



REGIONE SICILIA

PROVINCIA DI CATANIA

COMUNE DI CALTAGIRONE



LOCALITÀ ALTOBRANDO

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 45,12 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 39,75 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE



Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI



Elaborato:

STIMA DI PRODUCIBILITA'

Scala:

Nome file stampa:

FV.CLT01.PD.R.A.11.pdf

Codifica Regionale:

RS06REL0010A0

Formato di stampa:

Nome elaborato:

FV.CLT01.PD.R.A.11

Tipologia:

R

A4

Proponente:

ALTOBRANDO S.r.l.

Via Chiese, 72
20126 Milano (MI)
P.IVA. 12458390965

ing. Stefano Scazzola

ALTOBRANDO S.r.l.
Via Chiese, 72
20126 Milano (MI)
P.IVA. 12458390965

**ALTOBRANDO
S.R.L.**

Progettista:

E WAY FINANCE SPA

P.zza S. Lorenzo in Lucina, 4
00185 Roma

P.IVA. 15773121007

ing. Antonio Bottone

..ALTOBRANDO SRL/LOGO_E-WAY.jpg



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
FV.CLT01.PD.R.A.11	00	06/2023	C.Amorevole	A.Bottone	A.Bottone

*PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI
UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A
45,12 MW_p E POTENZA NOMINALE PARI A 39,75 MW E RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE IN LOCALITA'*

ALTOBRANDO DI CALTAGIRONE

proponente	progettazione
------------	---------------

ALTOBRANDO S.r.l.

Via Chiese, 72
20126 Milano (MI)
P.IVA. 12458390965
ing. Stefano Scazzola

ALTOBRANDO
S.R.L.

E WAY FINANCE SPA


P.zza S. Lorenzo in Lucina, 4
00185 Roma
P.IVA. 15773121007
ing. Antonio Bottone



STIMA DI PRODUCIBILITA'

ALTOBRANDO S.R.L. si riserva la proprietà di questo documento e ne vieta la riproduzione e la divulgazione a terzi se non espressamente autorizzati.

Capitale sociale 10.000,00 euro i.v. | Codice Fiscale e Partita IVA n° 12458390965 | Iscriz. Reg. Imprese di Milano n° 2662861
Indirizzo PEC: altobrandosrl@legalmail.it



INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	INTRODUZIONE	6
3	DATI CLIMATICI	8
4	RISULTATI.....	10
5	RICADUTE AMBIENTALI DEL PROGETTO	11
6	ALLEGATI.....	13

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1: Schema funzionamento Back-Tracking.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2: Meteo per Case Frasca - Typical Metereological Year.....</i>	<i>9</i>

CODICE	FV.CLT01.PD.A.15
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	4 di 13

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1: Dati metereologici di irraggiamento per il sito di progetto</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 2: Principali caratteristiche di potenza installata ed energia prodotta</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 3: Bilancio di emissione di CO₂</i>	<i>11</i>

ALTOBRANDO S.R.L. Via Chiese, n. 72 – 20126 Milano	STIMA DI PRODUCIBILITA'	CODICE	FV.CLT01.PD.A.15
		REVISIONE n.	00
		DATA REVISIONE	04/2023
		PAGINA	5 di 13

1 PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrivoltaico di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato "Altoブランド", sito in agro di Caltagirone (CT).

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza di picco pari a 45.12 MWp e una potenza nominale di 39.75 MW ed è costituito dalle seguenti sezioni principali:

1. Un campo agrivoltaico suddiviso in 7 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza nominale pari a 600 Wp cadauno ed installati su strutture ad inseguimento monoassiale (tracker);
2. Una stazione di conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Linee elettriche in MT a 36 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione delle Power Station alla Cabina di Raccolta e Misura;
4. Una Cabina di Raccolta e Misura in Media Tensione a 36 kV;
5. Una linea elettrica in MT a 36 kV in cavo interrato necessaria per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura con la sezione a 36 kV della futura SE di trasformazione 150/36 kV della RTN;

Titolare dell'iniziativa proposta è la società Altoブランド S.r.l., avente sede legale in Via Chiese n. 72 - CAP 20126 (MI), P.IVA 12458390965.

ALTOBRANDO S.R.L. Via Chiese, n. 72 – 20126 Milano	STIMA DI PRODUCIBILITA'	CODICE	FV.CLT01.PD.A.15
		REVISIONE n.	00
		DATA REVISIONE	04/2023
		PAGINA	6 di 13

2 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione di stima di producibilità energetica dell'impianto agro-fotovoltaico proposto.

Tale stima è stata ottenuta caratterizzando l'impianto all'interno del **software per sistemi fotovoltaici PVSyst**.

Il progetto prevede l'installazione di **75192 moduli fotovoltaici** di marca TENKA solar, modello ORION Serie X e potenza pari a **600 W**. I moduli sono installati su strutture atte a garantire la massima captazione di irraggiamento seguendo il percorso solare e consentendo, di conseguenza, ai moduli di essere sempre nella posizione ottimale di lavoro. Tali strutture sono dette "tracker" o "inseguitori solari", proprio per questa loro caratteristica funzionale.

I moduli vengono alloggiati in numero di 26 per ogni tracker in modo tale da far coincidere la singola struttura con la stringa elettrica, l'unità minima elettrica di impianto. I tracker/stringhe vengono quindi a loro volta raccolti in quadri di stringhe o "combiner box", i quali semplificano il collegamento con le Power Station, sede dei principali componenti elettrici quali inverter, trasformatore, quadri di misura e controllo, protezioni principali.

La struttura elettrica dell'impianto è chiaramente esposta ed approfondita nell'apposita documentazione dello schema unifilare.

Si vuole evidenziare il ricorso ad un ulteriore sistema di efficientamento produttivo del campo fotovoltaico: il sistema di Back Tracking, il quale consente di ridurre le perdite per auto-ombreggiamento, cioè le perdite da ombreggiamento indotto dai tracker stessi alle file retrostanti. Ciò avviene per mezzo di un sistema logico-adattivo che gestisce contemporaneamente piccoli gruppi di tracker, al fine di ottimizzare dunque le prestazioni del campo FV.

CODICE	FV.CLT01.PD.A.15
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	7 di 13

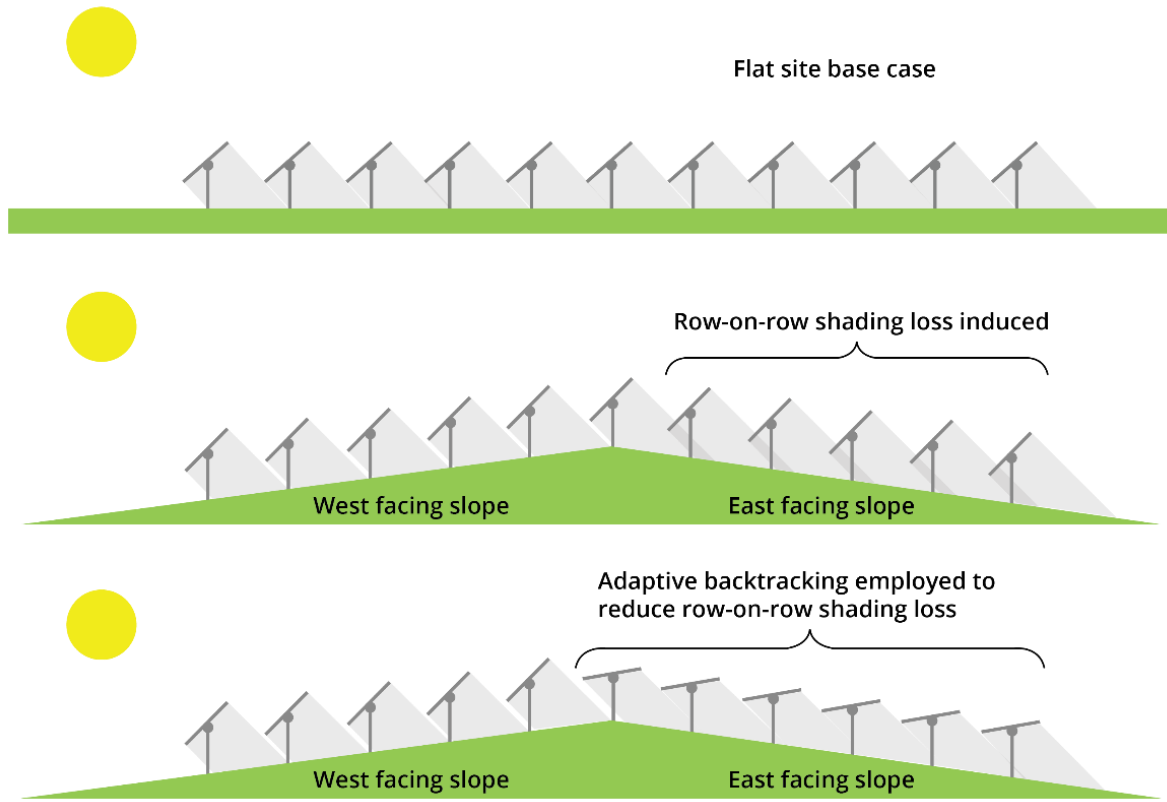


Figura 1: Schema funzionamento Back-Tracking

ALTOBRANDO S.R.L. Via Chiese, n. 72 – 20126 Milano	STIMA DI PRODUCIBILITA'	CODICE	FV.CLT01.PD.A.15
		REVISIONE n.	00
		DATA REVISIONE	04/2023
		PAGINA	8 di 13

3 DATI CLIMATICI

Il **PVGIS – PhotoVoltaic Geographical Information System** è un sistema sviluppato dal JRC (Joint Research Centre) della Commissione Europea a partire dal 2001. Gli obiettivi principali del progetto sono:

- La ricerca scientifica ai fini della valutazione della risorsa energetica solare;
- Effettuare studi sui miglioramenti di performance dei sistemi fotovoltaici;
- La diffusione di conoscenze e dati riguardanti l'irraggiamento solare e le performance fotovoltaiche ad esso collegate.

Ad oggi la copertura territoriale dei database PVGIS riguarda la totalità dell'Europa e dell'Africa e gran parte dell'Asia e dell'America.

Il PVGIS consente un accesso libero e gratuito ad una grande serie di dati:

- Potenziale fotovoltaico per diverse tecnologie e configurazioni di impianto, sia questo un impianto stand-alone che connesso alla rete;
- Dati di temperatura e radiazione solare, sia in forma di medie mensili che di profili giornalieri;
- Serie storiche dei valori orari di radiazione solare e performance FV;
- Dati TMY – Typical Meteorological Year per 9 differenti parametri climatici;
- Mappe stampabili dell'irraggiamento solare e della potenzialità fotovoltaica.

L'attendibilità dei dati PVGIS è internazionalmente riconosciuta, questi possono essere dunque utilizzati per l'elaborazione statistica della stima di radiazione solare del sito in progetto.

CODICE	FV.CLT01.PD.A.15
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	9 di 13

Si riportano di seguito i dati meteorologici assunti:

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²
January	78.4	33.79	7.99	116.4	109.8
February	89.9	40.51	9.44	125.5	119.6
March	136.0	53.14	10.88	188.2	180.7
April	183.3	64.50	13.33	243.4	235.2
May	221.1	73.06	18.81	292.6	283.0
June	250.1	58.81	24.61	332.4	322.4
July	248.4	57.13	26.89	332.9	322.9
August	228.5	54.78	26.26	315.8	305.5
September	158.2	56.74	21.50	211.0	203.8
October	115.3	48.10	16.78	159.2	152.3
November	80.4	36.25	14.28	116.5	110.3
December	73.8	32.30	9.39	111.6	104.8
Year	1863.5	609.13	16.72	2545.4	2450.4

Tabella 1: Dati meteorologici di irraggiamento per il sito di progetto

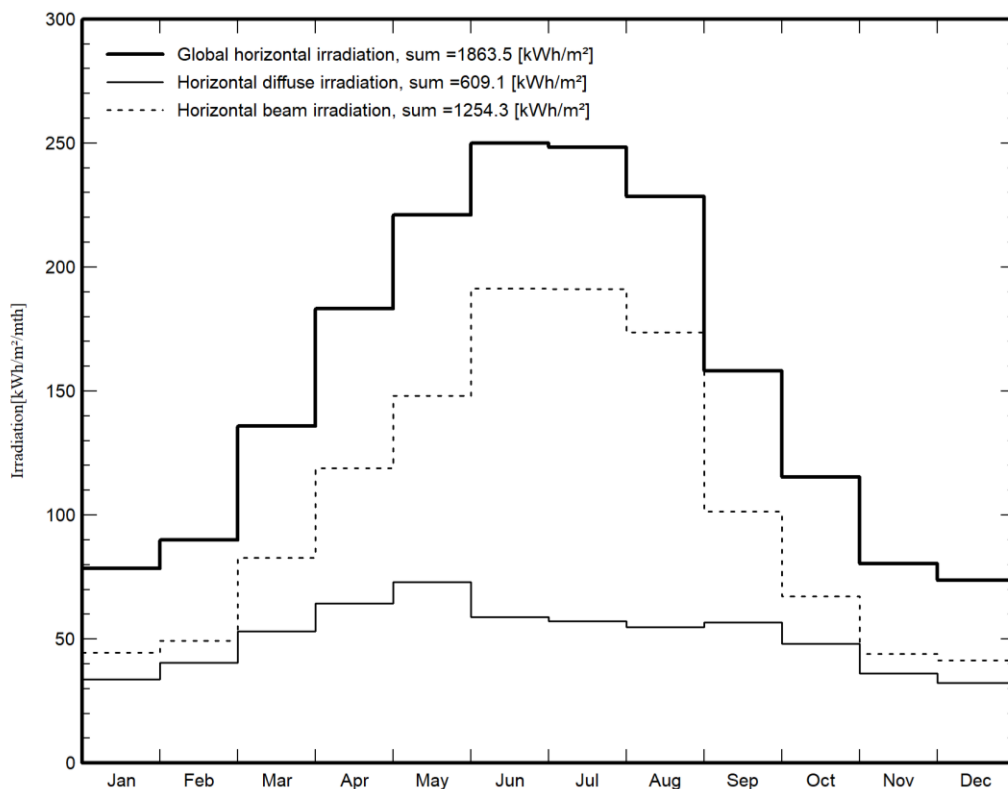


Figura 2: Meteo per Case Frasca - Typical Meteorological Year

4 RISULTATI

I risultati completi dell'analisi di producibilità svolta sono mostrati nei report allegati alla presente relazione.

Si riportano qui, brevemente, i risultati complessivi di produzione dell'impianto:

POTENZA DI PICCO (MW _p)	45,12
POTENZA AC (MW _{AC})	39,75
ENERGIA PRODOTTA P50 (MWh/anno)	96941
PRODUZIONE SPECIFICA P50 (kWh/kWp/anno)	2149
ENERGIA PRODOTTA P90 (MWh/anno)	93110
PRODUZIONE SPECIFICA P90 (kWh/kWp/anno)	2064

Tabella 2: Principali caratteristiche di potenza installata ed energia prodotta

I valori tabellati rappresentano:

- Potenza di picco: essa è la potenza installata d'impianto intesa come somma complessiva della potenza dei pannelli che lo costituiscono;
- Potenza AC: intesa come potenza nominale d'impianto, che nel progetto in esame coincide con la potenza complessiva degli inverter costituenti il campo fotovoltaico;
- Energia prodotta P50: rappresenta il valore di energia prodotta in un anno che ha la probabilità del 50% di essere superata;
- Produzione specifica P50: rappresenta il valore di produzione specifica in un anno che ha la probabilità del 50% di essere superato;
- Energia prodotta P90: rappresenta il valore di energia prodotta in un anno che ha la probabilità del 90% di essere superata;
- Produzione specifica P90: rappresenta il valore di produzione specifica in un anno che ha la probabilità del 90% di essere superato.

I valori P90 e P50 sono risultati da un'analisi probabilistico/statistica. Questo approccio presuppone che, nell'arco di diversi anni di funzionamento, la distribuzione delle rese annuali segua una legge che si assume essere la distribuzione gaussiana (o "normale"). Essa è funzione di due parametri, ossia il valore medio e la deviazione standard (denominata sigma o RMS) principalmente funzione dell'incertezza e della variabilità dei dati meteo.

Altri risultati legati all'analisi di producibilità dell'impianto sono consultabili nei documenti in allegato.

5 RICADUTE AMBIENTALI DEL PROGETTO

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il **Life Cycle Emissions (LCE)**. Esso rappresenta le potenziali emissioni di CO₂ associate a un dato componente installativo o ammontare energetico nell'arco di tutto il ciclo di vita dell'impianto, e può comprendere le fasi di produzione, messa in opera, gestione, dismissione, ecc. Nel calcolare tale parametro si può ricorrere alle **T.E.P.** ossia le **Tonnellate Equivalenti di Petrolio** necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia da fonte rinnovabile fotovoltaica, ovvero alla **Grey Energy** intesa come l'energia impiegata per la produzione di un componente seguito da un fattore di conversione per trasformare l'energia in un valore LCE.

Il LCE è un parametro fondamentale per il calcolo del **bilancio di emissione del carbonio totale** per un impianto PV. Quest'ultimo rappresenta la differenza tra le emissioni di CO₂ risparmiate e prodotte, e dipende da 4 fattori chiave:

- Energia immessa in rete (E Grid): la produzione energetica, o rendimento energetico, dell'impianto PV per il primo anno (può essere stimato anche per gli anni successivi al 1°);
- Ciclo di vita del sistema (Project lifetime): è la durata di vita dell'impianto PV data in anni;
- LCE della rete (LCE Grid): è dato in gCO₂/kWh e rappresenta l'ammontare medio di emissioni di CO₂ per unità di Energia elettrica prodotta dalla rete;
- LCE dell'impianto PV (LCE System): è dato in gCO₂/kWh e rappresenta l'ammontare medio di emissioni di CO₂ causate dalla costruzione e messa in opera dell'impianto fotovoltaico.

Emissioni generate	90061,42 tCO ₂
Emissioni risparmiate	1025152,5 tCO ₂
Produzione annuale	96941,14 MWh/yr
LCE di rete	423 gCO ₂ /kWh
Ciclo di vita d'impianto	25 anni
Degradazione annuale stimata	1,0 %

Tabella 3: Bilancio di emissione di CO₂

Di seguito si riporta un'equazione utile al calcolo del bilancio di carbonio totale dell'impianto:

$$E \text{ Grid} \cdot \text{Project lifetime} \cdot LCE \text{ Grid} - LCE \text{ System} = \text{Carbon balance}$$

ALTOBRANDO S.R.L. Via Chiese, n. 72 – 20126 Milano	STIMA DI PRODUCIBILITA'	CODICE	FV.CL01.PD.A.15
		REVISIONE n.	00
		DATA REVISIONE	04/2023
		PAGINA	12 di 13

I valori dei termini dell'equazione sono di seguito specificati:

$$96941,5 \text{ MWh} \cdot 25 \text{ years} \cdot 423 \frac{\text{gCO}_2}{\text{kWh}} - 90061,4 \text{ tCO}_2 = 821009,98 \text{ tCO}_2$$

Il calcolo dei valori di LCE inoltre, dipende dalle categorie per le quali viene calcolato e da scelte progettuali. Nel calcolo appena descritto le categorie sono suddivisibili in 3 macro: **produzione dei moduli PV, bilancio del sistema impianto (BoS: Balance of System) ed eventuali apporti aggiuntivi (manutenzione, dismissione, ecc.)**. Naturalmente è preferibile utilizzare valori di LCE messi direttamente a disposizione dal produttore o dal fornitore o ricorrendo a banche dati riconosciute (ECOINVENT, Carbon Trust, ecc). Tali valori del LCE sono ottenuti a partire da:

- Caratteristiche e quantità di moduli impiegati;
- modalità di spostamento dei moduli che generalmente sono il trasporto via mare e via terra. Per il progetto in esame è stato previsto che il paese di produzione sia la Cina, regione contraddistinta per essere tra i principali produttori di pannelli;
- caratteristiche e quantità degli elementi di supporto dei pannelli, dei fabbricati quali cabine di raccolta e misura, delle strutture per ospitare inverter, trasformatori, combiner box, ed altri elementi elettromeccanici dell'impianto;
- Caratteristiche e quantità degli inverter, dei cavi e di tutti quegli elementi essenziali per il funzionamento del sistema impianto (Balance of System);
- apporti aggiuntivi dati dalle operazioni di manutenzione (generalmente considerata nulla perché di piccola entità) e dismissione (riciclaggio, smaltimento, rinaturalizzazione dell'area d'impianto, ecc). Per il progetto in esame non sono stati considerati apporti aggiuntivi in quanto considerati non significativi o in seguito alla consultazione dei vari database scientifici riconosciuti a livello internazionale, non sono stati ritrovati valori utili alla definizione esatta della loro entità.

Altri risultati legati al bilancio sulle emissioni di Carbonio dell'impianto sono consultabili nei documenti in allegato.

ALTOBRANDO
S.R.L.

Via Chiese, n. 72 – 20126
Milano

STIMA DI PRODUCIBILITA'

CODICE

FV.CLT01.PD.A.15

REVISIONE n.

00

DATA REVISIONE

04/2023

PAGINA

13 di 13

6 ALLEGATI

ALTOBRANDO S.R.L. si riserva la proprietà di questo documento e ne vieta la riproduzione e la divulgazione a terzi se non espressamente autorizzati.

Capitale sociale 10.000,00 euro i.v. | Codice Fiscale e Partita IVA n° 12458390965 | Iscriz. Reg. Imprese di Milano n° 2662861
Indirizzo PEC: altobrandosrl@legalmail.it

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Caltagirone_Altobrando

Variant: 08_Caltagirone_Altobrando_CTR_TR_SEM_600_2P13_MANTENGOLI

Tracking system with backtracking

System power: 45.12 MWp

Case Frasca - Italy

Author

E-Way Finance S.p.A. (Italy)

**PVsyst V7.3.4**

VC5, Simulation date:
13/06/23 12:10
with v7.3.4

E-Way Finance S.p.A. (Italy)

Project summary

Geographical Site	Situation	Project settings
Case Frasca	Latitude	Albedo
Italy	37.29 °N	0.20
	Longitude	
	14.55 °E	
	Altitude	
	530 m	
	Time zone	
	UTC+1	
Meteo data		
Case Frasca		
PVGIS api TMY		

System summary

Grid-Connected System	Tracking system with backtracking	Near Shadings
PV Field Orientation	Tracking algorithm	According to strings
Orientation	Irradiance optimization	Electrical effect
Tracking plane, tilted axis	Backtracking activated	90 %
Avg axis tilt		Diffuse shading
4.6 °		Automatic
Avg axis azim.		
0 °		
System information		
PV Array	Inverters	
Nb. of modules	Nb. of units	
75192 units	26 units	
Pnom total	Pnom total	
45.12 MWp	39.75 MWac	
	Pnom ratio	
	1.135	
User's needs		
Unlimited load (grid)		

Results summary

Produced Energy	96.94 GWh/year	Specific production	2149 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	84.42 %
-----------------	----------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	9
Main results	10
Loss diagram	11
P50 - P90 evaluation	12
CO ₂ Emission Balance	13

**PVsyst V7.3.4**

VC5, Simulation date:
13/06/23 12:10
with v7.3.4

E-Way Finance S.p.A. (Italy)

General parameters**Grid-Connected System****PV Field Orientation****Orientation**

Tracking plane, tilted axis
Avg axis tilt 4.6 °
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 14.00 m
Tracker width 4.96 m
GCR 35.4 %
Axis height above ground 2.43 m

Tracking system with backtracking**Tracking algorithm**

Irradiance optimization
Backtracking activated

Near Shadings

According to strings
Electrical effect 90 %
Diffuse shading Automatic

Backtracking array

Nb. of trackers 2892 units

Sizes

Tracker Spacing 14.0 m
Collector width 4.96 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 35.4 %
Phi min / max. -/+ 55.0 °

Backtracking strategy

Phi limits for BT -/+ 79.9 °
Backtracking pitch 14.0 m
Backtracking width 4.96 m

User's needs

Unlimited load (grid)

Bifacial model definitions

Ground albedo 0.25
Bifaciality factor 75 %
Rear shading factor 5.0 %
Rear mismatch loss 10.0 %
Shed transparent fraction 0.0 %

PV Array Characteristics**PV module**

Manufacturer Tenka solar
Model TKA600M-144-BF
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 600 Wp
Number of PV modules 43316 units
Nominal (STC) 25.99 MWp

Array #1 - Sottocampo A

Number of PV modules 12324 units
Nominal (STC) 7394 kWp
Modules 474 Strings x 26 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 6789 kWp
U mpp 1026 V
I mpp 6615 A

Inverter

Manufacturer Ingeteam
Model IS_1640TL_B630_IP54 [2020-05-27_up to 50°C]
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 1637 kWac
Number of inverters 14 units
Total power 22918 kWac

Number of inverters 4 units
Total power 6548 kWac

Operating voltage 894-1300 V
Pnom ratio (DC:AC) 1.13



PVsyst V7.3.4

VC5, Simulation date:
13/06/23 12:10
with v7.3.4

E-Way Finance S.p.A. (Italy)

PV Array Characteristics

Array #3 - Sottocampo C

Number of PV modules	12506 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	7504 kWp	Total power	6548 kWac
Modules	481 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	894-1300 V
Pmpp	6889 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.15
U mpp	1026 V		
I mpp	6713 A		

Array #6 - Sottocampo F

Number of PV modules	9048 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	5429 kWp	Total power	4911 kWac
Modules	348 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	894-1300 V
Pmpp	4984 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.11
U mpp	1026 V		
I mpp	4857 A		

Array #7 - Sottocampo G

Number of PV modules	9438 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	5663 kWp	Total power	4911 kWac
Modules	363 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	894-1300 V
Pmpp	5199 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.15
U mpp	1026 V		
I mpp	5066 A		

PV module

Manufacturer	Tenka solar
Model	TKA600M-144-BF
(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	600 Wp
Number of PV modules	31876 units
Nominal (STC)	19.13 MWp

Inverter

Manufacturer	Ingeteam
Model	IS_1400TL_B540_IP54 [2020-05-27_up to 50°C]
(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	1403 kWac
Number of inverters	12 units
Total power	16836 kWac

Array #2 - Sottocampo B

Number of PV modules	10400 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	6240 kWp	Total power	5612 kWac
Modules	400 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	768-1300 V
Pmpp	5729 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.11
U mpp	1026 V		
I mpp	5582 A		

Array #4 - Sottocampo D

Number of PV modules	10374 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	6224 kWp	Total power	5612 kWac
Modules	399 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	768-1300 V
Pmpp	5715 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.11
U mpp	1026 V		
I mpp	5568 A		



PVsyst V7.3.4

VC5, Simulation date:
13/06/23 12:10
with v7.3.4

E-Way Finance S.p.A. (Italy)

PV Array Characteristics

Array #5 - Sottocampo E

Number of PV modules	11102 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	6661 kWp	Total power	5612 kWac
Modules	427 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	768-1300 V
Pmpp	6116 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.19
U mpp	1026 V		
I mpp	5959 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	45115 kWp	Total power	39754 kWac
Total	75192 modules	Number of inverters	26 units
Module area	194325 m ²	Pnom ratio	1.13

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 1.0 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 29.0 W/m²KUv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 1.0 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.2 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 1.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.2 %

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel smooth glass, n = 1.526

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000

Spectral correction

FirstSolar model

Precipitable water estimated from relative humidity

Coefficient Set	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Monocrystalline Si	0,85914	-0,02088	-0,0058853	0,12029	0,026814	-0,001781

DC wiring losses

Global wiring resistance 0.14 mΩ

Loss Fraction 0.5 % at STC

Array #1 - Sottocampo A

Global array res. 0.58 mΩ

Loss Fraction 0.3 % at STC

Array #2 - Sottocampo B

Global array res. 1.2 mΩ

Loss Fraction 0.6 % at STC

Array #3 - Sottocampo C

Global array res. 0.87 mΩ

Loss Fraction 0.5 % at STC

Array #4 - Sottocampo D

Global array res. 1.1 mΩ

Loss Fraction 0.5 % at STC

Array #5 - Sottocampo E

Global array res. 1.1 mΩ

Loss Fraction 0.6 % at STC

Array #6 - Sottocampo F

Global array res. 1.1 mΩ

Loss Fraction 0.5 % at STC

Array #7 - Sottocampo G

Global array res. 1.3 mΩ

Loss Fraction 0.6 % at STC



PVsyst V7.3.4

VC5, Simulation date:
13/06/23 12:10
with v7.3.4

E-Way Finance S.p.A. (Italy)

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 1.5 %
5.5 days,
3 periods

Auxiliaries loss

constant (fans) 52.0 kW
7950.8 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 630 Vac tri
Loss Fraction 0.01 % at STC

Inverters: IS_1640TL_B630_IP54 [2020-05-27_up to 50°C], IS_1400TL_B540_IP54 [2020-05-27_up to 50°C]

Wire section (26 Inv.) Copper 26 x 3 x 1200 mm²
Average wires length 1 m

MV line up to Injection

MV Voltage 36 kV
Average loss Fraction 0.07 % at STC

Array #1 - Sottocampo A

Wires Copper 3 x 185 mm²
Length 174 m

Array #2 - Sottocampo B

Wires Copper 3 x 185 mm²
Length 857 m

Array #3 - Sottocampo C

Wires Copper 3 x 185 mm²
Length 786 m

Array #4 - Sottocampo D

Wires Copper 3 x 185 mm²
Length 1997 m

Array #5 - Sottocampo E

Wires Copper 3 x 185 mm²
Length 1959 m

Array #6 - Sottocampo F

Wires Copper 3 x 185 mm²
Length 2326 m

Array #7 - Sottocampo G

Wires Copper 3 x 185 mm²
Length 2339 m

**PVsyst V7.3.4**

VC5, Simulation date:
13/06/23 12:10
with v7.3.4

E-Way Finance S.p.A. (Italy)

AC losses in transformers**MV transfo**

Grid voltage 36 kV

One transfo in each sub-array

Array #1 - Sottocampo A**Transformer parameters**

Nominal power at STC 7.27 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion) 7.27 kVA
Iron loss fraction 0.10 % at STC
Copper loss 72.72 kVA
Copper loss fraction 1.00 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.55 mΩ

Array #2 - Sottocampo B**Transformer parameters**

Nominal power at STC 6.12 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion) 6.12 kVA
Iron loss fraction 0.10 % at STC
Copper loss 61.21 kVA
Copper loss fraction 1.00 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.48 mΩ

Array #3 - Sottocampo C**Transformer parameters**

Nominal power at STC 7.38 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion) 7.38 kVA
Iron loss fraction 0.10 % at STC
Copper loss 73.79 kVA
Copper loss fraction 1.00 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.54 mΩ

Array #4 - Sottocampo D**Transformer parameters**

Nominal power at STC 6.11 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion) 6.11 kVA
Iron loss fraction 0.10 % at STC
Copper loss 61.06 kVA
Copper loss fraction 1.00 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.48 mΩ

Array #5 - Sottocampo E**Transformer parameters**

Nominal power at STC 6.53 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion) 6.53 kVA
Iron loss fraction 0.10 % at STC
Copper loss 65.32 kVA
Copper loss fraction 1.00 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.45 mΩ

Array #6 - Sottocampo F**Transformer parameters**

Nominal power at STC 5.34 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion) 5.34 kVA
Iron loss fraction 0.10 % at STC
Copper loss 53.39 kVA
Copper loss fraction 1.00 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.74 mΩ



PVsyst V7.3.4

VC5, Simulation date:
13/06/23 12:10
with v7.3.4

E-Way Finance S.p.A. (Italy)

AC losses in transformers

MV transfo

Grid voltage 36 kV

One transfo in each sub-array

Array #7 - Sottocampo G

Transformer parameters

Nominal power at STC 5.57 MVA

Iron Loss (24/24 Connexion) 5.57 kVA

Iron loss fraction 0.10 % at STC

Copper loss 55.68 kVA

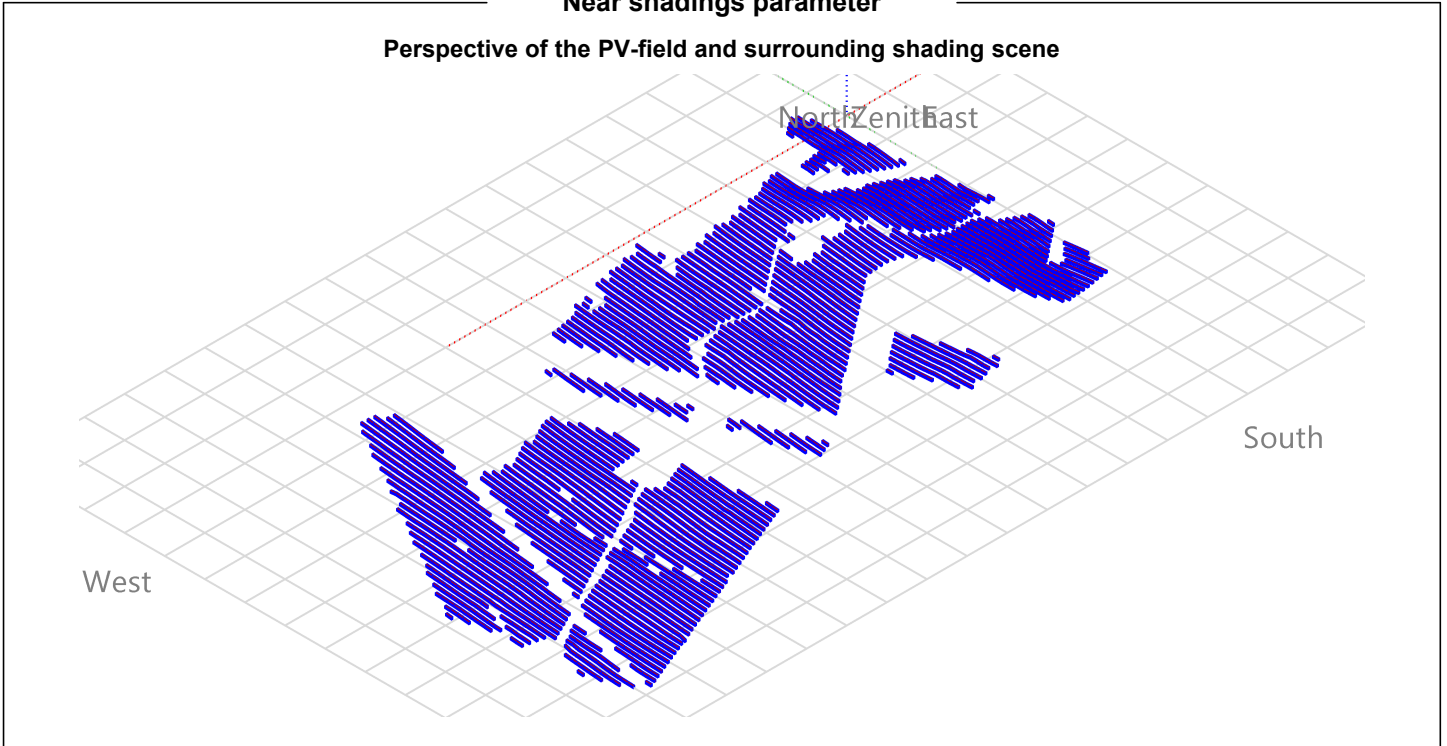
Copper loss fraction 1.00 % at STC

Coils equivalent resistance 3 x 0.71 mΩ



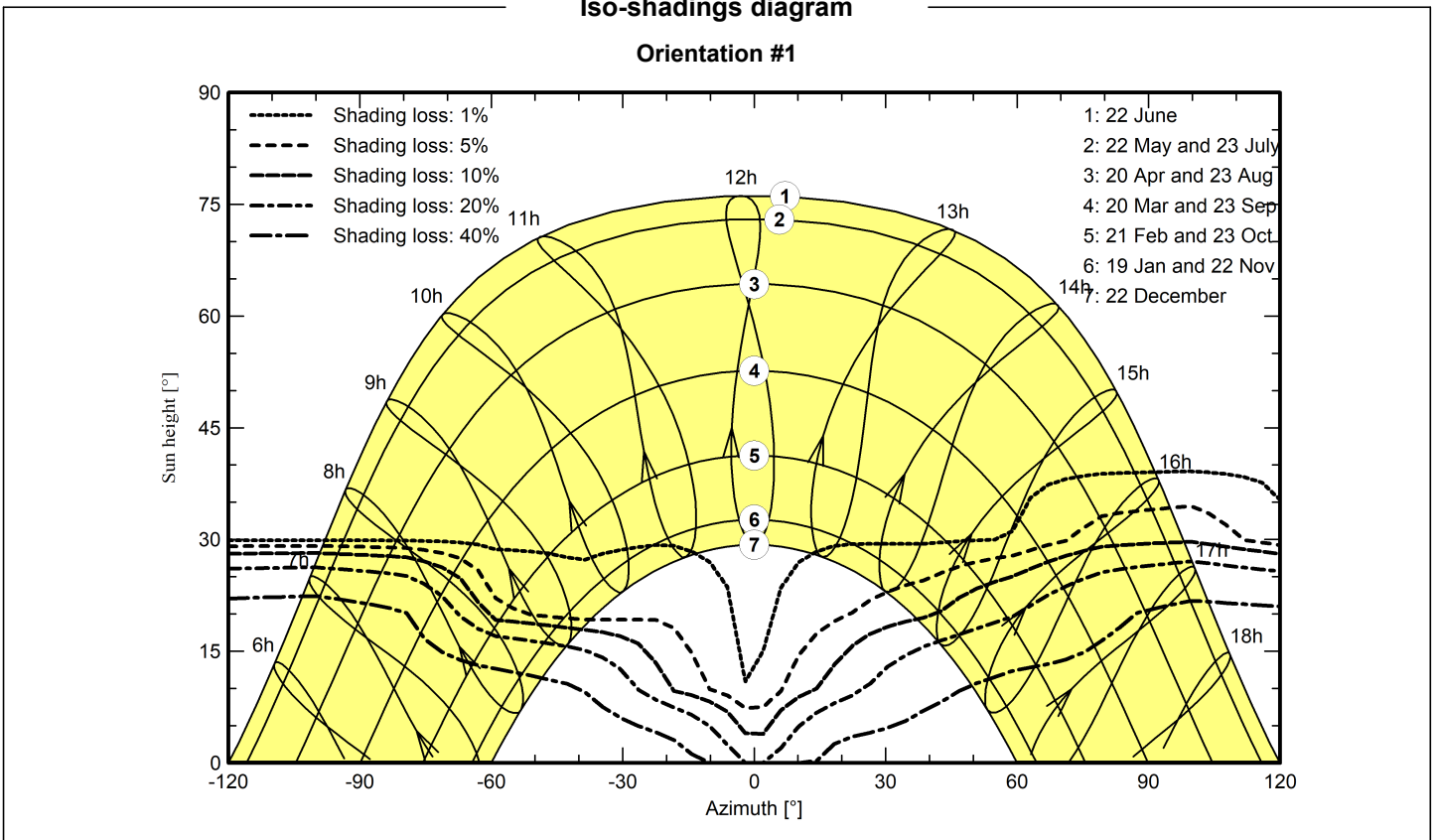
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1



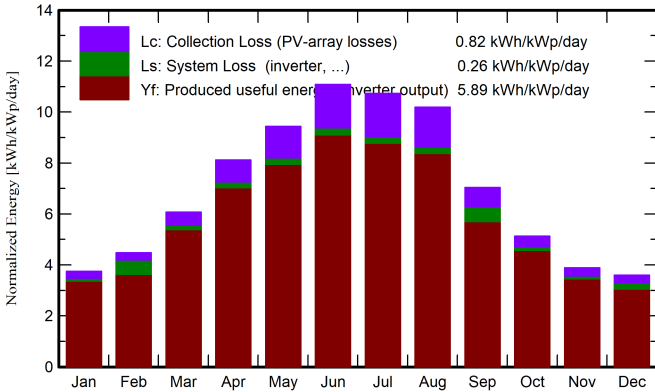


Main results

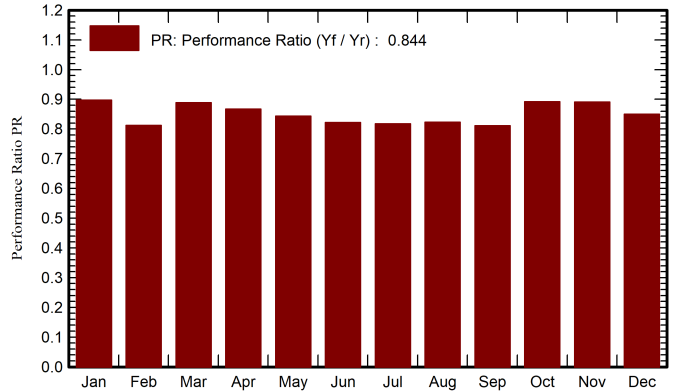
System Production

Produced Energy (P50)	96.94 GWh/year	Specific production (P50)	2149 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	84.42 %
Produced Energy (P90)	93.11 GWh/year	Specific production (P90)	2064 kWh/kWp/year		
Produced Energy (P95)	92.03 GWh/year	Specific production (P95)	2040 kWh/kWp/year		

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

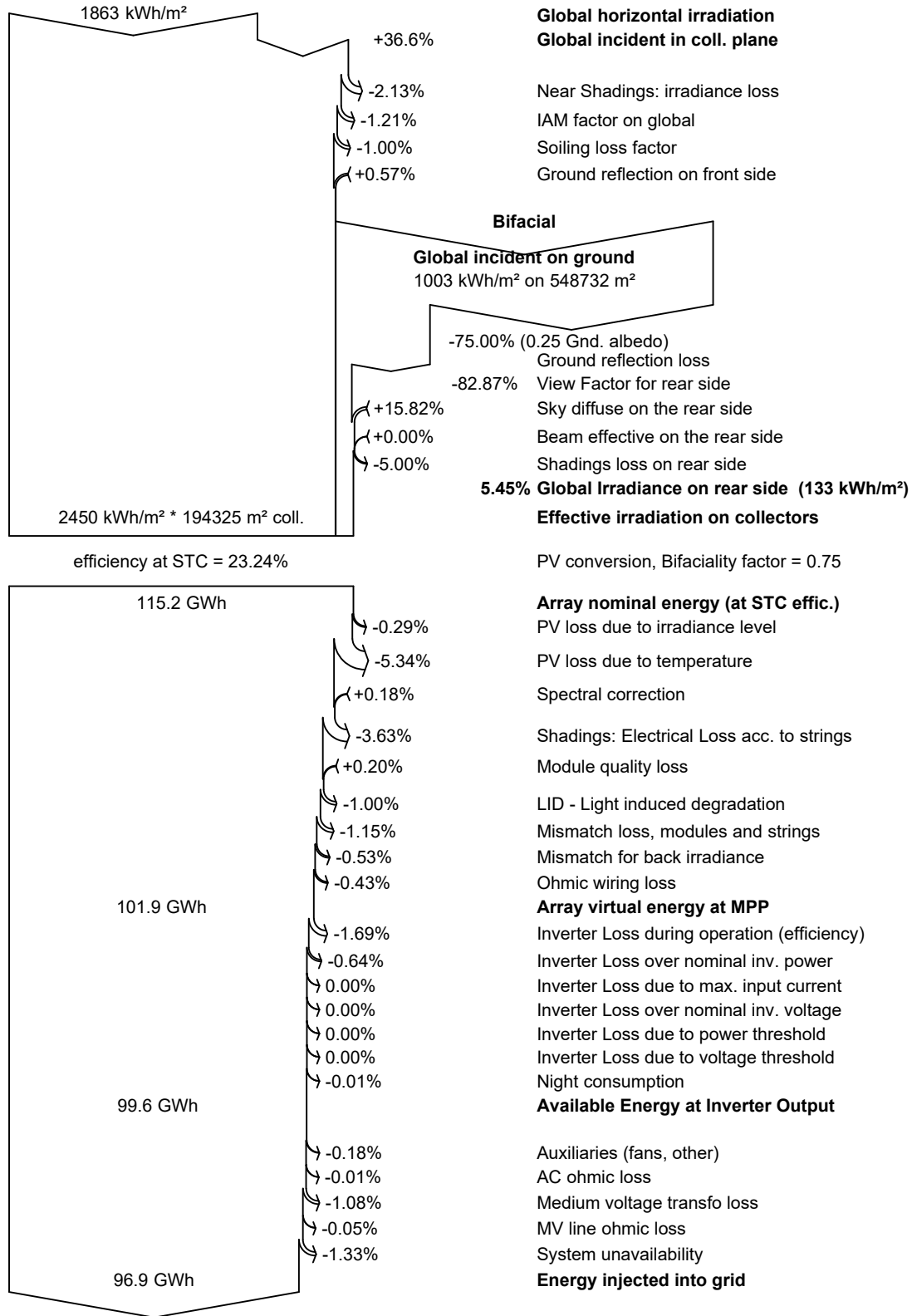
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray GWh
January	78.4	33.79	7.99	116.4	109.8	4.87
February	89.9	40.51	9.44	125.5	119.6	5.31
March	136.0	53.14	10.88	188.2	180.7	7.78
April	183.3	64.50	13.33	243.4	235.2	9.83
May	221.1	73.06	18.81	292.6	283.0	11.48
June	250.1	58.81	24.61	332.4	322.4	12.71
July	248.4	57.13	26.89	332.9	322.9	12.65
August	228.5	54.78	26.26	315.8	305.5	12.08
September	158.2	56.74	21.50	211.0	203.8	8.53
October	115.3	48.10	16.78	159.2	152.3	6.61
November	80.4	36.25	14.28	116.5	110.3	4.84
December	73.8	32.30	9.39	111.6	104.8	4.63
Year	1863.5	609.13	16.72	2545.4	2450.4	101.30

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation		
T_Amb	Ambient Temperature		
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



Loss diagram





PVsyst V7.3.4

VC5, Simulation date:
13/06/23 12:10
with v7.3.4

E-Way Finance S.p.A. (Italy)

P50 - P90 evaluation

Meteo data

Source	PVGIS api TMY
Kind	TMY, multi-year
Year-to-year variability(Variance)	2.5 %

Specified Deviation

Climate change	0.0 %
----------------	-------

Global variability (meteo + system)

Variability (Quadratic sum)	3.1 %
-----------------------------	-------

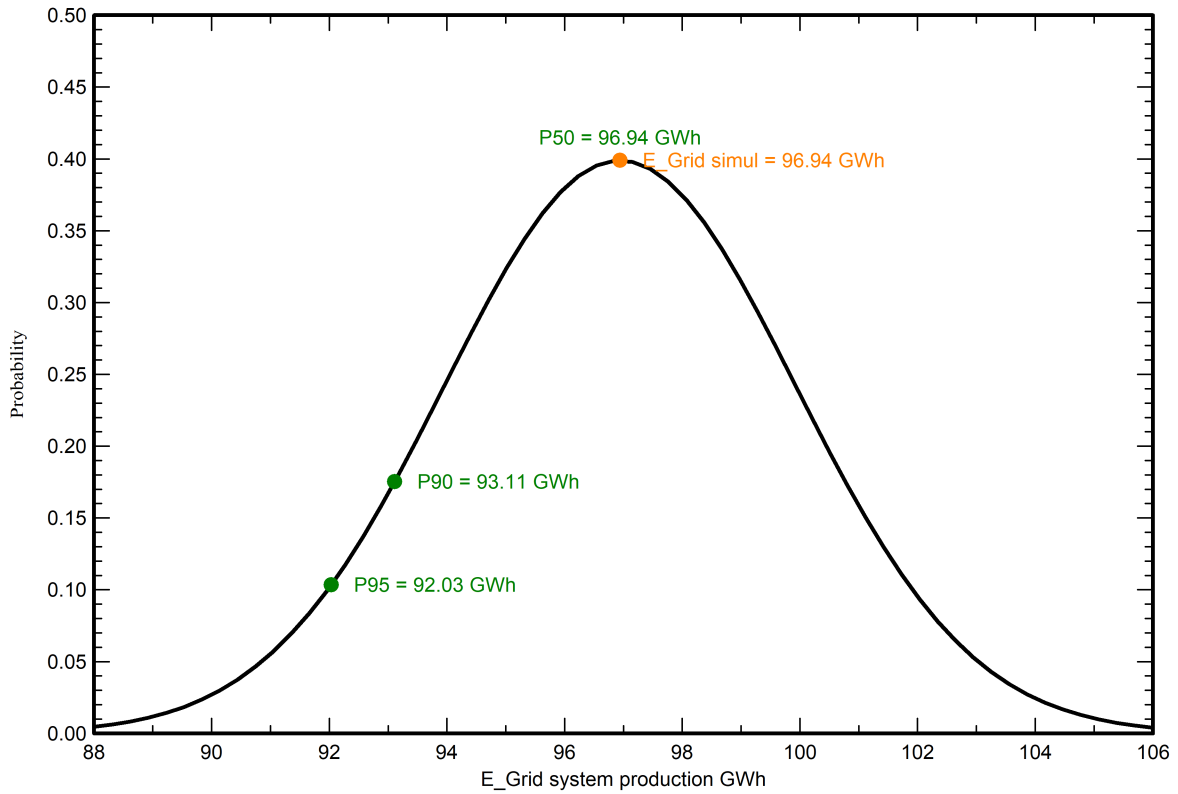
Simulation and parameters uncertainties

PV module modelling/parameters	1.0 %
Inverter efficiency uncertainty	0.5 %
Soiling and mismatch uncertainties	1.0 %
Degradation uncertainty	1.0 %

Annual production probability

Variability	2.99 GWh
P50	96.94 GWh
P90	93.11 GWh
P95	92.03 GWh

Probability distribution





CO₂ Emission Balance

Total: 821010.8 tCO₂

Generated emissions

Total: 90061.42 tCO₂

Source: Detailed calculation from table below

Replaced Emissions

Total: 1025157.4 tCO₂

System production: 96941.59 MWh/yr

Grid Lifecycle Emissions: 423 gCO₂/kWh

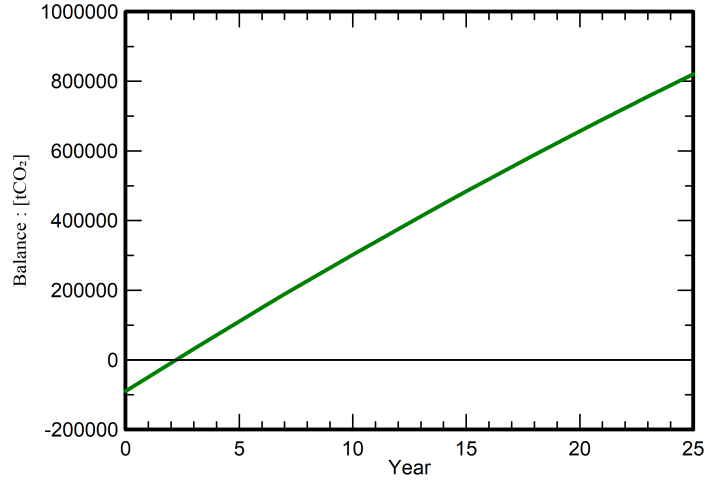
Source: IEA List

Country: Italy

Lifetime: 25 years

Annual degradation: 1.0 %

Saved CO₂ Emission vs. Time



System Lifecycle Emissions Details

Item	LCE	Quantity	Subtotal [kgCO ₂]
Modules	1713 kgCO ₂ /kWp	45115 kWp	77269705
Transport1	35.0 gCO ₂ /km	27150 km	2022069
Transport2	59.7 gCO ₂ /km	500 km	63519
Supports	2.82 kgCO ₂ /kg	3759600 kg	10607373
Concrete	177 kgCO ₂ /m ³	70.0 m ³	12390
Inverters	280 kgCO ₂ /units	26.0 units	7267
Wiring	7.91 kgCO ₂ /m	10000 m	79101