



DICEMBRE 2021

TE GREEN DEV 3 S.r.L.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 39,5 MW

COMUNE DI TROIA (FG)

Montagna

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Calcolo Producibilità

Progettista

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

Codice elaborato

2748_4499_TR_PD_R18_Rev0_Calcolo-Produtibilita



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2748_4499_TR_PD_R18_Rev0_Calcolo-Produtibilita	07/2021	Prima emissione	CP	CP	L. Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726
Corrado Pluchino	Project Manager	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano n. A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico competente in acustica ambientale n. 71
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Francesca Jaspardo	Esperto Ambientale	
Elena Comi	Esperto Ambientale	Ordine Nazionale dei Biologi n. 60746
Marco Corrù	Architetto	
Lia Buvoli	Biologa	
Massimo Busnelli	Geologo	
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 9583J
Sergio Alifano	Architetto	
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico	Ordine degli Ingegneri di Cagliari n. 8788
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale	
Vincenzo Gionti	Ingegnere Ambientale	

Impianto Agrivoltaico Collegato alla RTN 39,5 MW

Calcolo Producibilità



Lorenzo Griso	Geologo	
Nazzario d'Errico	Agronomo	Ordine professionale Degli Agronomi di Foggia n. 382
Marianna Denora	Studio Previsionale Impatto Acustico	Ordine degli Architetti della Provincia di Bari, Sez. A n. 2521
Giovanni Cis	Progetto di Connessione	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano n. 28287
Antonio Acito	Rilievo Topografico	
Antonio Bruscella	Archeologo	Elenco dei professionisti abilitati alla redazione del documento di valutazione archeologica n. 4124
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo – Indagini Geotecniche Geodue	Ordine dei Geologi della Regione Puglia n. 327



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 TE GREEN DEV 3 S.r.L., di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a Nord-Est del comune di Troia (FG) di potenza pari a 39,5 MW su un'area catastale di circa 48,11 ettari complessivi di cui 43,82 ha recintati.

TE GREEN DEV 3 S.r.L., è una società italiana con sede legale in Italia nella città di Bolzano (BZ). Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

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

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



2. DATI CLIMATICI

Il database internazionale **PVGis** rende disponibili i dati meteorologici per il comune di Troia 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 bilanci e i risultati principali:

Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	47.6	27.61	8.92	57.7	54.3	2079	2049	0.899
Febbraio	84.8	35.09	8.10	107.6	102.7	3901	3856	0.907
Marzo	104.2	50.40	10.69	127.5	121.2	4541	4488	0.891
Aprile	148.6	67.33	14.39	180.8	172.6	6334	6263	0.877
Maggio	228.1	68.03	20.79	289.5	278.3	9805	9702	0.848
Giugno	204.8	76.06	24.58	253.6	243.2	8457	8365	0.835
Luglio	224.5	64.92	27.41	284.2	273.3	9403	9302	0.828
Agosto	203.4	62.02	26.61	259.6	249.3	8622	8532	0.832
Settembre	137.9	54.57	22.66	173.2	165.7	5888	5822	0.851
Ottobre	102.5	41.50	16.23	130.5	124.6	4580	4528	0.878
Novembre	62.7	29.85	10.21	79.3	75.1	2845	2808	0.896
Dicembre	63.9	23.22	9.38	85.3	81.1	3100	3064	0.909
Anno	1612.9	600.60	16.72	2028.9	1941.5	69556	68778	0.858

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

Figura 2.1: Bilanci e risultati principali



3. RISULTATI

Le simulazioni sono state effettuate prendendo in esame le varie sezioni d'impianto. I dati relativi le singole sezioni sono deducibili dagli allegati alla presente relazione.

Di seguito si riportano i dati relativi l'impianto complessivo.

L'energia immessa in rete risulta essere di **68.778 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1.741 MWh/MWp)/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 **85,80 %**.

PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: Di Biase (FG) - PVGIS

Variante: Nuova variante di simulazione

Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

Potenza di sistema: 39.51 MWc

Di Biase (FG) - Italy

Autore

Montana S.p.a. (Italy)



PVsyst V7.2.4

VCO, Simulato su
22/07/21 17:14
con v7.2.4

Montana S.p.a. (Italy)

Sommario del progetto

Luogo geografico Di Biase (FG) Italia	Ubicazione Latitudine 41.40 °N Longitudine 15.45 °E Altitudine 154 m Fuso orario UTC+1	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo Di Biase PVGIS api TMY		

Sommario del sistema

Sistema connesso in rete Orientamento campo FV Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Asse dell'azimut 0 °	Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento Ombre vicine Ombre lineari	Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)
Informazione sistema Campo FV Numero di moduli 65850 unità Pnom totale 39.51 MWc	Inverter Numero di unità 10 unità Pnom totale 31.25 MWac Rapporto Pnom 1.264	

Sommario dei risultati

Energia prodotta 68778 MWh/anno	Prod. Specif. 1741 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 85.80 %
---------------------------------	---------------------------------	------------------------------

Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	6
Risultati principali	7
Diagramma perdite	8
Grafici speciali	9



PVsyst V7.2.4

VCO, Simulato su
22/07/21 17:14
con v7.2.4

Montana S.p.a. (Italy)

Parametri principali

Sistema connesso in rete

Orientamento campo FV

Orientamento

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

Orizzonte

Orizzonte libero

Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

Strategia Backtracking

N. di eliostati 149 unità
Campo (array) singolo

Dimensioni

Distanza eliostati 8.30 m
Larghezza collettori 4.36 m
Fattore occupazione (GCR) 52.6 %
Phi min / max +/- 60.0 °

Angolo limite indetreggiamento

Limiti phi +/- 58.1 °

Ombre vicine

Ombre lineari

Modelli utilizzati

Trasposizione Perez
Diffuso Importato
Circumsolare separare

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 65850 unità
Nominale (STC) 39.51 MWc
Moduli 2195 Stringhe x 30 In serie
In cond. di funz. (50°C)
Pmpp 36.16 MWc
U mpp 933 V
I mpp 38767 A

Potenza PV totale

Nominale (STC) 39510 kWp
Totale 65850 moduli
Superficie modulo 186363 m²
Superficie cella 174239 m²

Inverter

Costruttore Sungrow
Modello SG3125-HV-20
(PVsyst database originale)Potenza nom. unit. 3125 kWac
Numero di inverter 10 unità
Potenza totale 31250 kWac
Vollaggio di funzionamento 875-1300 V
Potenza max. (=>25°C) 3593 kWac
Rapporto Pnom (DC:AC) 1.26

Potenza totale inverter

Potenza totale 31250 kWac
N. di inverter 10 unità
Rapporto Pnom 1.26

Perdite campo

Perdite per sporco campo

Fraz. perdite 2.0 %

Perdita diodo di serie

Perdita di Tensione 0.7 V
Fraz. perdite 0.1 % a STC

Perdite per mismatch del modulo

Fraz. perdite 2.0 % a MPP

Fatt. di perdita termica

Temperatura modulo secondo irraggiamento
Uc (cost) 29.0 W/m²K
Uv (vento) 0.0 W/m²K/m/s

LID - Light Induced Degradation

Fraz. perdite 1.0 %

Perdita disadattamento Stringhe

Fraz. perdite 0.1 %

Perdite DC nel cablaggio

Res. globale campo 0.40 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

Perdita di qualità moduli

Fraz. perdite 0.0 %



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



PVsyst V7.2.4
VC0, Simulato su
22/07/21 17:14
con v7.2.4

Progetto: Di Biase (FG) - PVGIS

Variante: Nuova variante di simulazione

Montana S.p.a. (Italy)

Perdite sistema

Perdite ausiliarie



Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

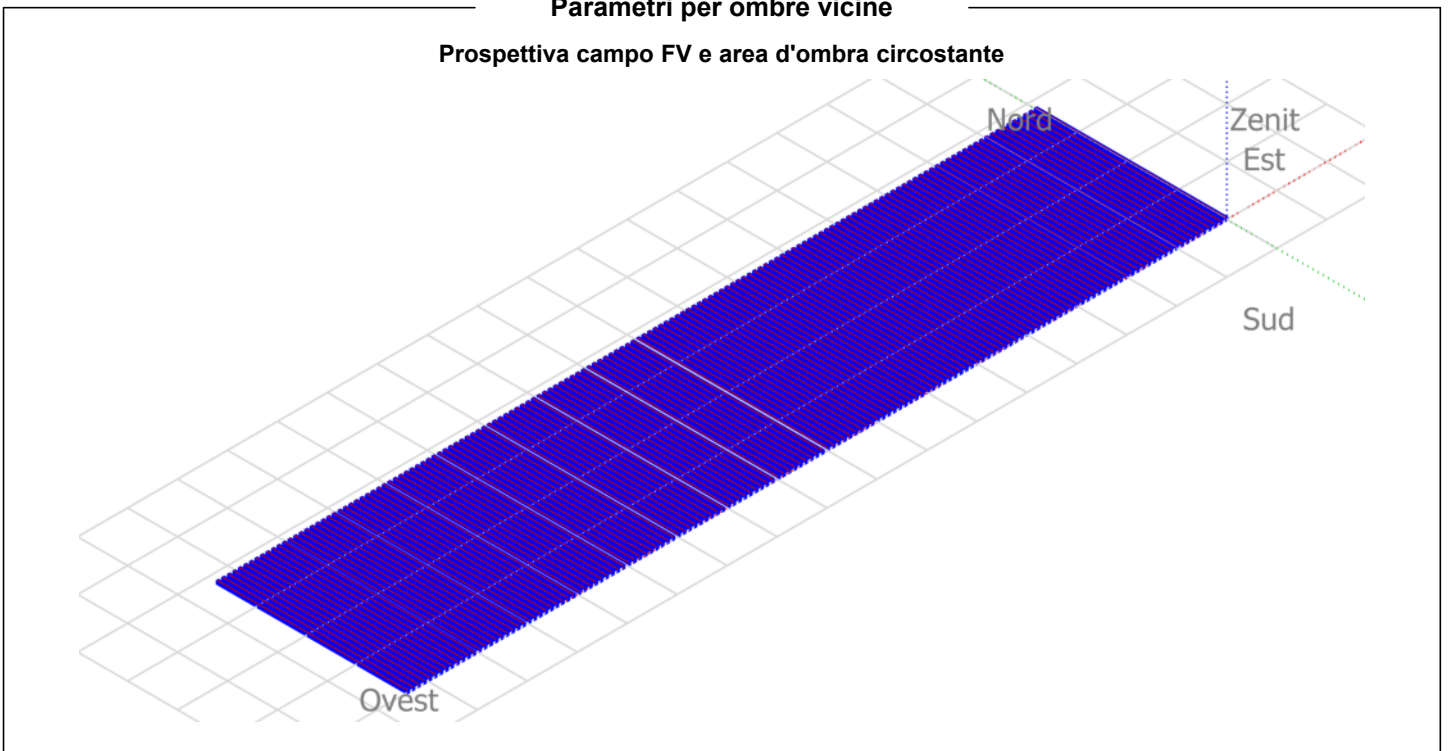
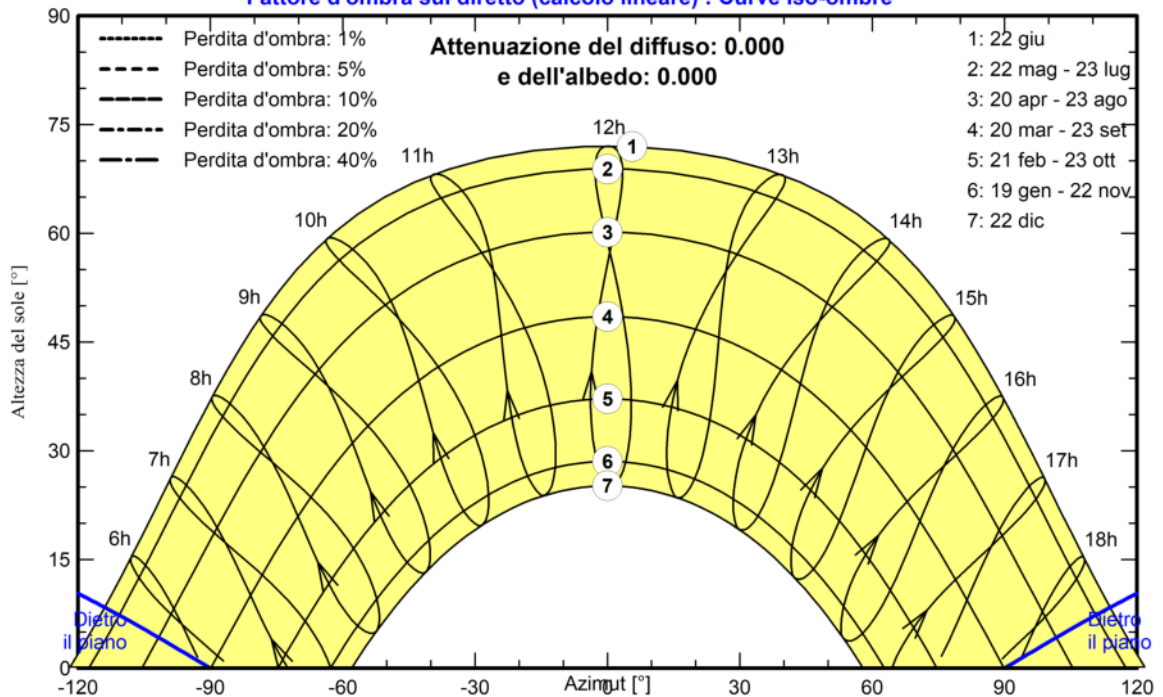


Diagramma iso-ombre

Di Biase (FG) - PVGIS

Fattore d'ombra sul diretto (calcolo lineare) : Curve iso-ombre

Attenuazione del diffuso: 0.000
e dell'albedo: 0.000



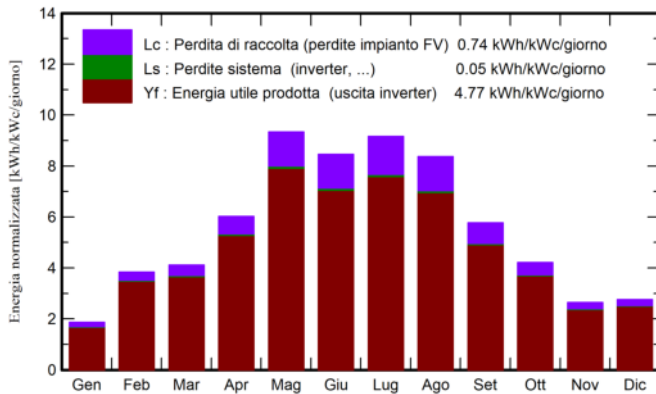


Risultati principali

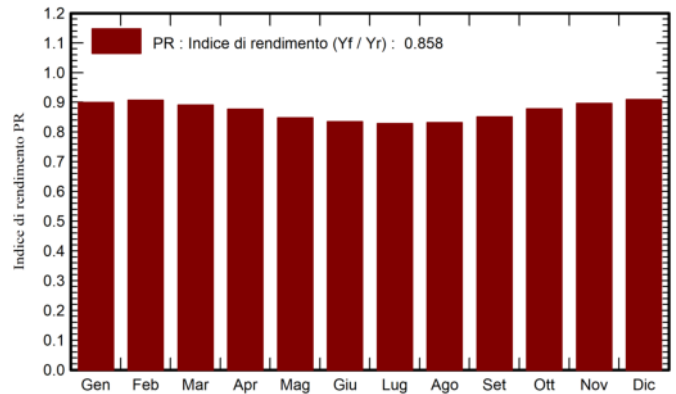
Produzione sistema

Energia prodotta **68778 MWh/anno** Prod. Specif. **1741 kWh/kWc/anno**
 Indice di rendimento PR **85.80 %**

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

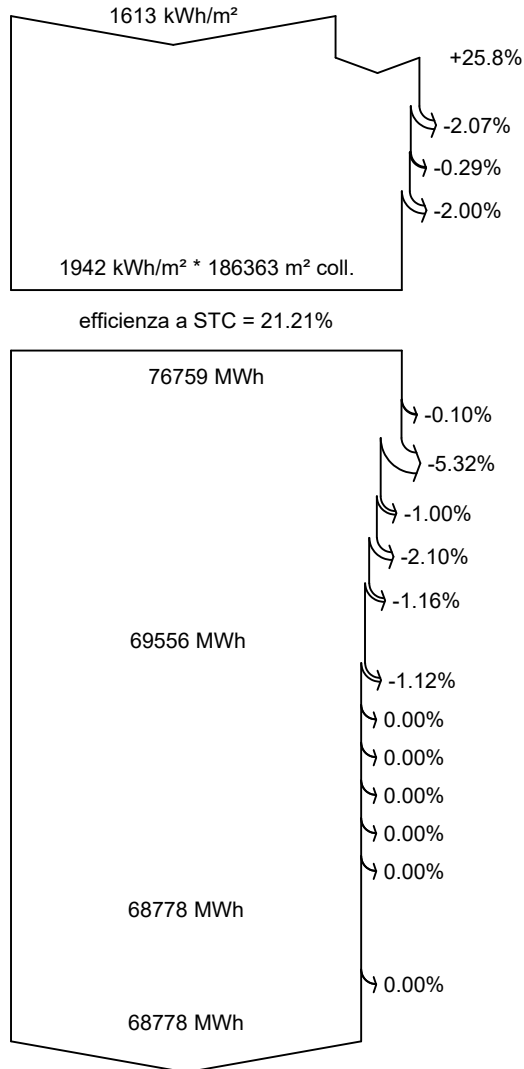
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	47.6	27.61	8.92	57.7	54.3	2079	2049	0.899
Febbraio	84.8	35.09	8.10	107.6	102.7	3901	3856	0.907
Marzo	104.2	50.40	10.69	127.5	121.2	4541	4488	0.891
Aprile	148.6	67.33	14.39	180.8	172.6	6334	6263	0.877
Maggio	228.1	68.03	20.79	289.5	278.3	9805	9702	0.848
Giugno	204.8	76.06	24.58	253.6	243.2	8457	8365	0.835
Luglio	224.5	64.92	27.41	284.2	273.3	9403	9302	0.828
Agosto	203.4	62.02	26.61	259.6	249.3	8622	8532	0.832
Settembre	137.9	54.57	22.66	173.2	165.7	5888	5822	0.851
Ottobre	102.5	41.50	16.23	130.5	124.6	4580	4528	0.878
Novembre	62.7	29.85	10.21	79.3	75.1	2845	2808	0.896
Dicembre	63.9	23.22	9.38	85.3	81.1	3100	3064	0.909
Anno	1612.9	600.60	16.72	2028.9	1941.5	69556	68778	0.858

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 | | |



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

LID - "Light induced degradation"

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

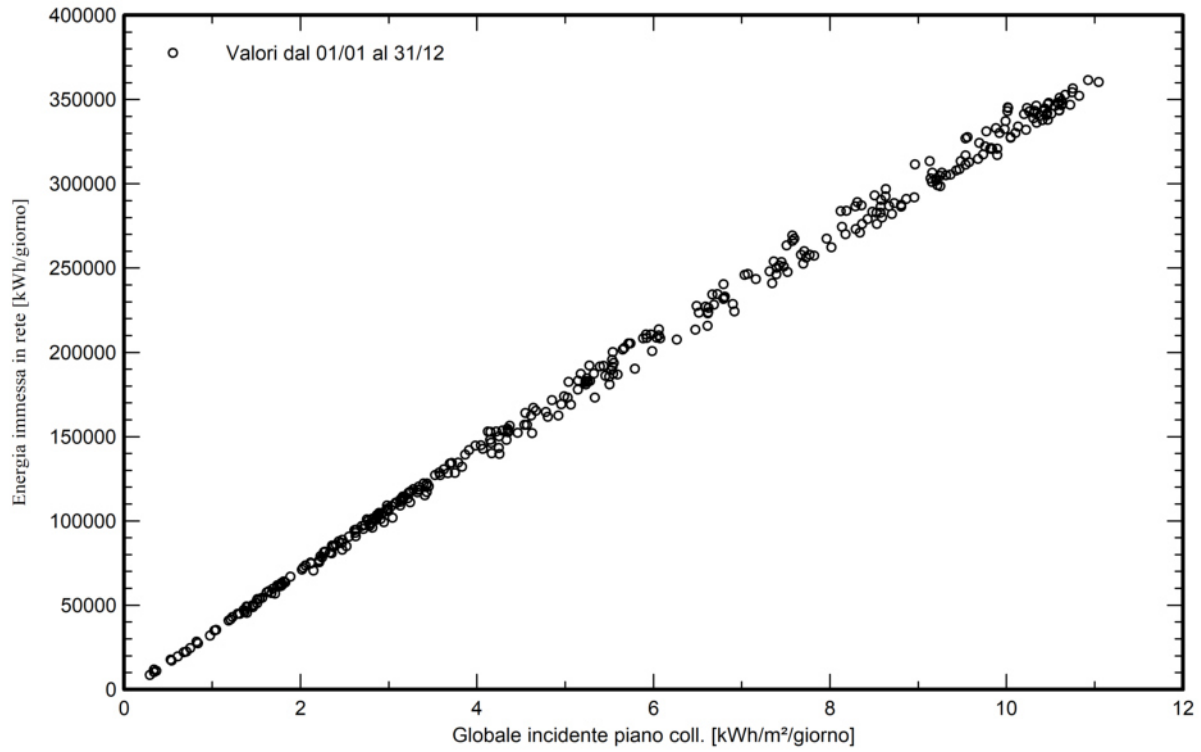
Ausiliari (ventilatori, altro...)

Energia immessa in rete



Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

