



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

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

System summary

Grid-Connected System	Sheds, single array	User's needs
PV Field Orientation Fixed plane Tilt/Azimuth 30 / 0 °	Near Shadings Linear shadings : Fast (table)	Unlimited load (grid)
System information	Inverters	
PV Array 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

Grid-Connected System		Sheds, single array			
PV Field Orientation		Sheds configuration		Models used	
Orientation		Nb. of sheds	88 units	Transposition	Perez
Fixed plane		Single array		Diffuse	Imported
Tilt/Azimuth	30 / 0 °	Sizes		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		
		Shading limit angle			
		Limit profile angle	13.0 °		
Horizon		Near Shadings		User's needs	
Free Horizon		Linear shadings : Fast (table)		Unlimited load (grid)	
Bifacial system					
Model	2D Calculation unlimited sheds				
Bifacial model geometry		Bifacial model definitions			
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 %		
Grid power limitation					
Active power	30.00 MWac				
Pnom ratio	1.002				

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
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
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.10
Pmpp	27.78 MWp	Power sharing within this inverter	
U mpp	1018 V		
I mpp	27288 A		
Total PV power		Total inverter power	
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

Array Soiling Losses

Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 0.60 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Serie Diode Loss

Voltage drop 0.7 V
Loss Fraction 0.1 % at STC

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 1.0 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.8 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.2 %

IAM loss factor

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

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 800 Vac tri
Loss Fraction 0.42 % at STC

Inverter: SG350HX-20A

Wire section (85 Inv.) Alu 85 x 3 x 500 mm²
Average wires length 122 m

MV line up to Injection

MV Voltage 30 kV
Wires Alu 3 x 2000 mm²
Length 8300 m
Loss Fraction 0.43 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo

Medium voltage 30 kV

Transformer parameters

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

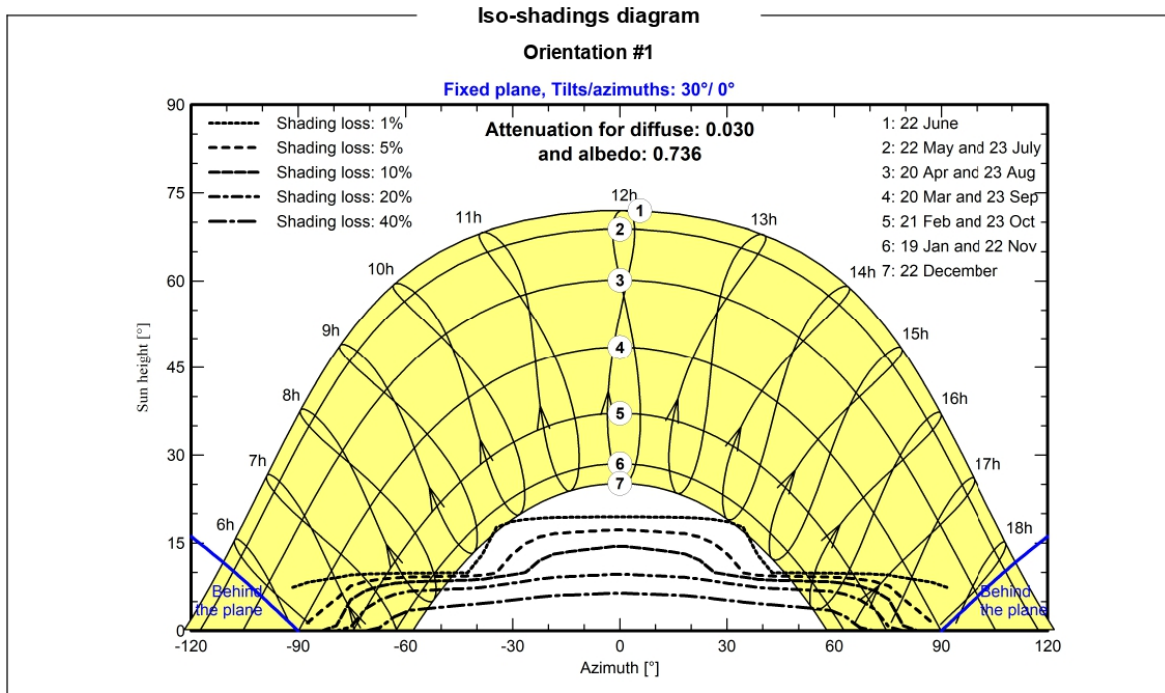
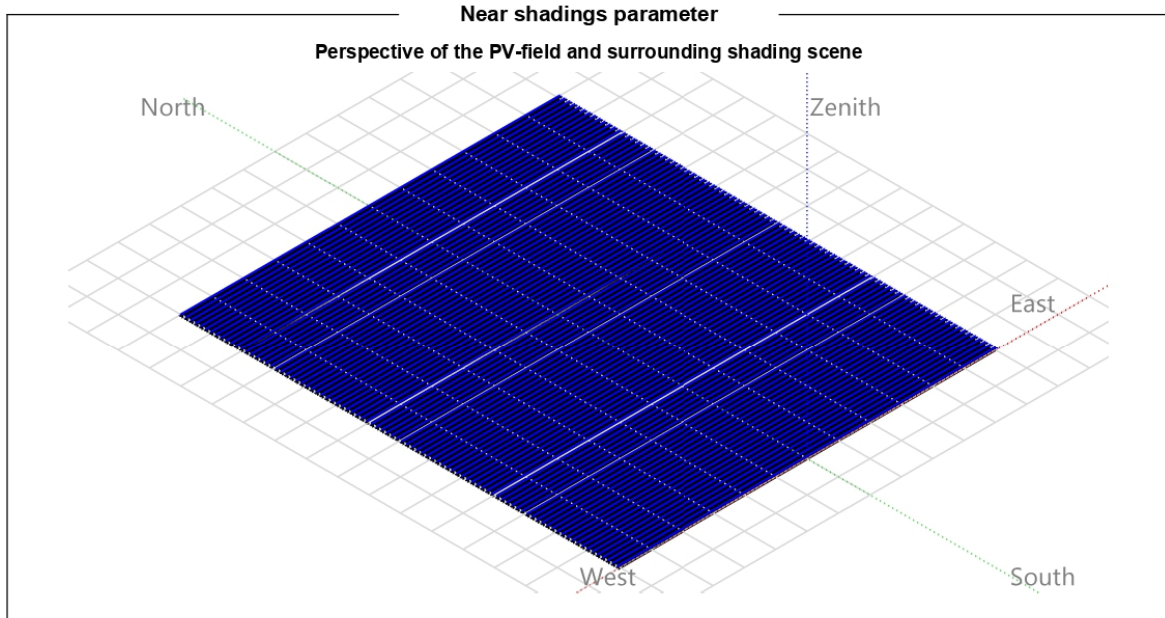


PVsyst V7.4.2
VD9, Simulation date:
20/09/23 17:24
with v7.4.2

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

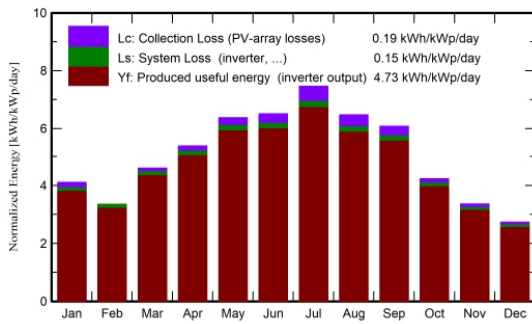
Five-e (Spain)

Main results

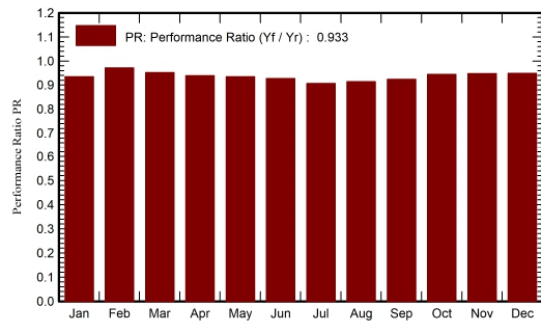
System Production

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 ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	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		



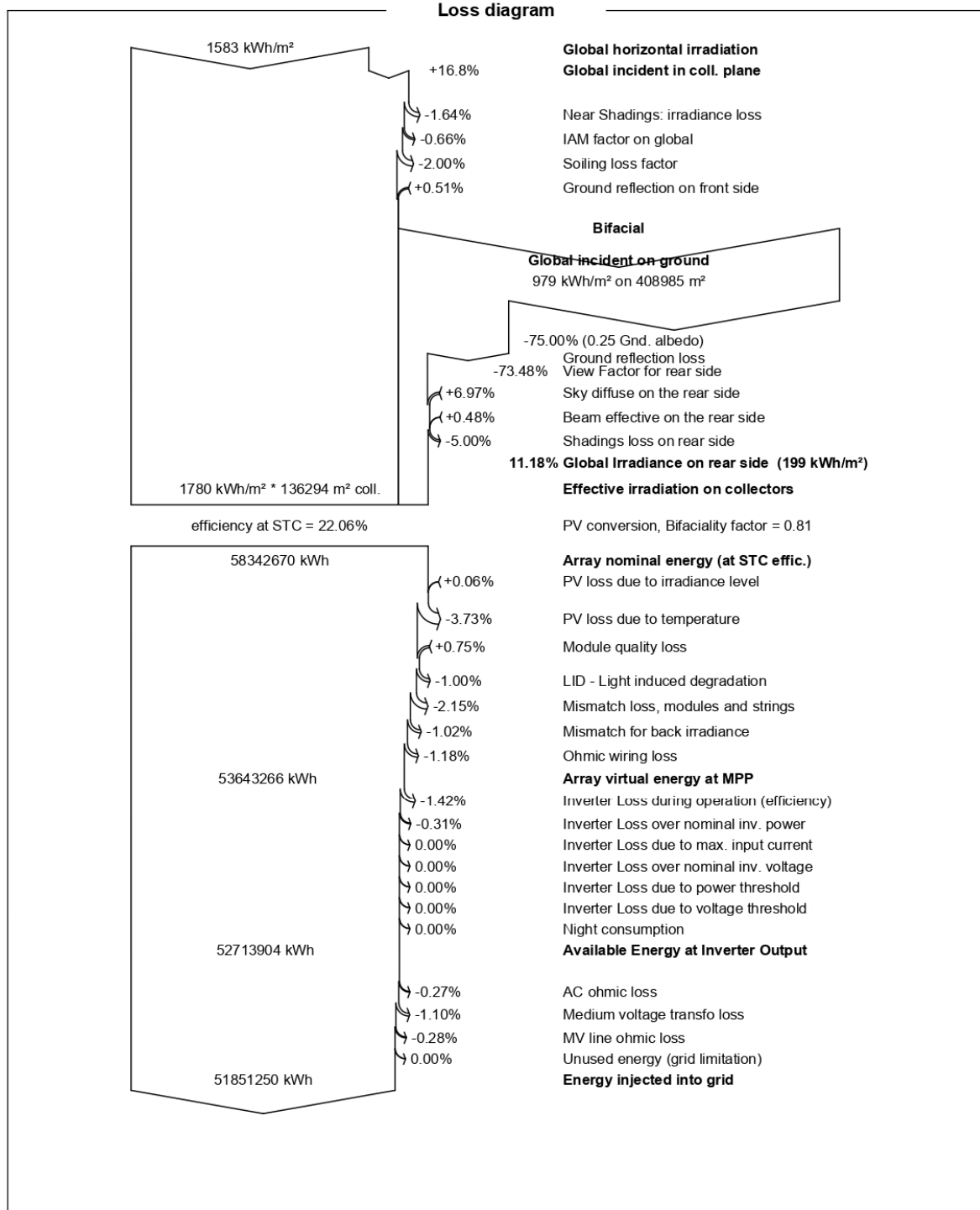
PVsyst V7.4.2
 VD9, Simulation date:
 20/09/23 17:24
 with v7.4.2

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

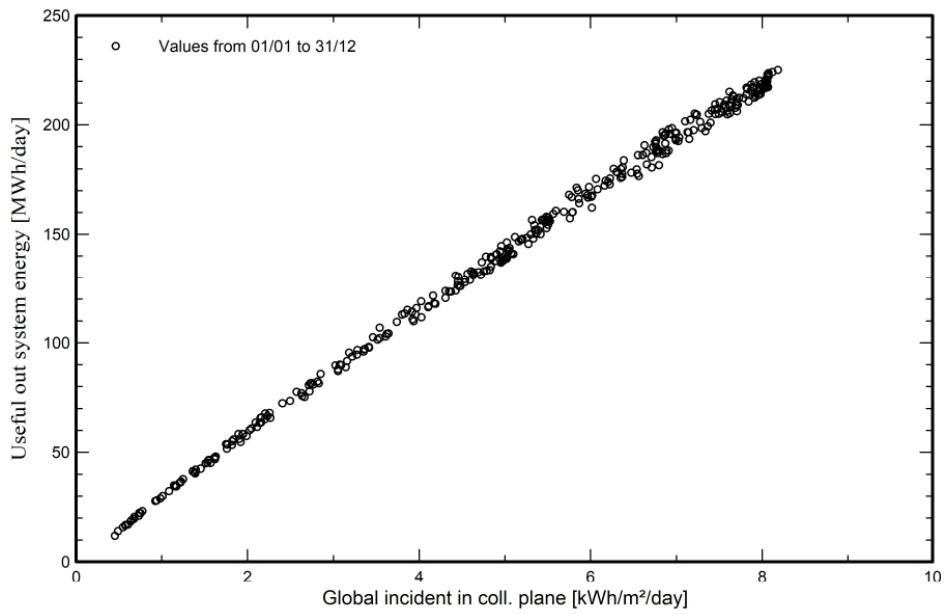
Variant: 30°_albedo 0.25_30MWp_With EL_Trina 685Wp_LimRed30MWac



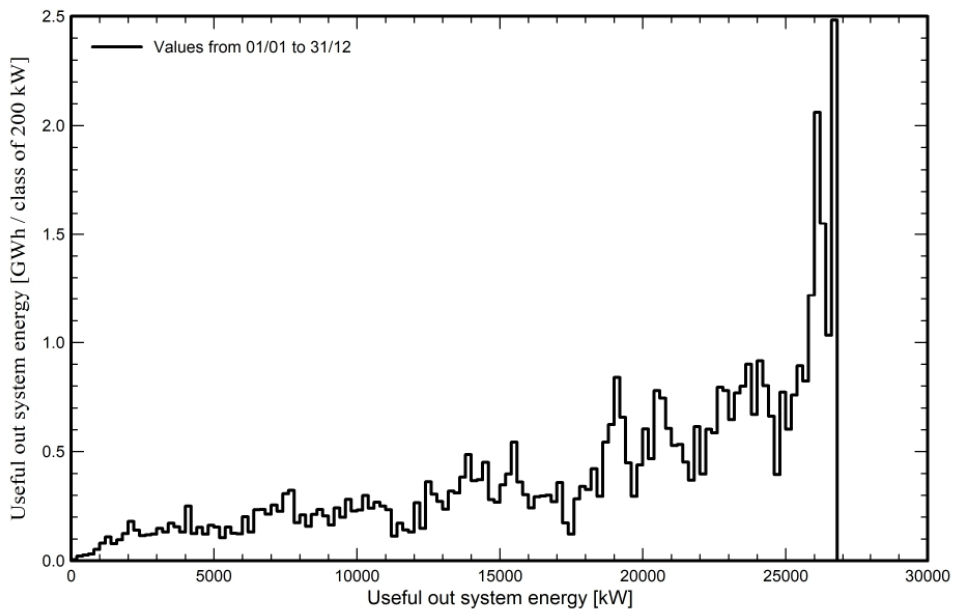
Five-e (Spain)

Predef. graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



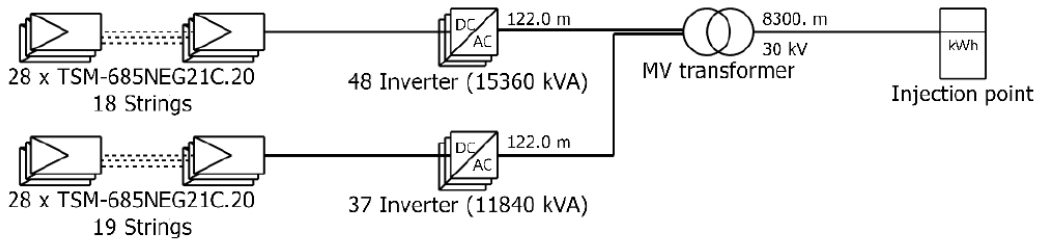


PVsyst V7.4.2
 VD9, Simulation date:
 20/09/23 17:24
 with v7.4.2

Single-line diagram

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

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 in data 01 aprile 2008, GU n. 100 DEL 29.4.08 -SO n.107.