



MAGGIO 2022

## DEVELOPMENT 3 S.r.l.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO  
COLLEGATO ALLA RTN  
POTENZA NOMINALE 40,3 MW

COMUNE DI MANFREDONIA (FG) E FOGGIA (FG)

Manfredonia

## PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Calcolo Producibilità

### Progettista

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726

### Codice elaborato

2748\_4894\_MA\_PD\_R18\_Rev0\_Calcolo Producibilità



**Memorandum delle revisioni**

| <b>Cod. Documento</b>                          | <b>Data</b> | <b>Tipo revisione</b> | <b>Redatto</b> | <b>Verificato</b> | <b>Approvato</b> |
|------------------------------------------------|-------------|-----------------------|----------------|-------------------|------------------|
| 2748_4894_MA_PD_R18_Rev0_Calcolo Producibilità | 05/2022     | Prima emissione       | CP             | CP                | L. Conti         |

**Gruppo di lavoro**

| <b>Nome e cognome</b>             | <b>Ruolo nel gruppo di lavoro</b>               | <b>N° ordine</b>                  |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Laura Maria Conti                 | Direzione Tecnica                               | Ordine Ing. Pavia 1726            |
| Corrado Pluchino                  | Project Manager                                 | Ord. Ing. Milano A27174           |
| Riccardo Festante                 | Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni | Tecnico acustico/ambientale n. 71 |
| Daniele Crespi                    | Coordinamento SIA                               |                                   |
| Marco Corrù                       | Architetto                                      |                                   |
| Giulia Peirano                    | Architetto                                      | Ordine Arch. Milano n. 20208      |
| Fabio Lassini                     | Ingegnere Idraulico                             |                                   |
| Francesca Jaspardo                | Esperto Ambientale                              |                                   |
| Mauro Aires                       | Ingegnere strutturista                          | Ordine Ing. Torino 9583J          |
| Elena Comi                        | Biologo                                         |                                   |
| Andrea Delussu                    | Ingegnere Elettrico                             |                                   |
| Matteo Lana                       | Ingegnere Ambientale                            |                                   |
| Sergio Alifano                    | Architetto                                      |                                   |
| Paola Scaccabarozzi               | Ingegnere Idraulico                             |                                   |
| Luca Morelli                      | Ingegnere Ambientale                            |                                   |
| Matteo Cuda                       | Naturista                                       |                                   |
| Graziella Cusmano                 | Architetto                                      |                                   |
| Matthew Piscedda                  | Perito Elettrotecnico                           |                                   |
| Vincenzo Ferrante                 | Ingegnere strutturista                          | Ordine Ingegneri Siracusa n.2216  |
| Michele Pecorelli (Studio Geodue) | Geologo - Indagini Geotecniche Geodue           | Ordine Geologi Puglia n. 327      |

## Impianto Fotovoltaico Collegato alla RTN 40.3 MW

Calcolo Producibilità



|                   |                       |                                        |
|-------------------|-----------------------|----------------------------------------|
| Nazzario D'Errico | Agronomo              | Ordine Agronomi di Foggia n. 382       |
| Antonio Bruscella | Archeologo            |                                        |
| Felice Stoico     | Archeologo            |                                        |
| Giovanni Cis      | Ingegnere             |                                        |
| Marianna Denora   | Architetto - Acustica | Ordine Architetti Bari, Sez. A n. 2521 |
| Antonio Acito     | Topografo             |                                        |
| Andrea Fanelli    | Perito Elettrotecnico |                                        |

### Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano

Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)





---

**INDICE**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. PREMESSA .....       | 5 |
| 2. DATI CLIMATICI ..... | 6 |
| 3. RISULTATI .....      | 7 |



## 1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo DEVELOPMENT 3 S.r.l., di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a Sud- Ovest del comune di Manfredonia (FG) di potenza pari a 40.3 MW su un'area catastale di circa 72 ettari complessivi di cui 56 ha recintati.

Il presente documento costituisce la Relazione di calcolo della producibilità dell'impianto.

La simulazione prende in esame un anno tipo ed è stata è effettuata tramite il programma per sistemi fotovoltaici PVsyst v.7.2.12.



## 2. DATI CLIMATICI

Il database internazionale **PVGIS** rende disponibili i dati meteorologici per la località di Ordon e l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l'elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il nostro sito.

Di seguito si riportano i dati meteorologici assunti:

*Figura 2.1: Dati meteorologici*

**Meteo per Barone - Borgo Mezzanone (FG) - Tipico anno meteorologico (TMY)**

| Inizio intervallo | GlobHor<br>kWh/m <sup>2</sup> /mese | DiffHor<br>kWh/m <sup>2</sup> /mese | T_Amb<br>°C | WindVel<br>m/s |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|----------------|
| Gennaio           | 52.2                                | 27.5                                | 9.9         | 2.5            |
| Febbraio          | 74.9                                | 31.8                                | 9.9         | 3.3            |
| Marzo             | 131.5                               | 48.6                                | 10.8        | 2.4            |
| Aprile            | 179.5                               | 59.4                                | 15.2        | 2.2            |
| Maggio            | 202.7                               | 74.3                                | 18.2        | 3.1            |
| Giugno            | 214.7                               | 73.3                                | 23.1        | 3.0            |
| Luglio            | 232.0                               | 66.6                                | 26.4        | 2.9            |
| Agosto            | 220.0                               | 54.7                                | 26.9        | 2.6            |
| Settembre         | 146.9                               | 47.9                                | 21.6        | 2.7            |
| Ottobre           | 92.9                                | 42.5                                | 16.8        | 2.6            |
| Novembre          | 67.7                                | 28.8                                | 12.9        | 2.9            |
| Dicembre          | 48.4                                | 24.6                                | 6.8         | 3.0            |
| Anno              | 1663.3                              | 580.0                               | 16.6        | 2.8            |



### **3. RISULTATI**

I calcoli di producibilità sono riportati nell'elaborato Rif. "2748\_4894\_MA\_PD\_R18\_Rev0\_Calcolo Producibilità" dove è stato utilizzato il software PVSystem e il database Meteonorm come informazioni meteorologiche.

In sintesi, l'energia prodotta risulta circa **71.056 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a circa **1.763 kWh/kWp/anno**. In base ai parametri impostati per le relative perdite d'impianto, i componenti scelti (moduli e inverter) e alle condizioni meteorologiche del sito in esame risulta un indice di rendimento (performance ratio PR) del **83,43%** circa.

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: Barone

Variante: Nuova variante di simulazione

Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

Potenza di sistema: 40.30 MWc

Barone - Italy

**Autore**

Montana S.p.a. (Italy)





# Progetto: Barone

Variante: Nuova variante di simulazione

Montana S.p.a. (Italy)

## PVsyst V7.2.16

VCO, Simulato su  
15/06/22 13:13  
con v7.2.16

### Sommario del progetto

|                                              |                                                                                                          |                                          |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Luogo geografico</b><br>Barone<br>Italia  | <b>Ubicazione</b><br>Latitudine 41.44 °N<br>Longitudine 15.80 °E<br>Altitudine 40 m<br>Fuso orario UTC+1 | <b>Parametri progetto</b><br>Albedo 0.20 |
| <b>Dati meteo</b><br>Barone<br>PVGIS api TMY |                                                                                                          |                                          |

### Sommario del sistema

|                                                                                                                                                    |                                                                                                                                              |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Sistema connesso in rete</b><br><b>Orientamento campo FV</b><br>Orientamento<br>Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S<br>Asse dell'azimut 0 ° | <b>Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento</b><br><b>Algoritmo dell'inseguimento</b><br>Calcolo astronomico<br>Backtracking attivato | <b>Ombre vicine</b><br>Ombre lineari |
| <b>Informazione sistema</b><br><b>Campo FV</b><br>Numero di moduli 67170 unità<br>Pnom totale 40.30 MWc                                            | <b>Inverter</b><br>Numero di unità 10 unità<br>Pnom totale 34.37 MWac<br>Rapporto Pnom 1.173                                                 |                                      |
| <b>Bisogni dell'utente</b><br>Carico illimitato (rete)                                                                                             |                                                                                                                                              |                                      |

### Sommario dei risultati

|                              |                                 |                              |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Energia prodotta 71 GWh/anno | Prod. Specif. 1763 kWh/kWc/anno | Indice rendimento PR 83.43 % |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|

### 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 V7.2.16

VCO, Simulato su  
15/06/22 13:13  
con v7.2.16

## Parametri principali

## Sistema connesso in rete

## Orientamento campo FV

## Orientamento

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S

Asse dell'azimut 0 °

## Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

## Algoritmo dell'inseguimento

Calcolo astronomico

Backtracking attivato

## Campo con backtracking

N. di eliostati 100 unità

Campo (array) singolo

## Dimensioni

Distanza eliostati 8.30 m

Larghezza collettori 4.36 m

Fattore occupazione (GCR) 52.6 %

Phi min / max +/- 55.0 °

## Strategia Backtracking

Limiti phi +/- 58.1 °

Distanza tavole backtracking 8.30 m

Larghezza backtracking 4.36 m

## Modelli utilizzati

Trasposizione Perez

Diffuso Importato

Circumsolare separare

## Orizzonte

Orizzonte libero

## Ombre vicine

Ombre lineari

## Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

## Caratteristiche campo FV

## Modulo FV

Costruttore

Trina Solar

Modello

TSM-600DE20

(definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit.

600 Wp

Numero di moduli FV

67170 unità

Nominale (STC)

40.30 MWc

Moduli

2239 Stringhe x 30 In serie

## In cond. di funz. (50°C)

Pmpp

36.89 MWc

U mpp

933 V

I mpp

39544 A

## Potenza PV totale

Nominale (STC)

40302 kWp

Totale

67170 moduli

Superficie modulo

190099 m<sup>2</sup>

Superficie cella

177732 m<sup>2</sup>

## Inverter

Costruttore

Sungrow

Modello

SG3400-HV-20

(PVsyst database originale)

Potenza nom. unit.

3437 kWac

Numero di inverter

10 unità

Potenza totale

34370 kWac

Voltaggio di funzionamento

875-1300 V

Potenza max. (=&gt;25°C)

3593 kWac

Rapporto Pnom (DC:AC)

1.17

## Potenza totale inverter

Potenza totale

34370 kWac

Numero di inverter

10 unità

Rapporto Pnom

1.17

## Perdite campo

## Perdite per sporco campo

Fraz. perdite 2.0 %

## Fatt. di perdita termica

Temperatura modulo secondo irraggiamento

Uc (cost)

29.0 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 0.39 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 %

**PVsyst V7.2.16**VCO, Simulato su  
15/06/22 13:13  
con v7.2.16**Perdite campo****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 |

**Perdite cablaggio AC****Linea uscita inv. sino al trasformatore MT**

Tensione inverter 600 Vac tri  
Fraz. perdite 0.00 % a STC  
**Inverter: SG3400-HV-20**  
Sezione cavi (10 Inv.) Rame 10 x 3 x 2500 mm<sup>2</sup>  
Lunghezza media dei cavi 0 m

**Perdite AC nei trasformatori****Trafo MV**

Tensione rete 20 kV

**Perdite di operazione in STC**

Potenza nominale a STC 39899 kVA  
Perdita ferro (Connessione 24/24) 39.90 kW  
Fraz. perdite 0.10 % a STC  
Resistenza equivalente induttori 3 x 0.09 mΩ  
Fraz. perdite 1.00 % a STC



Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo PV e area d'ombra circostante

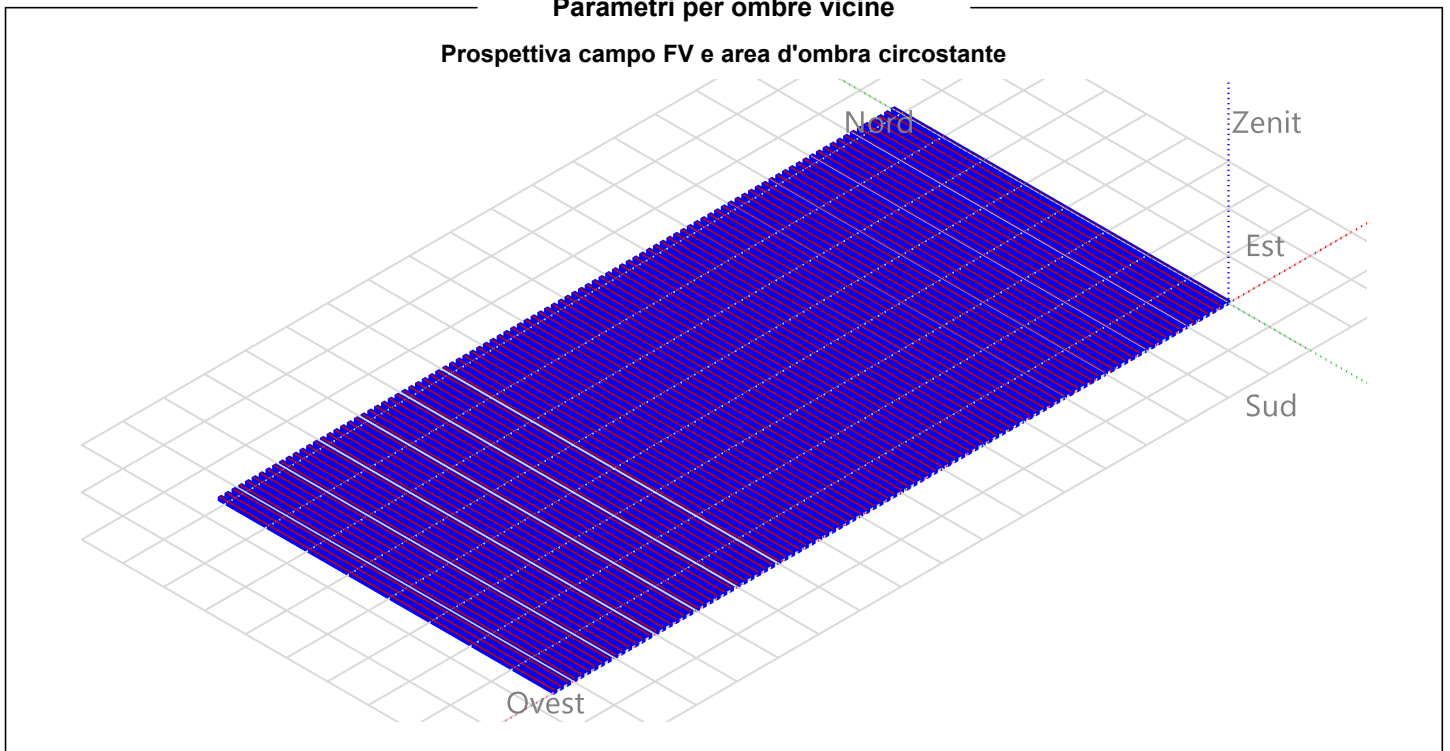
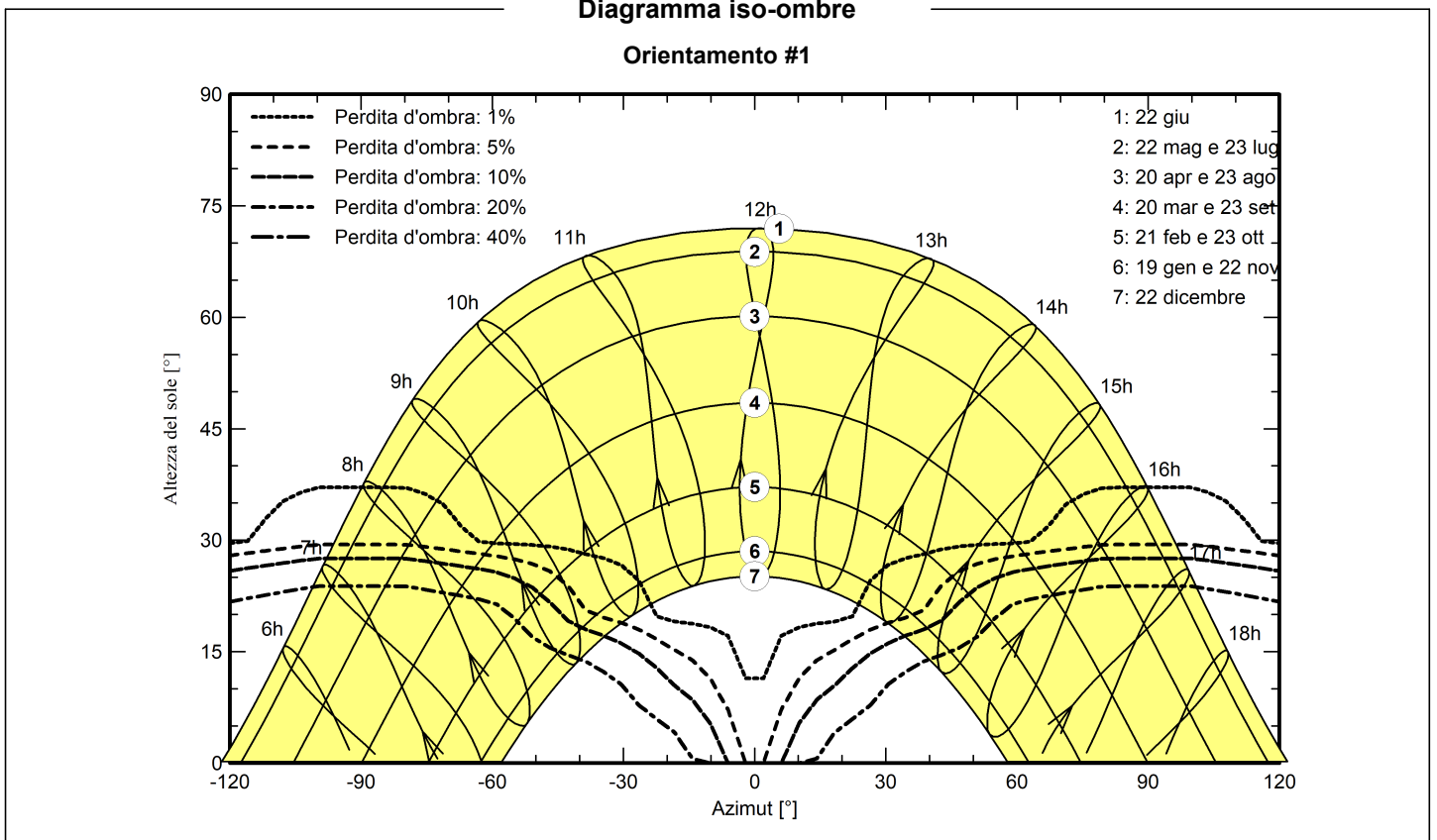


Diagramma iso-ombre

Orientamento #1





# Progetto: Barone

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.2.16

VC0, Simulato su  
15/06/22 13:13  
con v7.2.16

Montana S.p.a. (Italy)

## Risultati principali

### Produzione sistema

Energia prodotta

71 GWh/anno

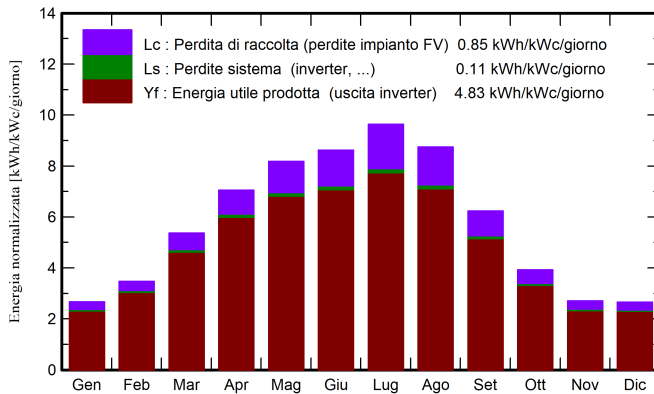
Prod. Specif.

1763 kWh/kWc/anno

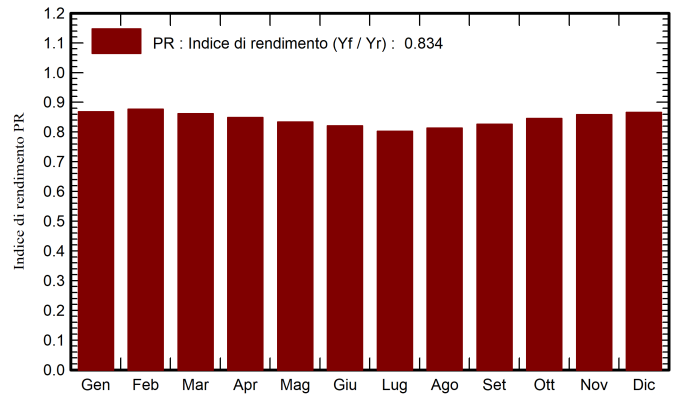
Indice di rendimento PR

83.43 %

### 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   | 64.8               | 29.13              | 7.53  | 82.9               | 74.5               | 2.979  | 2.900  | 0.868 |
| Febbraio  | 76.4               | 32.01              | 6.99  | 97.2               | 88.5               | 3.522  | 3.436  | 0.877 |
| Marzo     | 131.0              | 49.70              | 9.74  | 166.4              | 152.1              | 5.907  | 5.776  | 0.861 |
| Aprile    | 168.1              | 62.69              | 14.35 | 211.7              | 195.6              | 7.406  | 7.246  | 0.849 |
| Maggio    | 202.4              | 74.64              | 19.74 | 253.7              | 235.6              | 8.708  | 8.524  | 0.834 |
| Giugno    | 208.5              | 74.68              | 24.67 | 258.7              | 241.4              | 8.740  | 8.555  | 0.820 |
| Luglio    | 233.3              | 61.69              | 28.58 | 298.9              | 278.3              | 9.875  | 9.670  | 0.803 |
| Agosto    | 209.2              | 58.99              | 26.17 | 271.2              | 251.5              | 9.076  | 8.889  | 0.813 |
| Settembre | 145.4              | 48.48              | 22.13 | 187.1              | 172.2              | 6.371  | 6.233  | 0.826 |
| Ottobre   | 97.2               | 42.59              | 15.63 | 121.8              | 110.7              | 4.250  | 4.148  | 0.845 |
| Novembre  | 64.0               | 29.49              | 9.76  | 81.4               | 73.3               | 2.896  | 2.816  | 0.859 |
| Dicembre  | 62.8               | 24.34              | 7.74  | 82.3               | 73.6               | 2.949  | 2.872  | 0.866 |
| Anno      | 1663.0             | 588.44             | 16.14 | 2113.4             | 1947.3             | 72.678 | 71.064 | 0.834 |

### 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

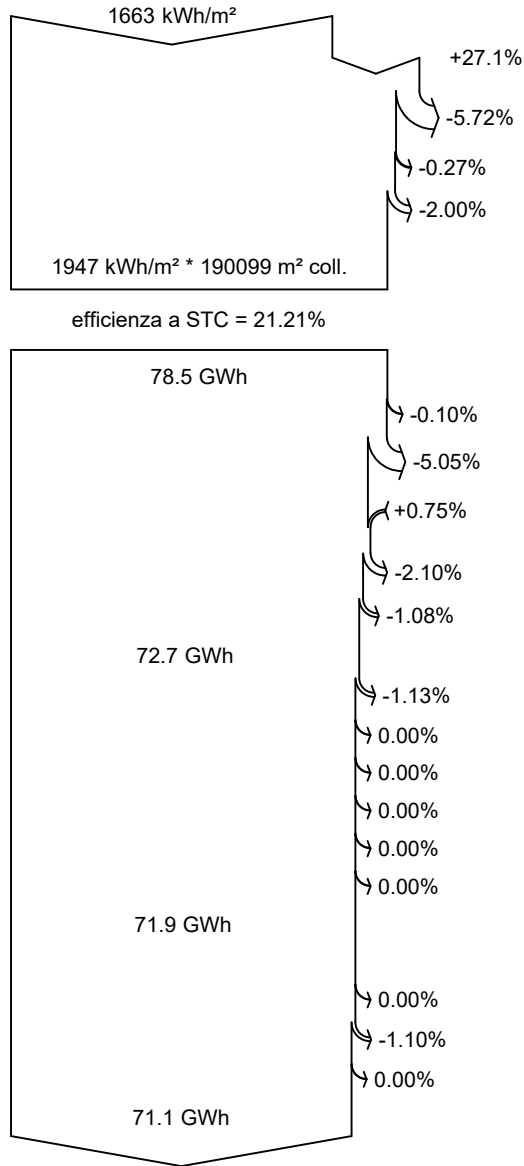
EArray Energia effettiva in uscita campo

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

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

**Energia in uscita inverter**

Perdite ohmiche AC

Perdita del trasfo Medio Voltaggio

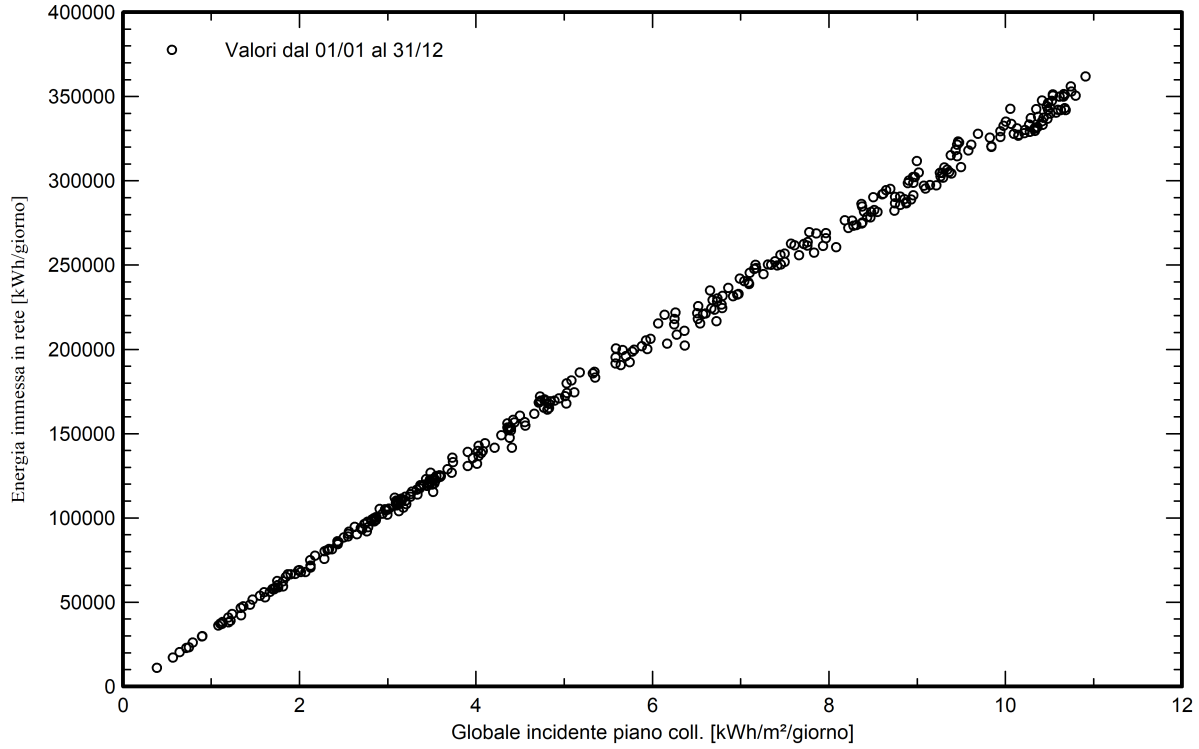
Perdita ohmmica sulla linea MV

**Energia immessa in rete**



Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

