

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 90 MWp
*Comune di Foggia (FG)***

PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (FOGGIA 4 PV) S.R.L.
Corso Vercelli, 27 – 20144 Milano
P. IVA e C.F. 11262920967 – REA MI - 2590473

PROGETTISTA:

ING. LAURA CONTI
Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Calcolo Producibilità

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2564_4145_A3_FG_PD_R19_Rev 0_Calcolo Producibilità.docx	07/2021	Prima emissione	AFa	CP	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro
Leonardo Montesi	CEO TEP Renewables Ltd e A.U. TEP Renewables (Foggia 4 PV) Srl
Giulia Giombini	Project Director
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica
Corrado Pluchino	Project Manager
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni
Fabio Lassini	Progettazione Civile e Idraulica
Daniele Crespi	Coordinamento SIA
Marco Corrà	Architetto
Francesca Jaspardo	Esperto Ambientale
Andrea Grioni	Ingegnere Ambientale
Sergio Alifano	Architetto
Andrea Fanelli	Tecnico Elettrico
Pietro Simone	Geologo
Massimo Busnelli	Geologo
Mauro Aires	Ingegnere strutturista
Elena Comi	Biologo
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico
Massimo Valagussa	Agronomo
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo - Indagini Geotecniche Geodue
Giovanni Saraceno (3e Ingegneria Srl)	Progetto di Connessione alla R.T.N.
Giovanni Capocchiano	Rilievo topografico
Sebastiano Muratore	Archeologo

INDICE

1. PREMESSA	4
2. DATI CLIMATICI	5
3. RISULTATI	6

1. PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo TEP Renewables Foggia 4 PV S.r.l., di un impianto solare fotovoltaico nel comune di Foggia di potenza pari a 90 MW su un'area catastale di circa 155 ha complessivi, si inserisce quindi nella strategia di decarbonizzazione perseguita da EGP ed in particolare della decarbonizzazione della Puglia attraverso la chiusura, entro il 2025, delle unità alimentate a carbone della centrale di Cerano (BR), la loro trasformazione in unità alimentate a gas naturale e la parziale sostituzione della capacità dismessa con unità da installare sul territorio regionale alimentate da fonti rinnovabili.

Il progetto nel suo complesso ha contenuti economico-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati sottoposti a mitigazione.

Il progetto sarà eseguito in regime “agrivoltaico”, mediante la produzione di energia elettrica “zero emission” da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l'attività agricola, garantendo un modello eco-sostenibile che produce contemporaneamente energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali che saranno installati su strutture mobili sospese (tracker) di tipo monoassiale mediante palo infisso nel terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 10 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.

L'impianto fotovoltaico sarà tecnicamente connesso in antenna a 150 kV alla sottostazione di trasformazione della RTN 380/150 kV di località Sprecacenero nel comune di Foggia, mediante una linea di connessione interrata in MT di lunghezza pari a circa 8 km.

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 Ascoli Satriano 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.

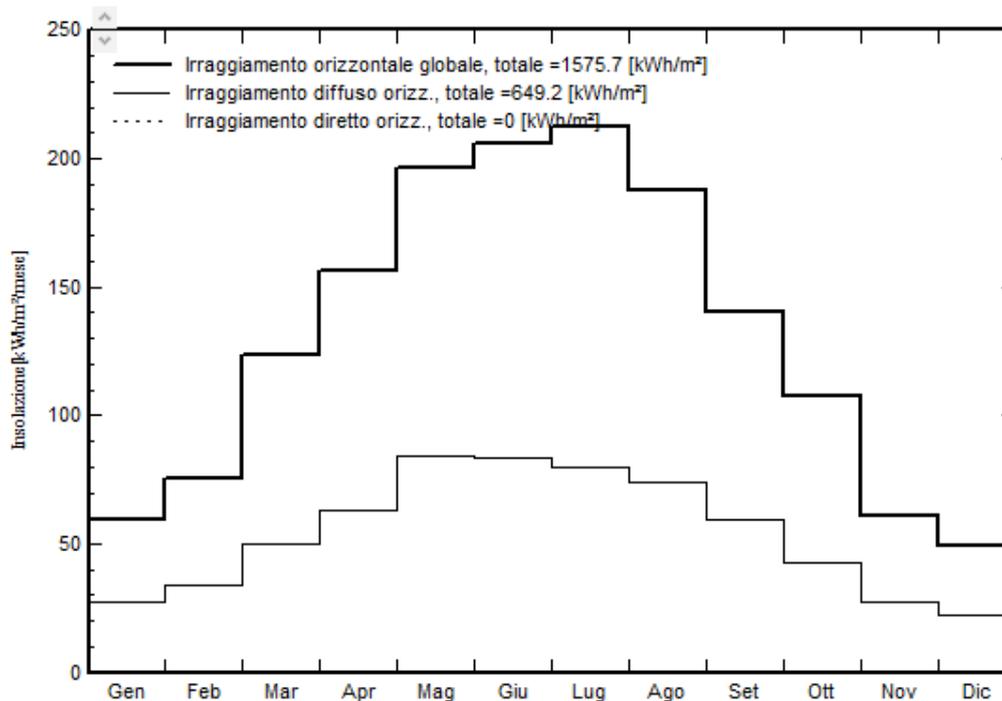
Di seguito si riportano i dati meteorologici assunti:

meteo per Foggia 4 - Dati generati sinteticamente da valori mensili.

Inizio intervallo	GlobHor kWh/m ² /mese	DiffHor kWh/m ² /mese	T_Amb °C	WindVel m/s
Gennaio	59.4	27.56	7.2	4.1
Febbraio	75.4	33.89	7.5	4.1
Marzo	123.9	50.18	11.0	3.9
Aprile	156.5	63.15	13.9	3.7
Maggio	196.5	84.39	19.9	3.8
Giugno	205.9	83.76	23.9	3.9
Luglio	212.2	80.10	27.1	4.3
Agosto	187.9	73.79	26.6	4.1
Settembre	140.1	59.23	21.1	3.9
Ottobre	107.3	42.95	17.7	3.4
Novembre	61.2	27.59	12.3	3.4
Dicembre	49.5	22.66	8.7	3.9
Anno	1575.7	649.24	16.5	3.9

Chiudere Stampare Esportare Formato Clear Sky Model Aiuto

meteo per Foggia 4 - Dati generati sinteticamente da valori mensili.



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 prodotta risulta essere di **159.910 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1.777 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 **87,41%**.

Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione

Progetto : **Foggia 4 PV**

Luogo geografico	Foggia 4	Paese	Italia
Ubicazione	Latitudine 41.49° N	Longitudine	15.48° E
Tempo definito come	Ora legale Fuso orario TU+1	Altitudine	84 m
	Albedo 0.20		
Dati meteo:	Foggia 4	Meteonorm 7.3 (1986-2005), Sat=28% - Sintetico	

Variante di simulazione : **Moduli bifacciali**

Data di simulazione 23/07/20 16h45

Parametri di simulazione	Tipo di sistema	Eliostati illimitati con indetreggiamento		
Assi inseguimento orizzontali	Modelli semplificati, illimitati	10Riche inseguitori	Asse dell'azimut	0°
Limitazioni di rotazione	Phi min.	-60°	Phi max.	60°
	Algoritmo dell'inseguimento	Calcolo astronomico		
Strategia Backtracking	N. di eliostati	10	Eliostati illimitati	
	Distanza eliostati	10.00 m	Larghezza collettori	4.40 m
Banda inattiva	Sinistra	0.02 m	Destra	0.02 m
Angolo limite indetreggiamento	Limiti phi	+/- 63.5°	Fattore di occupazione (GCR)	44.0%
Modelli utilizzati	Trasposizione	Perez	Diffuso	Perez, Meteonorm
			Circumsolare	separare
Orizzonte	Orizzonte libero			
Ombre vicine	Senza ombre			
Sistema a moduli bifacciali	Modello	, eliostati illimitati Calcolo 2D		
	Distanza eliostati	10.00 m	ampiezza eliostati	4.44 m
	Angolo limite di tracciamento	60°	GCR	44.4 %
	Albedo dal suolo	0.30	Altezza dell'asse dal suolo	2.10 m
Fattore di ripartizione delle faccie associato al modulo FV	Fattore di ombreggiamento posteriore	10.0 %		5.0 %
Trasparenza del modul FV	Perdite per Mismatch posteriori	0.0 %		10.0 %
Bisogni dell'utente :	Carico illimitato (rete)			

Caratteristiche campi FV (6 tipi di campi definiti)

Modulo FV	Si-mono	Modello	LR4-72HBD-425M-glaze	
definizione customizzata dei parametri		Costruttore	Longi Solar	
Sottocampo				
#1 - S1.1				
Numero di moduli FV	In serie	28 moduli	In parallelo	53 stringhe
Numero totale di moduli FV	n. di moduli	1484	Potenza nom. unit.	425 Wp
Potenza globale campo	Nominale (STC)	631 kWc	In cond. di funz.	574 kWc (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)	U mpp	1026 V	I mpp	559 A
#2 - S1.2				
Numero di moduli FV	In serie	28 moduli	In parallelo	430 stringhe
Numero totale di moduli FV	n. di moduli	12040	Potenza nom. unit.	425 Wp
Potenza globale campo	Nominale (STC)	5117 kWc	In cond. di funz.	4654 kWc (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)	U mpp	1026 V	I mpp	4537 A
#3 - S2.1				
Numero di moduli FV	In serie	28 moduli	In parallelo	159 stringhe
Numero totale di moduli FV	n. di moduli	4452	Potenza nom. unit.	425 Wp
Potenza globale campo	Nominale (STC)	1892 kWc	In cond. di funz.	1721 kWc (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)	U mpp	1026 V	I mpp	1678 A

Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione

#4 - S2.2

Numero di moduli FV	In serie	28 moduli	In parallelo	4250 stringhe
Numero totale di moduli FV	n. di moduli	119000	Potenza nom. unit.	425 Wp
Potenza globale campo	Nominale (STC)	50575 kWc	In cond. di funz.	46001 kWc (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)	U mpp	1026 V	I mpp	44840 A

#5 - S3.1

Numero di moduli FV	In serie	28 moduli	In parallelo	110 stringhe
Numero totale di moduli FV	n. di moduli	3080	Potenza nom. unit.	425 Wp
Potenza globale campo	Nominale (STC)	1309 kWc	In cond. di funz.	1191 kWc (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)	U mpp	1026 V	I mpp	1161 A

#6 - S3.2

Numero di moduli FV	In serie	28 moduli	In parallelo	2561 stringhe
Numero totale di moduli FV	n. di moduli	71708	Potenza nom. unit.	425 Wp
Potenza globale campo	Nominale (STC)	30476 kWc	In cond. di funz.	27720 kWc (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)	U mpp	1026 V	I mpp	27020 A

Totale Potenza globale campi	Nominale (STC)	90000 kWp	Totale	211764 moduli
	Superficie modulo	474735 m²		

Sottocampo - Inverter

#1 - S1.1

definizione customizzata dei parametri	Modello	SUNWAY TG 900 1500V TE - 640		
Caratteristiche	Costruttore	Santerno		
Gruppo di inverter	Potenza nom. unit.	500 kWac	Tensione funz.	910-1200 V
	Potenza totale	500 kWac	Rapporto Pnom	1.26
	N. di inverter	1 unità		

#2 - S1.2

definizione customizzata dei parametri	Modello	SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640		
Caratteristiche	Costruttore	Santerno		
	Potenza nom. unit.	1774 kWac	Tensione funz.	905-1200 V
	Potenza max. (=>25°C)	1995 kWac		
Gruppo di inverter	Potenza totale	3548 kWac	Rapporto Pnom	1.44
	N. di inverter	2 unità		

#3 - S2.1

definizione customizzata dei parametri	Modello	SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640 (1500 kVA)		
Caratteristiche	Costruttore	Santerno		
Gruppo di inverter	Potenza nom. unit.	1500 kWac	Tensione funz.	910-1200 V
	Potenza totale	1500 kWac	Rapporto Pnom	1.26
	N. di inverter	1 unità		

#4 - S2.2

definizione customizzata dei parametri	Modello	SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640		
Caratteristiche	Costruttore	Santerno		
	Potenza nom. unit.	1774 kWac	Tensione funz.	905-1200 V
	Potenza max. (=>25°C)	1995 kWac		
Gruppo di inverter	Potenza totale	35480 kWac	Rapporto Pnom	1.43
	N. di inverter	20 unità		

#5 - S3.1

definizione customizzata dei parametri	Modello	SUNWAY TG 900 1500V TE - 640		
Caratteristiche	Costruttore	Santerno		
Gruppo di inverter	Potenza nom. unit.	887 kWac	Tensione funz.	910-1200 V
	Potenza max. (=>25°C)	998 kWac		
	Potenza totale	887 kWac	Rapporto Pnom	1.48
	N. di inverter	1 unità		

#6 - S3.2

definizione customizzata dei parametri	Modello	SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640		
Caratteristiche	Costruttore	Santerno		
	Potenza nom. unit.	1774 kWac	Tensione funz.	905-1200 V
	Potenza max. (=>25°C)	1995 kWac		
Gruppo di inverter	Potenza totale	21288 kWac	Rapporto Pnom	1.43
	N. di inverter	12 unità		

Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione

Fattori di perdita campo FV

Perdite per sporco campo		Fraz. perdite	3.0 %
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 41 mΩ	Fraz. perdite	2.0 % a STC
	Campo #2 5.0 mΩ	Fraz. perdite	2.0 % a STC
	Campo #3 14 mΩ	Fraz. perdite	2.0 % a STC
	Campo #4 0.51 mΩ	Fraz. perdite	2.0 % a STC
	Campo #5 20 mΩ	Fraz. perdite	2.0 % a STC
	Campo #6 0.85 mΩ	Fraz. perdite	2.0 % a STC
	Globale	Fraz. perdite	2.0 % a STC
Perdita diodo di serie	Perdita di Tensione 1.0 V	Fraz. perdite	0.1 % a STC
LID - Light Induced Degradation		Fraz. perdite	2.0 %
Perdita di qualità moduli		Fraz. perdite	-0.3 %
Perdite per mismatch del modulo		Fraz. perdite	2.0 % a MPP
Perdita disadattamento Stringhe		Fraz. perdite	0.10 %

#1 - S1.1

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.950	0.760	0.000

#2 - S1.2

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.950	0.760	0.000

#3 - S2.1

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.950	0.760	0.000

#4 - S2.2

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.950	0.760	0.000

#5 - S3.1

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.950	0.760	0.000

#6 - S3.2

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.950	0.760	0.000

Perdite ausiliarie

Ventilatori costanti 65.5 kW ... dalla soglia di potenza 2774.6 kW

Sistema connesso in rete: Risultati principali

Progetto : Foggia 4 PV

Variante di simulazione : Moduli bifacciali

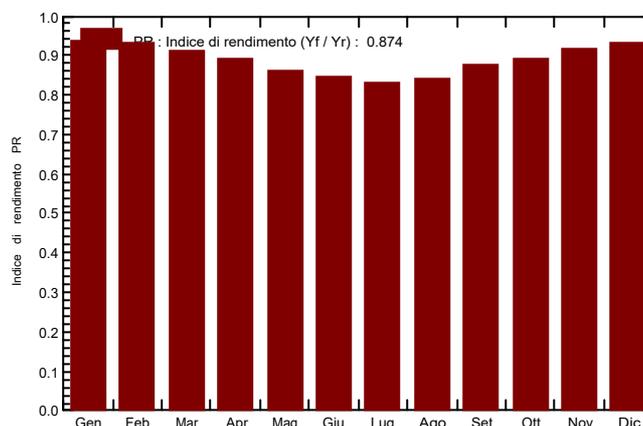
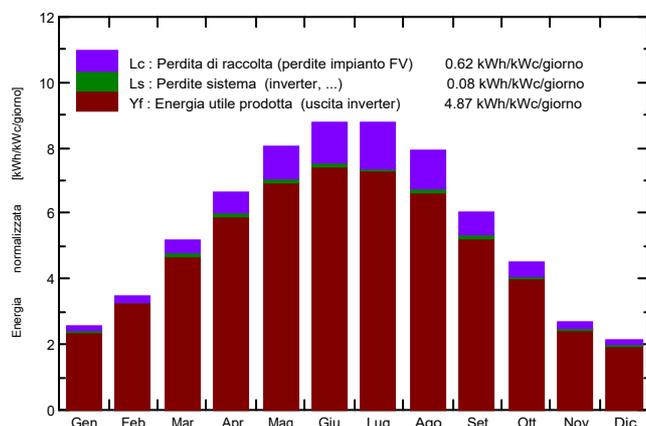
Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Eliostati illimitati con indetreggiamento	
Orientamento campo FV	inclinazione		
Moduli FV	Modello	LR4-72HBD-425M-glaze	Pnom 425 Wc
Campo FV	Numero di moduli	211764	Pnom totale 90000 kWc
Inverter	Modello	SUNWAY TG 900 1500V TE - 640	500 kW ac
Inverter		SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640	1774 kW ac
Inverter		SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640 (1500 kVA)	1500 kW ac
Inverter		SUNWAY TG 900 1500V TE - 640	887 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	37.0	Pnom totale 63203 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

Risultati principali di simulazione

Produzione sistema **Energia prodotta 159910 MWh/anno** Prod. spec. 1777 kWh/kWc/anno
 Indice di rendimento PR **87.41 %**

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 90000 kWc

Indice di rendimento PR



Moduli bifacciali

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	59.4	27.56	7.19	79.1	74.6	6805	6683	0.938
Febbraio	75.4	33.89	7.52	98.4	93.1	8394	8249	0.932
Marzo	123.9	50.18	10.98	160.2	152.1	13379	13154	0.912
Aprile	156.5	63.15	13.92	199.6	189.9	16263	15995	0.890
Maggio	196.5	84.39	19.92	249.2	236.8	19676	19356	0.863
Giugno	205.9	83.76	23.94	262.4	249.9	20296	19969	0.845
Luglio	212.2	80.10	27.12	272.0	258.9	20628	20296	0.829
Agosto	187.9	73.79	26.60	245.2	233.4	18912	18600	0.843
Settembre	140.1	59.23	21.06	180.1	171.0	14413	14177	0.875
Ottobre	107.3	42.95	17.72	140.3	133.2	11473	11283	0.893
Novembre	61.2	27.59	12.28	80.1	75.6	6745	6623	0.919
Dicembre	49.5	22.66	8.67	65.9	61.9	5630	5526	0.932
Anno	1575.7	649.23	16.47	2032.6	1930.4	162614	159910	0.874

Legenda: GlobHor Irraggiamento orizzontale 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 immessa in rete
 GlobInc Globale incidente piano coll. PR Indice di rendimento

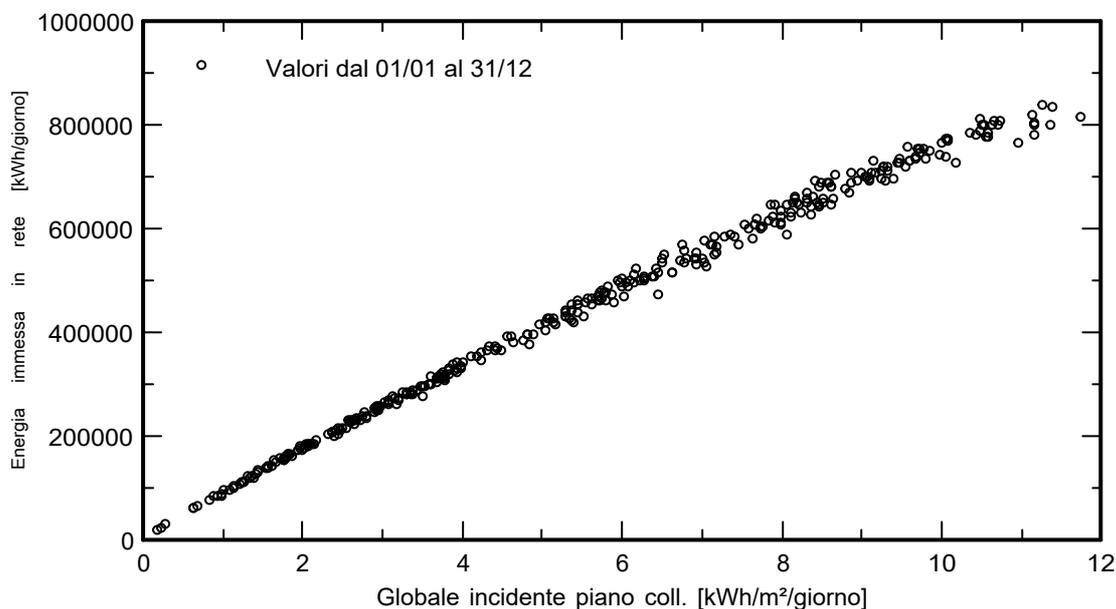
Sistema connesso in rete: Grafici speciali

Progetto : Foggia 4 PV

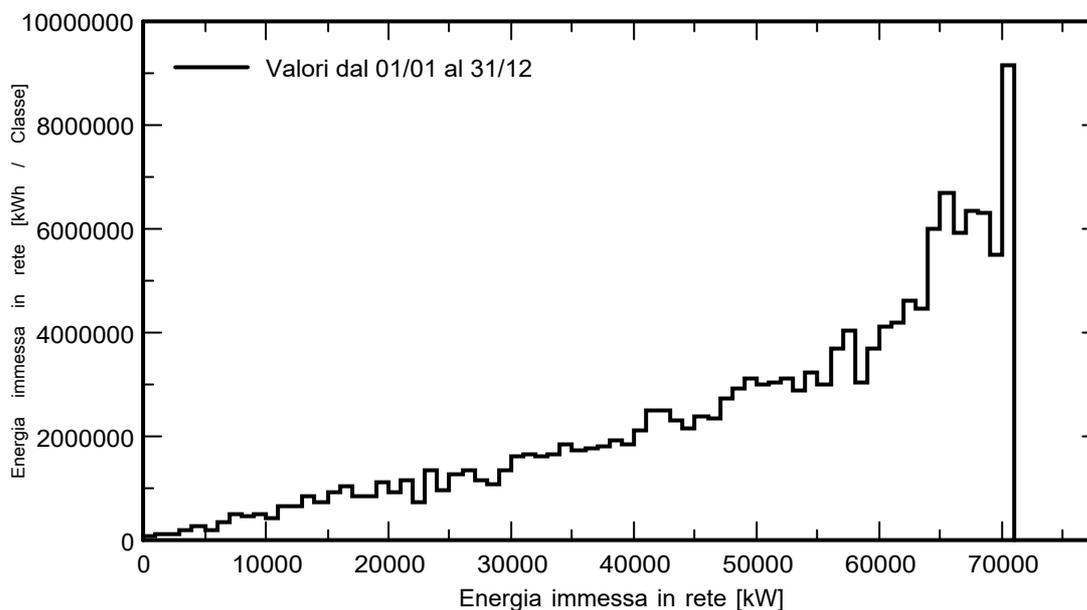
Variante di simulazione : Moduli bifacciali

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Eliostati illimitati con indetreggiamento		
Orientamento campo FV	inclinazione			
Moduli FV	Modello	LR4-72HBD-425M-glaze	Pnom	425 Wc
Campo FV	Numero di moduli	211764	Pnom totale	90000 kWc
Inverter	SUNWAY TG 900 1500V TE - 640			500 kW ac
Inverter	SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640			1774 kW ac
Inverter	SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640 (1500 kVA)			1500 kW ac
Inverter	SUNWAY TG 900 1500V TE - 640			887 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	37.0	Pnom totale	63203 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



Sistema connesso in rete: Diagramma perdite

Progetto : Foggia 4 PV

Variante di simulazione : Moduli bifacciali

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Eliostati illimitati con indetreggiamento		
Orientamento campo FV	inclinazione			
Moduli FV	Modello	LR4-72HBD-425M-glaze	Pnom	425 Wc
Campo FV	Numero di moduli	211764	Pnom totale	90000 kWc
Inverter	SUNWAY TG 900 1500V TE - 640			500 kW ac
Inverter	SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640			1774 kW ac
Inverter	SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640 (1500 kVA)			1500 kW ac
Inverter	SUNWAY TG 900 1500V TE - 640			887 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	37.0	Pnom totale	63203 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Diagramma perdite sull'anno intero

