



**PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 104,4 MWp, E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE, DOTATO DI SISTEMA DI ACCUMULO CON POTENZA DI 17,6 MW DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TORREMAGGIORE (FG)**

## PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE: EPSILON SOLAR s.r.l.

PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE TECNICA DI PRODUCIBILITÀ  
DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO**

ELABORATO n° :

BI035F-D-TM00-IMP-RT-04-00

NOME FILE :

BI035F-D-TM00-IMP-RT-04-00.docx

SCALA :

-

DATA :

Marzo 2024

	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
REVISIONE	00	Marzo 2024	Emissione	N.Ostoich	M. Palvarini	S. Venturini
	01					
	02					
	03					
	04					

## INDICE

<b>1</b>	<b>PRESENTAZIONE DEL PROGETTO</b>	<b>2</b>
1.1	Descrizione del progetto	2
1.2	Caratteristiche generali del progetto	3
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CALCOLO DI PRODUCIBILITÀ CAMPO FOTOVOLTAICO</b>	<b>7</b>

## 1 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

### 1.1 Descrizione del progetto

Su incarico di Epsilon Solar S.r.l, la società Technital S.p.A. ha redatto il progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato Impianto Agrivoltaico “Torremaggiore”, da realizzarsi nei territori del comune di Torremaggiore (FG) – Regione Puglia.

Il progetto riguarda un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare che prevede di installare 146.956 moduli fotovoltaici bifacciali suddivisi su tre lotti, in silicio monocristallino da 710 Wp ciascuno, su strutture ad inseguimento monoassiale in acciaio zincato a caldo. L'impianto avrà una potenza complessiva di 104.338,76 kWp DC ed output nominale di 98.560,00 kW AC. L'impianto sarà poi corredato da un sistema di accumulo elettrochimico da 40 MWh. Tutta l'energia elettrica prodotta, al netto dei consumi dei servizi ausiliari, verrà ceduta alla rete. Le attività di progettazione definitiva sono state sviluppate dalla società di ingegneria Technital S.p.A.

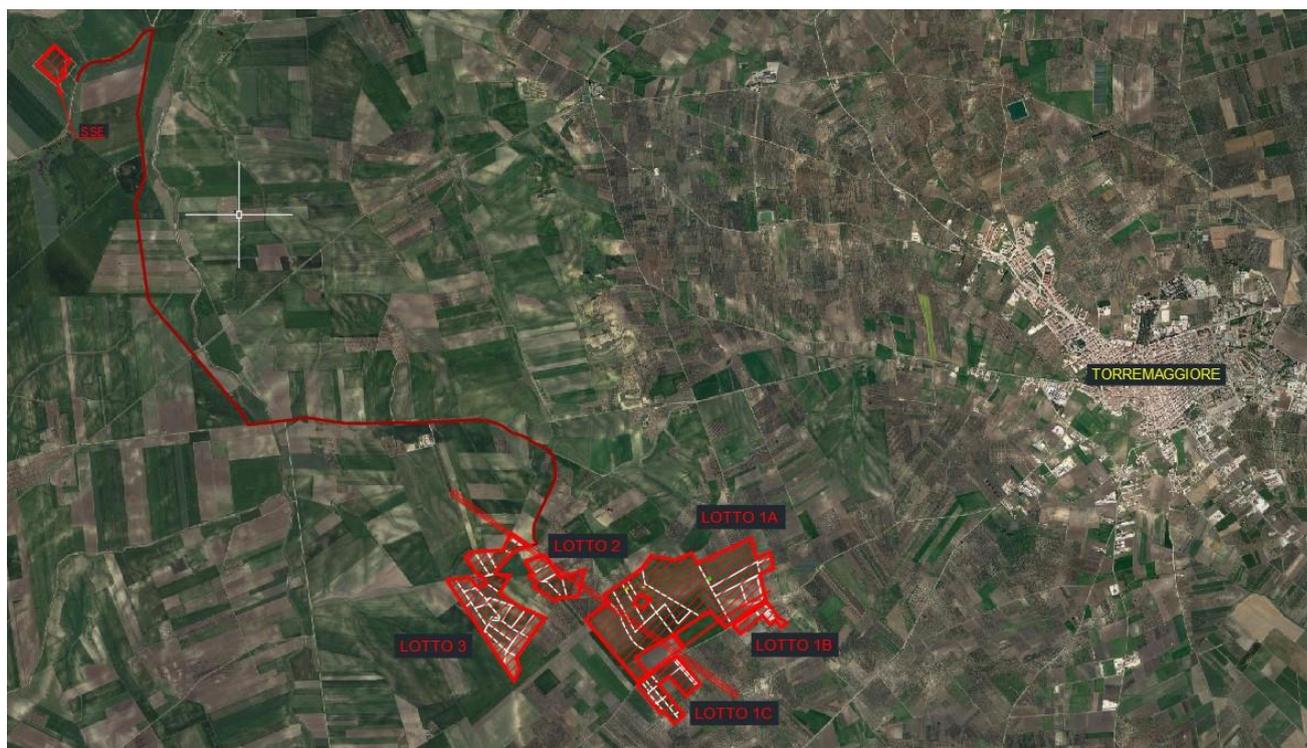
Technital S.p.A. è una società che fornisce servizi globali di progettazione, consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali, gestionali e legali.

Sia TECHNITAL che EPSILON SOLAR pongono a fondamento delle attività e delle proprie iniziative, i principi della qualità, dell'ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e ISO 18001 nelle loro ultime edizioni. Difatti, le Aziende citate, in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti e fornitori, posseggono un proprio Sistema di Gestione Integrato Qualità-Sicurezza-Ambiente.

## 1.2 Caratteristiche generali del progetto

Il nuovo impianto fotovoltaico nel complesso è composto da n.3 lotti ove cosisterà l'attività di produzione dell'energia elettrica e l'attività agricola. Ognuno dei lotti sarà connesso direttamente alla sottostazione elettrica in MT/AT 30/150 kV dove sarà presente la cabina primaria di trasformazione (SE Terna) e di fatto il collegamento con la rete elettrica di trasmissione nazionale (RTN).



## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

### **Moduli fotovoltaici**

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

### **Altri componenti degli impianti fotovoltaici**

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

### **Progettazione fotovoltaica**

- CEI PAS 82-93: Impianti agrivoltaici
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

### **Impianti elettrici e fotovoltaici**

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Appareti per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Appareti per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Appareti per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)

- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

### 3 CALCOLO DI PRODUCIBILITÀ CAMPO FOTOVOLTAICO

Il calcolo della producibilità dell'impianto è stato effettuato imputando il modello del sistema nel software di simulazione PVSyst (v. 7.4.5).

Come risultato della simulazione è stata ottenuta una producibilità pari a:

**TORREMAGGIORE      Pn 98.560 kW      Pg 104.338,76 kW      E 193.227.350 kWh**

La producibilità totale è **193.227,350 MWh/anno** a fronte di una potenza nominale installata pari a 104.338,76 kWp.

Considerata la potenza dell'impianto si ha una produzione specifica pari a **1852 kWh/kWp/anno**.

Sulla base di tutte le perdite considerate nel software, l'impianto in progetto consente di ottenere un indice di rendimento (Performance Ratio - PR) pari a: **89,05 %**.

Di seguito si allega il report di producibilità.

# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

---

Project: Torremaggiore

Variant: Epsilon Solar

Tracking system with backtracking

System power: 104.3 MWp

Torremaggiore - Italia

**Autore**

Technital S.p.A. (Italy)



**PVsyst V7.4.5**

VCO, Simulation date:  
11/03/24 09:47  
with v7.4.5

Technital S.p.A. (Italy)

**Project summary**

<b>Geographical Site</b> Torremaggiore Italia	<b>Situation</b> Latitude 41.67 °N Longitude 15.24 °E Altitude 169 m Time zone UTC+1	<b>Project settings</b> Albedo 0.20
<b>Meteo data</b> Torremaggiore PVGIS api TMY		

**System summary**

<b>Grid-Connected System</b>	<b>Tracking system with backtracking</b>	
<b>PV Field Orientation</b>	<b>Tracking algorithm</b>	<b>Near Shadings</b>
<b>Orientation</b> Tracking plane, tilted axis Avg axis tilt -0.2 ° Avg axis azim. 0 °	Irradiance optimization Backtracking activated Wind stow Wind Speed threshold 12 m/s Wind stow position 0 °	Linear shadings : Slow (simul.) Diffuse shading Automatic
<b>System information</b>		
<b>PV Array</b>	<b>Inverters</b>	
Nb. of modules 146952 units Pnom total 104.3 MWp	Nb. of units 308 units Pnom total 98.56 MWac Pnom ratio 1.059	
<b>User's needs</b> Unlimited load (grid)		

**Results summary**

Produced Energy 193227350 kWh/year	Specific production 1852 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 89.05 %
------------------------------------	---------------------------------------	------------------------

**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 V7.4.5

VCO, Simulation date:  
11/03/24 09:47  
with v7.4.5

Technital S.p.A. (Italy)

## General parameters

## Grid-Connected System

## PV Field Orientation

## Orientation

Tracking plane, tilted axis  
Avg axis tilt -0.2 °  
Avg axis azim. 0 °

## Models used

Transposition Perez  
Diffuse Imported  
Circumsolar separate

## Horizon

Free Horizon

## Bifacial system

Model 2D Calculation  
unlimited trackers

## Bifacial model geometry

Tracker Spacing 11.00 m  
Tracker width 4.79 m  
GCR 43.5 %  
Axis height above ground 2.35 m

## Tracking system with backtracking

## Tracking algorithm

Irradiance optimization  
Backtracking activated  
Wind stow  
Wind Speed threshold 12 m/s  
Wind stow position 0 °

## Near Shadings

Linear shadings : Slow (simul.)  
Diffuse shading Automatic

## Backtracking array

Nb. of trackers 2910 units

## Sizes

Tracker Spacing 11.0 m  
Collector width 4.79 m  
Ground Cov. Ratio (GCR) 43.5 %  
Phi min / max. -/+ 55.0 °

## Backtracking strategy

Phi limits for BT -/+ 64.1 °  
Backtracking pitch 11.0 m  
Backtracking width 4.79 m  
Mode Automatic

## User's needs

Unlimited load (grid)

## PV Array Characteristics

## PV module

Manufacturer Trina Solar  
Model TSM-710NEG21C.20  
(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 710 Wp  
Number of PV modules 146952 units  
Nominal (STC) 104.3 MWp  
Modules 6123 string x 24 In series

## At operating cond. (50°C)

Pmpp 96.49 MWp  
U mpp 897 V  
I mpp 107581 A

## Total PV power

Nominal (STC) 104336 kWp  
Total 146952 modules  
Module area 456485 m<sup>2</sup>  
Cell area 427718 m<sup>2</sup>

## Inverter

Manufacturer Sungrow  
Model SG350-HX  
(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 320 kWac  
Number of inverters 308 units  
Total power 98560 kWac  
Operating voltage 500-1500 V  
Pnom ratio (DC:AC) 1.06  
Power sharing within this inverter

## Total inverter power

Total power 98560 kWac  
Number of inverters 308 units  
Pnom ratio 1.06



**PVsyst V7.4.5**

VCO, Simulation date:  
11/03/24 09:47  
with v7.4.5

**Array losses**

**Array Soiling Losses**

Loss Fraction 1.0 %

**Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 20.0 W/m²K

Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

**DC wiring losses**

Global array res. 0.14 mΩ

Loss Fraction 1.5 % at STC

**Module Quality Loss**

Loss Fraction -0.7 %

**Module mismatch losses**

Loss Fraction 1.5 % 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

**System losses**

**Unavailability of the system**

Time fraction 2.7 %  
10.0 days,  
3 periods

**Auxiliaries loss**

constant (fans) 50.0 kW

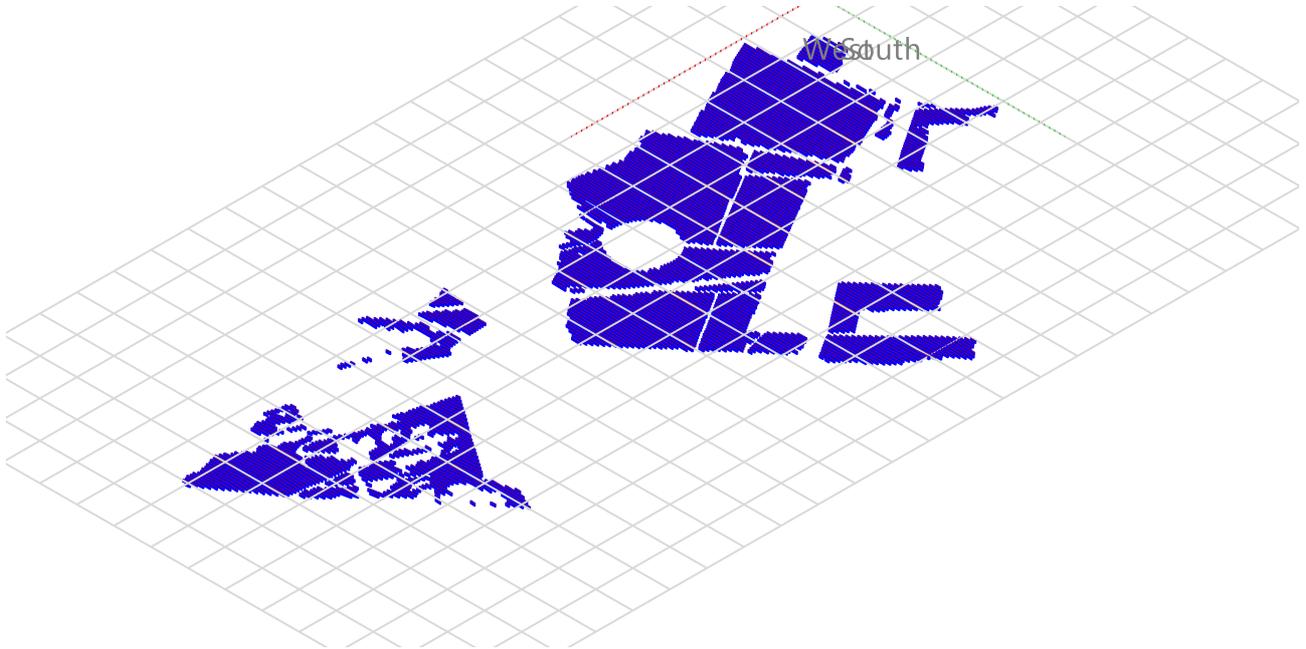
5.0 kW from Power thresh.

Night aux. cons. 10.0 kW



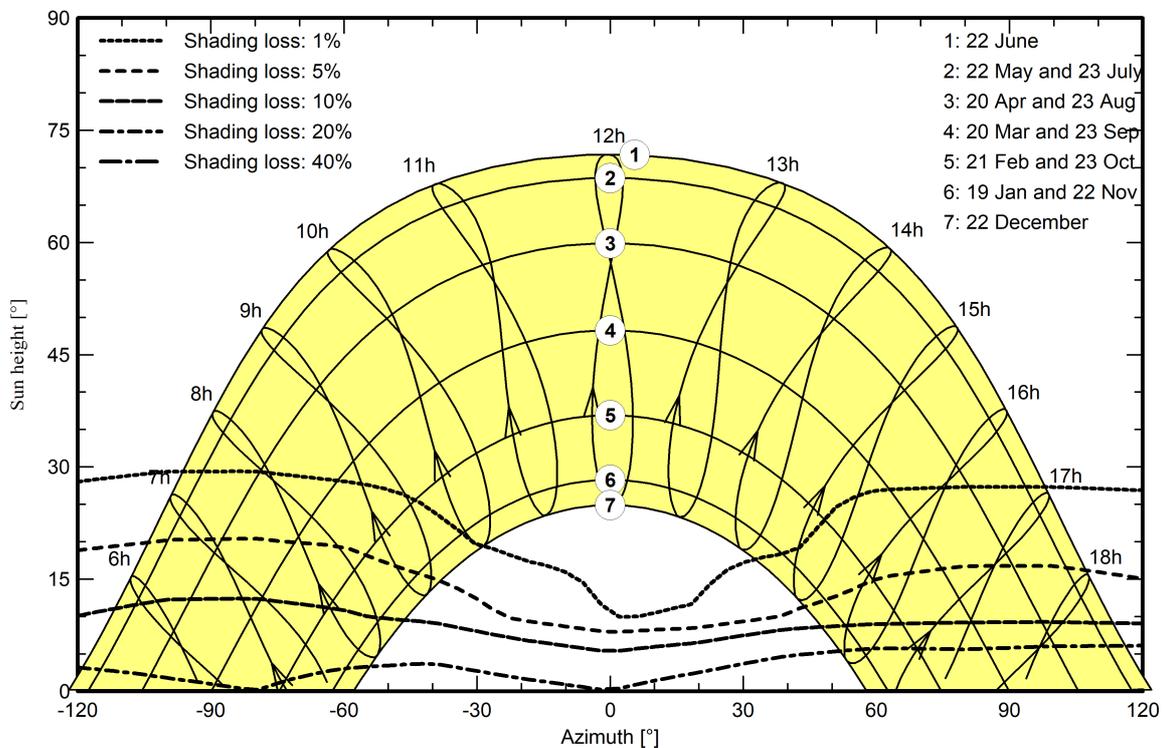
### Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



### Iso-shadings diagram

Orientation #1





Main results

System Production

Produced Energy 193227350 kWh/year

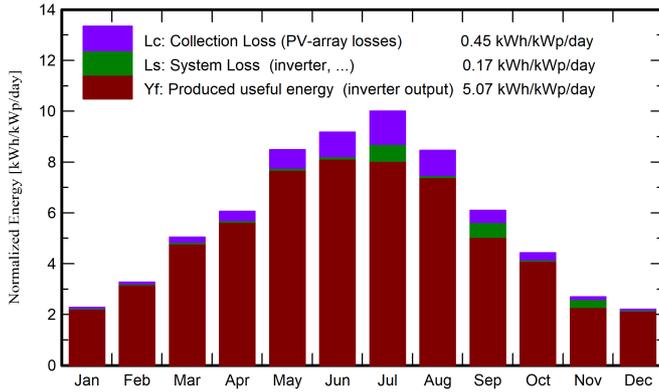
Specific production

1852 kWh/kWp/year

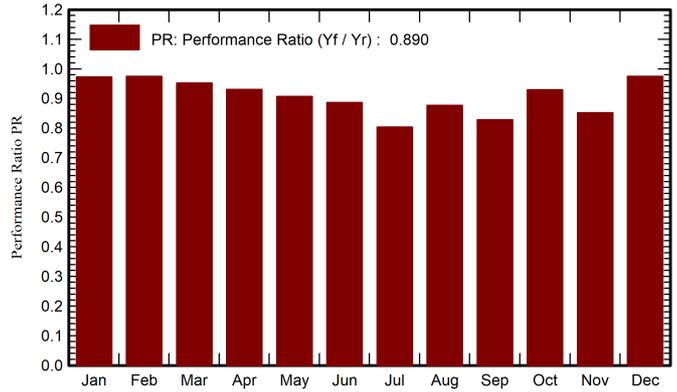
Perf. Ratio PR

89.05 %

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	53.5	24.10	5.23	70.7	67.3	7282571	7168195	0.972
February	70.6	34.94	6.18	91.4	87.6	9428030	9304802	0.975
March	120.4	52.25	9.31	156.3	150.5	15690842	15517199	0.952
April	143.6	58.90	13.60	181.7	175.8	17854967	17655054	0.931
May	204.4	70.30	17.51	263.0	254.8	25135291	24881745	0.907
June	214.5	71.47	23.02	275.3	266.7	25728963	25467820	0.887
July	235.3	62.75	28.36	310.2	300.5	28183949	26020351	0.804
August	201.9	64.18	27.87	262.1	253.9	24200668	23965159	0.876
September	139.8	53.44	20.11	182.9	176.3	17613095	15819138	0.829
October	103.5	42.66	18.19	137.1	131.6	13448389	13296280	0.930
November	62.1	27.83	12.75	80.9	77.5	8173100	7193665	0.852
December	51.6	24.65	7.28	68.2	64.8	7047381	6937941	0.975
Year	1601.2	587.46	15.85	2079.8	2007.3	199787247	193227350	0.890

Legends

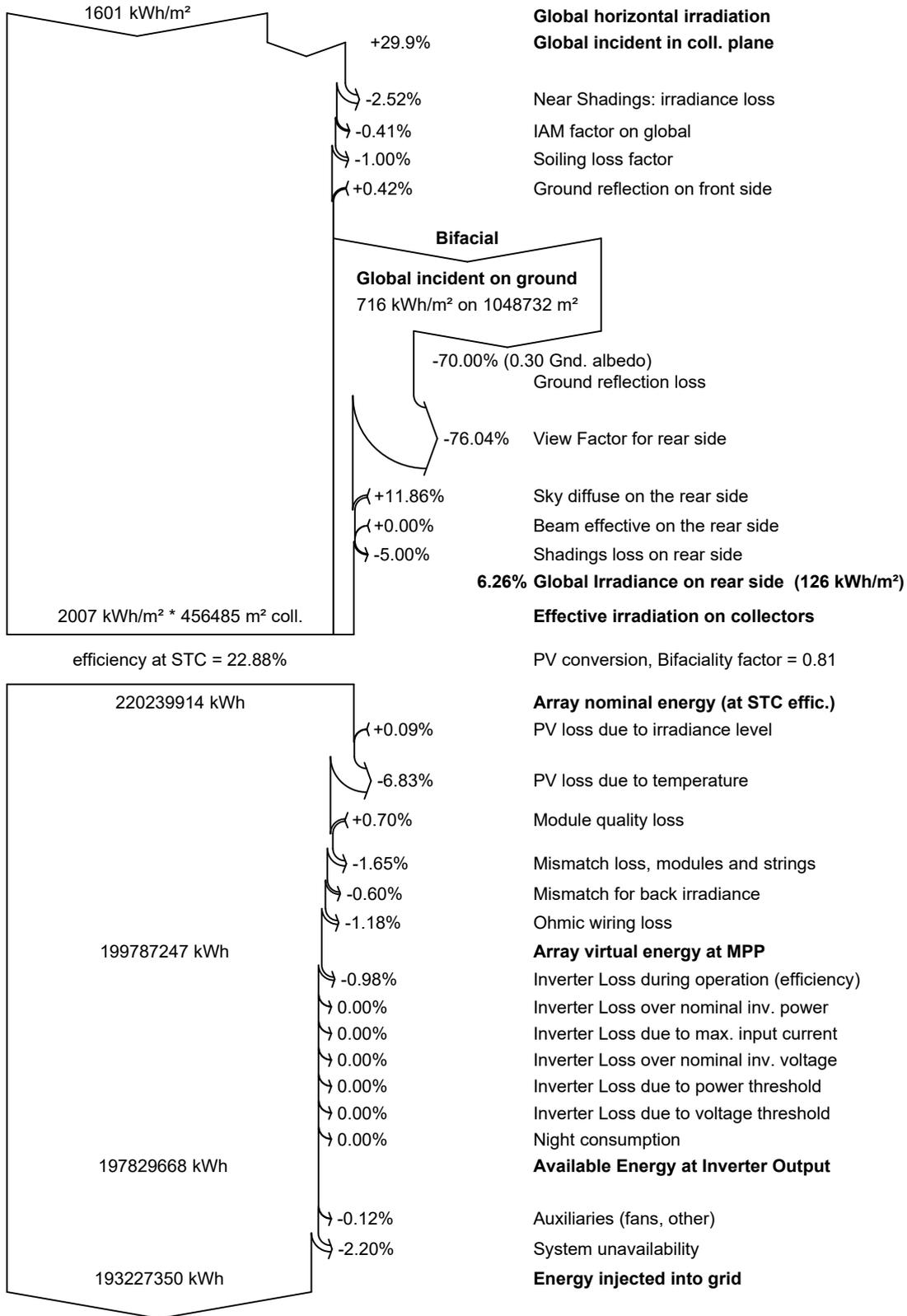
- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T\_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E\_Grid Energy injected into grid
- PR Performance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



PVsyst V7.4.5

VCO, Simulation date:  
11/03/24 09:47  
with v7.4.5

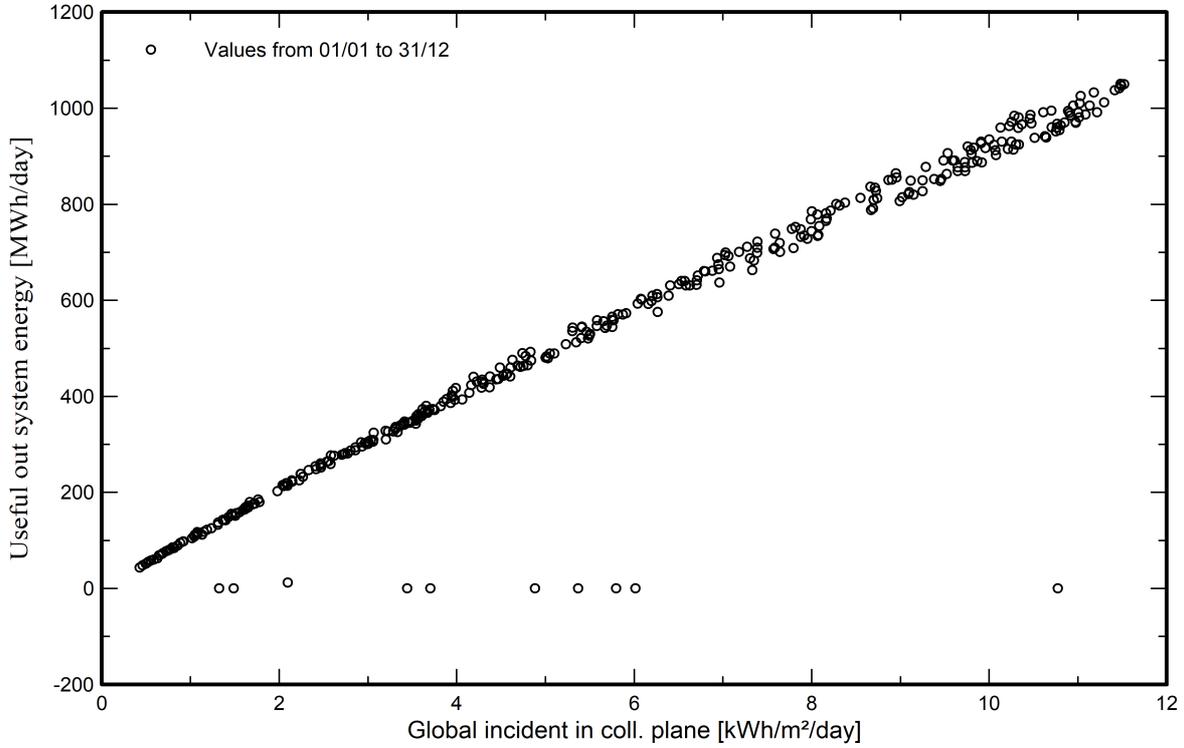
Loss diagram





Predef. graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

