



REGIONE PUGLIA  
 PROVINCIA DI FOGGIA  
 COMUNI DI CASTELLUCCIO DEI SAURI,  
 BOVINO E DELICETO



PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA REALIZZARE NEL COMUNE DI BOVINO (FG) IN LOCALITA' "LAMIA" AL FOGLIO N.12 P.LLA 163, E NEL COMUNE DI CASTELLUCCIO DEI SAURI IN LOCALITA' "POSTA CONTESSA" AL FOGLIO N.14 P.LLE 10, 12, 13, 16, 21, 63, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 88, 89, 94 E 233, E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE NEI COMUNI DI BOVINO, CASTELLUCCIO DEI SAURI E DELICETO (FG), AVENTE UNA POTENZA PARI A **63.784,00 kWp**, DENOMINATO "**DELICETO HV**"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO



LIV. PROG.	RIF. COD. PRATICA TERNA	CODICE ISTANZA AU	TAVOLA	DATA	SCALA
PD	202001480	JUTWD01	B.5	06.06.2022	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE



HF SOLAR 8 S.r.l. - Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

ENTE

FIRMA RESPONSABILE

PROGETTAZIONE



Ing. D. Siracusa  
 Ing. A. Costantino  
 Ing. C. Chiaruzzi  
 Ing. G. Schillaci  
 Ing. G. Buffa  
 Ing. M. C. Musca

Arch. M. Gullo  
 Arch. S. Martorana  
 Arch. F. G. Mazzola  
 Arch. A. Calandrino  
 Arch. G. Vella  
 Dott. Agr. B. Miciluzzo

HORIZONFIRM S.r.l. - Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

PROFESSIONISTA INCARICATO

FIRMA DIGITALE PROGETTISTA



FIRMA OLOGRAFA E TIMBRO PROFESSIONISTA

**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte energetica  
rinnovabile attraverso tecnologia solare agrivoltaica  
denominato  
“DELICETO HV”**

**Relazione di producibilità dell’impianto fotovoltaico**

## Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico all'interno del territorio comunale di Bovino (FG) in Località Lamia al Foglio n°12 particella 163 e nel territorio comunale di Castelluccio dei Sauri (FG) in Località Posta Contessa al Foglio n°14 particelle 10, 12, 13, 16, 21, 63, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 88, 89, 94 e 233, e delle relative opere di connessione individuate nei comuni di Bovino, Castelluccio dei Sauri e Deliceto. L'impianto sarà collegato all'area individuata per la connessione alla RTN attraverso cavidotti interrati a 36 kV che interesseranno principalmente la viabilità pubblica eccetto un tratto individuato all'interno del Foglio 28 del comune di Deliceto che attraverserà terreni di privati

L'impianto agrivoltaico oggetto della presente relazione tecnica, ha una potenza di picco pari a 63.784,00 kWp, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli scelti, in fase di progettazione definitiva, per realizzare il generatore.

Il dimensionamento del generatore fotovoltaico è stato eseguito applicando il criterio della superficie disponibile, tenendo dei distanziamenti da mantenere tra i filari di tracker per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione delle stazioni di conversione e trasformazione dell'energia elettrica.

I moduli scelti sono in silicio monocristallino, hanno una potenza nominale di 670 Wp e sono costituiti da 132 celle fotovoltaiche, modello TrinaSolar Vertex Bifacciali [TSM-DEG21C.20] di tipo bifacciale.

Per massimizzare la producibilità energetica è previsto l'utilizzo di tracker monoassiali del tipo 2-V da 28 moduli con pitch pari a 8 m.

Complessivamente sono stati posizionati 95.200 moduli.

L'impianto sarà suddiviso in 24 sottocampi fotovoltaici, ogni sottocampo confluirà all'inverter definito nel suo sottocampo, gli inverter scelti saranno centralizzati dalla potenza di 2500 kVA ognuno.

Nel caso specifico gli inverter saranno 24 ed il modello è **Sunny Central 2500-EV** da 2500 kVA (per maggiori dettagli si rimanda allo schema elettrico unifilare).

Definito il layout di impianto il numero di moduli della stringa e il numero di stringhe da collegare in parallelo, sono stati determinati coordinando opportunamente le caratteristiche dei moduli fotovoltaici con quelle degli inverter scelti, rispettando le seguenti 4 condizioni:

1. la massima tensione del generatore fotovoltaico deve essere inferiore alla massima tensione di ingresso dell'inverter;
2. la massima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
3. la minima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere inferiore alla minima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
4. la massima corrente del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima corrente in ingresso all'inverter.

Ed è stata prodotto il report con il software PVSyst:

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

Progetto: Deliceto

Variante: 670Wp pitch 8 tracker

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 63.78 MWc

Castelluccio dei Sauri - Italy

**PVsyst V7.2.12**VC0, Simulato su  
08/03/22 12:18  
con v7.2.12**Progetto: Deliceto**

Variante: 670Wp pitch 8 tracker

Horizonfirm Srl (Italy)

**Sommario del progetto**

<b>Luogo geografico</b> Castelluccio dei Sauri Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 41.29 °N Longitudine 15.45 °E Altitudine 213 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> Castelluccio dei Sauri PVGIS api TMY		

**Sommario del sistema**

<b>Sistema connesso in rete</b> <b>Orientamento campo FV</b> Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Asse dell'azimut 0 °	<b>Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)</b> <b>Ombre vicine</b> Secondo le stringhe Effetto elettrico 100 %	<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b> Numero di moduli 95200 unità Pnom totale 63.78 MWc	<b>Inverter</b> Numero di unità 24 unità Pnom totale 60.00 MWac Rapporto Pnom 1.063	

**Sommario dei risultati**

Energia prodotta 110 GWh/anno	Prod. Specif. 1732 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 89.57 %
-------------------------------	---------------------------------	------------------------------

**Indice dei contenuti**

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	5
Risultati principali	6
Diagramma perdite	7
Grafici speciali	8

**PVsyst V7.2.12**

VC0, Simulato su  
08/03/22 12:18  
con v7.2.12

**Progetto: Deliceto**

Variante: 670Wp pitch 8 tracker

Horizonfirm Srl (Italy)

**Parametri principali**

Sistema connesso in rete		Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)			
<b>Orientamento campo FV</b>		<b>Strategia Backtracking</b>		<b>Modelli utilizzati</b>	
<b>Orientamento</b>		<b>Dimensioni</b>		Trasposizione Perez	
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S		N. di eliostati 3400 unità		Diffuso Importato	
Asse dell'azimut 0 °		Distanza eliostati 8.00 m		Circumsolare separare	
		Larghezza collettori 4.79 m			
		Fattore occupazione (GCR) 59.8 %			
		Phi min / max -/+ 55.0 °			
		<b>Angolo limite indetreggiamento</b>			
		Limiti phi +/- 53.1 °			
<b>Orizzonte</b>		<b>Ombre vicine</b>		<b>Bisogni dell'utente</b>	
Orizzonte libero		Secondo le stringhe		Carico illimitato (rete)	
		Effetto elettrico 100 %			
<b>Sistema a moduli bifacciali</b>					
Modello		Calcolo 2D			
		eliostati illimitati			
<b>Geometria del modello bifacciale</b>		<b>Definizioni per il modello bifacciale</b>			
Distanza eliostati 8.00 m		Albedo dal suolo 0.30			
ampiezza eliostati 4.79 m		Fattore di Bifaccialità 70 %			
GCR 59.8 %		Ombreg. posteriore 5.0 %			
Altezza dell'asse dal suolo 2.10 m		Perd. Mismatch post. 10.0 %			
		Frazione trasparente della tettoia 0.0 %			

**Caratteristiche campo FV**

Modulo FV		Inverter	
Costruttore	Trina Solar	Costruttore	SMA
Modello	TSM-670DEG21C.20	Modello	Sunny Central 2500-EV
(PVsyst database originale)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	670 Wp	Potenza nom. unit.	2500 kWac
Numero di moduli FV	95200 unità	Numero di inverter	24 unità
Nominale (STC)	63.78 MWc	Potenza totale	60000 kWac
Moduli	3400 Stringhe x 28 In serie	Voltaggio di funzionamento	850-1425 V
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Rapporto Pnom (DC:AC)	1.06
Pmpp	58.53 MWc		
U mpp	971 V	<b>Potenza totale inverter</b>	
I mpp	60275 A	Potenza totale	60000 kWac
<b>Potenza PV totale</b>		Numero di inverter	24 unità
Nominale (STC)	63784 kWp	Rapporto Pnom	1.06
Totale	95200 moduli		
Superficie modulo	295725 m²		
Superficie cella	277089 m²		

**PVsyst V7.2.12**VC0, Simulato su  
08/03/22 12:18  
con v7.2.12**Progetto: Deliceto**

Variante: 670Wp pitch 8 tracker

Horizonfirm Srl (Italy)

**Perdite campo****Fatt. di perdita termica**Temperatura modulo secondo irraggiamento  
Uc (cost) 20.0 W/m<sup>2</sup>K  
Uv (vento) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s**Perdite DC nel cablaggio**Res. globale campo 0.26 mΩ  
Fraz. perdite 1.5 % a STC**Perdita di qualità moduli**

Fraz. perdite -0.8 %

**Perdite per mismatch del modulo**

Fraz. perdite 2.0 % a MPP

**Perdita disadattamento Stringhe**

Fraz. perdite 0.1 %

**Fattore di perdita IAM**

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

0°	40°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.998	0.992	0.983	0.961	0.933	0.853	0.000

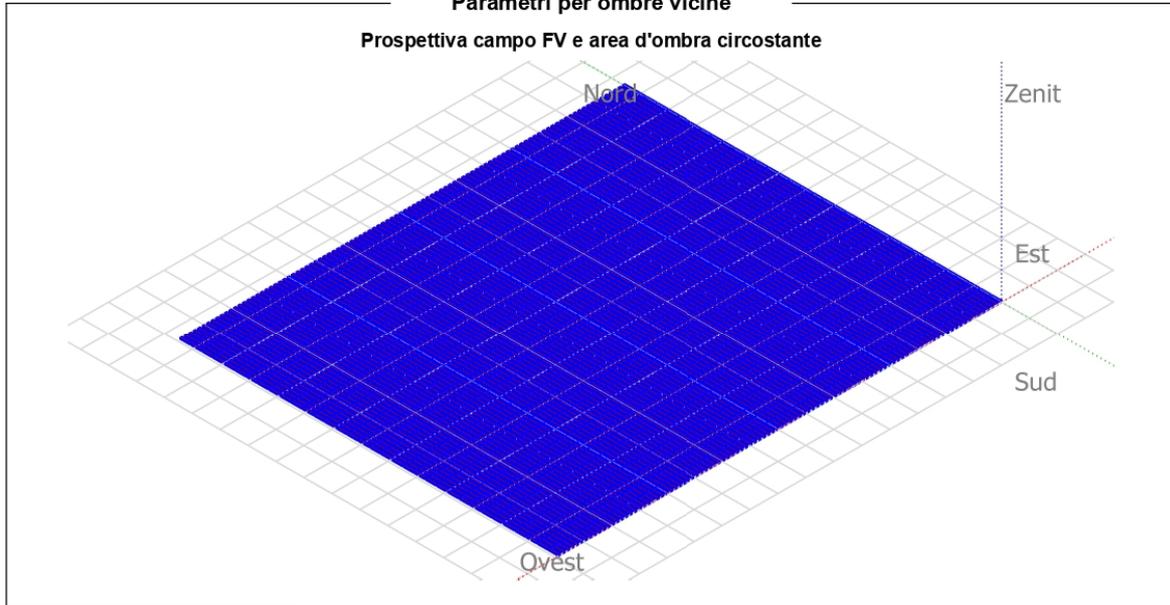


**PVsyst V7.2.12**  
VC0, Simulato su  
08/03/22 12:18  
con v7.2.12

**Progetto: Deliceto**  
Variante: 670Wp pitch 8 tracker

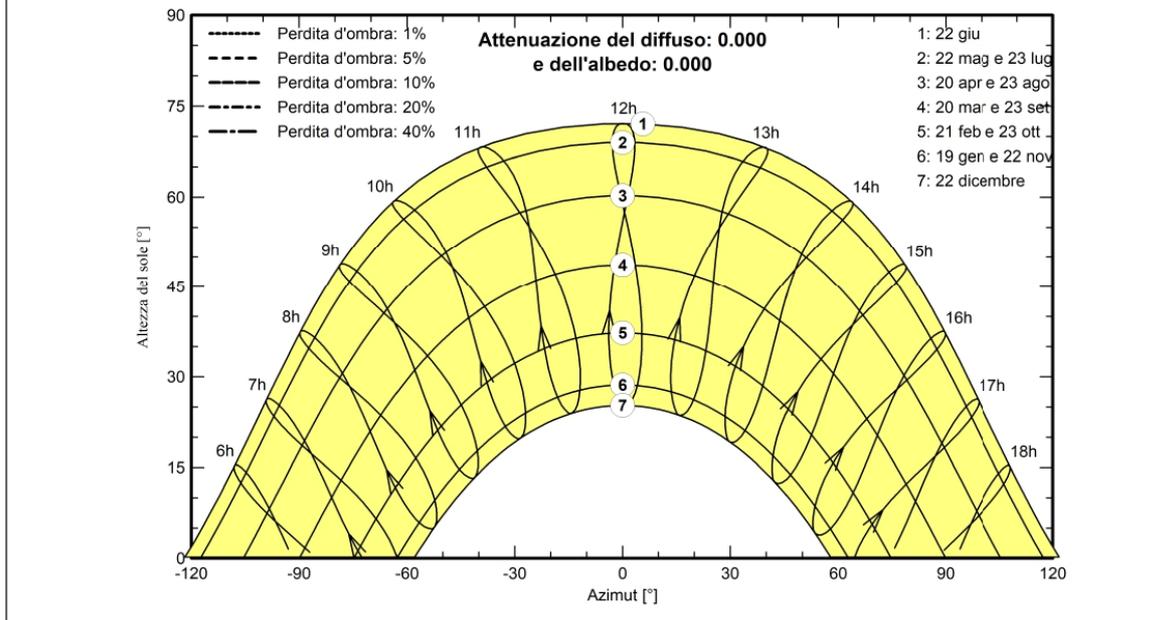
Horizonfirm Srl (Italy)

### Parametri per ombre vicine



### Diagramma iso-ombre

#### Orientamento #1





**PVsyst V7.2.12**  
 VCO, Simulato su  
 08/03/22 12:18  
 con v7.2.12

**Progetto: Deliceto**  
 Variante: 670Wp pitch 8 tracker

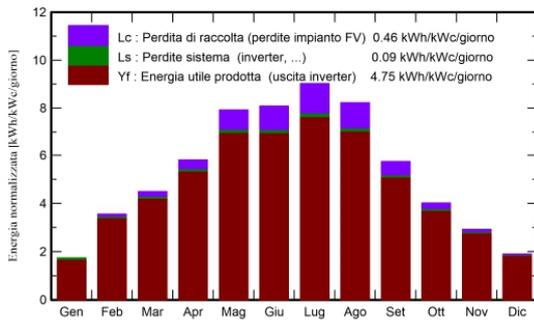
Horizonfirm Srl (Italy)

**Risultati principali**

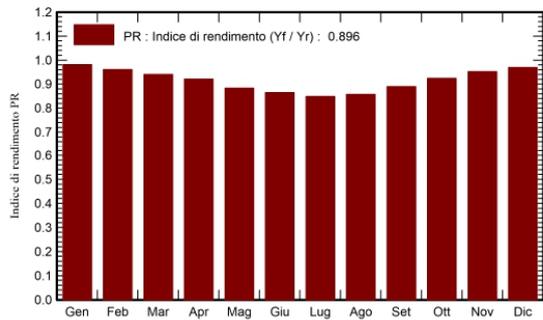
**Produzione sistema**

Energia prodotta 110 GWh/anno Prod. Specif. 1732 kWh/kWc/anno  
 Indice di rendimento PR 89.57 %

**Produzione normalizzata (per kWp installato)**



**Indice di rendimento PR**



**Bilanci e risultati principali**

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	GWh	GWh	ratio
<b>Gennaio</b>	45.5	28.29	7.78	53.6	52.1	3.43	3.35	0.981
<b>Febbraio</b>	81.2	34.65	7.00	99.6	97.6	6.22	6.10	0.960
<b>Marzo</b>	113.6	49.75	9.37	139.3	136.6	8.52	8.35	0.940
<b>Aprile</b>	145.6	68.60	13.76	174.4	171.0	10.44	10.24	0.921
<b>Maggio</b>	199.7	75.30	18.71	245.7	241.3	14.11	13.84	0.883
<b>Giugno</b>	200.6	77.82	23.88	242.6	238.3	13.63	13.38	0.865
<b>Luglio</b>	225.7	61.89	26.70	279.9	275.6	15.44	15.15	0.849
<b>Agosto</b>	205.4	63.10	25.87	255.1	251.0	14.20	13.95	0.857
<b>Settembre</b>	139.6	56.04	21.80	172.2	168.9	9.95	9.77	0.889
<b>Ottobre</b>	100.5	41.32	15.25	124.8	122.3	7.50	7.36	0.924
<b>Novembre</b>	70.4	28.91	12.21	87.8	85.7	5.44	5.33	0.952
<b>Dicembre</b>	48.1	22.64	8.19	59.0	57.4	3.72	3.65	0.969
<b>Anno</b>	1575.9	608.29	15.93	1933.9	1897.8	112.59	110.48	0.896

**Legenda**

GlobHor	Irraggiamento orizzontale globale	EArray	Energia effettiva in uscita campo
DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	E_Grid	Energia immessa in rete
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Indice di rendimento
GlobInc	Globale incidente piano coll.		
GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre		

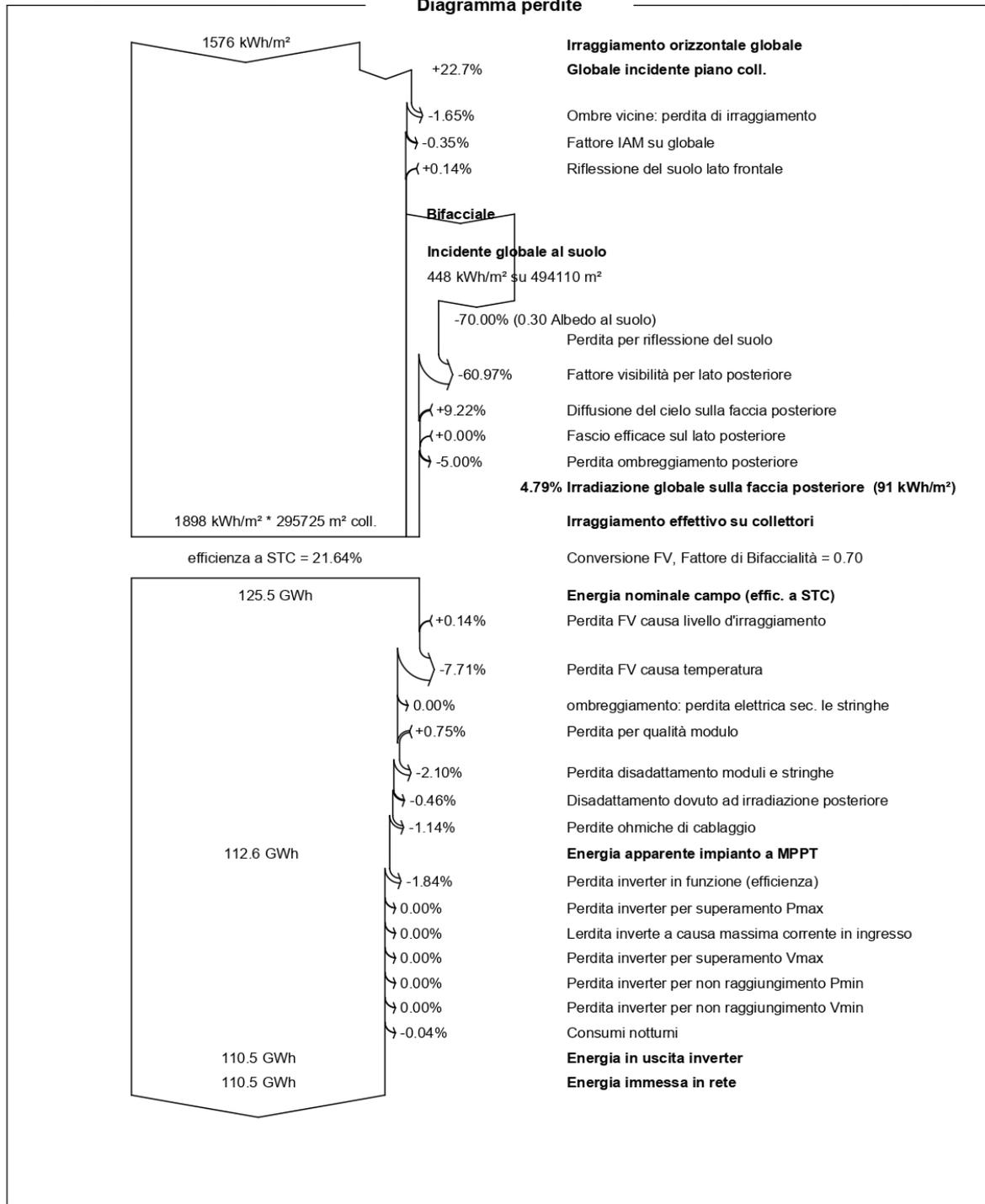


PVsyst V7.2.12  
VC0, Simulato su  
08/03/22 12:18  
con v7.2.12

Progetto: Deliceto  
Variante: 670Wp pitch 8 tracker

Horizonfirm Srl (Italy)

Diagramma perdite





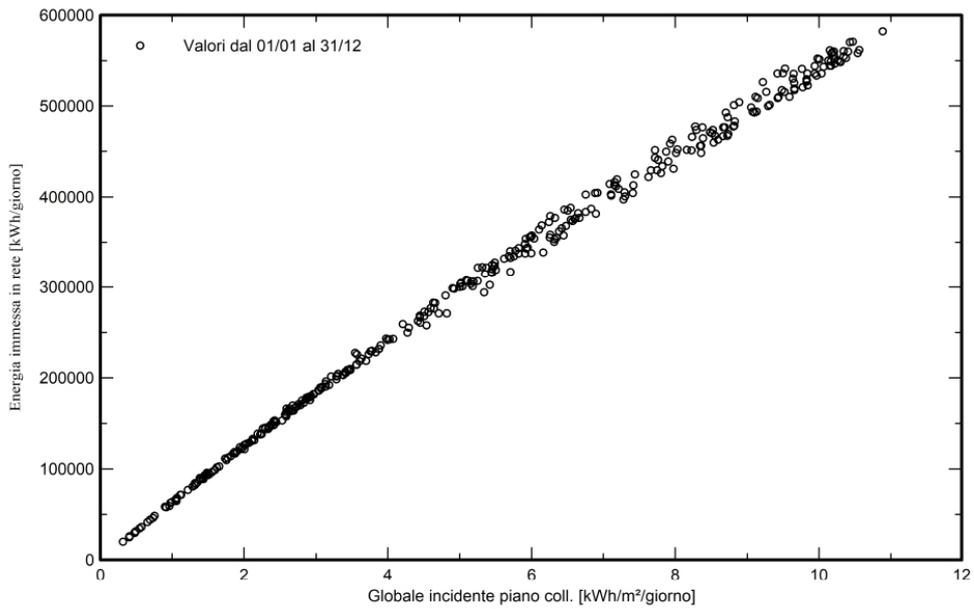
**PVsyst V7.2.12**  
VC0, Simulato su  
08/03/22 12:18  
con v7.2.12

**Progetto: Deliceto**  
Variante: 670Wp pitch 8 tracker

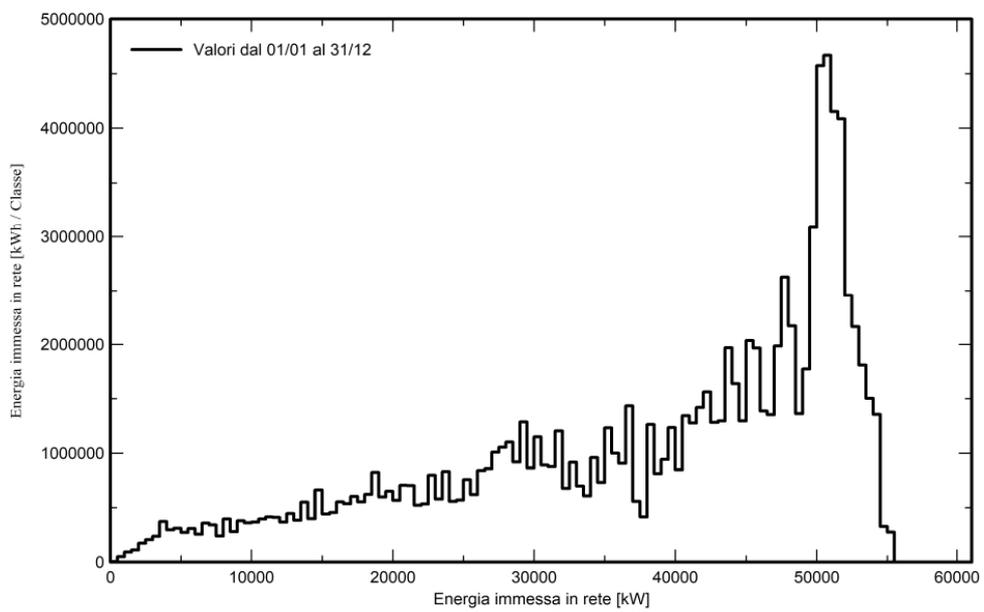
Horizonfirm Srl (Italy)

**Grafici speciali**

**Diagramma giornaliero entrata/uscita**



**Distribuzione potenza in uscita sistema**



## Dati di riferimento dell'impianto

Nella presente relazione si stima la producibilità media annua dell'impianto in progetto calcolata in kWh/kWp.

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza nominale pari a 63.784,00 kWp, secondo il layout per cui si rimanda nel dettaglio alla relazione tecnica ed alle tavole di "Layout d'impianto".

Per il calcolo della producibilità media annua ci si è avvalsi del software PVSyst, mediante il quale è stato possibile effettuare una simulazione nella quale la stima della producibilità è relativa all'intero impianto in progetto ed avente le stesse caratteristiche funzionali di quello in progetto.

Il software in questione possiede un database interno, mediante il quale è possibile calcolare la producibilità dell'intero impianto in funzione dei moduli scelti, degli inverter e della loro disposizione. Lo stesso software si avvale della possibilità di consultare i dati Meteo per una simulazione dei dati di irraggiamento (database PVGIS api TMY).

Dunque disposti spazialmente di moduli, costituendo un layout verosimile, ed i vari sistemi con cui operano i sistemi tracker, si è giunti ai seguenti risultati per l'intera potenza installata nell'impianto pari a 63.784,00 kWp:

- La producibilità specifica risultante dalla simulazione dell'impianto in esame è pari a 1732 kWh/kWp annui.

Con una Producibilità annua stimata pari a circa: 110 [GWh] all'anno.

Di seguito si allega il report della simulazione dell'impianto su PVSyst.

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

- per un risparmio stimato di 48400 t. di CO2 e 20570 TEP non bruciate

dove le tonnellate equivalenti di petrolio e la quantità di CO2 sono state calcolate applicando i fattori di conversione TEP/kWh e kgCO2/kWh definiti dalla **Delibera EEN 3/08** "Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica" pubblicata sul sito [www.autorita.energia.it](http://www.autorita.energia.it) in data 01 aprile 2008, GU n. 100 DEL 29.4.08 -SO n.107.