



SETTEMBRE 2021

DEVELOPMENT 2 S.r.l.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO

COLLEGATO ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 17,44 MW

COMUNE DI ASCOLI SATRIANO (FG)

Montagna

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Calcolo producibilità

Progettisti (o coordinamento)

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

Codice elaborato

2748_4469_AS_PD_R19_Rev0_Calcolo Producibilità



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2748_4469_ST_PD_R19_Rev0_Calcolo Producibilità	09/2021	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	
Marco Corrà	Architetto	
Francesca Jaspardo	Esperto Ambientale	
Massimo Busnelli	Geologo	
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 9583J
Elena Comi	Biologo	Ordine Nazionale dei Biologi n. 60746
Sara Zucca	Architetto	
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico	Ordine degli Ingegneri di Cagliari n. 8788
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale	
Vincenzo Gionti	Ingegnere	
Sergio Alifano	Architetto	

Impianto Agrivoltaico Collegato alla RTN 17,44 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 Connessioni	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano n. 28287
Antonio Bruscella	Archeologo	Elenco dei professionisti abilitati alla redazione del documento di valutazione archeologica n. 4124



INDICE

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

ALLEGATO/APPENDICE

ALLEGATO 01 Report PVsyst



1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo DEVELOPMENT 2 S.r.L., di un impianto solare fotovoltaico in località "Piscitello di Sopra" nel comune di Ascoli Satriano (FG) di potenza pari a 17,44 MW su un'area catastale di circa 28,5 ettari complessivi di cui 25 ha recintati.

DEVELOPMENT 2 S.r.L., è una società italiana con sede legale in Italia nella città di Bolzano. 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 progetto in esame è in linea con quanto previsto dal: "Pacchetto per l'energia pulita (Clean Energy Package)" presentato dalla Commissione europea nel novembre 2016 contenente gli obiettivi al 2030 in materia di emissioni di gas serra, fonti rinnovabili ed efficienza energetica e da quanto previsto dal Decreto 10 novembre 2017 di approvazione della Strategia energetica nazionale emanato dal Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

L'opera ha dei contenuti economico-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati mitigati. Il progetto sarà eseguito in regime "agrivoltaico" che produce energia elettrica "zero emission" da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l'attività agricola, garantendo un modello eco-sostenibile che fornisca energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici monofacciali che saranno installati su strutture mobili (tracker) di tipo monoassiale mediante palo infisso nel terreno.

L'indice di consumo del suolo è stato contenuto nell'ordine del 33% calcolato sulla superficie utile di impianto. Le strutture saranno posizionate in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 8.30 metri per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento. Saranno utilizzate due tipologie di strutture, una da 30 moduli (Tipo 1) ed una da 15 moduli (Tipo 2).

I terreni non occupati dalle strutture dell'impianto continueranno ad essere adibiti ad uso agricolo ed è prevista una piantumazione e coltivazione di ulivi.

L'impianto fotovoltaico sarà connesso in antenna a 150 kV alla Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN denominata "Valle", mediante una linea di connessione interrata in AT. Il cavidotto partirà dalla cabina di trasformazione esterna al parco. Tale cabina sarà in condivisione con altri parchi fotovoltaici.

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 **MeteoNorm** rende disponibili i dati meteorologici per la località di Sterparone 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	51.3	23.04	7.54	63.4	60.1	1026	1010	0.914
Febbraio	66.5	32.25	7.92	81.9	77.8	1325	1308	0.915
Marzo	120.4	51.79	10.86	146.0	139.5	2323	2295	0.901
Aprile	144.7	80.42	13.74	172.4	163.9	2714	2683	0.892
Maggio	183.2	85.37	18.76	221.3	211.4	3391	3354	0.869
Giugno	193.1	89.40	23.44	234.3	224.2	3541	3502	0.857
Luglio	207.5	68.91	26.63	258.0	247.8	3827	3786	0.841
Agosto	185.9	71.87	26.21	230.3	220.7	3443	3404	0.847
Settembre	131.7	56.43	21.01	161.7	154.5	2479	2450	0.869
Ottobre	96.7	41.49	17.09	120.4	114.7	1881	1857	0.885
Novembre	57.6	28.85	12.38	70.3	66.5	1118	1102	0.899
Dicembre	43.9	26.68	8.71	52.0	48.9	834	820	0.904
Anno	1482.6	656.48	16.24	1812.1	1729.9	27901	27571	0.872

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 **29.700 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1.703 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 **87,10 %**.

PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: Salatto-PVGIS

Variante: Nuova variante di simulazione

Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

Potenza di sistema: 17.44 MWc

Ascoli Satriano (FG) - Italy

Autore

Montana S.p.a. (Italy)



Progetto: Salatto-PVGIS

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.2.4

VCO, Simulato su
17/09/21 11:11
con v7.2.4

Montana S.p.a. (Italy)

Sommario del progetto

Luogo geografico

Ascoli Satriano (FG)
Italia

Ubicazione

Latitudine 41.15 °N
Longitudine 15.70 °E
Altitudine 276 m
Fuso orario UTC+1

Parametri progetto

Albedo 0.20

Dati meteo

Ascoli Satriano (FG)
PVGIS api TMY

Sommario del sistema

Sistema connesso in rete

Orientamento campo FV

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

Informazione sistema

Campo FV

Numero di moduli 29070 unità
Pnom totale 17.44 MWc

Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

Ombre vicine

Ombre lineari

Inverter

Numero di unità 5 unità
Pnom totale 15.63 MWac
Rapporto Pnom 1.116

Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

Sommario dei risultati

Energia prodotta 29700 MWh/anno Prod. Specif. 1703 kWh/kWc/anno Indice rendimento PR 87.10 %

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



Progetto: Salatto-PVGIS

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.2.4

VCO, Simulato su
17/09/21 11:11
con v7.2.4

Montana S.p.a. (Italy)

Parametri principali

Sistema connesso in rete	Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento		
Orientamento campo FV	Strategia Backtracking	Modelli utilizzati	
Orientamento	N. di eliostati	110 unità	Trasposizione
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S	Campo (array) singolo		Perez
Asse dell'azimut	Dimensioni		Diffuso
0 °	Distanza eliostati	8.30 m	Importato
	Larghezza collettori	4.74 m	Circumsolare
	Fattore occupazione (GCR)	57.2 %	separare
	Phi min / max	-/+ 60.0 °	
	Angolo limite indetreggiamento		
	Limiti phi	+/- 55.0 °	
Orizzonte	Ombre vicine	Bisogni dell'utente	
Orizzonte libero	Ombre lineari	Carico illimitato (rete)	

Caratteristiche campo FV

Modulo FV	Inverter		
Costruttore	Costruttore	Trina Solar	Sungrow
Modello	Modello	TSM-600DE20	SG3125-HV-20
(definizione customizzata dei parametri)	(PVsyst database originale)		
Potenza nom. unit.	Potenza nom. unit.	600 Wp	3125 kWac
Numero di moduli FV	Numero di inverter	29070 unità	5 unità
Nominale (STC)	Potenza totale	17.44 MWc	15625 kWac
Moduli	Voltaggio di funzionamento	969 Stringhe x 30 In serie	875-1300 V
In cond. di funz. (50°C)	Potenza max. (=>25°C)		3593 kWac
Pmpp	Rapporto Pnom (DC:AC)	15.97 MWc	1.12
U mpp		933 V	
I mpp		17114 A	
Potenza PV totale	Potenza totale inverter		
Nominale (STC)	Potenza totale	17442 kWp	15625 kWac
Totale	N. di inverter	29070 moduli	5 unità
Superficie modulo	Rapporto Pnom	82271 m ²	1.12
Superficie cella		76919 m ²	

Perdite campo

Perdite per sporco campo	Fatt. di perdita termica	Perdite DC nel cablaggio
Fraz. perdite	Temperatura modulo secondo irraggiamento	Res. globale campo
2.0 %	Uc (cost)	0.90 mΩ
	Uv (vento)	Fraz. perdite
	0.0 W/m ² K/m/s	1.5 % a STC
Perdita diodo di serie	LID - Light Induced Degradation	Perdita di qualità moduli
Perdita di Tensione	Fraz. perdite	Fraz. perdite
0.7 V	1.0 %	-0.8 %
Fraz. perdite		
0.1 % a STC		
Perdite per mismatch del modulo	Perdita disadattamento Stringhe	
Fraz. perdite	Fraz. perdite	
2.0 % a MPP	0.1 %	



Progetto: Salatto-PVGIS

Variante: Nuova variante di simulazione

Montana S.p.a. (Italy)

PVsyst V7.2.4
VC0, Simulato su
17/09/21 11:11
con v7.2.4

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
17/09/21 11:11
con v7.2.4

Progetto: Salatto-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

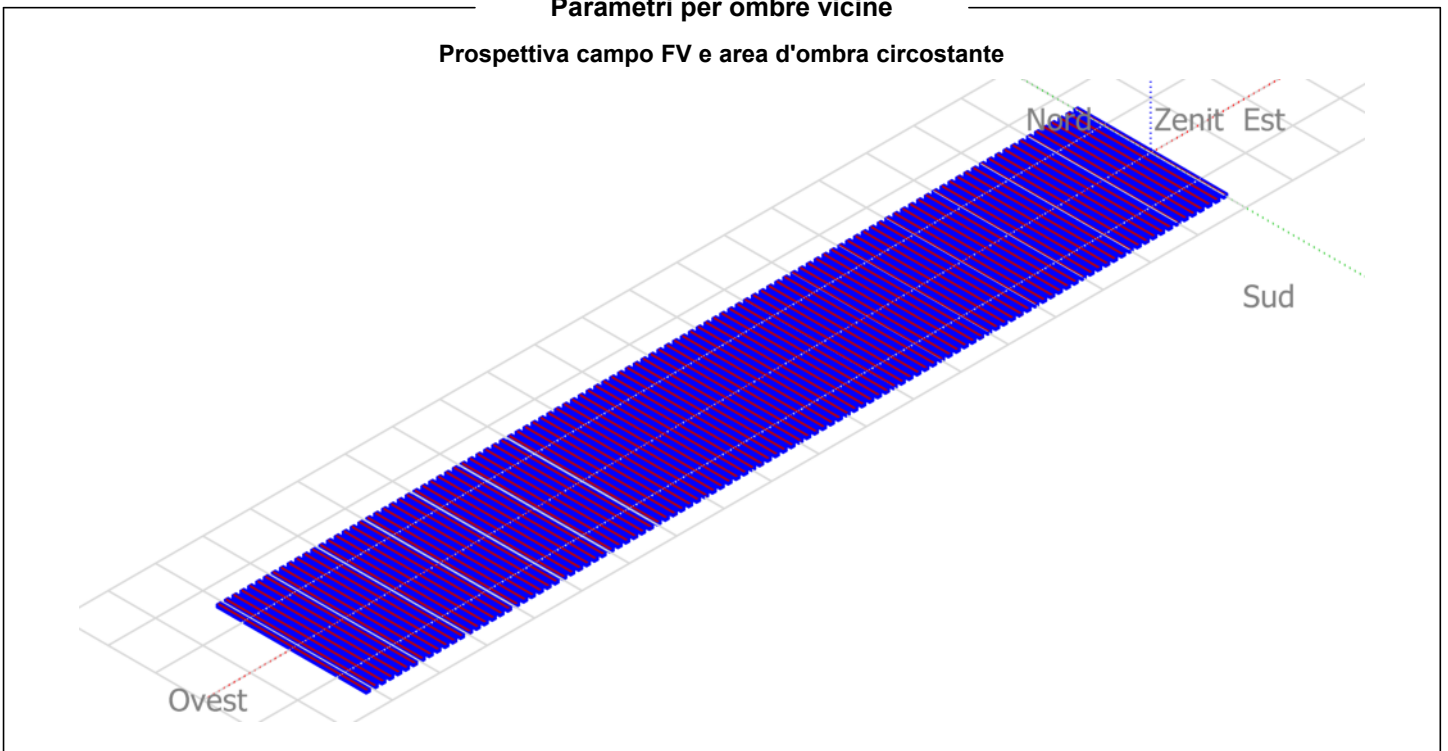
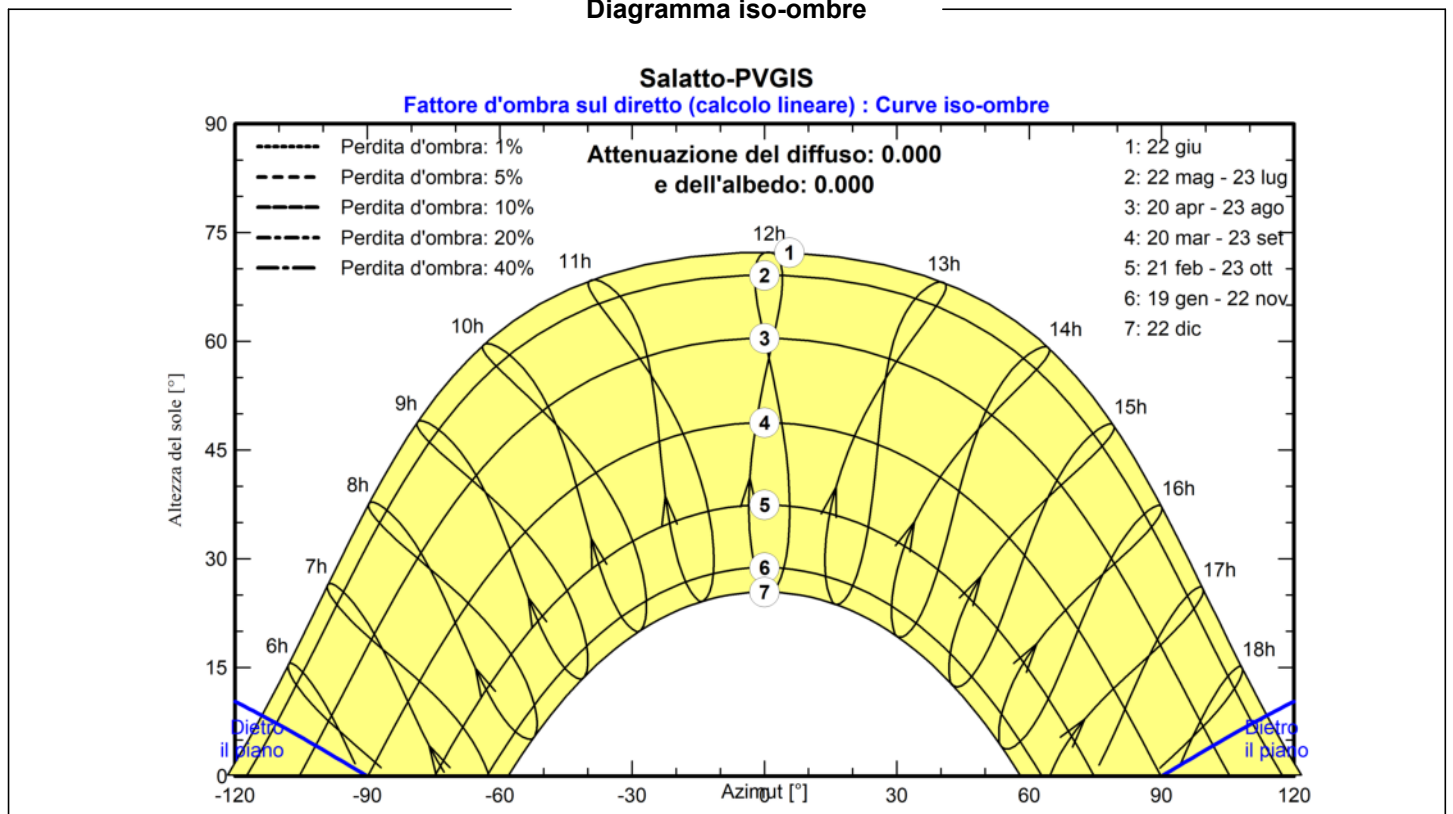


Diagramma iso-ombre





Progetto: Salatto-PVGIS

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.2.4
 VCO, Simulato su
 17/09/21 11:11
 con v7.2.4

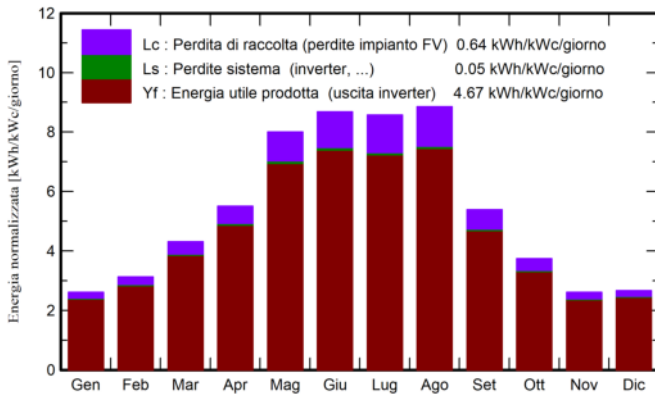
Montana S.p.a. (Italy)

Risultati principali

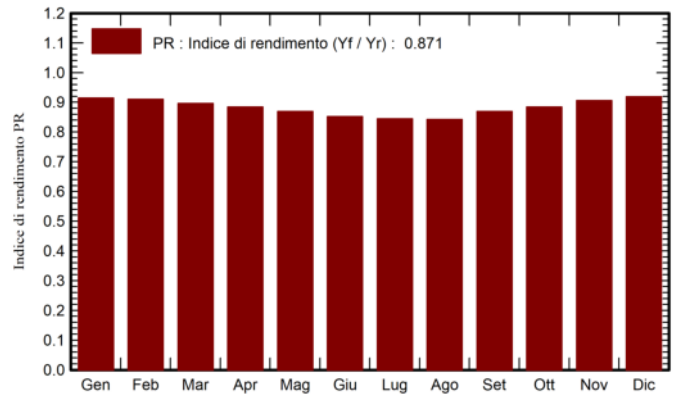
Produzione sistema

Energia prodotta 29700 MWh/anno Prod. Specif. 1703 kWh/kWc/anno
 Indice di rendimento PR 87.10 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

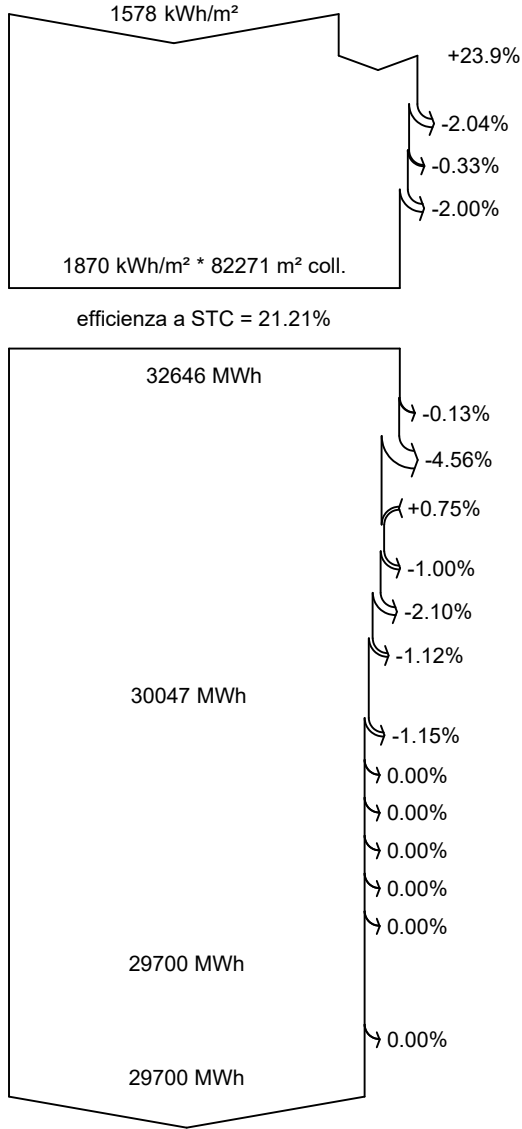
	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	ratio
Gennaio	64.5	27.09	8.55	80.9	76.8	1308	1291	0.914
Febbraio	71.7	32.11	9.67	87.4	83.3	1406	1388	0.910
Marzo	110.3	50.26	10.33	133.6	127.2	2113	2087	0.896
Aprile	138.5	66.78	13.93	165.3	157.5	2581	2551	0.885
Maggio	199.8	76.61	18.05	248.0	237.8	3801	3760	0.869
Giugno	210.4	74.39	22.47	260.6	250.1	3917	3874	0.852
Luglio	213.0	69.86	24.82	265.9	255.3	3958	3914	0.844
Agosto	216.3	56.52	26.46	274.4	264.4	4072	4029	0.842
Settembre	131.7	55.19	21.11	161.7	154.6	2481	2452	0.870
Ottobre	94.1	42.90	16.87	116.1	110.5	1814	1792	0.885
Novembre	63.4	29.36	10.29	78.3	74.3	1254	1236	0.906
Dicembre	64.0	23.23	8.85	82.7	78.7	1342	1325	0.919
Anno	1577.6	604.30	15.99	1955.0	1870.5	30047	29700	0.871

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

Perdita per qualità modulo

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

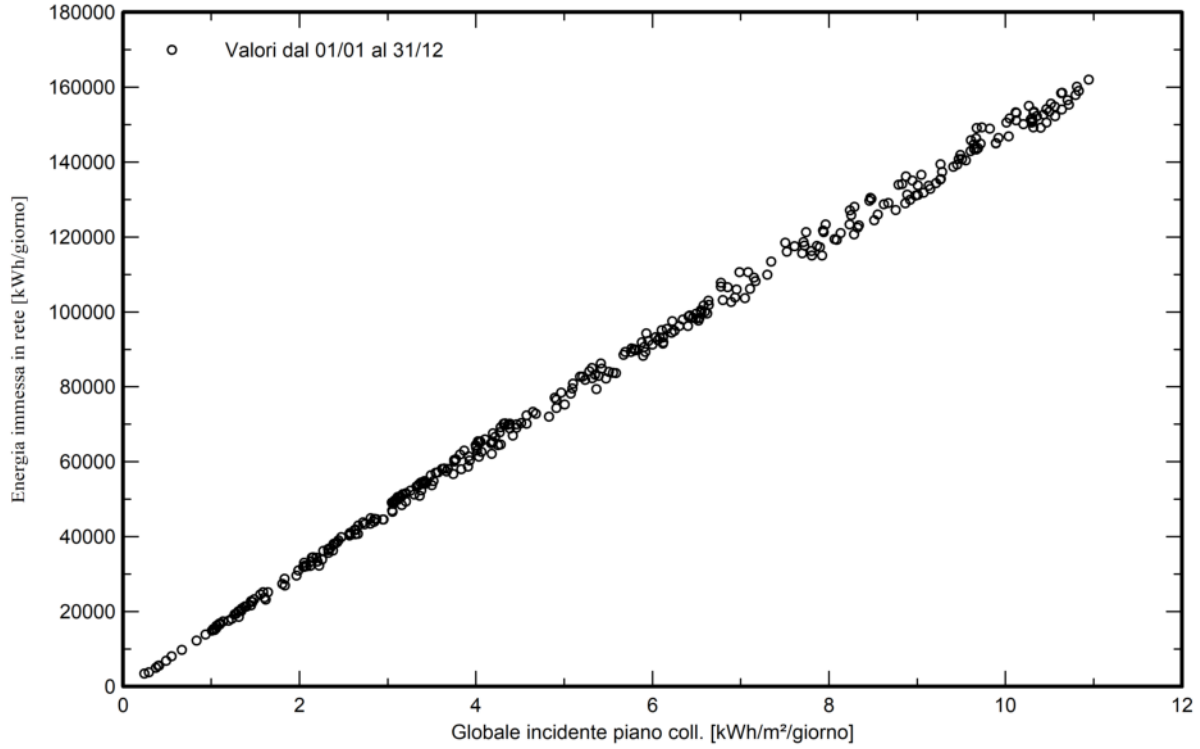
Ausiliari (ventilatori, altro...)

Energia immessa in rete



Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

