



REGIONE PUGLIA  
 PROVINCIA DI FOGGIA  
 COMUNI DI FOGGIA E MANFREDONIA



PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO DA REALIZZARE NEL COMUNE DI FOGGIA (FG) IN LOCALITA' "PEZZAGRANDE" AL FOGLIO N.161 P.LLA N. 2, E NEL COMUNE DI MANFREDONIA IN LOCALITA' "VACCHERECCIA DI GRECO" AL FOGLIO N. 129 ALLE P.LLE NN. 17, 142, 498, 500 E 512, E IN LOCALITA' "MACCHIAROTONDA" AL FOGLIO N. 131 P.LLE NN.13, 206 E 207, E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARE NEL COMUNE DI MANFREDONIA (FG) IN LOCALITA' "MACCHIAROTONDA" AL FOGLIO N. 128 ALLE P.LLE NN. 45, 79, 113 E 169 E AL FOGLIO N. 129 ALLE P.LLE NN. 481, 485 E 486, AVENTE UNA POTENZA PARI A **30.038,68 kWp**, DENOMINATO "**MARTILLO**"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO



**IMPIANTO  
 AGRIVOLTAICO  
 AVANZATO**

**LAOR**  
 (Land Area  
 Occupation Ratio)  
**13,96%**

LIV. PROG.	RIF. COD. PRATICA TERNA	CODICE ISTANZA AU	TAVOLA	DATA	SCALA
PD	202200828	GWWF184	B.5	30.11.2023	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE

ENTE

**FIVE-E**

RESPONSIBLE INVESTMENT

HF SOLAR 11 S.r.l. - Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

FIRMA RESPONSABILE

PROGETTAZIONE

**HORIZONFIRM**

Ing. D. Siracusa  
 Ing. A. Costantino  
 Ing. C. Chiaruzzi  
 Ing. G. Schillaci  
 Ing. G. Buffa  
 Ing. M.C. Musca

Arch. M. Gullo  
 Arch. A. Calandrino  
 Arch. S. Martorana  
 Arch. F. G. Mazzola  
 Arch. G. Vella  
 Dott. Agr. B. Miciluzzo

HORIZONFIRM S.r.l. - Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

PROFESSIONISTA INCARICATO

FIRMA DIGITALE PROGETTISTA

FIRMA OLOGRAFA E TIMBRO  
 PROFESSIONISTA



**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte energetica  
rinnovabile attraverso tecnologia solare agrivoltaica  
denominato  
“MARTILLO”**

**Relazione di producibilità dell’impianto fotovoltaico**

## Sommario

Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico.....	3
Il report: .....	4
Dati di riferimento dell'impianto.....	13

## Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte energetica rinnovabile, attraverso tecnologia fotovoltaica, integrato da attività agricola, all'interno del territorio comunale di Foggia (FG) in Località Pezzagrande al Foglio n°161 particella 2 e nel territorio comunale di Manfredonia (FG) in Località Vacchereccia di Greco al Foglio n°129 particelle 17, 142, 498, 500 e 512 e in Località Macchiarotonda al Foglio n°131 particelle 13, 206 e 207, e delle relative opere di connessione alla RTN individuate in agro di Manfredonia in località Macchiarotonda al Foglio n°128 alle particelle 45, 79, 113 e 169 e al Foglio n°129 particelle 481, 485 e 486 (in quest'ultima è prevista la realizzazione della Sottostazione Elettrica di Utenza). l'impianto di produzione risulta suddiviso in due sezioni di generazione denominate rispettivamente ***“Plot 1 da 15.884,12 kWp”*** e ***“Plot 2 da 14.154,56 kWp”***, per una potenza complessiva di ***30.038,68 kWp***, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli scelti, in fase di progettazione definitiva, per realizzare il generatore.

Il dimensionamento del generatore fotovoltaico è stato eseguito applicando il criterio della superficie disponibile, tenendo dei distanziamenti da mantenere tra i filari di strutture portamoduli per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione delle stazioni di conversione e trasformazione dell'energia elettrica.

I moduli scelti sono per la realizzazione del campo di generazione, in questa fase della progettazione, sono moduli fotovoltaici da 710 Wp, aventi tecnologia HJT di tipo bifacciale.

Definito il layout di impianto il numero di moduli della stringa e il numero di stringhe da collegare in parallelo, sono stati determinati coordinando opportunamente le caratteristiche dei moduli fotovoltaici con quelle degli inverter scelti, rispettando le seguenti 4 condizioni:

1. la massima tensione del generatore fotovoltaico deve essere inferiore alla massima tensione di ingresso dell'inverter;
2. la massima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
3. la minima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere inferiore alla minima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
4. la massima corrente del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima corrente in ingresso all'inverter.

**Il report:**



Version 7.4.2

# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

Project: Manfredonia

Variant: 30°\_albedo 0.25\_30MWp\_With EL\_Trina 685Wp\_LimRed30MWac

Sheds, single array

System power: 30.06 MWp

Tamaricciola - Italia

**Author**  
Five-e (Spain)

**PVsyst V7.4.2**

VD9, Simulation date:  
20/09/23 17:24  
with v7.4.2

**Project: Manfredonia**

Variant: 30°\_albedo 0.25\_30MWp\_With EL\_Trina 685Wp\_LimRed30MWac



Five-e (Spain)

**Project summary**

<b>Geographical Site</b> Tamaricciola Italia	<b>Situation</b> Latitude 41.43 °N Longitude 15.75 °E Altitude 19 m Time zone UTC+1	<b>Project settings</b> Albedo 0.20
<b>Meteo data</b> Tamaricciola PVGIS api TMY		

**System summary**

<b>Grid-Connected System</b>	<b>Sheds, single array</b>	<b>User's needs</b>
<b>PV Field Orientation</b> Fixed plane Tilt/Azimuth 30 / 0 °	<b>Near Shadings</b> Linear shadings : Fast (table)	Unlimited load (grid)
<b>System information</b>	<b>Inverters</b>	
<b>PV Array</b> Nb. of modules 43876 units Pnom total 30.06 MWp	Nb. of units 85 units Pnom total 27.20 MWac Grid power limit 30.00 MWac Grid lim. Pnom ratio 1.002	

**Results summary**

Produced Energy 51851250 kWh/year	Specific production 1725 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 93.30 %
-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------

**Table of contents**

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	6
Loss diagram	7
Predef. graphs	8
Single-line diagram	9



**PVsyst V7.4.2**

VD9, Simulation date:  
20/09/23 17:24  
with v7.4.2

Five-e (Spain)

**General parameters**

<b>Grid-Connected System</b>		<b>Sheds, single array</b>			
<b>PV Field Orientation</b>		<b>Sheds configuration</b>		<b>Models used</b>	
Orientation		Nb. of sheds	88 units	Transposition	Perez
Fixed plane		Single array		Diffuse	Imported
Tilt/Azimuth	30 / 0 °	<b>Sizes</b>		Circumsolar	separate
		Sheds spacing	8.00 m		
		Collector width	2.63 m		
		Ground Cov. Ratio (GCR)	32.8 %		
		Top inactive band	0.02 m		
		Bottom inactive band	0.02 m		
		<b>Shading limit angle</b>			
		Limit profile angle	13.0 °		
<b>Horizon</b>		<b>Near Shadings</b>		<b>User's needs</b>	
Free Horizon		Linear shadings : Fast (table)		Unlimited load (grid)	
<b>Bifacial system</b>					
Model	2D Calculation unlimited sheds				
<b>Bifacial model geometry</b>		<b>Bifacial model definitions</b>			
Sheds spacing	8.00 m	Ground albedo	0.25		
Sheds width	2.67 m	Bifaciality factor	81 %		
Limit profile angle	13.0 °	Rear shading factor	5.0 %		
GCR	33.3 %	Rear mismatch loss	10.0 %		
Height above ground	2.10 m	Shed transparent fraction	0.0 %		
<b>Grid power limitation</b>					
Active power	30.00 MWac				
Pnom ratio	1.002				

**PV Array Characteristics**

<b>PV module</b>		<b>Inverter</b>	
Manufacturer	Trina Solar	Manufacturer	Sungrow
Model	TSM-685NEG21C.20	Model	SG350HX-20A
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	685 Wp	Unit Nom. Power	320 kWac
Number of PV modules	43876 units	Number of inverters	85 units
Nominal (STC)	30.06 MWp	Total power	27200 kWac
Modules	1567 Strings x 28 In series	Operating voltage	500-1500 V
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Pnom ratio (DC:AC)	1.10
Pmpp	27.78 MWp	Power sharing within this inverter	
U mpp	1018 V		
I mpp	27288 A		
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	30055 kWp	Total power	27200 kWac
Total	43876 modules	Number of inverters	85 units
Module area	136294 m²	Pnom ratio	1.10
Cell area	127705 m²		



## PVsyst V7.4.2

 VD9, Simulation date:  
 20/09/23 17:24  
 with v7.4.2

Five-e (Spain)

### Array losses

<b>Array Soiling Losses</b>		<b>Thermal Loss factor</b>		<b>DC wiring losses</b>				
Loss Fraction	2.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	0.60 mΩ			
		Uc (const)	29.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC			
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s					
<b>Serie Diode Loss</b>		<b>LID - Light Induced Degradation</b>		<b>Module Quality Loss</b>				
Voltage drop	0.7 V	Loss Fraction	1.0 %	Loss Fraction	-0.8 %			
Loss Fraction	0.1 % at STC							
<b>Module mismatch losses</b>		<b>Strings Mismatch loss</b>						
Loss Fraction	2.0 % at MPP	Loss Fraction	0.2 %					
<b>IAM loss factor</b>								
Incidence effect (IAM): User defined profile								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.999	0.994	0.969	0.928	0.829	0.585	0.000

### AC wiring losses

<b>Inv. output line up to MV transfo</b>	
Inverter voltage	800 Vac tri
Loss Fraction	0.42 % at STC
<b>Inverter: SG350HX-20A</b>	
Wire section (85 Inv.)	Alu 85 x 3 x 500 mm²
Average wires length	122 m
<b>MV line up to Injection</b>	
MV Voltage	30 kV
Wires	Alu 3 x 2000 mm²
Length	8300 m
Loss Fraction	0.43 % at STC

### AC losses in transformers

<b>MV transfo</b>	
Medium voltage	30 kV
<b>Transformer parameters</b>	
Nominal power at STC	29.58 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion)	27.16 kVA
Iron loss fraction	0.09 % at STC
Copper loss	296.67 kVA
Copper loss fraction	1.00 % at STC
Coils equivalent resistance	3 x 0.22 mΩ

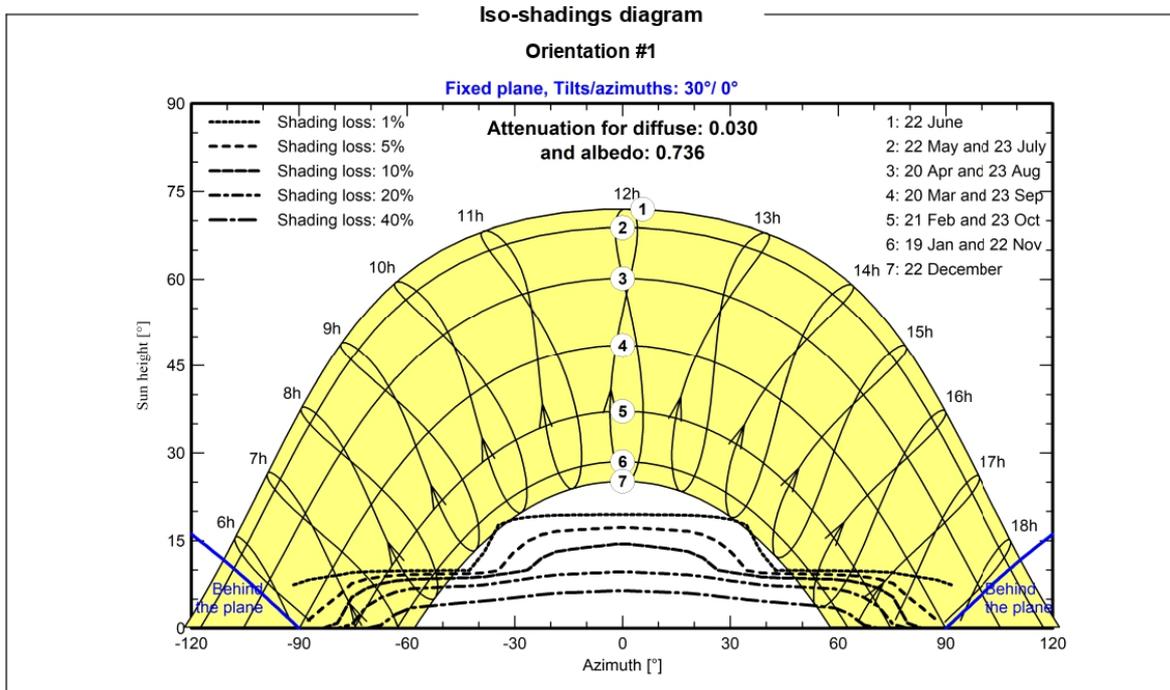
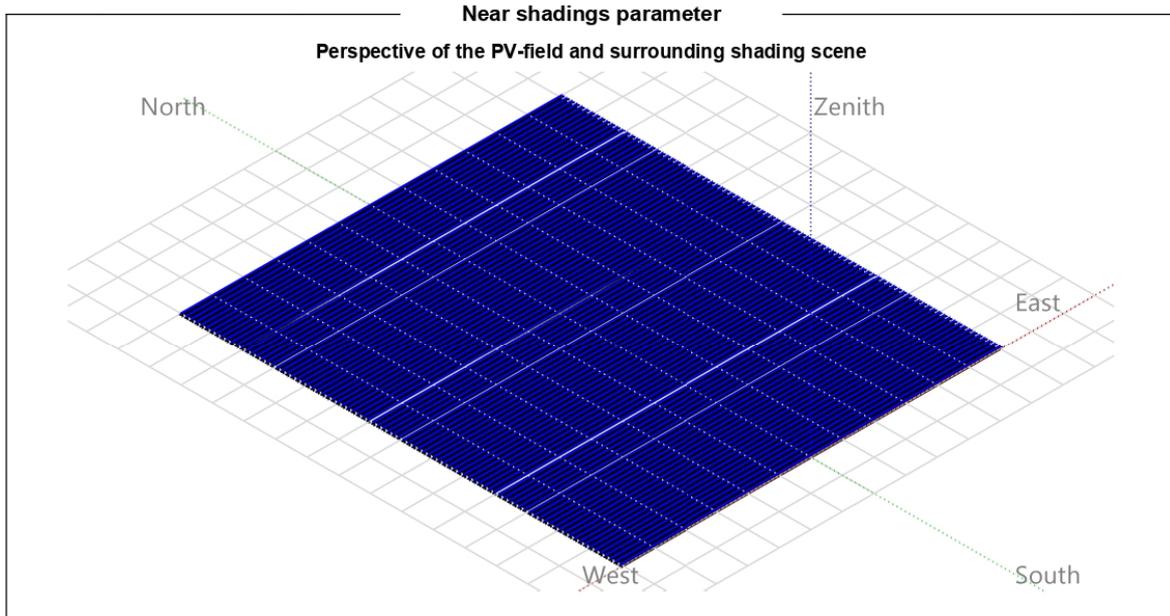


**PVsyst V7.4.2**  
VD9, Simulation date:  
20/09/23 17:24  
with v7.4.2

Project: Manfredonia

Variant: 30°\_albedo 0.25\_30MWp\_With EL\_Trina 685Wp\_LimRed30MWac

Five-e (Spain)





**PVsyst V7.4.2**

VD9, Simulation date:  
20/09/23 17:24  
with v7.4.2

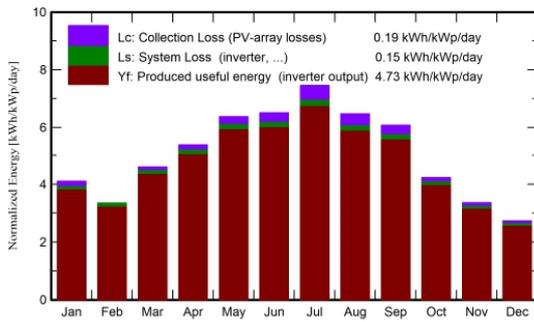
Five-e (Spain)

**Main results**

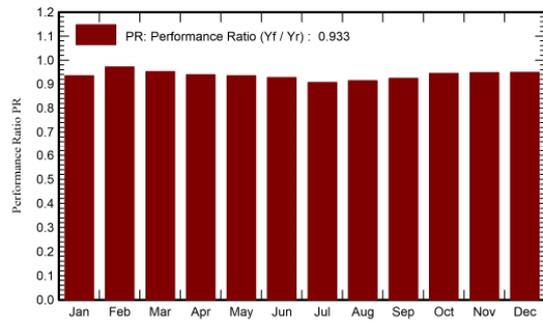
**System Production**

Produced Energy 51851250 kWh/year Specific production 1725 kWh/kWp/year  
Perf. Ratio PR 93.30 %

**Normalized productions (per installed kWp)**



**Performance Ratio PR**



**Balances and main results**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	71.7	24.32	9.13	127.3	121.8	3686459	3578037	0.935
February	66.7	33.21	7.50	93.6	90.2	2821133	2734121	0.972
March	114.8	47.62	9.99	142.6	137.5	4209970	4081627	0.952
April	145.8	60.70	14.50	161.8	155.9	4714721	4568763	0.939
May	197.2	73.40	18.58	197.6	190.3	5730019	5556830	0.935
June	203.2	70.07	24.21	195.3	187.8	5610360	5440200	0.927
July	234.7	62.32	28.04	231.3	222.9	6506695	6305560	0.907
August	187.5	64.40	24.65	200.7	193.6	5688315	5514186	0.914
September	150.1	54.12	20.40	182.3	175.9	5220355	5063011	0.924
October	97.2	42.59	15.89	131.2	126.5	3841729	3725643	0.945
November	64.0	29.49	10.09	100.7	96.5	2957328	2868166	0.947
December	50.1	24.74	7.02	84.7	80.9	2491581	2415106	0.949
Year	1583.0	586.99	15.89	1849.2	1779.7	53478665	51851250	0.933

**Legends**

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



PVsyst V7.4.2

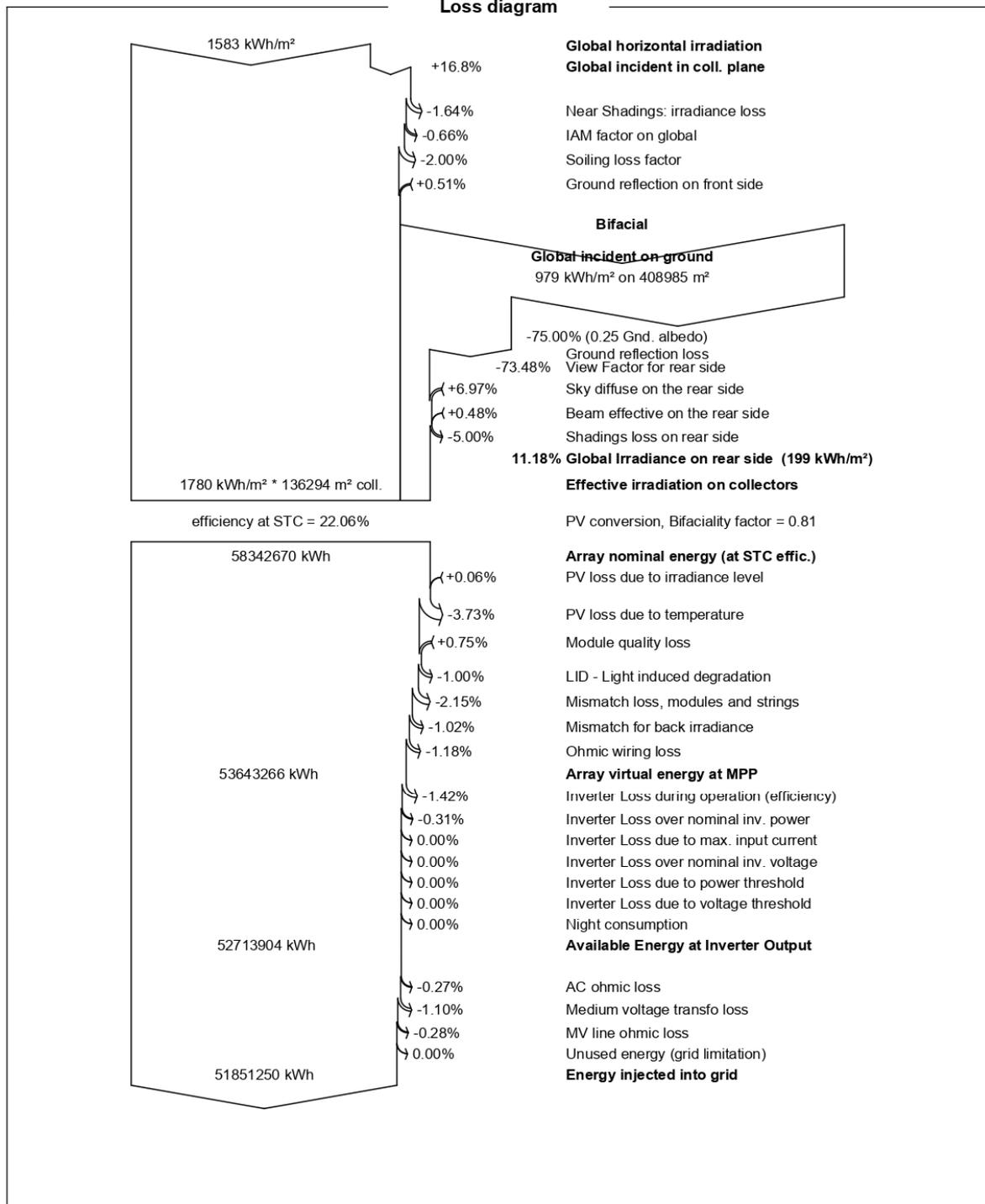
VD9, Simulation date:  
20/09/23 17:24  
with v7.4.2

Project: Manfredonia

Variant: 30°\_albedo 0.25\_30MWp\_With EL\_Trina 685Wp\_LimRed30MWac



Five-e (Spain)





**PVsyst V7.4.2**  
VD9, Simulation date:  
20/09/23 17:24  
with v7.4.2

Project: Manfredonia

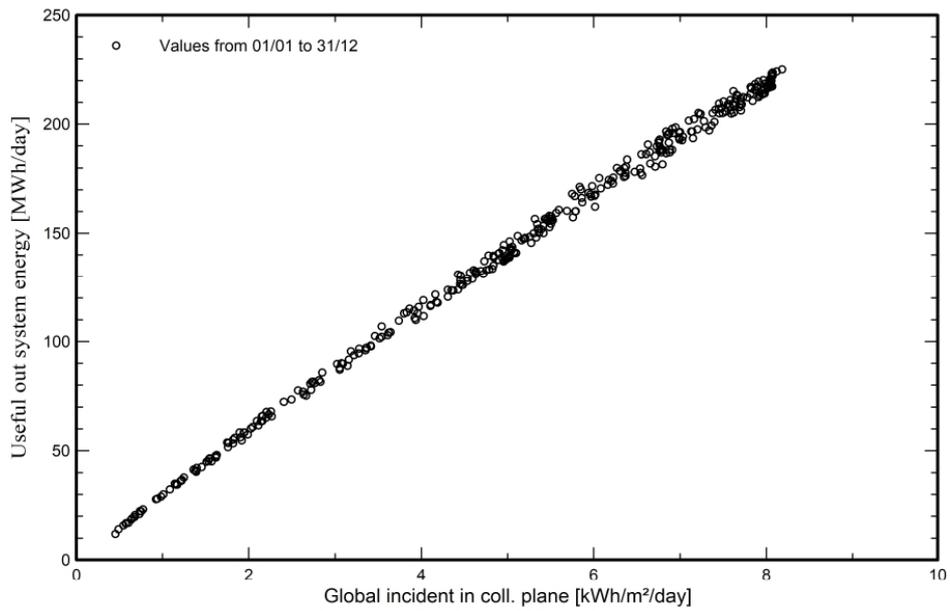
Variant: 30°\_albedo 0.25\_30MWp\_With EL\_Trina 685Wp\_LimRed30MWac



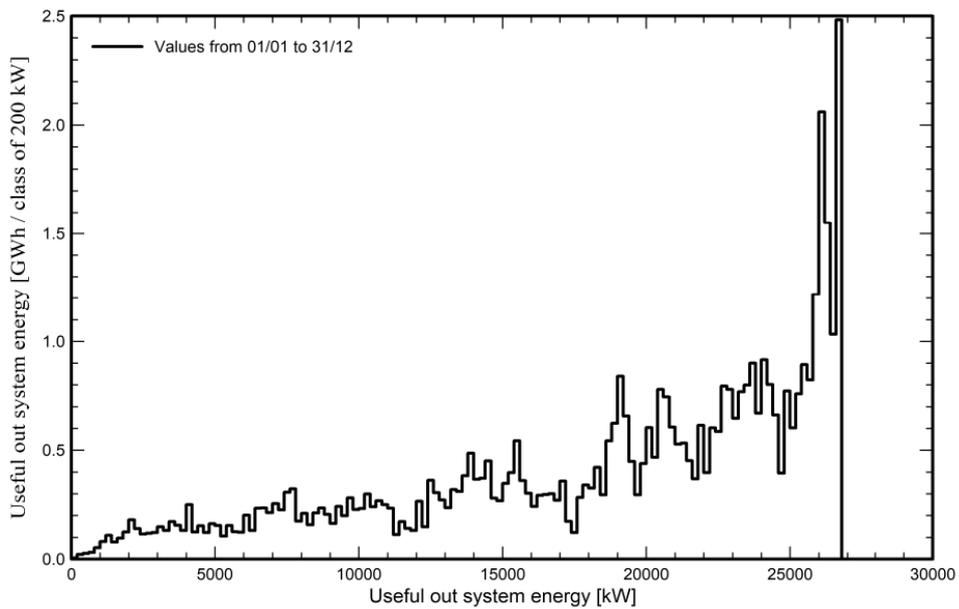
Five-e (Spain)

Predef. graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema

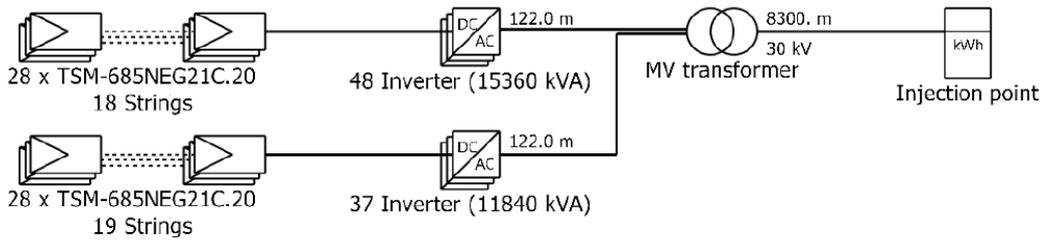




**PVsyst V7.4.2**  
 VD9, Simulation date:  
 20/09/23 17:24  
 with v7.4.2

# Single-line diagram

13  
12  
11  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1



PV module	TSM-685NEG21C.20
Inverter	SG350HX-20A
String	28 x TSM-685NEG21C.20



Manfredonia  
 VD9 : 30°\_albedo 0.25\_30MWp\_With E  
 L\_Trina 685Wp\_LimRed30MWac

Five-e (Spain)  
 20/09/23

A B C D E F G H I

## Dati di riferimento dell'impianto

Nella presente relazione si stima la producibilità media annua dell'impianto in progetto calcolata in kWh/kWp.

L'intero impianto fotovoltaico avrà una potenza complessiva nominale di 30.038,68 kWp, per il layout si rimanda alle tavole di riferimento.

Per il calcolo della producibilità media annua ci si è avvalsi del software PVSyst, mediante il quale è stato possibile riprodurre il layout d'impianto, e georeferenziarlo per l'implementazione del Database climatico.

Il software in questione può attingere ai database climatici principali (meteonorm, PVGIS ecc...), mediante i quali è possibile calcolare la producibilità dell'intero impianto in funzione dei moduli scelti, degli inverter e della loro disposizione.

Di seguito i risultati:

- La producibilità specifica risultante dalla simulazione dell'impianto in esame è pari a 1725 kWh/kWp annui.

Con una energia prodotta annua stimata pari a circa: 51,9 [GWh] all'anno.

Dai dati ottenuti, è possibile stimare l'emissione evitata annue:

- per un risparmio stimato di 22836 t. di CO2 e 9705 TEP non bruciate

dove le tonnellate equivalenti di petrolio e la quantità di CO2 sono state calcolate applicando i fattori di conversione TEP/kWh e kgCO2/kWh definiti dalla **Delibera EEN 3/08** "Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica" pubblicata sul sito [www.autorita.energia.it](http://www.autorita.energia.it) in data 01 aprile 2008, GU n. 100 DEL 29.4.08 -SO n.107.