



REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI PALERMO
COMUNE DI PETRALIA SOTTANA



PROGETTO IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA
REALIZZARE NEL COMUNE DI PETRALIA SOTTANA (PA)
CONTRADA CHIBBO', E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE, DI
POTENZA PARI A **32.821,88 kW**, DENOMINATO **CHIBBO'**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione producibilità impianto



livello prog.	STMG	N° elaborato	DATA	SCALA
PD	202102497	RS06ADD36	26.06.2023	

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE

HF SOLAR 12 S.r.l.

ENTE

PROGETTAZIONE

HORIZONFIRM
Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

Arch. A. Calandrino Ing. D. Siracusa
Arch. M. Gullo Ing. A. Costantino
Arch. S. Martorana Ing. C. Chiaruzzi
Arch. F. G. Mazzola Ing. G. Schillaci
Arch. G. Vella Ing. G. Buffa
Dott. Agr. B. Miciluzzo Ing. M. C. Musca



Il Progettista

Il Progettista

**Progetto di un impianto agrivoltaico da 32.821,88 kWp
da realizzare nel territorio Comunale di
Petralia Sottana (PA) denominato
“CHIBBO”**

Relazione di producibilità dell'impianto fotovoltaico

Progetto definitivo

Sommario

- 1. Premessa 1
- 2. Descrizione generale dell'impianto 1
- 3. Dati di riferimento dell'impianto ed emissioni evitate 13

1. Premessa

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 Petralia Sottana (PA) in Località Chibbò, su lotti di terreno distinto al N.C.T. Foglio 115, p.lle 16, 53, 54, 69, 87, 88, 89, 90, 91, 146, 193, 194, 195 e delle annesse opere di connessione a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN.

Come riscontrabile dalle tavole di progetto allegate, a cui si rimanda per maggiori dettagli, l'impianto ha una potenza di picco, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici scelti in fase di progettazione definitiva, pari a **32.821,88 kWp**.

2. Descrizione generale dell'impianto

Il dimensionamento del generatore fotovoltaico è stato eseguito applicando il criterio della superficie disponibile, tenendo dei distanziamenti da mantenere tra i filari delle strutture per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione delle stazioni di conversione e trasformazione dell'energia elettrica. L'impianto avrà una potenza di picco, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici scelti in fase di progettazione definitiva, pari a **32.821,88 kWp**. Valore ottenuto in funzione del numero e della tipologia dei moduli fotovoltaici scelti. Verranno utilizzati 46.228 moduli fotovoltaici "*MYsolar Bifacciali da 710 Wp*" costituiti da 132 celle in silicio monocristallino.

Lato inverter si è scelto di utilizzare 120 inverter multistringa **SUNGROW** modello **SG250HX da 250 kVA**.

Sulla base della componentistica adottata, si è scelto di collegare a ciascun inverter tra le 12 e le 14 stringhe ciascuna da 28 moduli, rispettando il numero massimo di stringhe collegabili ad ogni MPPT come indicato nel datasheet sopra riportato, per un totale, come già accennato, di 46.228 moduli. Definito il layout di impianto, il numero di moduli della stringa e il numero di stringhe da collegare in parallelo, sono stati determinati coordinando 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.

Le considerazioni effettuate sono state inserite all'interno del software di simulazione "PVSystem", che ha permesso di redigere un rapporto esaustivo circa la massima produzione dell'impianto nelle condizioni di consumo continuo, tenendo in considerazione fenomeni quali l'ombreggiamento e le diverse perdite cui vanno incontro gli impianti fotovoltaici.

Di seguito si riporta il report di simulazione mediante PVSystem:



Version 7.3.4

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Chibbò

Variant: CHIBBO' SUB VERTICALI PORTRAIT 35° NO-SE

Sheds on a building

System power: 31.67 MWp

Recattivo - Italy

Autore
Horizonfirm Srl (Italy)

**PVsyst V7.3.4**

VC0, Simulation date:
26/06/23 11:13
with v7.3.4

Project: Chibbò

Variant: CHIBBO' SUB VERTICALI PORTRAIT 35° NO-SE

Horizonfirm Srl (Italy)

Project summary

Geographical Site	Situation	Project settings
Recattivo	Latitude 37.63 °N	Albedo 0.20
Italy	Longitude 13.98 °E	
	Altitude 690 m	
	Time zone UTC+1	
Meteo data		
Recattivo		
PVGIS api TMY		

System summary

Grid-Connected System	Sheds on a building	User's needs
PV Field Orientation	Near Shadings	Unlimited load (grid)
Fixed plane	According to strings	
Tilt/Azimuth 55 / 45 °	Electrical effect 100 %	
System information		
PV Array	Inverters	
Nb. of modules 46228 units	Nb. of units 120 units	
Pnom total 31.67 MWp	Pnom total 30.00 MWac	
	Pnom ratio 1.056	

Results summary

Produced Energy 51690048 kWh/year	Specific production 1632 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 91.62 %
-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Horizon definition	5
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	7
Loss diagram	8
Predef. graphs	9
Single-line diagram	10



PVsyst V7.3.4

VC0, Simulation date:
26/06/23 11:13
with v7.3.4

Project: Chibbò

Variant: CHIBBO' SUB VERTICALI PORTRAIT 35° NO-SE

Horizonfirm Srl (Italy)

General parameters

Grid-Connected System		Sheds on a building			
PV Field Orientation		Sheds configuration		Models used	
Orientation		Nb. of sheds	1651 units	Transposition	Perez
Fixed plane		Sizes		Diffuse	Imported
Tilt/Azimuth	55 / 45 °	Sheds spacing	7.00 m	Circumsolar	separate
		Collector width	2.38 m		
		Ground Cov. Ratio (GCR)	34.1 %		
		Shading limit angle			
		Limit profile angle	19.1 °		
Horizon		Near Shadings		User's needs	
Average Height	7.0 °	According to strings		Unlimited load (grid)	
		Electrical effect	100 %		
Bifacial system					
Model	2D Calculation				
	unlimited sheds				
Bifacial model geometry		Bifacial model definitions			
Sheds spacing	7.00 m	Ground albedo	0.30		
Sheds width	2.42 m	Bifaciality factor	80 %		
Limit profile angle	19.1 °	Rear shading factor	5.0 %		
GCR	34.6 %	Rear mismatch loss	10.0 %		
Height above ground	1.50 m	Shed transparent fraction	0.0 %		

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Trina Solar	Manufacturer	Sungrow
Model	TSM-685NEG21C.20	Model	SG250-HX
	(Custom parameters definition)		(Original PVsyst database)
Unit Nom. Power	685 Wp	Unit Nom. Power	250 kWac
Number of PV modules	46228 units	Number of inverters	120 units
Nominal (STC)	31.67 MWp	Total power	30000 kWac
Modules	1651 Strings x 28 In series	Operating voltage	500-1450 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.06
Pmpp	29.26 MWp	Power sharing within this inverter	
U mpp	1020 V		
I mpp	28690 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	31666 kWp	Total power	30000 kWac
Total	46228 modules	Number of inverters	120 units
Module area	143600 m²	Pnom ratio	1.06
Cell area	134551 m²		

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses	
Loss Fraction	3.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	0.58 mΩ
		Uc (const)	29.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s		
Serie Diode Loss		LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss	
Voltage drop	0.7 V	Loss Fraction	2.0 %	Loss Fraction	-0.8 %
Loss Fraction	0.1 % at STC				



PVsyst V7.3.4

VC0, Simulation date:
26/06/23 11:13
with v7.3.4

Project: Chibbò

Variant: CHIBBO' SUB VERTICALI PORTRAIT 35° NO-SE

Horizonfirm Srl (Italy)

Array losses

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	1.000	1.000	0.987	0.963	0.891	0.672	0.000

System losses

Auxiliaries loss

Proportionnal to Power 10.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to injection point

Inverter voltage 800 Vac tri
Loss Fraction 1.00 % at STC

Inverter: SG250-HX

Wire section (120 Inv.) Copper 120 x 3 x 70 mm²
Average wires length 91 m



PVsyst V7.3.4
 VCO, Simulation date:
 26/06/23 11:13
 with v7.3.4

Project: Chibbò

Variant: CHIBBO' SUB VERTICALI PORTRAIT 35° NO-SE

Horizonfirm Srl (Italy)

Horizon definition

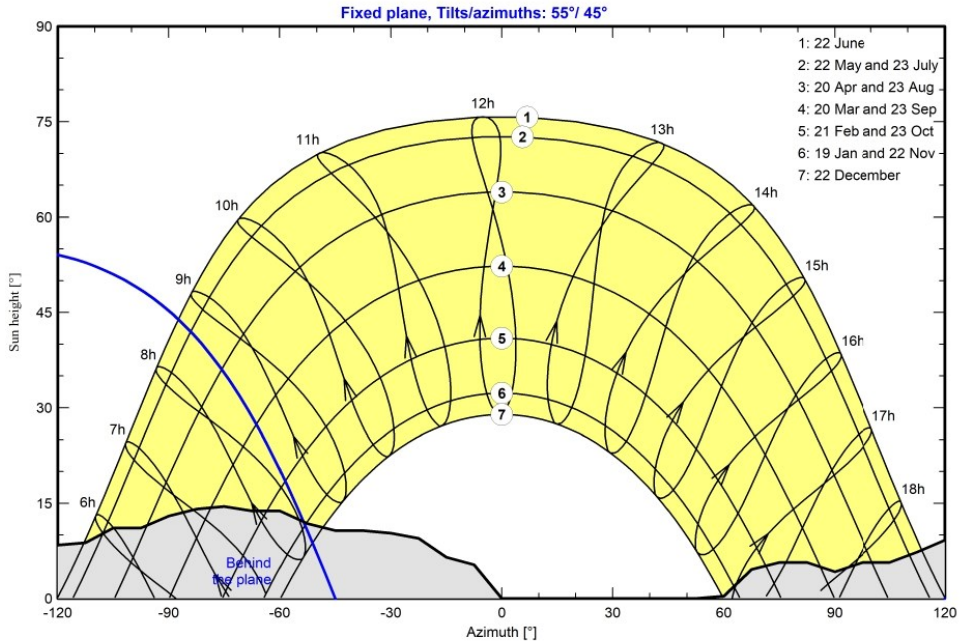
Horizon from PVGIS website API, Lat=37°48'33', Long=14°5'34', Alt=952m

Average Height	7.0 °	Albedo Factor	0.89
Diffuse Factor	0.96	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-173	-165	-158	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83	-75
Height [°]	3.4	4.6	5.3	6.9	9.9	8.8	7.3	8.4	8.8	11.1	11.1	13.0	14.1	14.5
Azimuth [°]	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	53	60	68	75
Height [°]	13.8	13.8	11.8	10.7	10.7	10.3	9.5	6.5	5.3	0.0	0.0	0.4	4.6	5.7
Azimuth [°]	83	90	98	105	113	120	128	135	143	150	158	165	173	180
Height [°]	5.7	4.2	5.7	5.7	7.3	9.2	9.5	10.7	10.7	8.4	6.9	5.7	5.7	3.4

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)



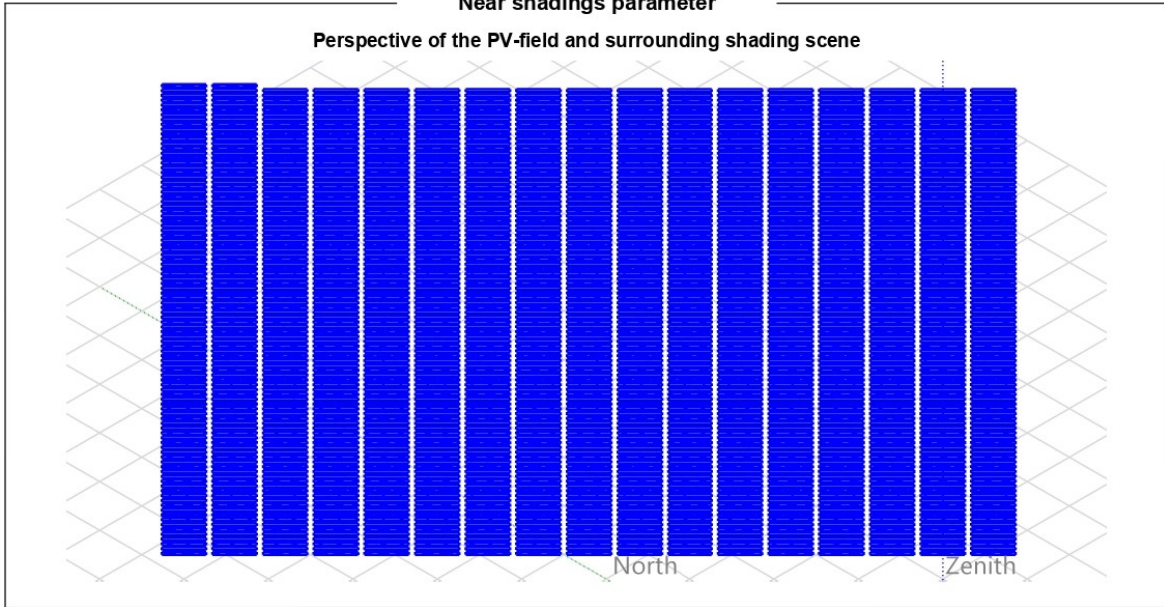


PVsyst V7.3.4
VC0, Simulation date:
26/06/23 11:13
with v7.3.4

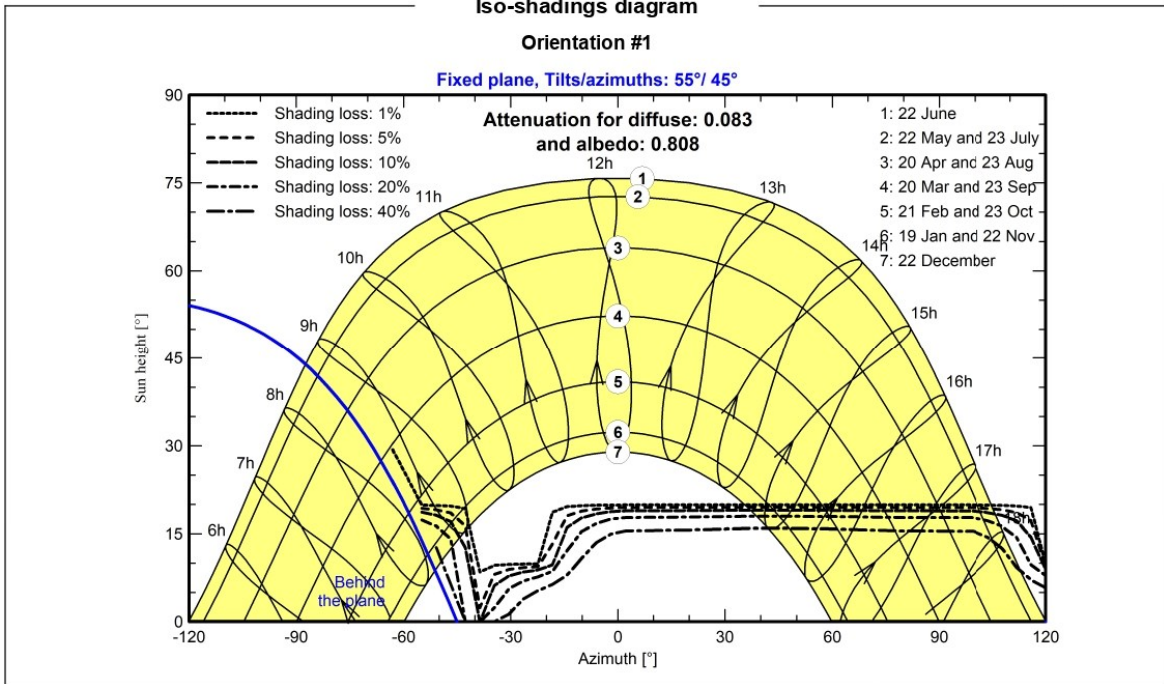
Project: Chibbò
Variant: CHIBBO' SUB VERTICALI PORTRAIT 35° NO-SE

Horizonfirm Srl (Italy)

Near shadings parameter



Iso-shadings diagram





Project: Chibbò

Variant: CHIBBO' SUB VERTICALI PORTRAIT 35° NO-SE

PVsyst V7.3.4

VCO, Simulation date:
26/06/23 11:13
with v7.3.4

Horizonfirm Srl (Italy)

Main results

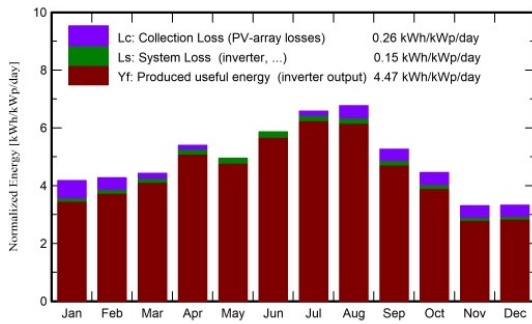
System Production

Produced Energy 51690048 kWh/year

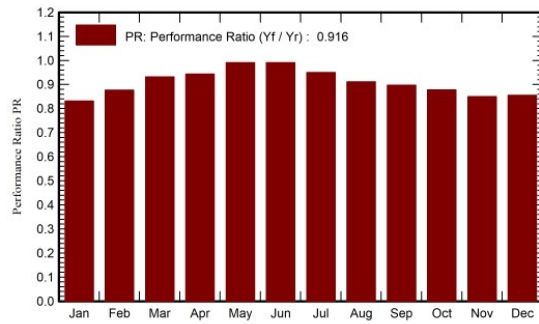
Specific production
Perf. Ratio PR

1632 kWh/kWp/year
91.62 %

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	83.0	31.16	7.16	129.3	113.7	3521132	3407798	0.832
February	95.1	37.75	7.07	119.8	106.7	3438997	3324699	0.876
March	130.6	59.55	8.93	137.3	124.8	4184925	4048099	0.931
April	176.2	67.36	13.07	162.0	148.4	5002756	4841558	0.944
May	186.4	73.94	15.98	149.5	137.4	4855188	4694588	0.991
June	224.9	71.19	21.24	172.0	159.2	5571431	5398182	0.991
July	251.2	60.62	25.97	204.0	190.1	6329134	6139657	0.950
August	230.4	56.31	25.36	209.7	193.9	6242194	6054185	0.912
September	153.7	54.84	20.81	157.9	145.1	4636690	4486886	0.897
October	116.3	51.36	16.63	138.0	124.4	3964023	3835019	0.878
November	73.1	35.36	13.37	99.1	86.6	2767220	2667473	0.850
December	69.0	32.90	8.17	103.1	90.6	2890904	2791905	0.855
Year	1789.9	632.34	15.36	1781.7	1620.7	53404595	51690048	0.916

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		



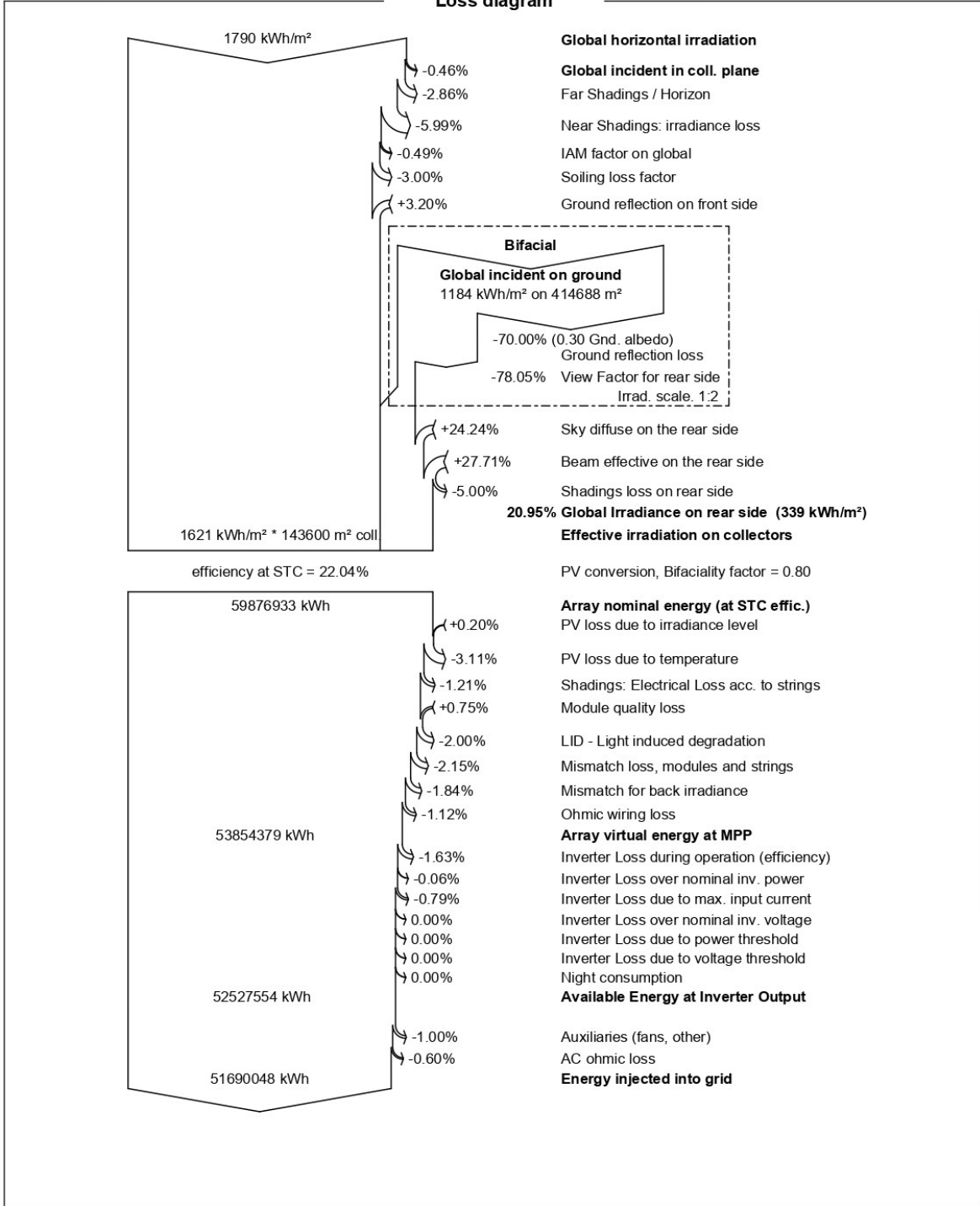
PVsyst V7.3.4
 VCO, Simulation date:
 26/06/23 11:13
 with v7.3.4

Project: Chibbò

Variant: CHIBBO' SUB VERTICALI PORTRAIT 35° NO-SE

Horizonfirm Srl (Italy)

Loss diagram



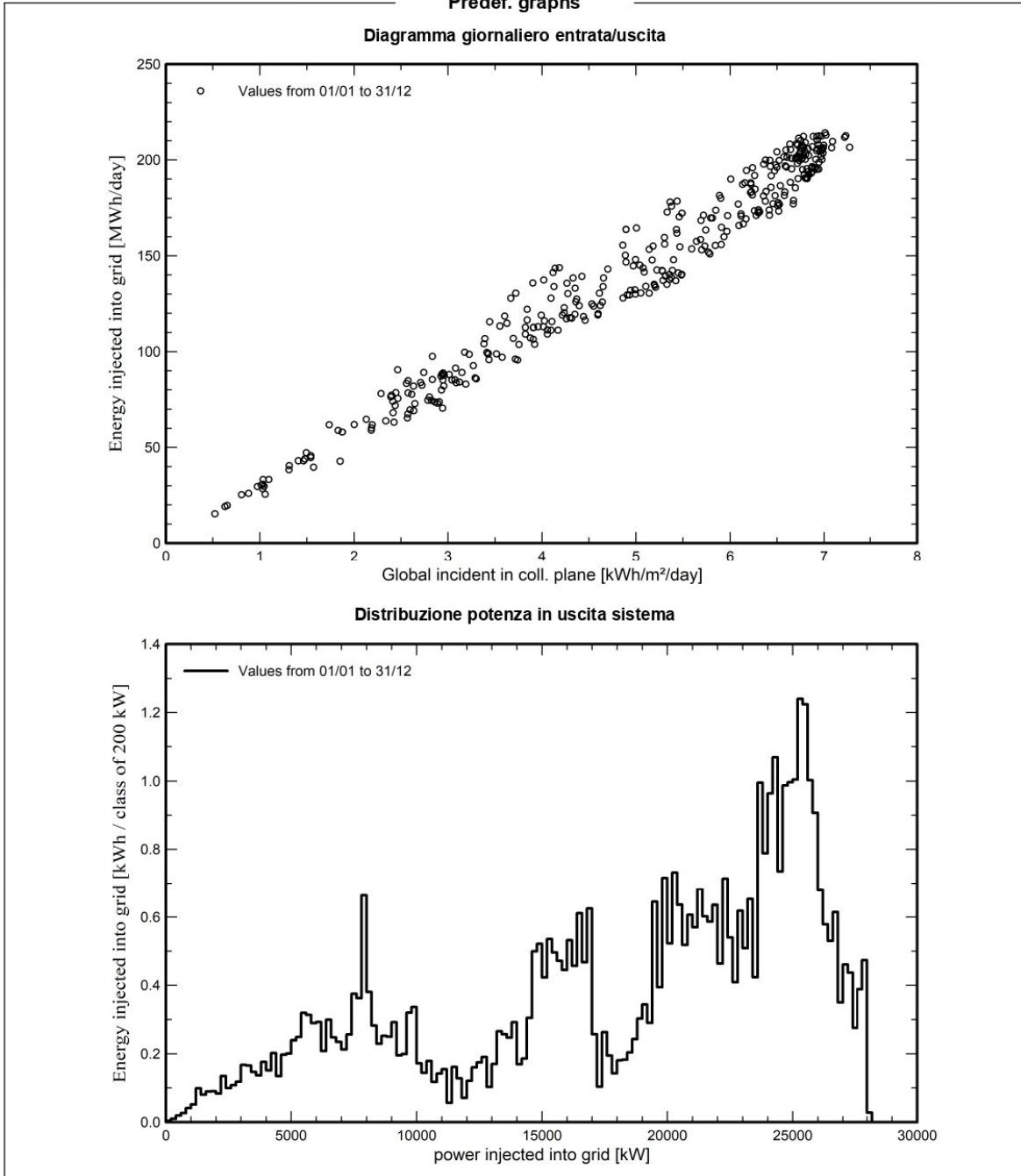


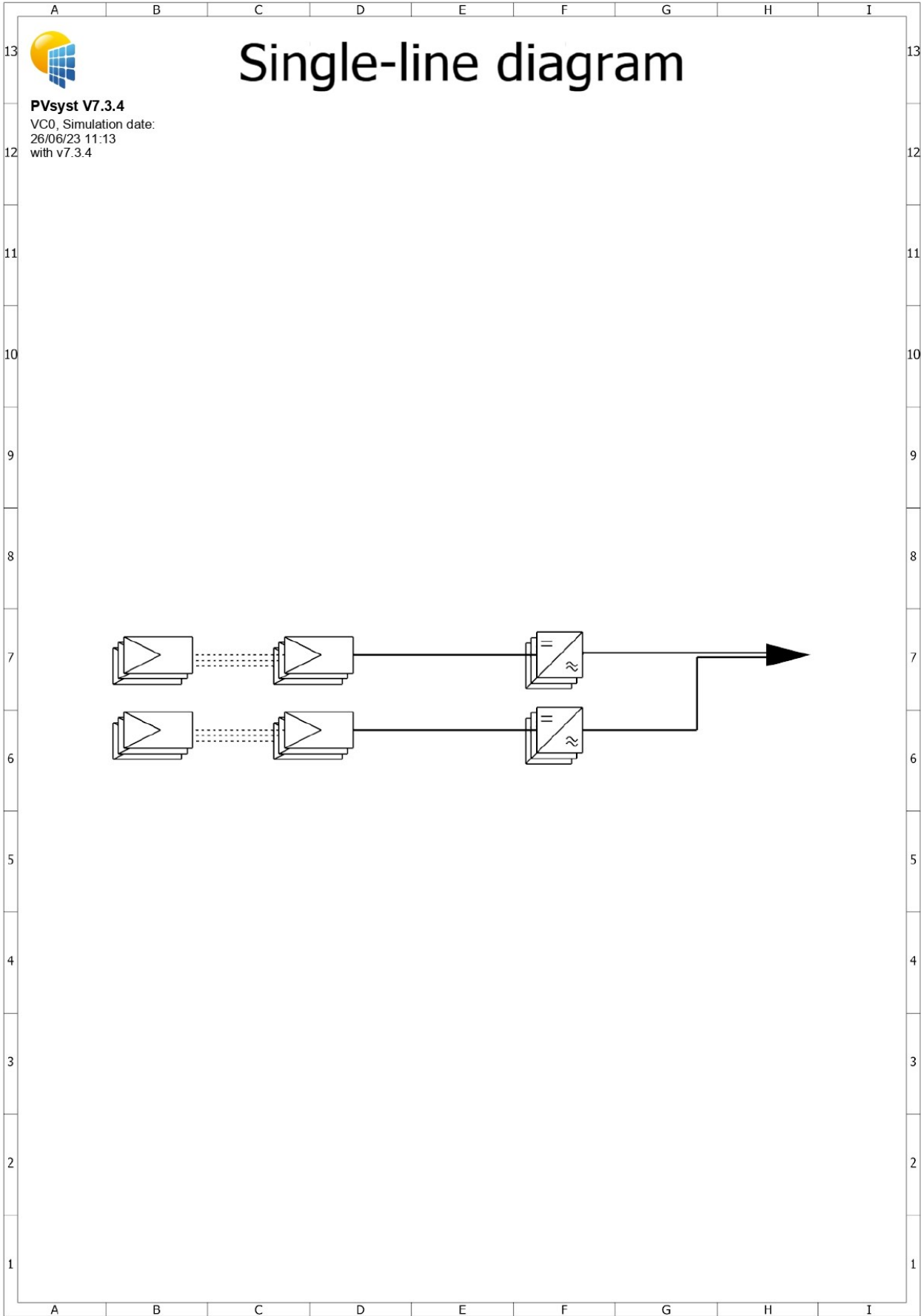
PVsyst V7.3.4
VC0, Simulation date:
26/06/23 11:13
with v7.3.4

Project: Chibbò
Variant: CHIBBO' SUB VERTICALI PORTRAIT 35° NO-SE

Horizonfirm Srl (Italy)

Predef. graphs





3. Dati di riferimento dell'impianto ed emissioni evitate

Nella presente relazione si stima la producibilità media annua dell'impianto calcolata in kWh/kWp. L'intero impianto fotovoltaico avrà una potenza complessiva nominale di 32.821,88 kWp.

Di seguito i risultati:

- La producibilità specifica risultante dalla simulazione dell'impianto in esame è pari a **1632 kWh/kWp annui**.
- Con una Producibilità annua stimata pari a circa: 51,690 [GWh] all'anno.

Dai dati ottenuti, è possibile, inoltre, stimare l'emissione evitata nel tempo di vita dell'impianto, moltiplicando le emissioni evitate annue per i 30 anni di vita stimata degli impianti:

- Con un risparmio stimato di 22.744 t. di CO₂
- Con un risparmio stimato di 9.667 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".