



REGIONE SICILIA
COMUNE DI MONREALE (PA)

PROGETTO

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA PARI A 27216 kWp (20,905 MW IN IMMISSIONE)
DENOMINATO "PRINCIPE X" ED OPERE CONNESSE INDISPENSABILI
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI MONREALE (PA)

TITOLO

Rel. 05 – Rapporto di producibilità

PROGETTISTI	PROPONENTE	VISTI
 SCM Ingegneria S.r.l. Via Carlo del Croix, 55 Tel.: +39 0831-728955 72022 Latiano (BR) Mail: info@scmingegneria.com OM Ingegneria e Ambiente S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 Tel.: +39 091 9763933 90144 Palermo (PA) Mail: info@omingegneria.it Redattore Luca Maculan	PRINCIPE SOLAR X S.R.L. Sede legale e Amministrativa: Viale della Croce Rossa, 25 90144 PALERMO (PA) PEC: principesolarxsrl@pec.it	

PROGETTAZIONE



Scala	Formato Stampa	Cod.Elaborato	Rev.	Nome File	Foglio
	A4	FVPRXD-I_Rel.05	00	Rel.05_Rapporto di producibilità	1 di 15

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	01/23	Prima Emissione	L. Maculan	D.Cavallo	L. Nettuno

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	DATI GENERALI	3
2.1	Dati del Proponente	3
2.2	Località di realizzazione dell'intervento	3
2.3	Destinazione d'uso	3
2.4	Dati catastali.....	4
2.5	Connessione	4
3	STIMA PRODUZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	5

1 INTRODUZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico, mediante tecnologia fotovoltaica con tracker monoassiale, che la Società PRINCIPE SOLAR X S.R.L. (di seguito "la Società") intende realizzare nel Comune di Monreale (PA).

L'impianto avrà una potenza installata di 27216 kWp per una potenza di 20.905 MW in immissione, e l'energia prodotta verrà immessa sulla rete RTN in alta tensione.

Si evidenzia che sebbene la potenza di picco dell'impianto agrivoltaico in progetto sarà pari a 27216 kWp, la potenza in immissione sarà di 20,905 MW, inferiore rispetto alla potenza installata di picco in quanto, per l'effetto combinato delle perdite legate alla disposizione geometrica dei pannelli (dovute a ombreggiamento, riflessione), delle perdite proprie dell'impianto (dovute a temperatura, sporcamento, mismatch, conversione ecc.) e delle perdite di connessione alla rete, l'energia immessa al punto di consegna non sarà mai superiore ai 20,905 MW. Qualora, in condizioni meteo-climatiche favorevoli, l'impianto potesse produrre più di 20,905 MW, la potenza sarà limitata a livello dei convertitori AC/DC in modo da non superare il limite di immissione previsto al punto di consegna.

2 DATI GENERALI

2.1 Dati del Proponente

Di seguito i dati anagrafici del soggetto proponente:

SOCIETA' PROPONENTE	
Denominazione	PRINCIPE SOLAR X S.R.L.
Indirizzo sede legale	Viale della Croce Rossa, 25 – 90144 Palermo (PA)
Codice Fiscale/Partita IVA	07133700828
Capitale Sociale	10.000,00 €
PEC	principesolarxsrl@pec.it

Tabella 2-1 – Informazioni principali della Società Proponente

2.2 Località di realizzazione dell'intervento

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente documento e il relativo cavidotto 36 kV saranno realizzati nel Comune di Monreale (PA).

2.3 Destinazione d'uso

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo.

2.4 Dati catastali

I terreni interessati dall'intervento per quanto riguarda l'area di impianto, così come individuati da catasto del comune Monreale (PA) sono:

- FG 153 – Particelle 210, 138, 132, 127, 155, 142.
- FG 154 – Particelle 252, 186, 188, 163, 164.

L'area della cabina utente 36 kV interesserà invece i seguenti terreni, così come individuati da catasto del comune di Monreale (PA):

- FG 152 - Particella 4

Tutti i terreni su cui saranno installati i moduli fotovoltaici e realizzate le infrastrutture necessarie, risultano di proprietà privata e corrispondono a terreni ad uso prevalentemente agricolo.

Luogo di installazione	Comune di Monreale
Potenza di Picco (kWp)	27216 kWp
Potenza Nominale (kW)	27216 kWp
Potenza massima in immissione	20,095 MW
Informazioni generali del sito	Sito collinare ben raggiungibile da strade statali/provinciali/comunali
Tipo di strutture di sostegno	Inseguitore monoassiale
Coordinate area impianto Area nord	Latitudine: 37°53'53.37"N Long. 13°19'23.21"E
Coordinate area impianto Area sud	Latitudine: 37°53'07.37"N Long. 13°18'52.47"E
Coordinate cabina utente	Latitudine 37°53'59.22"N Longitudine 13°17'59.91"E

Tabella 2-2 – Dati catastali

2.5 Connessione

La Società PRINCIPE SOLAR X S.R.L. è titolare della richiesta di connessione alla RTN presentata a Terna S.p.A. ("il Gestore") per una potenza in immissione di 20,905 MW. Alla richiesta è stato assegnato Codice Pratica 202101163.

Il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG), accettata in data 13 Dicembre 2022.

Il progetto di connessione prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la stazione elettrica di trasformazione della RTN a 220/36 kV in doppia sbarra, denominata "Monreale 3", da collegare in entra - esce sulla linea a 220 kV della RTN "Partinico - Ciminna".

3 STIMA PRODUZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto, come detto, sarà installato nel Comune di Monreale (PA) nell'area identificata dalle coordinate baricentriche identificate nel precedente paragrafo

Nella località di progetto si può considerare un irraggiamento medio annuo su superficie del modulo fotovoltaico installato su tracker di circa 2333,8 kWh/m².

La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) risulta essere:

$$PSTC = P_{MODULO} \times N^{\circ}MODULI = 720 \times 37800 = 27.216.000 \text{ Wp}$$

Di seguito estratto con i risultati del rapporto relativo alla simulazione della producibilità del sito, allegato alla documentazione del presente progetto:



Progetto: Principe X

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.4.3

VCO, Simulato su
09/11/23 11:29
con v7.4.3

SCM INGEGNERIA srl (Italy)

Sommario del progetto

Luogo geografico Bivio Lupotto Italia	Ubicazione Latitudine 37.89 °N Longitudine 13.31 °E Altitudine 584 m Fuso orario UTC+1	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo Bivio Lupotto PVGIS api TMY		

Sommario del sistema

Sistema connesso in rete Orientamento campo FV Orientamento Assi inseguimento orizzontali	Eliostati illimitati con indetreggiamento Algoritmo dell'inseguimento Calcolo astronomico Backtracking attivato	Ombre vicine Senza ombre
Informazione sistema Campo FV Nr. di moduli 37800 unità Pnom totale 27.22 MWc	Inverter Numero di unità 90 unità Pnom totale 27.00 MWac Limite della potenza di rete 20.91 MWac Rapporto Pnom lim. rete 1.302	
Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)		

Sommario dei risultati

Energia prodotta 54072389 kWh/anno	Prod. Specif. 1987 kWh/kWp/anno	Indice rendimento PR 85.13 %
Energia apparente 60381380 kVAh/anno		

Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione orizzonte	6
Risultati principali	7
Diagramma perdite	8
Grafici predefiniti	9
Valutazione P50-P90	10
Schema unifilare	11



Progetto: Principe X

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.4.3

VCO, Simulato su
09/11/23 11:29
con v7.4.3

SCM INGEGNERIA srl (Italy)

Parametri principali

Sistema connesso in rete		Eliostati illimitati con indetreggiamento	
Orientamento campo FV		Algoritmo dell'inseguimento	
Orientamento		Calcolo astronomico	
Assi inseguimento orizzontali		Backtracking attivato	
		Campo con backtracking	
		N. di eliostati	10 unità
		Eliostati illimitati	
		Dimensioni	
		Distanza eliostati	5.50 m
		Larghezza collettori	2.38 m
		Fattore occupazione (GCR)	43.3 %
		Phi min / max	-/+ 60.0 °
		Strategia backtracking	
		Phi limits for BT	-/+ 64.1 °
		Distanza tavole backtracking	5.50 m
		Larghezza backtracking	2.38 m
		Modo	Automatico
Modelli utilizzati			
Trasposizione	Perez		
Diffuso	Importato		
Circumsolare	separare		
Orizzonte		Ombre vicine	
Altezza media	4.1 °	Senza ombre	
Sistema bifacciale		Bisogni dell'utente	
Modello	Calcolo 2D eliostati illimitati	Carico illimitato (rete)	
Geometria del modello bifacciale		Definizioni per il modello bifacciale	
Distanza eliostati	5.50 m	Albedo dal suolo	0.30
ampiezza eliostati	2.38 m	Fattore di Bifaccialità	85 %
GCR	43.3 %	Ombreg. posteriore	5.0 %
Altezza dell'asse dal suolo	1.65 m	Perd. Mismatch post.	10.0 %
		Frazione trasparente della tettoia	0.0 %
Punto di immissione in rete		Fattore di potenza	
Limitazione potenza di rete		Cos(phi) (ritardo)	
Potenza attiva	20.91 MWac	0.900	
Rapporto Pnom	1.302		

Caratteristiche campo FV

Modulo FV		Inverter	
Costruttore	HUASUN	Costruttore	Huawei Technologies
Modello	HS-210-B132DS720-20230328	Modello	SUN2000-300KTL-H0
(Definizione customizzata dei parametri)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	720 Wp	Potenza nom. unit.	300 kWac
Numero di moduli FV	37800 unità	Numero di inverter	90 unità
Nominale (STC)	27.22 MWc	Potenza totale	27000 kWac
Campo #1 - Area NORD		Campo #1 - Area SUD	
Numero di moduli FV	11340 unità	Numero di inverter	27 unità
Nominale (STC)	8165 kWp	Potenza totale	8100 kWac
Moduli	405 stringa x 28 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Condizioni di funzionamento	
Pmpp	7632 kWp	Voltaggio di funzionamento	550-1500 V
U mpp	1112 V	Potenza max. (=>30°C)	330 kWac
I mpp	6864 A	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.01
		Power sharing within this inverter	



Progetto: Principe X

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.4.3

VCO, Simulato su
09/11/23 11:29
con v7.4.3

SCM INGEGNERIA srl (Italy)

Caratteristiche campo FV

Campo #2 - Area SUD			
Numero di moduli FV	26460 unità	Numero di inverter	63 unità
Nominale (STC)	19.05 MWc	Potenza totale	18900 kWac
Moduli	945 stringa x 28 In serie		
In cond. di funz. (50°C)			
Pmpp	17.81 MWc	Voltaggio di funzionamento	550-1500 V
U mpp	1112 V	Potenza max. (=>30°C)	330 kWac
I mpp	16016 A	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.01
		Power sharing within this inverter	
Potenza PV totale		Potenza totale inverter	
Nominale (STC)	27216 kWp	Potenza totale	27000 kWac
Totale	37800 moduli	Potenza max.	29700 kWac
Superficie modulo	117420 m ²	Numero di inverter	90 unità
		Rapporto Pnom	1.01
		Limite Pnom inverter definito come potenza apparente	

Perdite campo

Perdite per sporco campo	Fatt. di perdita termica	Perdita diodo di serie						
Fraz. perdite 1.0 %	Temperatura modulo secondo irraggiamento	Perdita di Tensione 0.7 V						
	Uc (cost) 29.0 W/m ² K	Fraz. perdite 0.1 % a STC						
	Uv (vento) 0.0 W/m ² K/m/s							
LID - Light Induced Degradation	Perdita di qualità moduli	Perdite per mismatch del modulo						
Fraz. perdite 2.0 %	Fraz. perdite -0.8 %	Fraz. perdite 2.0 % a MPP						
Perdita disadattamento Stringhe								
Fraz. perdite 0.2 %								
Fattore di perdita IAM								
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.997	0.995	0.984	0.967	0.865	0.710	0.000

Perdite DC nel cablaggio

Res. globale di cablaggio	0.52 mΩ		
Fraz. perdite	1.0 % a STC		
Campo #1 - Area NORD		Campo #2 - Area SUD	
Res. globale campo	1.7 mΩ	Res. globale campo	0.75 mΩ
Fraz. perdite	1.0 % a STC	Fraz. perdite	1.0 % a STC

Perdite sistema

indisponibilità del sistema	
frazione di tempo	0.8 %
	3.0 giorni,
	3 periodi



Perdite cablaggio AC

Linea uscita inv. sino al trasformatore MT

Tensione inverter 800 Vac tri
Fraz. perdite 0.76 % a STC

Inverter: SUN2000-300KTL-H0

Sezione cavi (90 Inv.) All 90 x 3 x 240 mm²
Lunghezza media dei cavi 100 m

Linea MV fino alla iniezione

Voltaggio MV 36 kV
Frazione perdita media 0.29 % a STC

Campo #1 - Area NORD

Conduttori All 3 x 500 mm²
Lunghezza 2800 m

Campo #2 - Area SUD

Conduttori All 3 x 500 mm²
Lunghezza 4400 m

Perdite AC nei trasformatori

Trafo MV

Media tensione 36 kV
2 identico MV trasfo.

One transfo parameters

Potenza nominale a STC 4.04 MVA
Iron Loss (scollegato di notte) 4.04 kVA
Frazione di perdite a vuoto 0.10 % a STC
Perdite a carico 40.40 kVA
Frazione di perdite a carico 1.00 % a STC
Resistenza equivalente induttori 3 x 0.79 mΩ

Perdite di operazione in STC (sistema intero)

Nb. identical MV transfos 2
Potenza nominale a STC 8.08 MVA
Perdite a vuoto (scollegato di notte) 8.08 kVA
Perdite a carico 80.81 kVA



Progetto: Principe X

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.4.3
VCO, Simulato su
09/11/23 11:29
con v7.4.3

SCM INGEGNERIA srl (Italy)

Definizione orizzonte

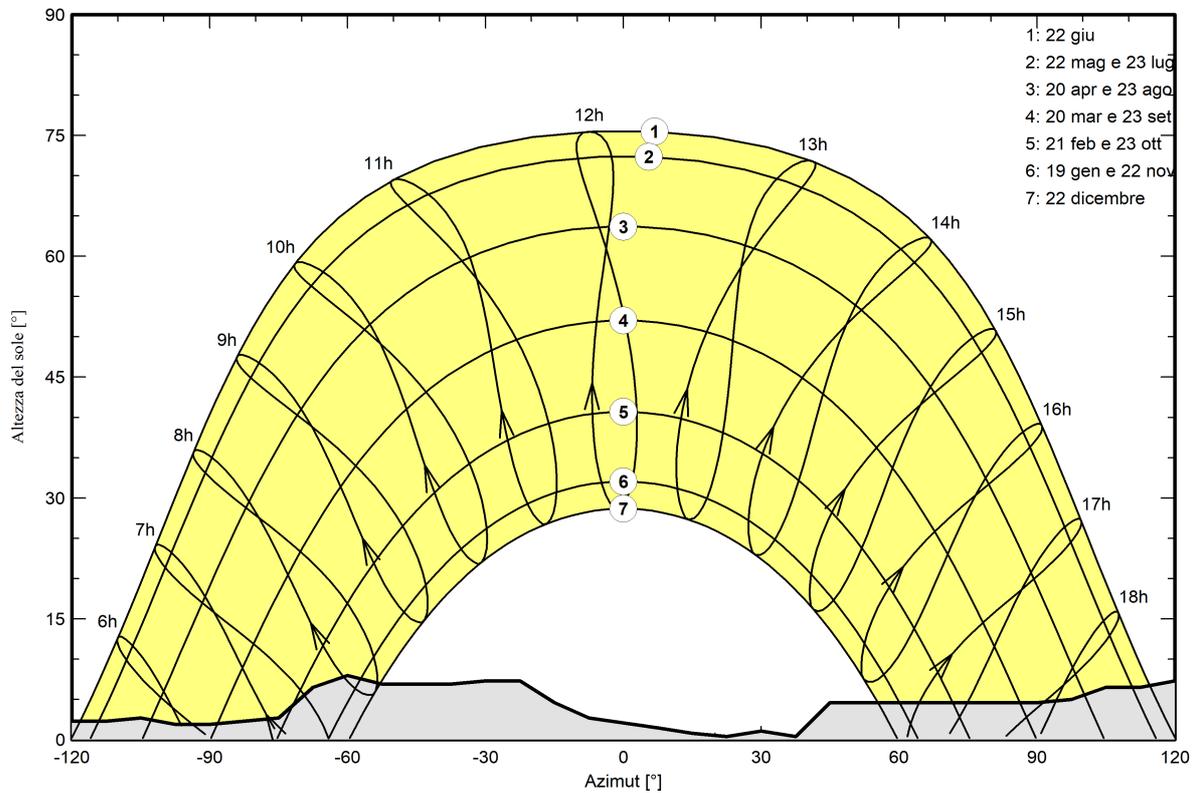
Horizon from PVGIS website API, Lat=37°53'12", Long=13°18'52", Alt=584m

Altezza media	4.1 °	Fattore su albedo	0.75
Fattore su diffuso	0.93	Frazione albedo	100 %

Profilo dell'orizzonte

Azimut [°]	-180	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83	-75
Altezza [°]	2.7	2.7	3.4	3.4	3.1	3.4	2.3	2.3	2.7	1.9	1.9	2.3	2.7
Azimut [°]	-68	-60	-53	-38	-30	-23	-15	-8	8	15	23	30	38
Altezza [°]	6.5	8.0	6.9	6.9	7.3	7.3	4.6	2.7	1.5	0.8	0.4	1.1	0.4
Azimut [°]	45	90	98	105	113	120	128	143	158	165	173	180	
Altezza [°]	4.6	4.6	5.0	6.5	6.5	7.3	7.3	5.7	5.7	2.3	1.9	2.7	

Percorsi del sole (diagramma altezza / azimut)





Progetto: Principe X

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.4.3

VCO, Simulato su
09/11/23 11:29
con v7.4.3

SCM INGEGNERIA srl (Italy)

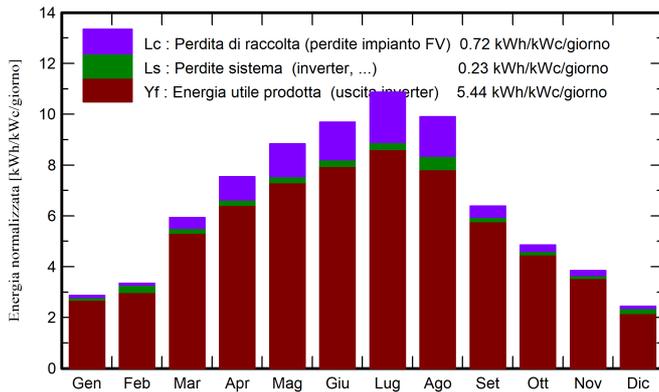
Risultati principali

Produzione sistema

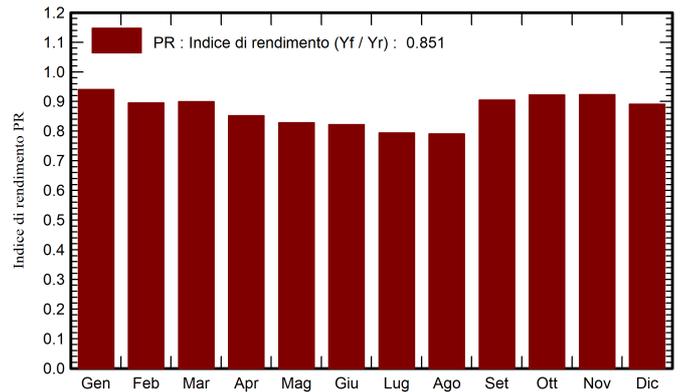
Energia prodotta 54072389 kWh/anno
Energia apparente 60381380 kWh/anno

Prod. Specif. 1987 kWh/kWp/anno
Indice rendimento PR 85.13 %

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 kWh	E_Grid kWh	PR ratio
Gennaio	68.1	32.98	7.22	88.9	84.1	2354309	2275392	0.940
Febbraio	73.7	38.32	5.94	93.6	89.0	2507287	2281258	0.895
Marzo	141.2	54.19	8.28	183.9	176.2	4652507	4502940	0.899
Aprile	175.7	62.75	11.72	226.1	218.1	5417948	5241134	0.852
Maggio	215.3	73.09	16.93	273.9	264.5	6375929	6174351	0.828
Giugno	225.6	74.12	19.86	290.5	280.2	6708655	6494955	0.821
Luglio	253.2	56.21	24.63	336.8	326.1	7507682	7273175	0.793
Agosto	230.2	53.95	24.05	306.8	296.7	7052359	6603176	0.791
Settembre	148.3	62.49	19.75	191.7	184.5	4868413	4718016	0.904
Ottobre	115.0	48.90	17.72	150.6	144.4	3894027	3777365	0.922
Novembre	85.1	33.75	12.31	115.4	109.3	2990065	2898873	0.923
Dicembre	59.5	31.67	8.30	75.5	71.2	2001681	1831755	0.891
Anno	1790.9	622.44	14.79	2333.8	2244.3	56330863	54072389	0.851

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



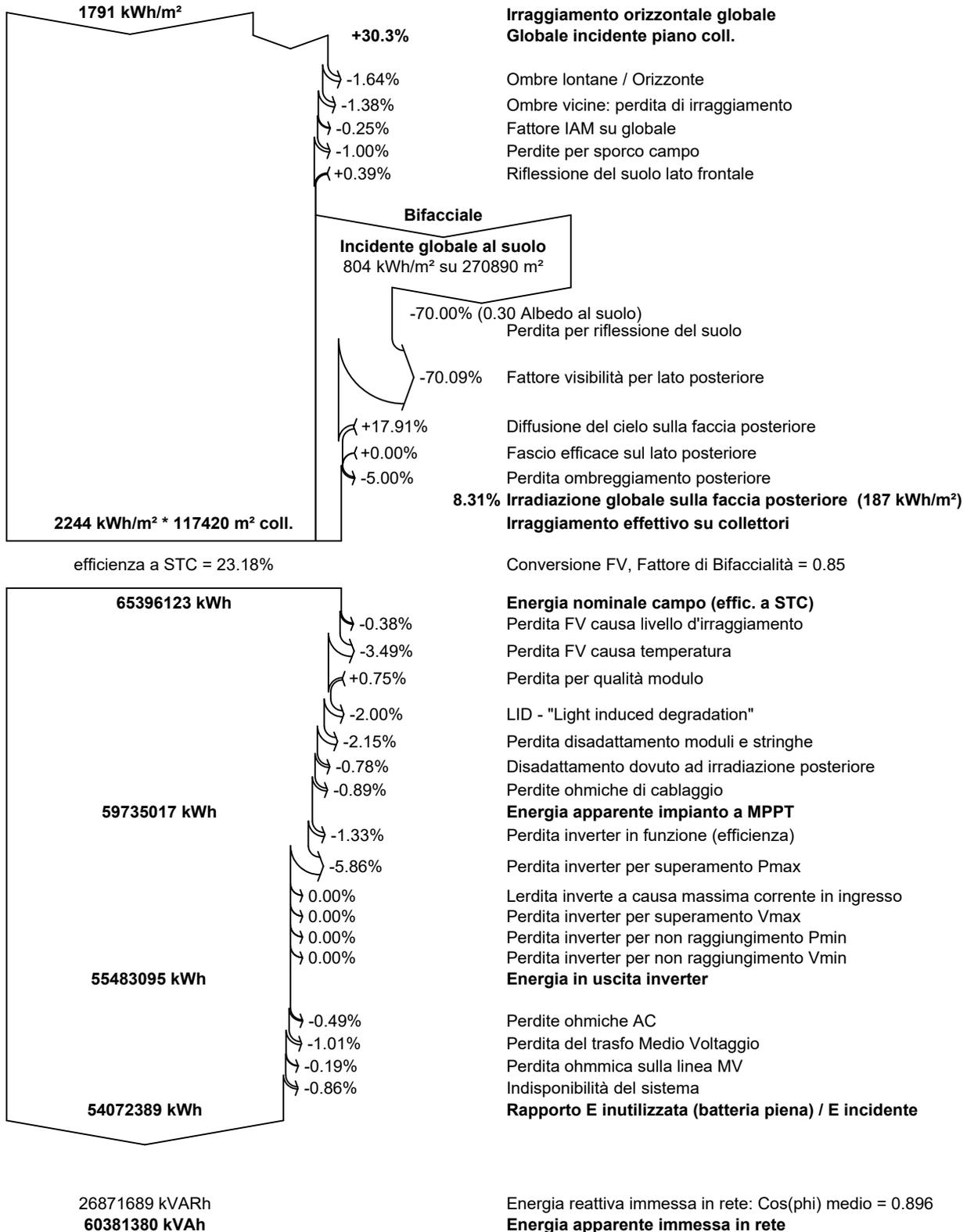
Progetto: Principe X

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.4.3
VCO, Simulato su
09/11/23 11:29
con v7.4.3

SCM INGEGNERIA srl (Italy)

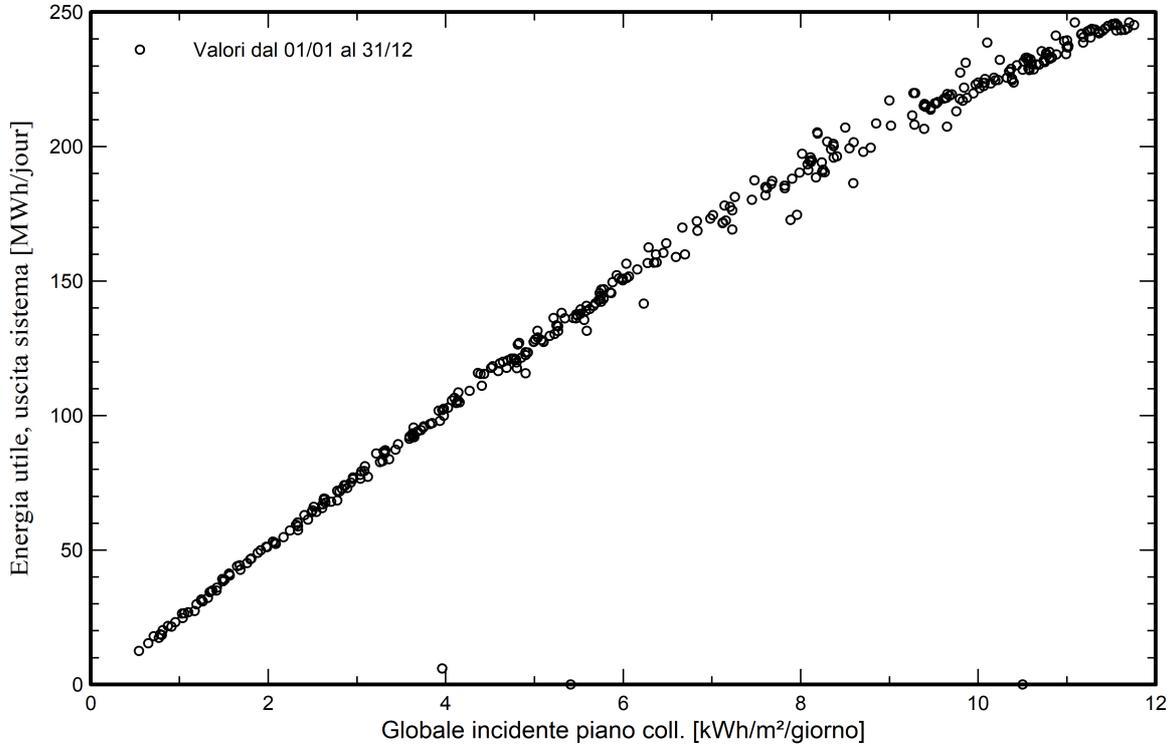
Diagramma perdite



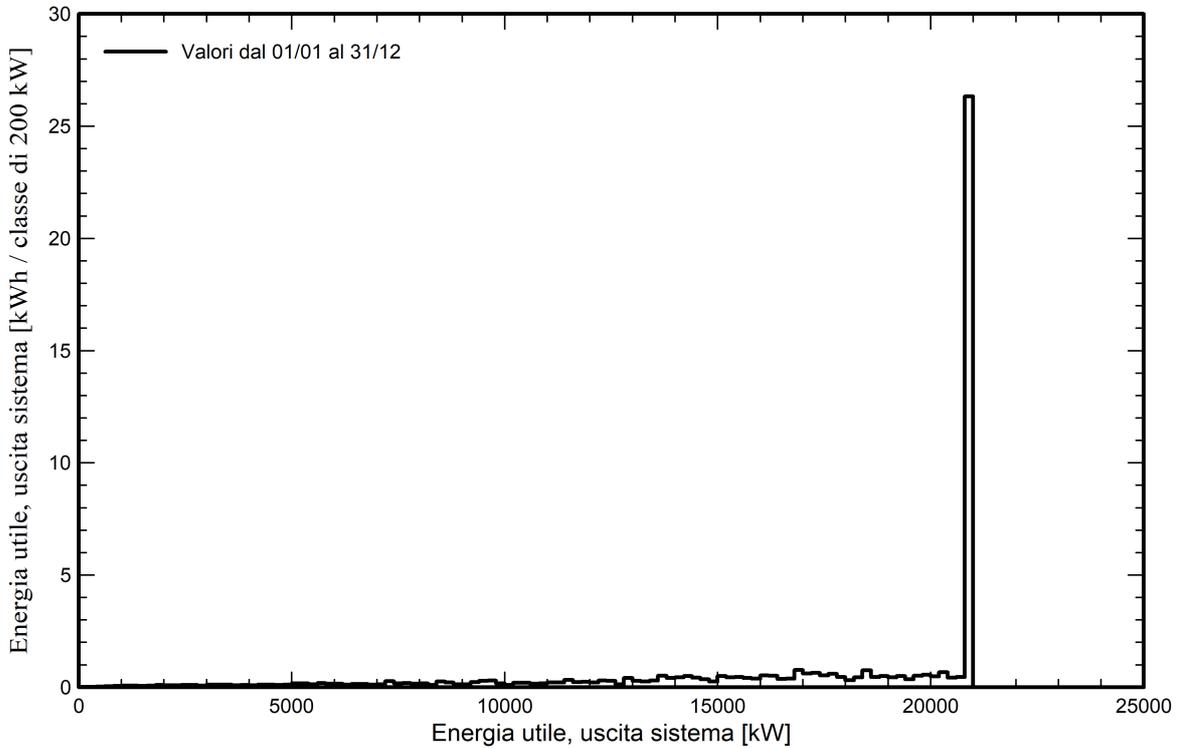


Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema





Valutazione P50-P90

Dati meteo

Fonte	PVGIS api TMY
Tipo	TMY, multi anno
Differenza da anno in anno (Varianza)	5.0 %

Deviazione Standard

Cambiamento Climatico	0.0 %
-----------------------	-------

Variabilità globale

Variabilità (Somma quadratica media)	5.3 %
--------------------------------------	-------

Incertezze dei parametri e simulazione

settaggio parametri modulo FV	1.0 %
Incertezza nella stima efficienza inverter	0.5 %
Incertezze di disadattamento e sporcizia	1.0 %
Incertezza nella stima del degrado	1.0 %

Valore di probabilità associato alla produzione

Variabilità	2.87 GWh
P50	54.07 GWh
P90	50.39 GWh
P70	52.57 GWh

Distribuzione di probabilità

