



# 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<sub>p</sub> 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](mailto:altobrandosrl@legalmail.it)



**INDICE**

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

## 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 CO<sub>2</sub> .....</i>	<i>11</i>

<b>ALTOBRANDO</b> <b>S.R.L.</b>  Via Chiese, n. 72 – 20126 Milano	<b>STIMA DI PRODUCIBILITA'</b>	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.

<b>ALTOBRANDO</b> S.R.L.  Via Chiese, n. 72 – 20126 Milano	<b>STIMA DI PRODUCIBILITA'</b>	CODICE	FV.CL01.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

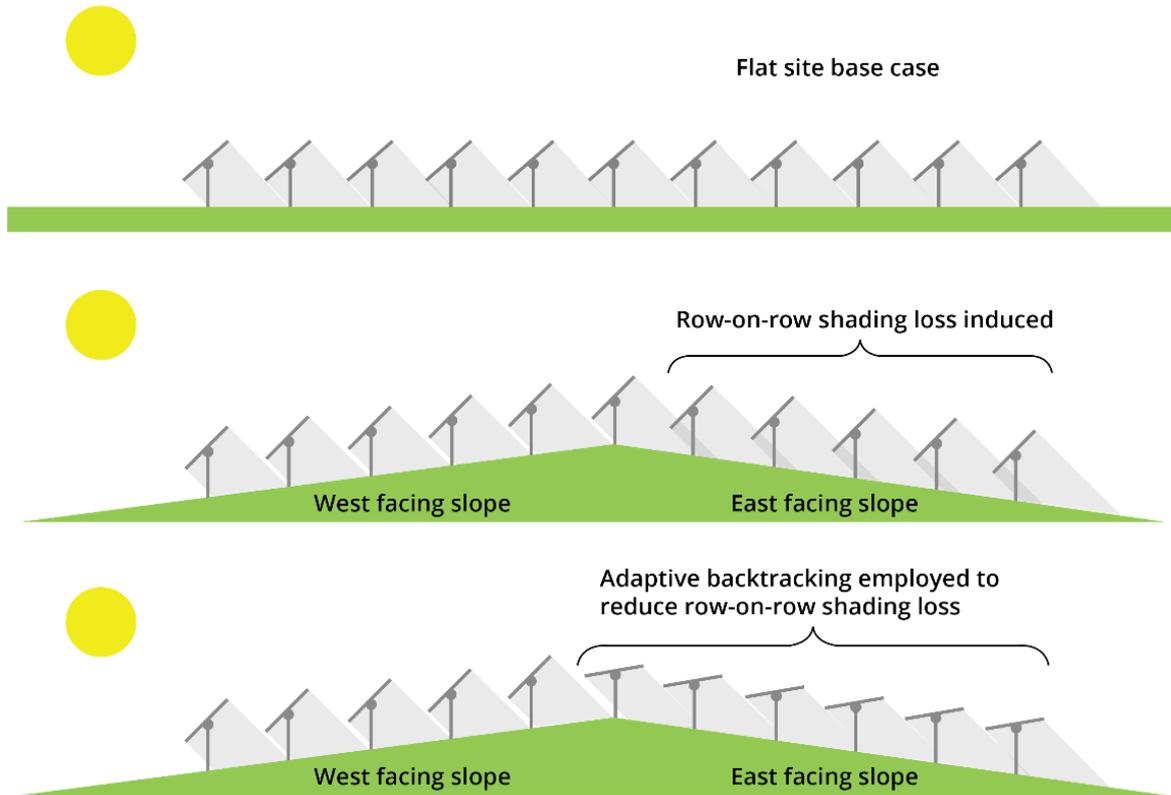


Figura 1: Schema funzionamento Back-Tracking

<b>ALTOBRANDO S.R.L.</b>  Via Chiese, n. 72 – 20126 Milano	<b>STIMA DI PRODUCIBILITA'</b>	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.

Si riportano di seguito i dati meteorologici assunti:

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

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

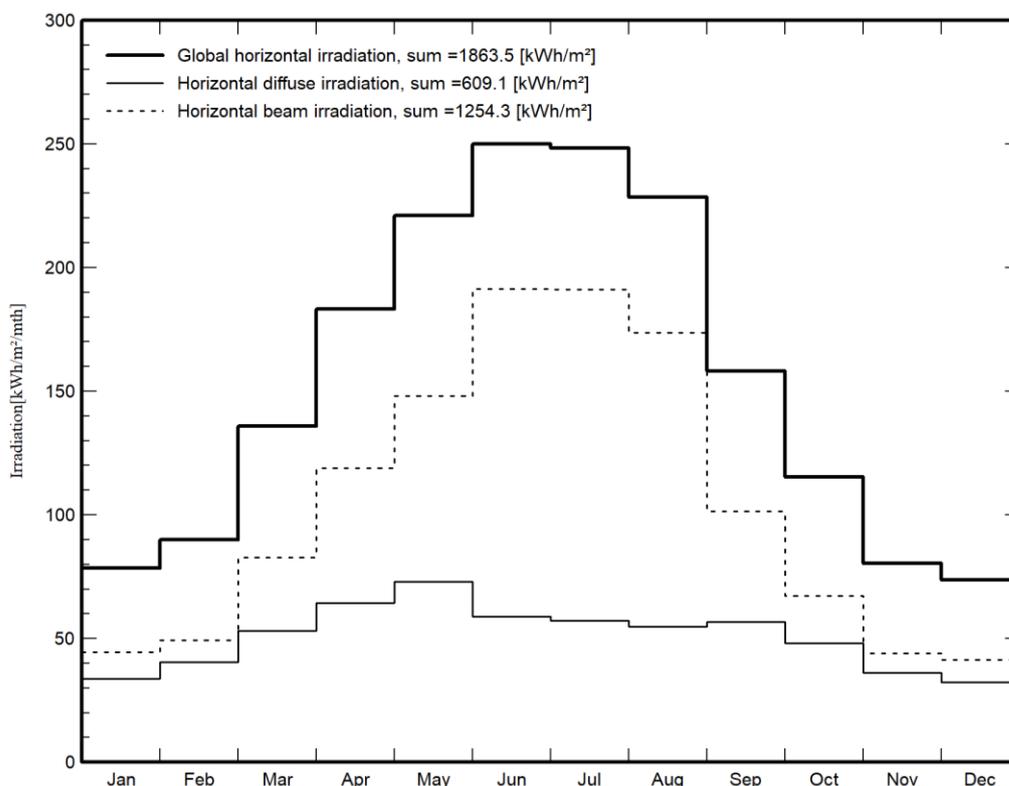


Figura 2: Meteo per Case Frasca - Typical Meteorological Year

## 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 <sub>p</sub> )	45,12
POTENZA AC (MW <sub>AC</sub> )	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.

<b>ALTOBRANDO</b> <b>S.R.L.</b>  Via Chiese, n. 72 – 20126 Milano	<b>STIMA DI PRODUCIBILITA'</b>	CODICE	FV.CLT01.PD.A.15
		REVISIONE n.	00
		DATA REVISIONE	04/2023
		PAGINA	11 di 13

## 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 gCO<sub>2</sub>/kWh e rappresenta l'ammontare medio di emissioni di CO<sub>2</sub> per unità di Energia elettrica prodotta dalla rete;
- LCE dell'impianto PV (LCE System): è dato in gCO<sub>2</sub>/kWh e rappresenta l'ammontare medio di emissioni di CO<sub>2</sub> causate dalla costruzione e messa in opera dell'impianto fotovoltaico.

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

Tabella 3: Bilancio di emissione di CO<sub>2</sub>

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. 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

<b>ALTOBRANDO</b> <b>S.R.L.</b>  Via Chiese, n. 72 – 20126 Milano	<b>STIMA DI PRODUCIBILITA'</b>	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](mailto: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**

<b>Geographical Site</b>		<b>Situation</b>		<b>Project settings</b>	
<b>Case Frasca</b>		Latitude	37.29 °N	Albedo	0.20
Italy		Longitude	14.55 °E		
		Altitude	530 m		
		Time zone	UTC+1		
<b>Meteo data</b>					
Case Frasca					
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>		Irradiance optimization		According to strings	
Tracking plane, tilted axis		Backtracking activated		Electrical effect	90 %
Avg axis tilt	4.6 °			Diffuse shading	Automatic
Avg axis azim.	0 °				
<b>System information</b>					
<b>PV Array</b>					
Nb. of modules		75192 units	<b>Inverters</b>		
Pnom total		45.12 MWp	Nb. of units		26 units
			Pnom total		39.75 MWac
			Pnom ratio		1.135
<b>User's needs</b>					
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 <sub>2</sub> 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		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		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		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		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		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		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		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		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		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		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		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Operating voltage	768-1300 V
Pmpp	6116 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.19
U mpp	1026 V		
I mpp	5959 A		
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	45115 kWp	Total power	39754 kWac
Total	75192 modules	Number of inverters	26 units
Module area	194325 m <sup>2</sup>	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/m<sup>2</sup>K  
Uv (wind) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/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 mm<sup>2</sup>  
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 mm<sup>2</sup>  
Length 174 m

**Array #2 - Sottocampo B**

Wires Copper 3 x 185 mm<sup>2</sup>  
Length 857 m

**Array #3 - Sottocampo C**

Wires Copper 3 x 185 mm<sup>2</sup>  
Length 786 m

**Array #4 - Sottocampo D**

Wires Copper 3 x 185 mm<sup>2</sup>  
Length 1997 m

**Array #5 - Sottocampo E**

Wires Copper 3 x 185 mm<sup>2</sup>  
Length 1959 m

**Array #6 - Sottocampo F**

Wires Copper 3 x 185 mm<sup>2</sup>  
Length 2326 m

**Array #7 - Sottocampo G**

Wires Copper 3 x 185 mm<sup>2</sup>  
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

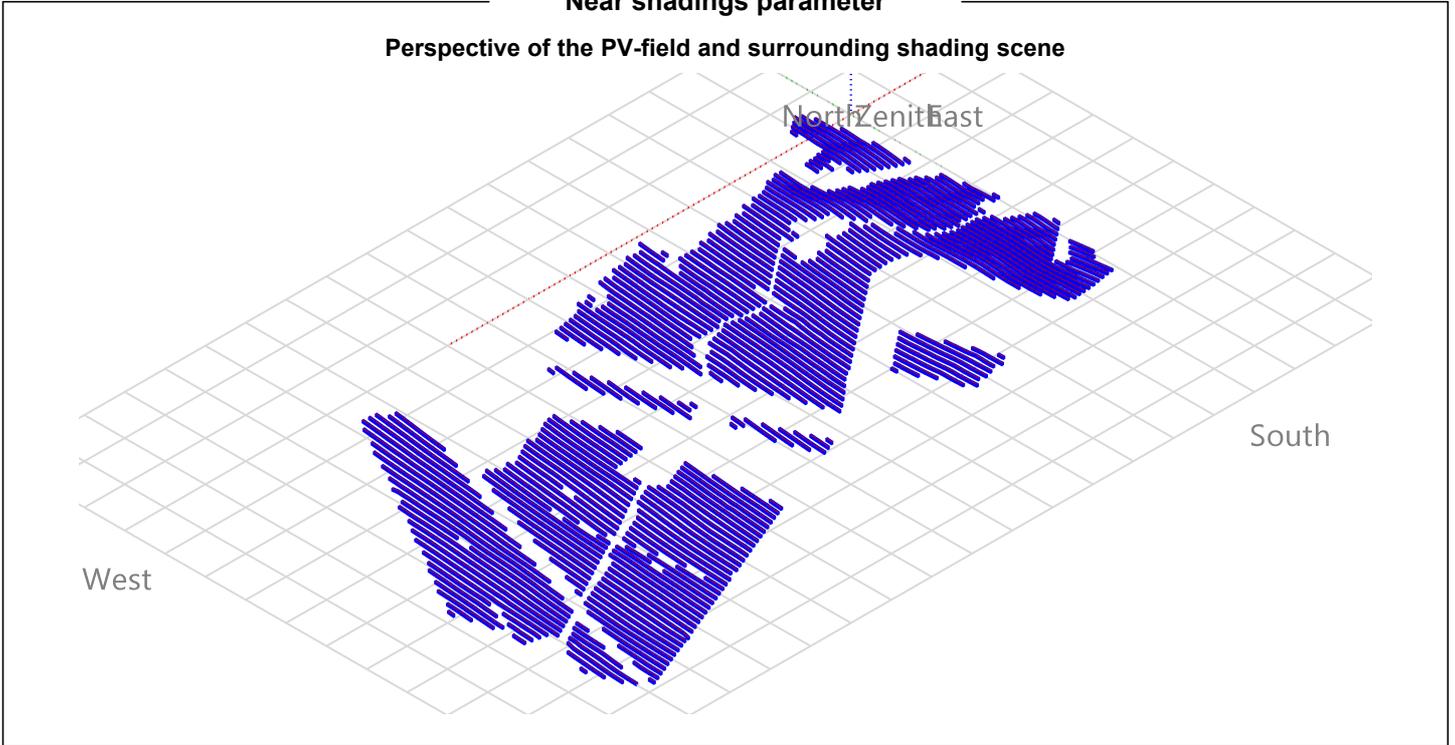
Copper loss fraction 1.00 % at STC

Coils equivalent resistance 3 x 0.71 mΩ



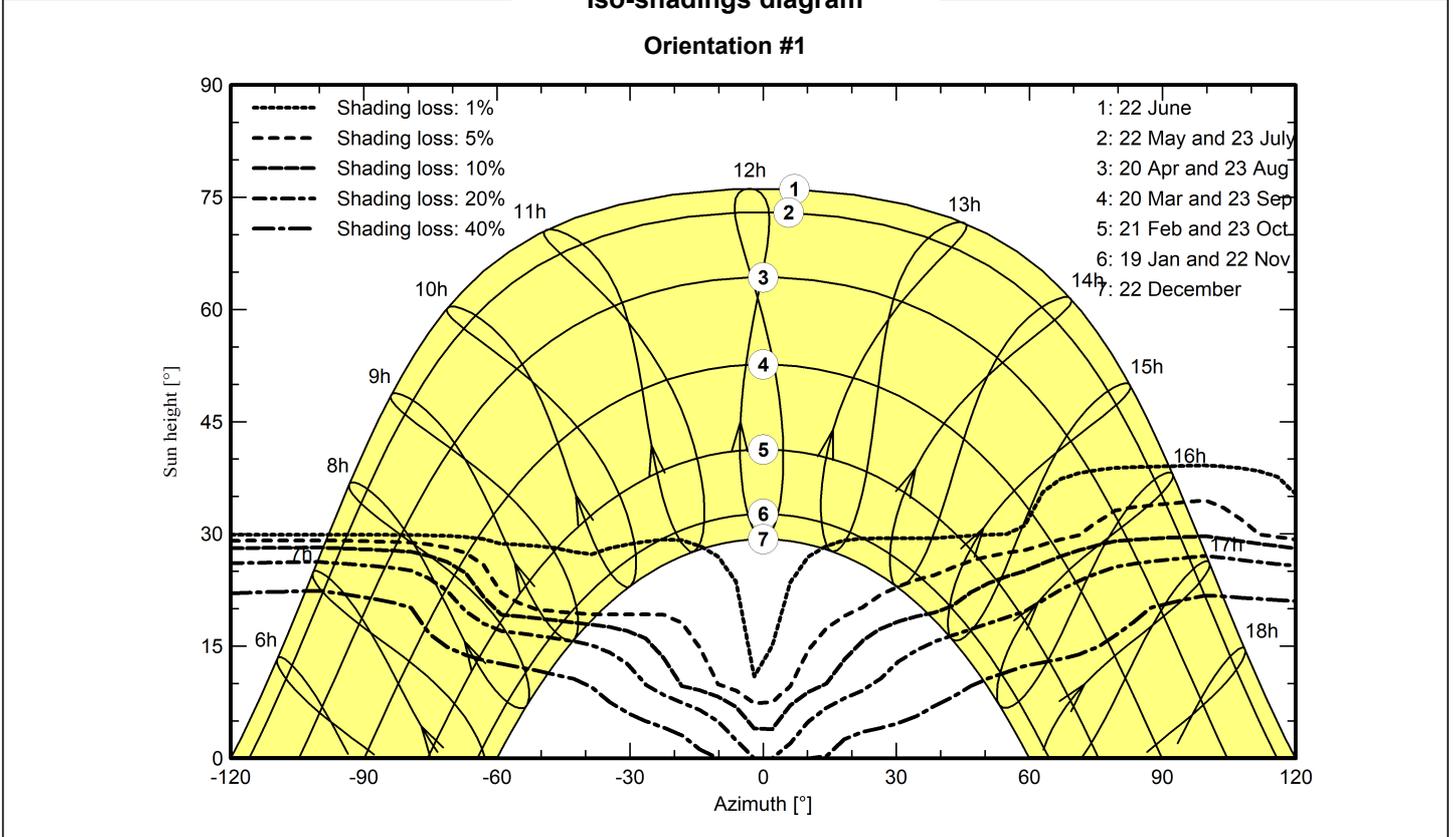
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1



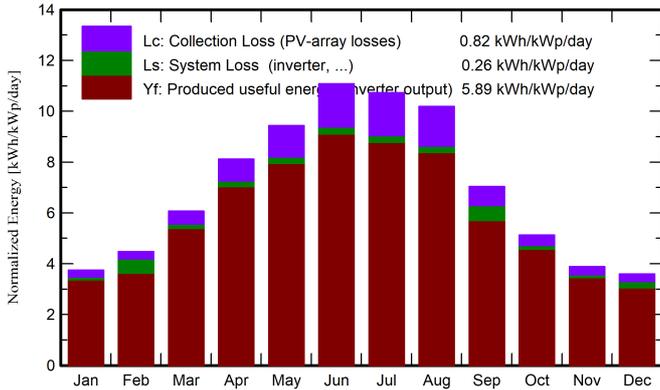


**Main results**

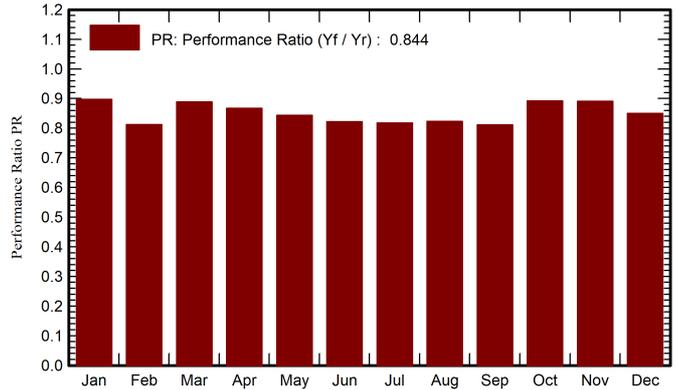
**System Production**

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**

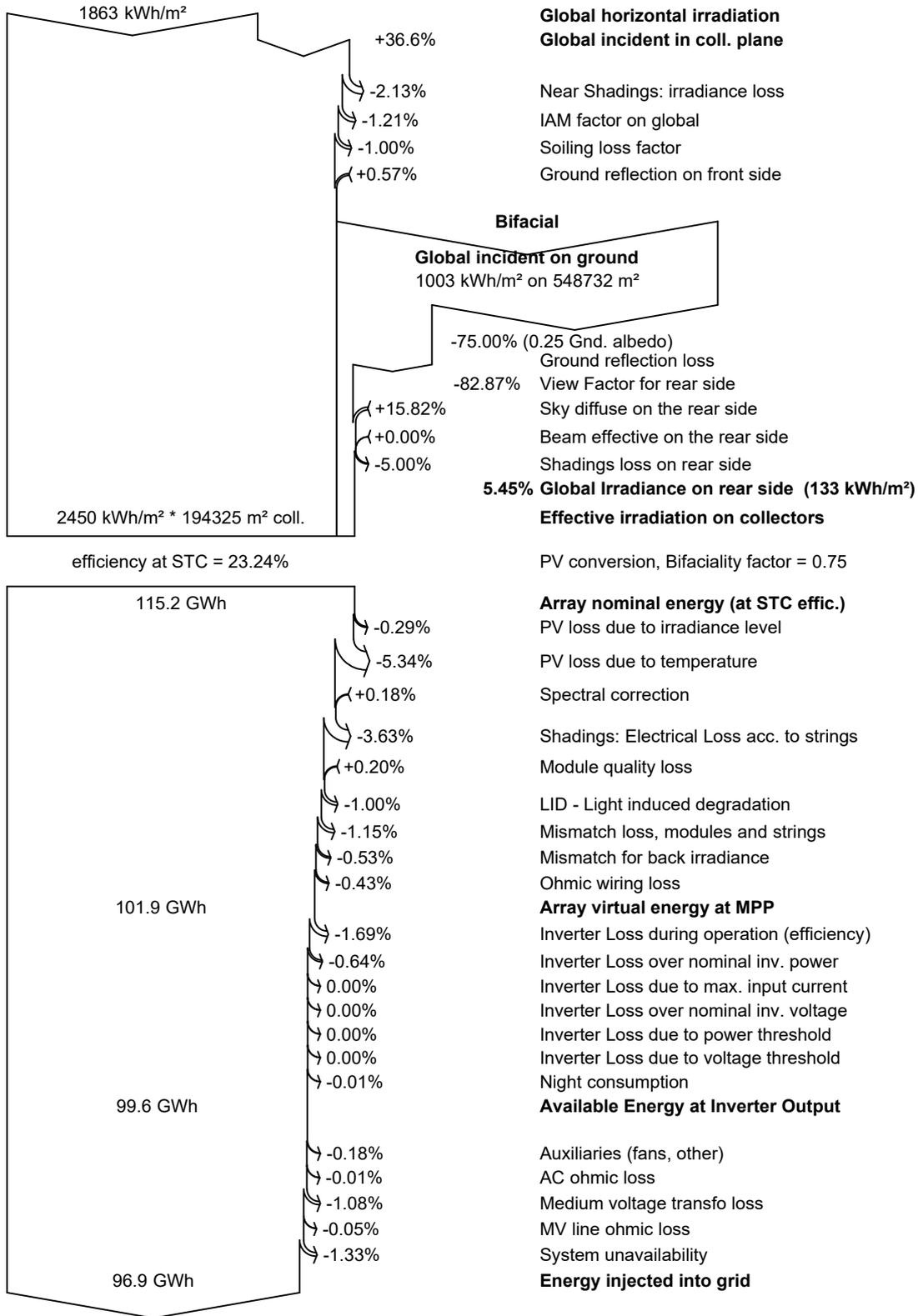
	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray GWh
January	78.4	33.79	7.99	116.4	109.8	4.87
February	89.9	40.51	9.44	125.5	119.6	5.31
March	136.0	53.14	10.88	188.2	180.7	7.78
April	183.3	64.50	13.33	243.4	235.2	9.83
May	221.1	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
<b>Year</b>	<b>1863.5</b>	<b>609.13</b>	<b>16.72</b>	<b>2545.4</b>	<b>2450.4</b>	<b>101.30</b>

**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 %
-----------------------------	-------

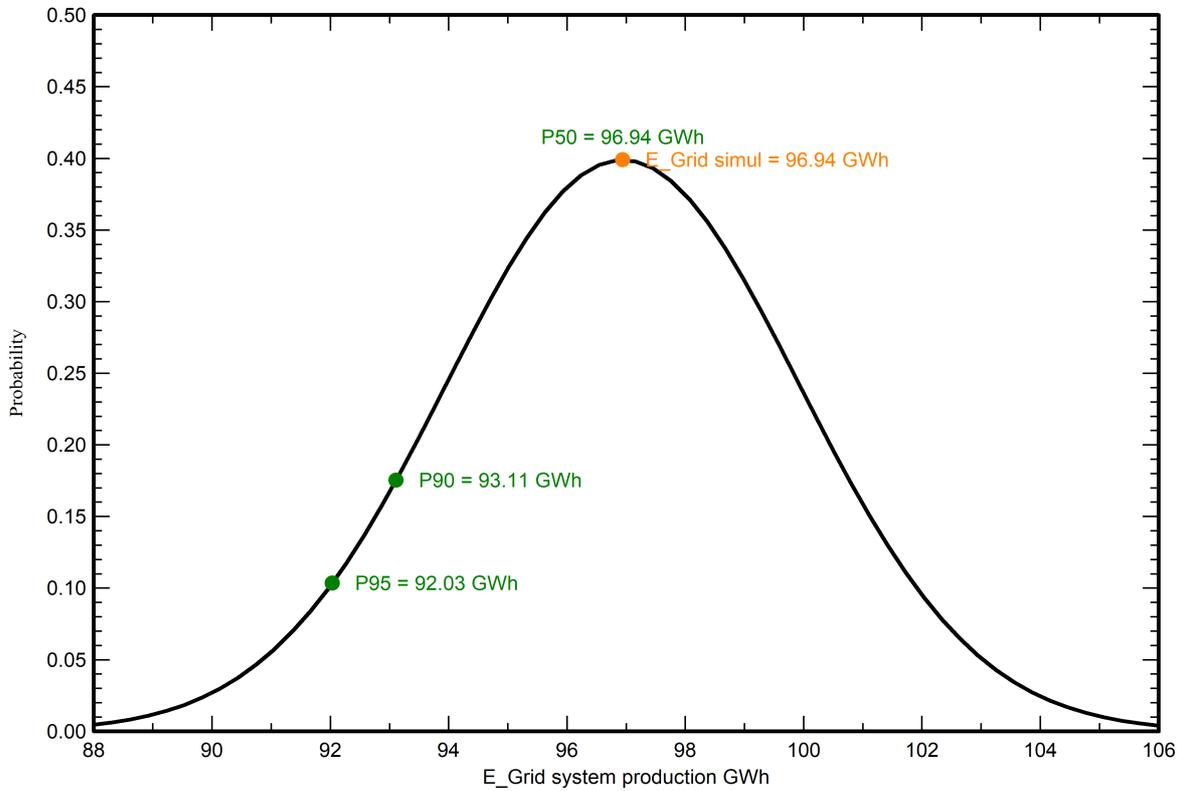
**Simulation and parameters uncertainties**

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**





**CO<sub>2</sub> Emission Balance**

Total: 821010.8 tCO<sub>2</sub>

**Generated emissions**

Total: 90061.42 tCO<sub>2</sub>

Source: Detailed calculation from table below

**Replaced Emissions**

Total: 1025157.4 tCO<sub>2</sub>

System production: 96941.59 MWh/yr

Grid Lifecycle Emissions: 423 gCO<sub>2</sub>/kWh

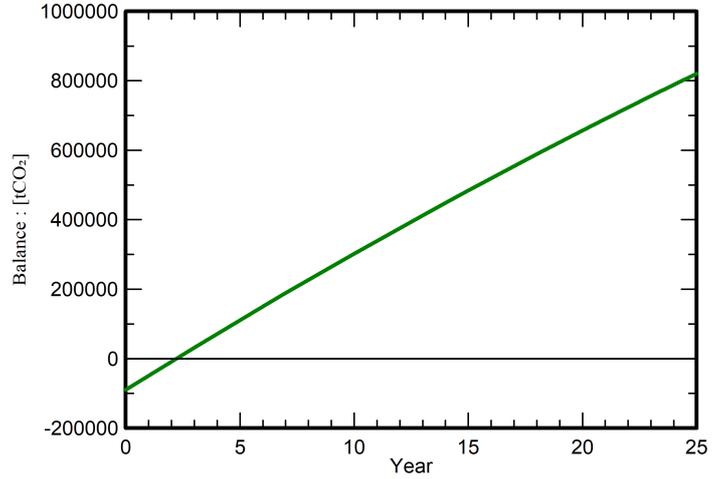
Source: IEA List

Country: Italy

Lifetime: 25 years

Annual degradation: 1.0 %

**Saved CO<sub>2</sub> Emission vs. Time**



**System Lifecycle Emissions Details**

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