficile determinare con precisione il grado di pericolosità dei diversi inquinanti nonostante i progressi compiuti negli studi epidemiologici sopra accennati. D'altro canto è noto che i gas che tramite l'effetto serra provocano l'aumento della temperatura terrestre

sono numerosi; nel settore elettrico il gas più determinante è l’anidride carbonica tanto che anche le altre emissioni vengono trasformate in “equivalente di CO2”. Nella valutazione degli effetti di carattere globale sarebbe si dovrebbe tenere conto delle emissioni di tutti i “gas serra”, ma a causa della mancanza di dati per gli altri gas, ci si limita, a livello mondiale, all’esame delle emissioni di CO2.

Il Tecnico

Dott. Ing. Nicola Incampo

