

Impianto agrivoltaico		oggetto
Progettazione impianto agrivoltaico BOARA presso il comune di Ferrara (FE)		
Analisi risorsa solare e producibilità		riferimento
CS22050		commessa
PER11_Analisi risorsa solare e producibilità		elaborato
		Firma cliente
 <b>Taddeo srl</b>		committente
Via Vittorio n° 20 48018 – Faenza (RA)		
 Sede Legale e Operativa: Piazza della Vittoria 8 - Brescia P.Iva e C.F.: 02754830301 T. (+39) 030.2381551 @ info@stream21.it www.stream21.it		attività di coordinamento di ingegneria
 Equitable Energy Advisory		attività di progettazione
Paola ing. Filippini		timbro firma progettista 
Novembre 2023		data

rev	descrizione	data	redazione	verifica	approvazione
00	prima emissione	Nov-2023	RB	PF	CV

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

Impianto agrivoltaico BOARA presso il comune di Ferrara (FE)

Variante: Agrivoltaico

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 67.98 MWc

Pontegradella - Italia

**Author**

Equanima21 S.r.l. (Italy)



# Progetto: Fotovoltaico Boara

Variante: Agrivoltaico

Equanima21 S.r.l. (Italy)

## PVsyst V7.2.21

VCO, Simulato su  
22/09/23 12:45  
con v7.2.21

### Sommario del progetto

<b>Luogo geografico</b> <b>Pontegradella</b> Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 44.85 °N Longitudine 11.67 °E Altitudine 9 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> Boara PVGIS api TMY		

### Sommario del sistema

<b>Sistema connesso in rete</b> <b>Orientamento campo FV</b> <b>Orientamento</b> Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Asse dell'azimut 0 °	<b>Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)</b> <b>Algoritmo dell'inseguimento</b> Calcolo astronomico Backtracking attivato	<b>Ombre vicine</b> Secondo le stringhe Effetto elettrico 100 %
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b> Numero di moduli 97110 unità Pnom totale 67.98 MWc	<b>Inverter</b> Numero di unità 424 unità Pnom totale 74.20 MWac Rapporto Pnom 0.916	
<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)		

### Sommario dei risultati

Energia prodotta 103.7 GWh/anno	Prod. Specif. 1526 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 84.03 %
---------------------------------	---------------------------------	------------------------------

### 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



# Progetto: Fotovoltaico Boara

Variante: Agrivoltaico

## PVsyst V7.2.21

VC0, Simulato su  
22/09/23 12:45  
con v7.2.21

Equanima21 S.r.l. (Italy)

### Parametri principali

#### Sistema connesso in rete

#### Orientamento campo FV

##### Orientamento

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S  
Asse dell'azimut 0 °

#### Modelli utilizzati

Trasposizione Perez  
Diffuso Importato  
Circumsolare separare

#### Orizzonte

Orizzonte libero

#### Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

#### Algoritmo dell'inseguimento

Calcolo astronomico  
Backtracking attivato

#### Ombre vicine

Secondo le stringhe  
Effetto elettrico 100 %

#### Campo con backtracking

N. di eliostati 4007 unità  
Campo (array) identico

#### Dimensioni

Distanza eliostati 6.00 m  
Larghezza collettori 2.38 m  
Fattore occupazione (GCR) 39.7 %  
Phi min / max +/- 55.0 °

#### Strategia Backtracking

Limiti phi +/- 66.4 °  
Distanza tavole backtracking 5.69 m  
Larghezza backtracking 2.38 m

#### Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

### Caratteristiche campo FV

#### Modulo FV

Costruttore Jollywood  
Modello Jollywood JW-HD132N 700W  
(definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 700 Wp  
Numero di moduli FV 97110 unità  
Nominale (STC) 67.98 MWc  
Moduli 3735 Stringhe x 26 In serie  
**In cond. di funz. (50°C)**  
Pmpp 62.60 MWc  
U mpp 951 V  
I mpp 65841 A

#### Potenza PV totale

Nominale (STC) 67977 kWp  
Totale 97110 moduli  
Superficie modulo 301658 m<sup>2</sup>  
Superficie cella 282648 m<sup>2</sup>

#### Inverter

Costruttore Huawei Technologies  
Modello SUN2000-185KTL-H1  
(PVsyst database originale)

Potenza nom. unit. 175 kWac  
Numero di inverter 424 unità  
Potenza totale 74200 kWac  
Voltaggio di funzionamento 550-1500 V  
Potenza max. (=>30°C) 185 kWac  
Rapporto Pnom (DC:AC) 0.92

#### Potenza totale inverter

Potenza totale 74200 kWac  
Numero di inverter 424 unità  
Rapporto Pnom 0.92

### Perdite campo

#### Perdite per sporco campo

Fraz. perdite 2.0 %

#### Perdita di qualità moduli

Fraz. perdite -0.2 %

#### 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 per mismatch del modulo

Fraz. perdite 2.0 % a MPP

#### Perdite DC nel cablaggio

Res. globale campo 0.24 mΩ  
Fraz. perdite 1.5 % a STC

#### Perdita disadattamento Stringhe

Fraz. perdite 0.1 %



**PVsyst V7.2.21**  
VC0, Simulato su  
22/09/23 12:45  
con v7.2.21

## Progetto: Fotovoltaico Boara

Variante: Agrivoltaico

**Equanima21 S.r.l. (Italy)**

### Perdite campo

#### Fattore di perdita IAM

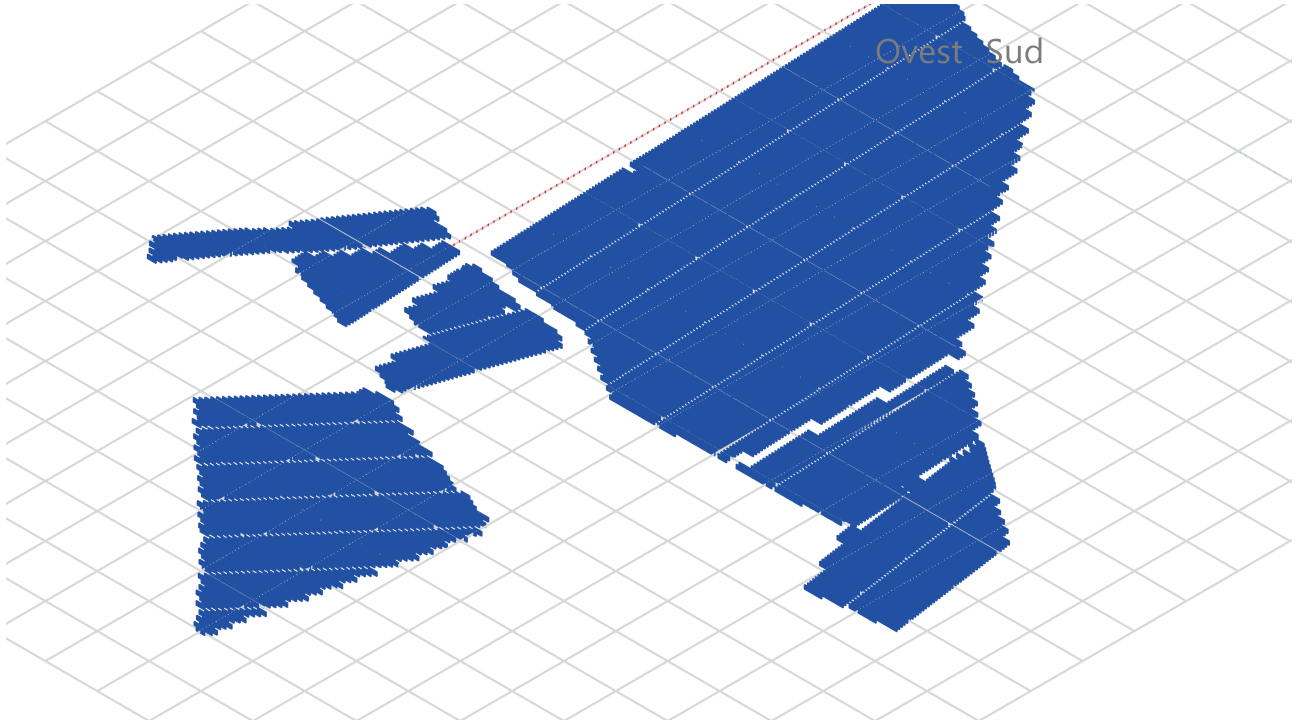
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Vetro Fresnel levigato,  $n = 1.526$

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



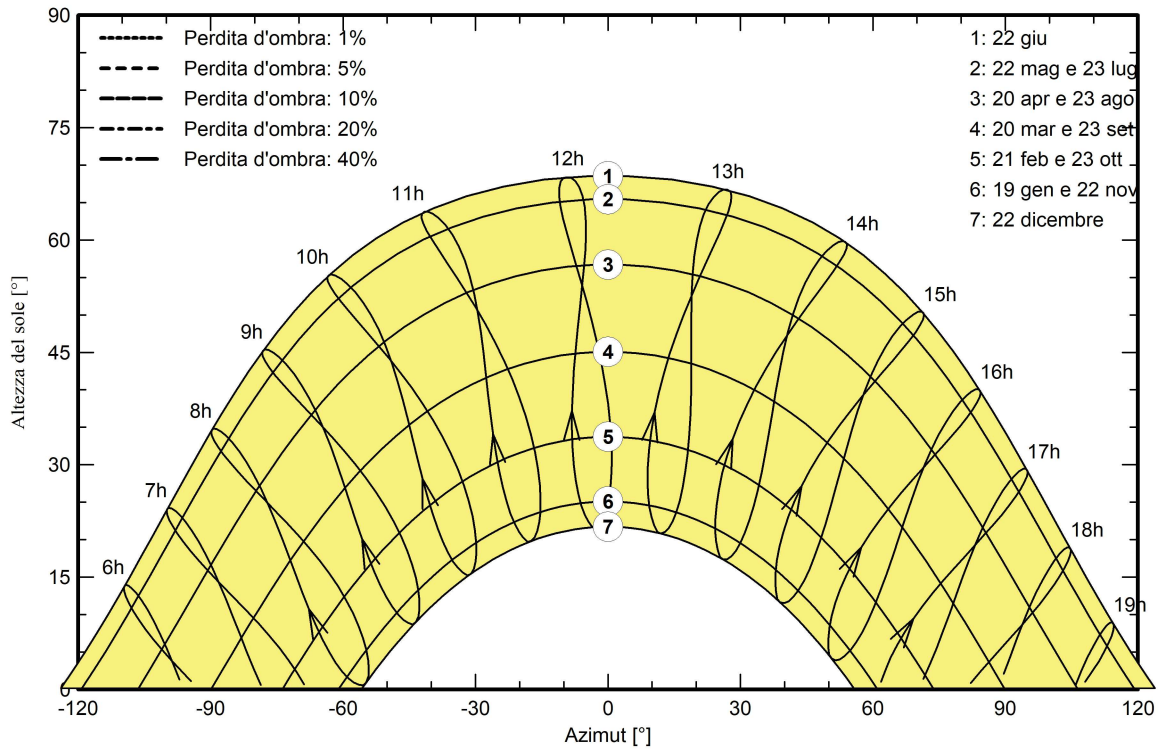
**Parametri per ombre vicine**

**Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante**



**Diagramma iso-ombre**

**Orientamento #1**





# Progetto: Fotovoltaico Boara

Variante: Agrivoltaico

Equanima21 S.r.l. (Italy)

PVsyst V7.2.21

VC0, Simulato su  
22/09/23 12:45  
con v7.2.21

## Risultati principali

### Produzione sistema

Energia prodotta 103.7 GWh/anno

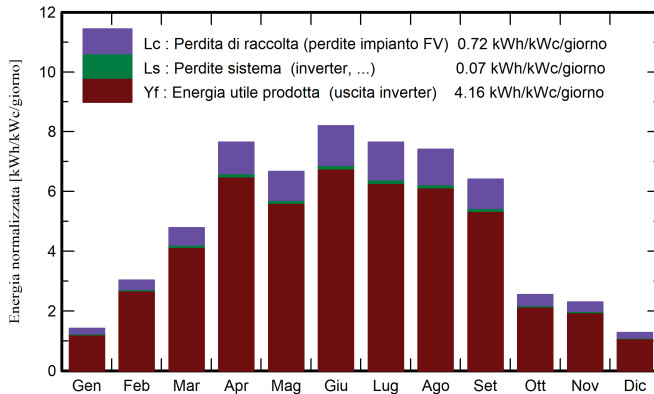
Prod. Specif.

1526 kWh/kWc/anno

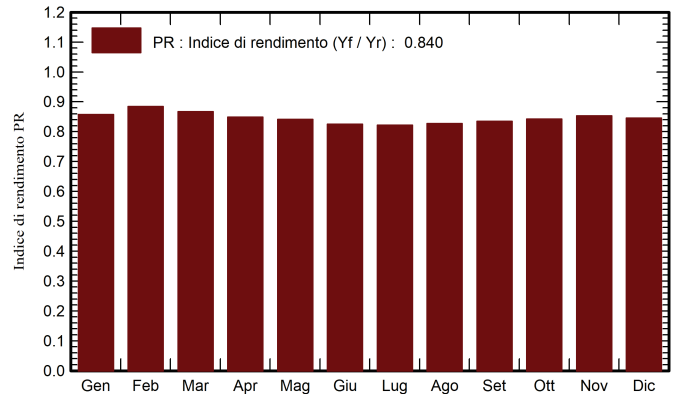
Indice di rendimento PR

84.03 %

### 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
Gennaio	36.3	23.74	1.73	43.9	39.2	2.61	2.61	0.857
Febbraio	63.9	27.15	3.63	85.0	78.7	5.20	5.16	0.884
Marzo	114.3	47.88	10.25	148.2	139.2	8.88	8.78	0.867
Aprile	174.0	63.74	15.03	229.5	217.7	13.47	13.29	0.849
Maggio	169.0	73.01	16.48	206.8	196.0	12.04	11.88	0.842
Giugno	195.4	78.55	22.38	245.9	233.7	14.05	13.85	0.825
Luglio	187.9	75.57	23.24	236.9	225.1	13.48	13.29	0.822
Agosto	177.2	69.98	23.18	229.7	218.1	13.15	12.97	0.828
Settembre	143.8	50.78	22.47	192.3	182.0	11.10	10.95	0.834
Ottobre	63.3	37.46	16.57	79.0	72.9	4.62	4.59	0.843
Novembre	51.8	24.17	10.32	68.8	62.7	4.07	4.05	0.854
Dicembre	31.5	18.58	4.49	39.5	35.1	2.32	2.33	0.846
Anno	1408.5	590.61	14.20	1805.4	1700.4	104.98	103.75	0.840

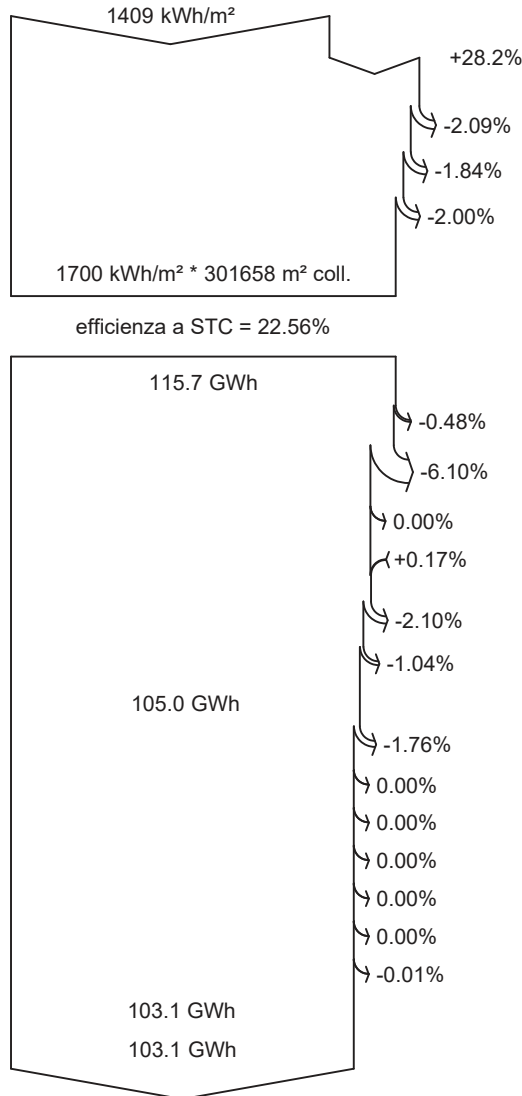
### Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale  
 DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.  
 T\_Amb Temperatura ambiente  
 GlobInc Globale incidente piano coll.  
 GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo  
 E\_Grid Energia immessa in rete  
 PR Indice di rendimento



**Diagramma perdite**



**Irraggiamento orizzontale globale**

**Globale incidente piano coll.**

Ombre vicine: perdita di irraggiamento

Fattore IAM su globale

Perdite per sporco campo

**Irraggiamento effettivo su collettori**

Conversione FV

**Energia nominale campo (effic. a STC)**

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

ombreggiamento: perdita elettrica sec. le stringhe

Perdita per qualità modulo

Perdita disadattamento moduli e stringhe

Perdite ohmiche di cablaggio

**Energia apparente impianto a MPPT**

Perdita inverter in funzione (efficienza)

Perdita inverter per superamento Pmax

Perdita inverte a causa massima corrente in ingresso

Perdita inverter per superamento Vmax

Perdita inverter per non raggiungimento Pmin

Perdita inverter per non raggiungimento Vmin

Consumi notturni

**Energia in uscita inverter**

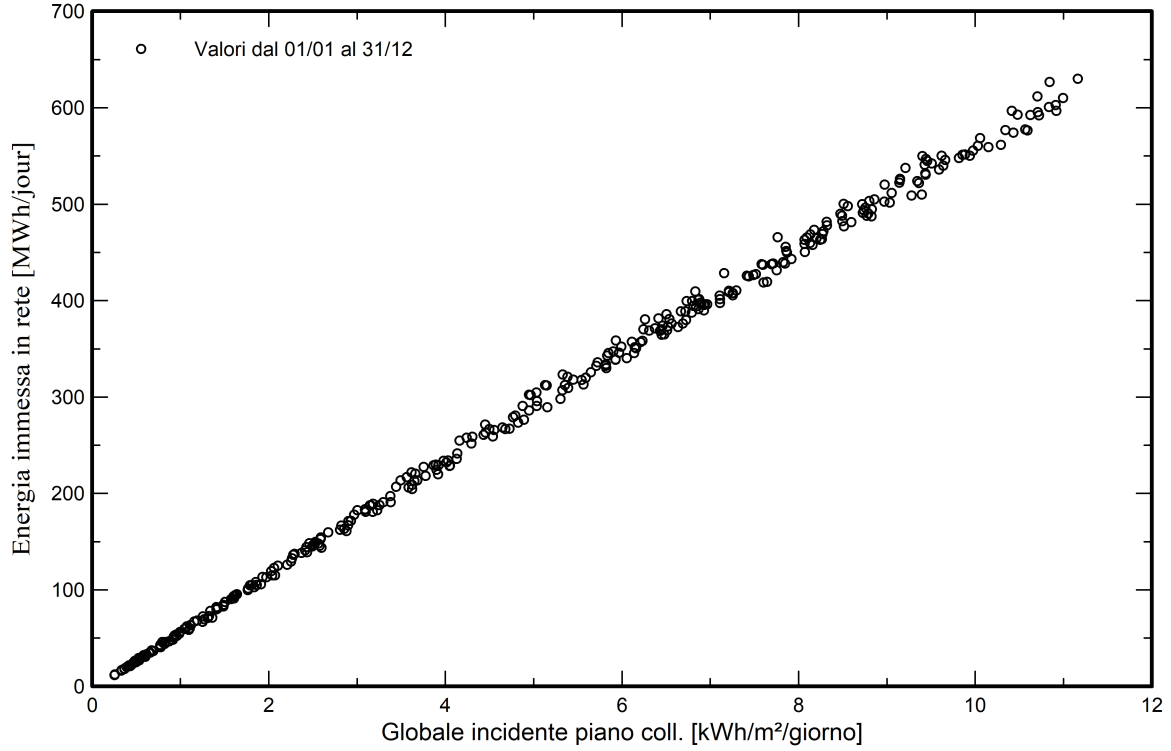
**Energia immessa in rete**





Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

