



MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

Direzione Generale per la Crescita Sostenibile e la qualità dello Sviluppo
Divisione V - Sistemi di Valutazione Ambientale



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di
BRINDISI

San Pancrazio Salentino
27324 kWp



Progettazione e coordinamento	dott. arch. Roberto CARLUCCIO via Nino Bixio 60/b 72023 Mesagne (BR) - Italy	 via Napoli n° 363/071 70132 Bari - Italy - 6226 a) CIVILE AMBIENTALE b) INDUSTRIALE c) dell'INFORMAZIONE	Prog. impianto fotovoltaico
Studio Geologico	dott. geol. Luisiana SERRAVALLE via Puglie n° 1 72027 S. Pietro Vernotico (BR) - Italy	 3E Ingegneria srl via G. Volpe n° 92 56121 Pisa - Italy	Prog. Cavidotto e sottostazione
Studio Agronomico	dott. Alessandro COLUCCI via Monte Sarago n° 3 72017 Ostuni (BR) - Italy	RUWA srl acqua territorio energia via C. Pisacane n° 25F 88100 Catanzaro - Italy	Studio idraulico

Opera	Progetto di un impianto fotovoltaico di 27324 kWp (25500 kW in immissione) nel comune di San Pancrazio Salentino (BR)			
Oggetto	Folder	A		
	Nome elaborato	San Pancrazio Salentino_DOC_A05		
Revisione	Descrizione elaborato	Relazione producibilità	Scala	
	05/07/2021	Oggetto revisione Emissione	Elaborazione	Verifica
	00/00/2021	Oggetto revisione		
	00/00/2021	Oggetto revisione		
Codice Pratica San Pancrazio Salentino				

1. PREMESSA

In base ai dati storici riportati dal software PVGIS, l'irraggiamento globale incidente sul piano dei collettori è quella riportata nella seguente tabella.

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
90.2	107.0	168.1	228.0	288.9	309.9	339.1	295.1	216.4	156.5	108.5	82.7

Tabella 1: Dati di radiazione per la città di San Pancrazio Salentino su superficie inclinata (elaborazione su PVGIS) -
Radiazione globale annua sulla superficie inclinata: 2390.4 kWh/m²

Per determinare la producibilità del sistema fotovoltaico sul lato BT è indispensabile stimare le perdite del sistema in punti percentuali¹ fino al quadro generale BT di bassa tensione:

- perdite per scostamento delle condizioni di funzionamento dei moduli rispetto a quelle di targa: 8%;
- perdite per riflessione: 3%;
- perdite per mismatch tra le stringhe: 5%;
- perdite sui circuiti in corrente continua: 1%;
- perdite per inquinazione sui moduli: 1%;
- perdite sul sistema di conversione: 8%;

Un'ulteriore stima della producibilità è stata realizzata con un secondo metodo, ossia attraverso il software PVSyst, implementato dall'Università di Ginevra.

Quale risultato il software ha generato una previsione di producibilità specifica pari a circa **2038 ore equivalenti annue (kWh/kWp/anno)**. In coda alla presente relazione è allegato il report di output del programma.

L'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica per il quale è stato redatto il report di producibilità avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata lato DC: circa 27,32 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 470 Wp;
- numero dei moduli: 58.136;
- potenza dell'inverter: n. 5 inverter da 3300 kVA, n. 5 inverter da 2200 kVA in c.a.;
- lunghezza del cavidotto MT di collegamento tra la cabina di smistamento e la sottostazione elettrica MT/AT: circa 6,5 Km;
- energia prodotta attesa all'anno 0: **55677 MWh/anno**.

¹ Impianti solari fotovoltaici a norme CEI III ed.– Groppi, Zuccaro – Editoriale Delfino

Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione

Progetto : **Impianto San Pancrazio Salentino METKA**

Luogo geografico	San Pancrazio Salentino	Paese	Italia	
Ubicazione Ora definita come	Latitudine	40.39° N	Longitudine	17.80° E
	Ora legale	Fuso orario TU+1	Altitudine	68 m
	Albedo	0.20		
Dati meteo:	San Pancrazio Salentino	Meteonorm 7.2, Sat=100% - Sintetico		

Variante di simulazione : **Nuova variante di simulazione**

Data di simulazione 06/05/20 10h26

Parametri di simulazione	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)		
Piano a inseguimento, asse inclinato Limitazioni di rotazione	Inclinazione asse	0°	Azimut asse	0°
	Phi minimo	-55°	Phi massimo	55°
	Tracking algorithm	Astronomic calculation		
Strategia Backtracking Angolo limite indetreggiamento	N. di eliofotoni	1118	Campo (array) identico	
	Distanza eliofotoni	10.5 m	Larghezza collettori	4.36 m
	Limiti phi	+/- 65°	Fattore di occupazione (GCR)	41.6 %
Modelli utilizzati	Trasposizione	Perez	Diffuso	Perez, Meteonorm
Orizzonte	Altezza media	1.0°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Bisogni dell'utente :	Carico illimitato (rete)			

Caratteristiche campi FV (2 tipi di campi definiti)

Modulo FV definizione customizzata dei parametri	Si-mono	Modello	JKM 470M-7R-L3	
		Costruttore	Jinkosolar	
Sottocampo "Sottocampo #1"				
Numero di moduli FV	In serie	26 moduli	In parallelo	1260 stringhe
Numero totale di moduli FV	N. di moduli	32760	Potenza nom. unit.	470 Wp
Potenza globale campo	Nominale (STC)	15397 kWp	In cond. di funz.	14021 kWp (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)	U mpp	1007 V	I mpp	13919 A
Sottocampo "Sottocampo #2"				
Numero di moduli FV	In serie	26 moduli	In parallelo	976 stringhe
Numero totale di moduli FV	N. di moduli	25376	Potenza nom. unit.	470 Wp
Potenza globale campo	Nominale (STC)	11927 kWp	In cond. di funz.	10861 kWp (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)	U mpp	1007 V	I mpp	10782 A
Totale Potenza globale campi	Nominale (STC)	27324 kWp	Totale	58136 moduli
	Superficie modulo	130531 m²	Superficie cella	228544 m ²

Sottocampo "Sottocampo #1" : Inverter definizione customizzata dei parametri	Modello	FreeSun FS3000K		
	Costruttore	Power Electronics		
Caratteristiche	Tensione di funzionamento	849-1310 V	Potenza nom. unit.	3000 kWac
Gruppo di inverter	N. di inverter	5 unità	Potenza totale	15000 kWac
			Rapporto Pnom	1.03

Sottocampo "Sottocampo #2" : Inverter definizione customizzata dei parametri	Modello	FreeSun FS2000K		
	Costruttore	Power Electronics		
Caratteristiche	Tensione di funzionamento	849-1310 V	Potenza nom. unit.	2000 kWac
Gruppo di inverter	N. di inverter	5 unità	Potenza totale	10000 kWac
			Rapporto Pnom	1.19
Totale	N. di inverter	10	Potenza totale	25000 kWac

Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione

Fattori di perdita campo FV

Perdite per sporco campo		Fraz. perdite	1.5 %
Fatt. di perdita termica	Uc (cost) 29.0 W/m ² K	Uv (vento)	0.0 W/m ² K / m/s
Perdita ohmica di cablaggio	Campo#1 1.2 mOhm	Fraz. perdite	1.5 % a STC
	Campo#2 1.6 mOhm	Fraz. perdite	1.5 % a STC
	Globale	Fraz. perdite	1.5 % a STC
Perdita di qualità moduli		Fraz. perdite	-0.8 %
Perdite per "mismatch" moduli		Fraz. perdite	1.0 % a MPP
Perdita disadattamento Stringhe		Fraz. perdite	0.10 %
Effetto d'incidenza, parametrizzazione ASHRAE	IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo	0.05

Fattori di perdita sistema

perdita AC dal trafo all'immissione	Tensione rete	30 kV	
	Conduttori: 3x1200.0 mm ²	6620 m	Fraz. perdite 0.3 % a STC
Trasformatore esterno	Perdita ferro (connesso 24h)	26980 W	Fraz. perdite 0.1 % a STC
	Perdite resistive/induittive	333.6 mOhm	Fraz. perdite 1.0 % a STC

Sistema connesso in rete: Definizione orizzonte

Progetto : Impianto San Pancrazio Salentino METKA

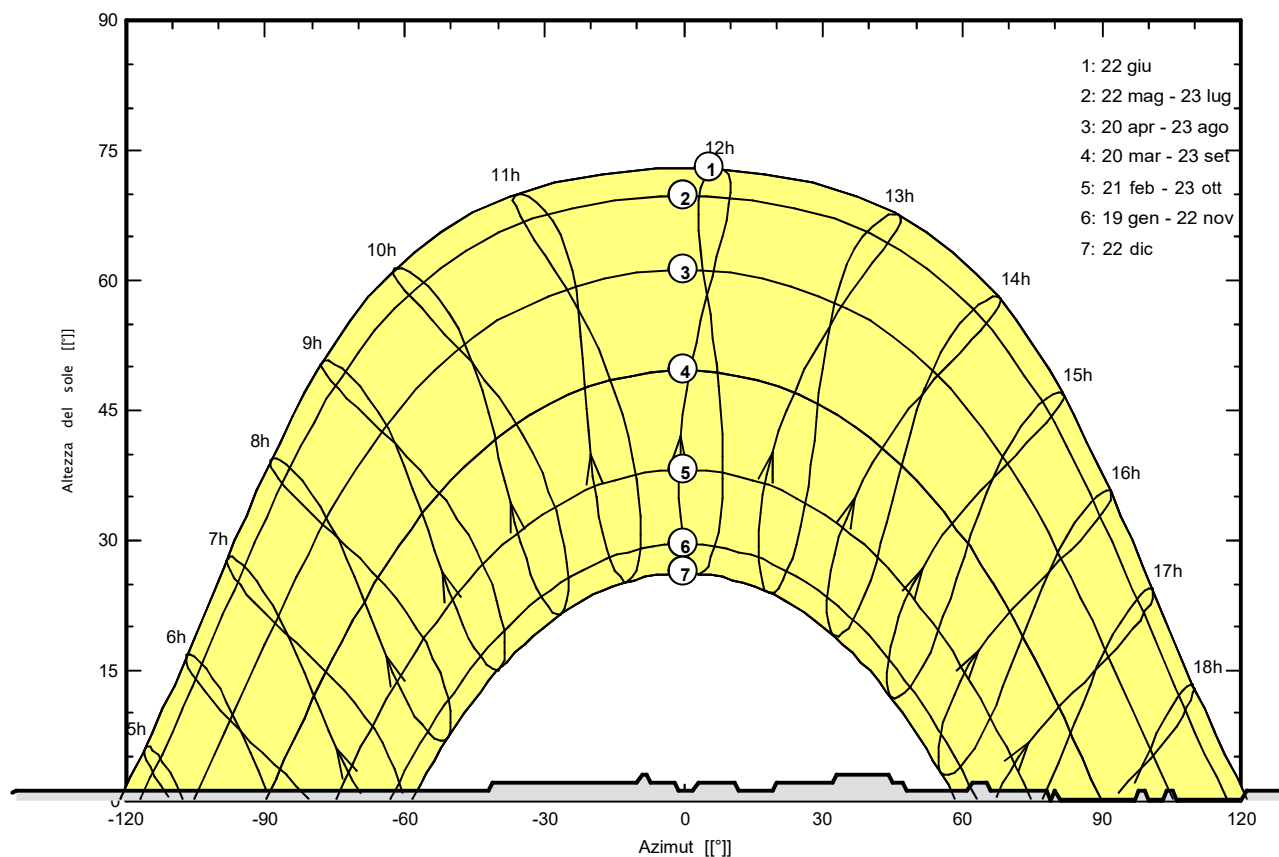
Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)		
Orizzonte	Altezza media	1.0°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Orientamento inseguitore, asse inclinato, inclinazione asse	0°	Azimut asse	0°	
Moduli FV	Modello	JKM 470M-7R-L3	Pnom	470 Wp
Campo FV	Numero di moduli	58136	Pnom totale	27324 kWp
Inverter	Modello	FreeSun FS3000K	Pnom	3000 kW ac
Inverter	Modello	FreeSun FS2000K	Pnom	2000 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	10.0	Pnom totale	25000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Orizzonte	Altezza media	1.0°	Fattore su diffuso	1.00
	Fattore su albedo	100 %	Frazione albedo	0.95

Altezza [°]	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0
Azimut [°]	-180	-179	-152	-151	-42	-41	-10	-9	-8	-7	-2	-1
Altezza [°]	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0
Azimut [°]	2	3	11	12	19	20	32	33	44	45	47	48
Altezza [°]	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0
Azimut [°]	61	62	65	66	78	79	80	81	97	98	99	100
Altezza [°]	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	
Azimut [°]	103	104	105	106	120	121	165	166	177	178	180	

Orizzonte di Meteonorm per, Lat. = 40.836°, Long. = 8.316°



Sistema connesso in rete: Definizione ombre vicine

Progetto : Impianto San Pancrazio Salentino METKA

Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)		
Orizzonte	Altezza media	1.0°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Orientamento inseguitori	Inclinazione asse	0°	Azimut asse	0°
Moduli FV	Modello	JKM 470M-7R-L3	Pnom	470 Wp
Campo FV	Numero di moduli	58136	Pnom totale	27324 kWp
Inverter	Modello	FreeSun FS3000K	Pnom	3000 kW ac
Inverter	Modello	FreeSun FS2000K	Pnom	2000 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	10.0	Pnom totale	25000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

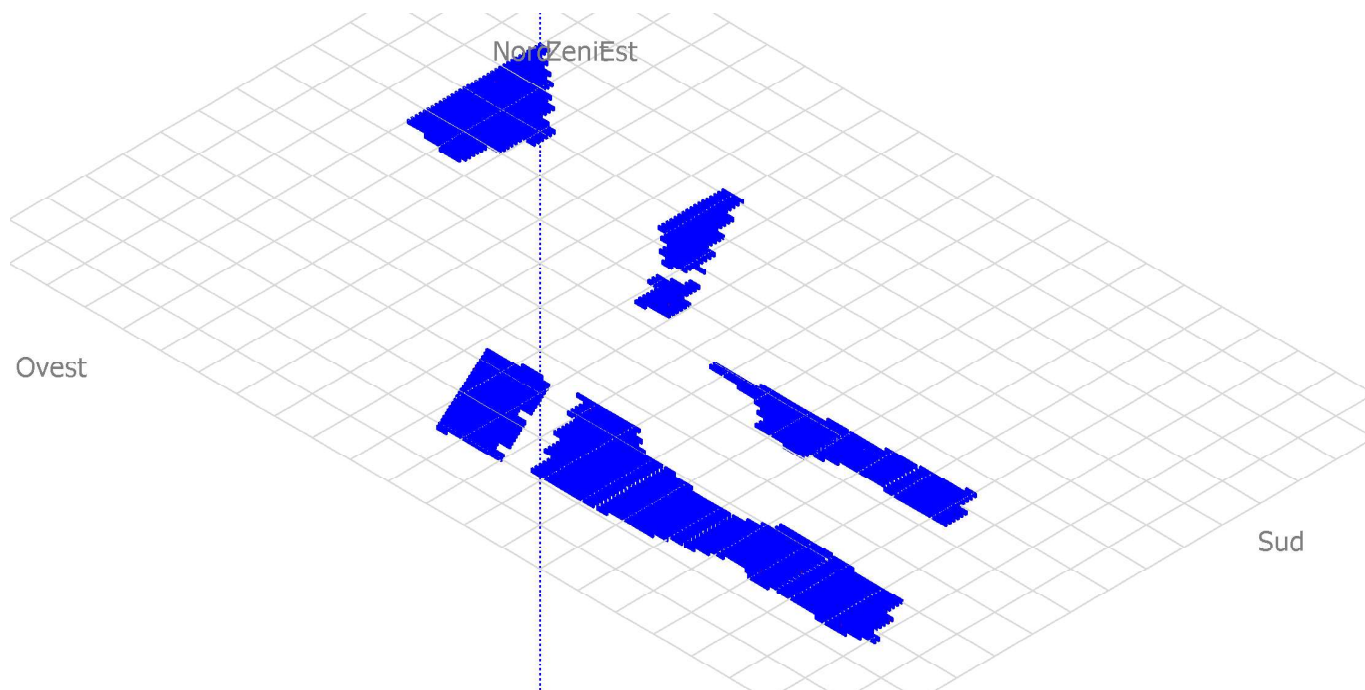
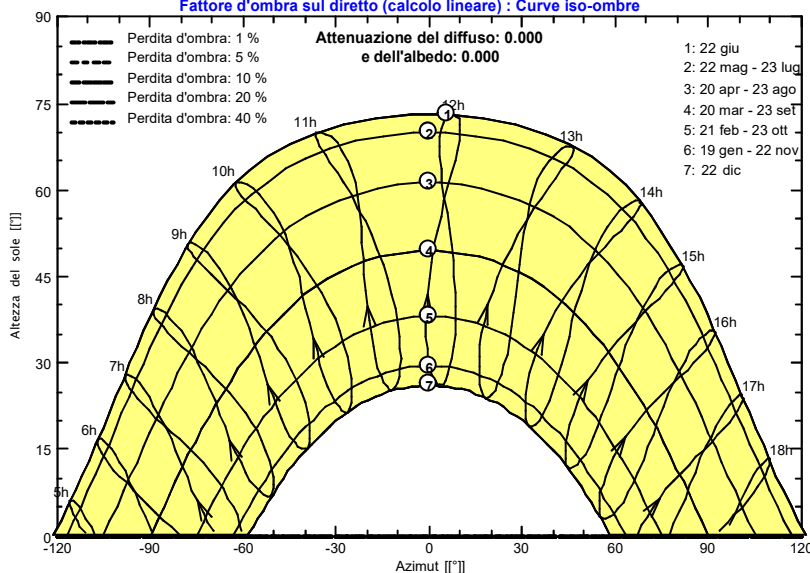


Diagramma iso-ombre

Impianto San Pancrazio Salentino METKA

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



Sistema connesso in rete: Risultati principali

Progetto : Impianto San Pancrazio Salentino METKA

Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

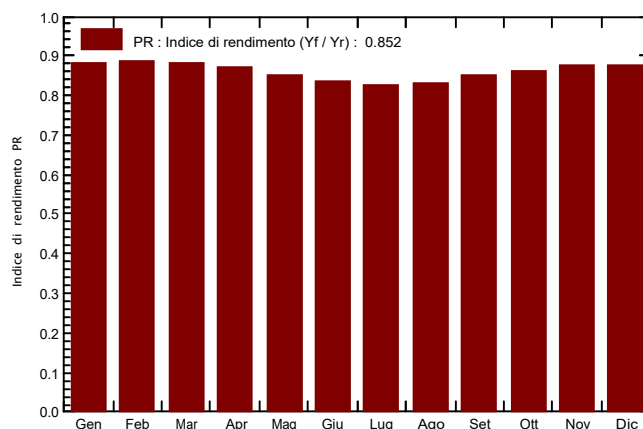
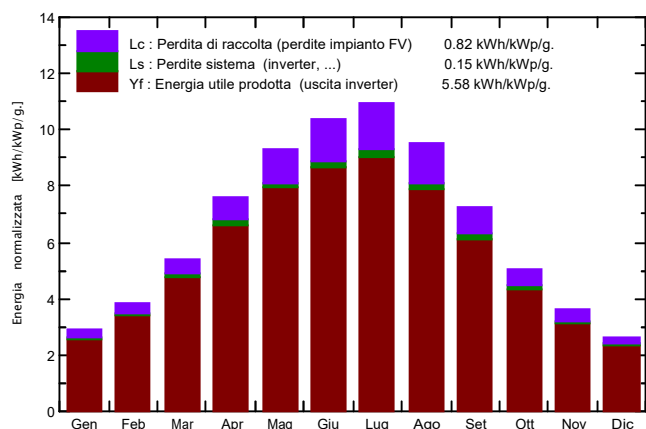
Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)		
Orizzonte	Altezza media	1.0°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Orientamento in seguito FV, asse inclinato, inclinazione asse	0°	Azimut asse	0°	
Moduli FV	Modello	JKM 470M-7R-L3	Pnom	470 Wp
Campo FV	Numero di moduli	58136	Pnom totale	27324 kWp
Inverter	Modello	FreeSun FS3000K	Pnom	3000 kW ac
Inverter	Modello	FreeSun FS2000K	Pnom	2000 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	10.0	Pnom totale	25000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Risultati principali di simulazione

Produzione sistema	Energia prodotta	55677 MWh/anno	Prod. spec.	2038 kWh/kWp/anno
	Indice di rendimento PR	85.24 %		

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 27324 kWp

Indice di rendimento PR



Nuova variante di simulazione

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	
Gennaio	66.3	24.30	9.81	90.2	83.1	2241	2175	0.883
Febbraio	80.1	34.29	10.10	107.0	99.2	2667	2597	0.888
Marzo	129.0	50.48	13.02	168.1	157.8	4148	4039	0.879
Aprile	173.1	63.48	15.60	228.0	215.1	5574	5433	0.872
Maggio	219.2	69.86	21.35	288.9	274.1	6886	6711	0.850
Giugno	232.9	62.48	25.44	309.9	295.3	7266	7083	0.836
Luglio	251.2	50.63	28.64	339.1	324.3	7850	7652	0.826
Agosto	217.6	50.95	28.23	295.1	281.3	6865	6690	0.830
Settembre	160.2	48.95	22.69	216.4	204.5	5166	5037	0.852
Ottobre	115.6	39.62	19.14	156.5	146.4	3788	3691	0.863
Novembre	77.4	25.48	14.51	108.5	100.4	2659	2590	0.874
Dicembre	59.8	23.42	11.01	82.7	75.7	2038	1979	0.876
Anno	1782.3	543.93	18.35	2390.4	2257.1	57148	55677	0.852

Legenda:	GlobHor	Irraggiamento orizz. globale	GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre
	DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	EArray	Energia effettiva in uscita campo
	T_Amb	T amb.	E_Grid	Energia iniettata nella rete
	GlobInc	Globale incidente piano coll.	PR	Indice di rendimento

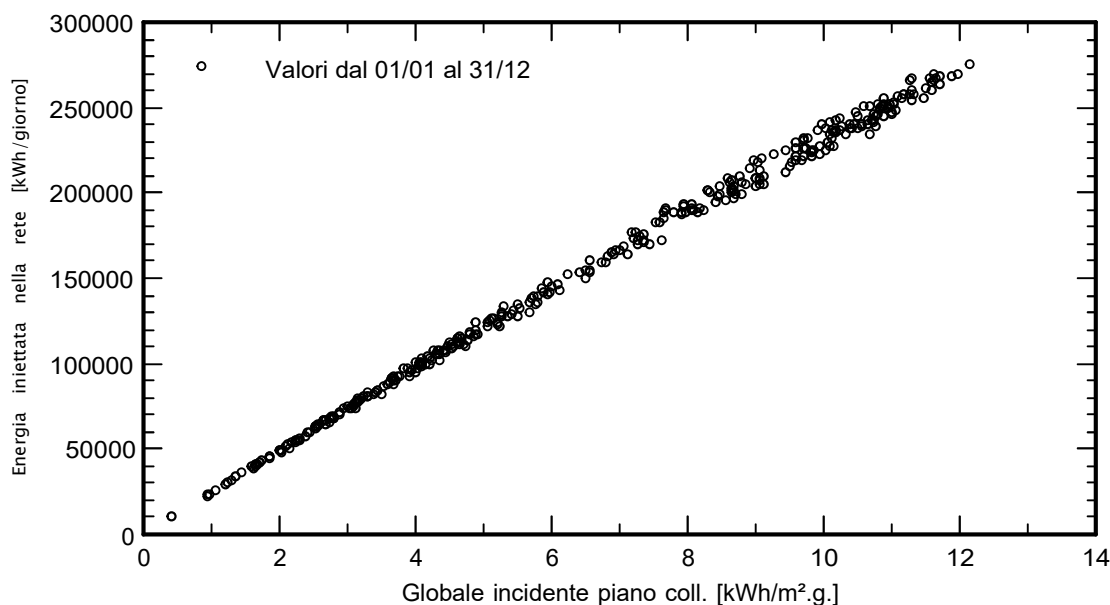
Sistema connesso in rete: Grafici speciali

Progetto : Impianto San Pancrazio Salentino METKA

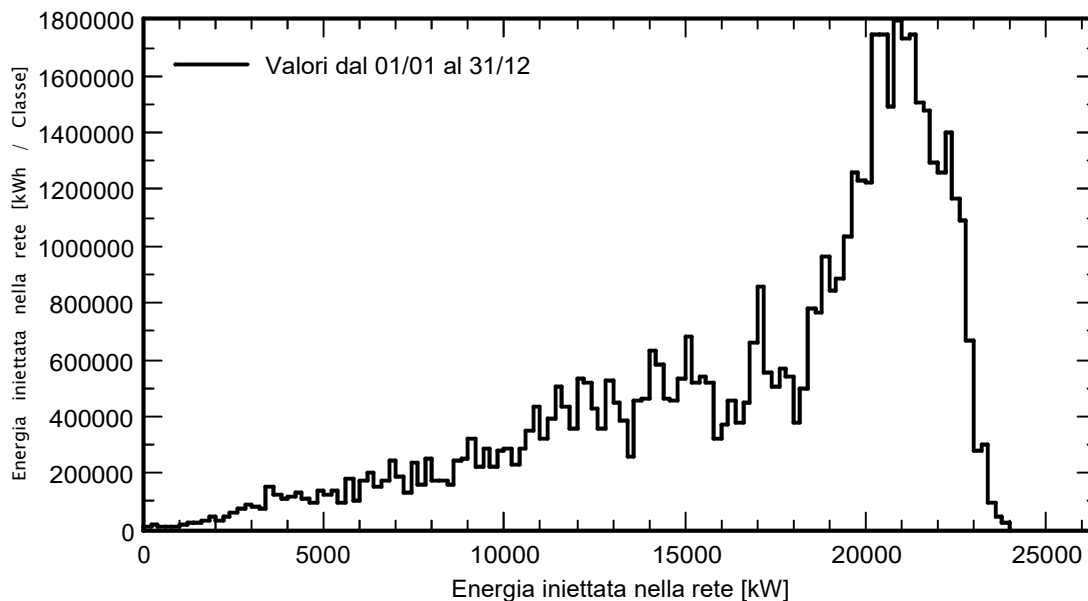
Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)		
Orizzonte	Altezza media	1.0°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Orientamento inseguitori	Inclinazione asse	0°	Azimet asse	0°
Moduli FV	Modello	JKM 470M-7R-L3	Pnom	470 Wp
Campo FV	Numero di moduli	58136	Pnom totale	27324 kWp
Inverter	Modello	FreeSun FS3000K	Pnom	3000 kW ac
Inverter	Modello	FreeSun FS2000K	Pnom	2000 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	10.0	Pnom totale	25000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



Sistema connesso in rete: Diagramma perdite

Progetto : Impianto San Pancrazio Salentino METKA

Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)		
Orizzonte	Altezza media	1.0°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Orientamento inseguitori	Inclinazione asse	0°	Azimut asse	0°
Moduli FV	Modello	JKM 470M-7R-L3	Pnom	470 Wp
Campo FV	Numero di moduli	58136	Pnom totale	27324 kWp
Inverter	Modello	FreeSun FS3000K	Pnom	3000 kW ac
Inverter	Modello	FreeSun FS2000K	Pnom	2000 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	10.0	Pnom totale	25000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Diagramma perdite sull'anno intero

