

Regione Veneto



Provincia di Padova



Comune di Este



PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 36.083,52 kWp UBICATO NEL COMUNE DI ESTE (PD) E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

TITOLO

Stima di produzione dell' impianto agrivoltaico

PROGETTAZIONE



SR International S.r.l.
C.so Vittorio Emanuele II, 282-284 - 00186 Roma
Tel. 06 8079555 - Fax 06 80693106
C.F e P.IVA 13457211004



Ing. Andrea Bartolazzi

PROPONENTE



K2 Solar S.r.l.
C.so Vittorio Emanuele II, 282-284 - 00186 Roma
PEC mail@pec.k2solar.it
C.F e P.IVA 16890601004

Revisione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato	Descrizione
00	11/01/2024	Fabio Lauretti	Ing. Bartolazzi	K2 Solar S.r.l.	SP

Codice Elaborato

K2S-EST-SP

Scala

-

Formato

A4

INDICE

INDICE DELLE FIGURE.....	2
INDICE DELLE TABELLE	2
1. LOCALIZZAZIONE DEL SITO.....	3
2. POTENZA DELL'IMPIANTO ED ENERGIA PRODUCIBILE	3
2.1 Criterio progettuale	3
2.2 Irraggiamento solare	4
2.3 Perdite nell'impianto FV	4
2.4 Software di simulazione PVSYST	5
2.5 Energia prodotta dall'impianto	6
3. RISPARMIO DI COMBUSTIBILE ED EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA	15
3.1 Risparmio di combustibile	16
3.2 Emissioni evitate in atmosfera	16

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Radiazione incidente e dati meteo nell'area d'impianto 4

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Riepilogo dei dati di impianto16

Tabella 2 - Risparmio di combustibile in TEP16

Tabella 3 - Emissioni evitate in atmosfera16

1. LOCALIZZAZIONE DEL SITO

Il sito, ove si prevede di realizzare l'impianto agrivoltaico denominato "Este", è localizzato nel comune di Este in provincia di Padova, regione Veneto. L'area prevista per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico è di circa 40 ha.

2. POTENZA DELL'IMPIANTO ED ENERGIA PRODUCIBILE

2.1 Criterio progettuale

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto agrivoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile, adottando soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola sul sito di installazione.

Nel nostro caso l'impianto sarà dotato di sistemi a inseguimento solare. Nel caso dei sistemi a inseguimento solare, il generatore agrivoltaico è esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento dei tracker il cui asse di rotazione è ruotata rispetto alla direzione Nord-Sud di 20°. La distanza di pitch orizzontale tra gli inseguitori solari, pari a 5 m assieme al sistema back-tracking, consente di minimizzare i fenomeni di ombreggiamento e garantire la coltivazione del terreno tra le strutture dei moduli. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, possono comunque essere adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati. Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento, quanto più il fenomeno è amplificato.

Il generatore agrivoltaico in progetto sarà costituito da un totale di 53064 moduli fotovoltaici monocristallini bifacciali di potenza nominale pari a 680 Wp. La potenza nominale in DC sarà quindi pari a 36,083 MWp.

Le caratteristiche tecniche e realizzative dell'impianto sono riportate in forma tabellare come di seguito:

Potenza nominale dell'impianto [MWp]	36,083
Numero di inverter multistringa	107
Potenza modulo bifacciale monocristallino [Wp]	680
Numero di moduli totali	53.064
Area d'impianto recintata [ha]	38,9
N° cabine elettriche di trasformazione	8
N° cabine di raccolta	1
Lunghezza totale cavo esterno in MT AC [km]	10,4
Lunghezza totale cavi interni in MT AC [km]	1,95

Il calcolo dell'energia prodotta dall'impianto è stato effettuato mediante l'utilizzo del software PVSYST. Le variabili da considerare per ottenere un risultato affidabile e rispondente alla realtà, sono sia i valori climatici relativi all'area d'impianto (irraggiamento, umidità, temperatura, ecc..) l'efficienza dei moduli fotovoltaici, il rendimento di tutti i componenti elettrici facenti parte del sistema e l'ombreggiamento.

2.2 Irraggiamento solare

Come già specificato, ai fini del calcolo della produzione di energia elettrica attesa sarà essenziale definire le condizioni di irraggiamento del sito di installazione. Secondo quanto previsto dalla normativa si calcolerà dunque l'entità della radiazione annua nella nell'area dell'impianto agrivoltaico.

Si riportano di seguito i valori medi mensili dell'irraggiamento solare sull'area d'impianto nei diversi mesi dell'anno.

	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
January	40.8	23.14	2.91	55.8	49.4	1867559	1736512	0.863
February	54.3	31.23	4.85	69.1	63.8	2414841	2341752	0.940
March	102.7	48.27	9.49	134.4	125.3	4614626	4472206	0.922
April	131.7	66.47	13.91	167.4	158.1	5745910	5562162	0.921
May	172.7	88.93	18.73	215.7	205.2	7332980	7098198	0.912
June	186.2	81.66	22.78	232.3	222.8	7786154	7526367	0.898
July	194.3	79.77	24.95	247.8	236.5	8208128	7935247	0.888
August	165.3	76.43	24.40	212.2	201.2	7048362	6735651	0.880
September	112.9	58.93	19.15	146.1	137.1	4909907	4758863	0.903
October	73.6	42.97	14.57	94.0	87.0	3188625	3091661	0.912
November	40.3	26.13	8.96	51.9	47.0	1755994	1620127	0.865
December	31.1	20.31	4.06	42.0	36.6	1378496	1329063	0.876
Year	1305.8	644.23	14.11	1668.6	1570.1	56251585	54207809	0.900

Legends	
GlobHor	Global horizontal irradiation
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation
T_Amb	Ambient Temperature
GlobInc	Global incident in coll. plane
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
EArray	Effective energy at the output of the array
E_Grid	Energy injected into grid
PR	Performance Ratio

Figura 1 - Radiazione incidente e dati meteo nell'area d'impianto

Come si può evincere dall'osservazione della Figura 1, considerando dunque i dati mensili riportati, l'irraggiamento annuale nell'area di progetto risulta essere pari a circa $1.305,8 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$.

2.3 Perdite nell'impianto FV

Come già accennato, nel calcolo dell'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico bisogna tenere in considerazione, oltre all'irraggiamento annuo dell'area, anche del rendimento dei componenti elettrici del sistema, l'efficienza dei moduli fotovoltaici e l'ombreggiamento.

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura,

riflettanza della superficie antistante i moduli);

- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione e angolo di orientazione;
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore agrivoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- Perdite per riflessione.
- Perdite per ombreggiamento.
- Perdite per mismatching.
- Perdite per effetto della temperatura.
- Perdite nei circuiti in continua.
- Perdite negli inverter.
- Perdite nei circuiti in alternata.

L'efficienza nominale del modulo agrivoltaico (η) è data dal rapporto tra la potenza nominale (espressa in kW) e la superficie del modulo (espressa in mq). Nel caso in questione, per il modulo ipotizzato si ottiene:

$$\eta = P_{nom} / S_{mod} = 100 \times (0,68 \text{ kW} / (2,172 \text{ m} \times 1,303 \text{ m})) = 24,0\%$$

Per valutare l'energia producibile e la potenza disponibile in corrente alternata occorre tener conto delle perdite che si possono generare nel sistema e che nel dettaglio sono rappresentate da:

In termini di rendimenti di sistema il Decreto del Ministero delle Attività Produttive n. 181 del 05/08/2005 impone che un impianto di produzione di energia posseda i seguenti requisiti di efficienza energetica:

- Una potenza lato CC superiore all'85% (η_{cc}) della potenza nominale del generatore agrivoltaico, riferita alle specifiche condizioni di irraggiamento.
- Una potenza attiva lato AC superiore al 90% (η_{ac}) della potenza lato CC (efficienza del gruppo di conversione).

Secondo quanto esposto si avrà pertanto una potenza attiva lato AC superiore al 76,5% (85% x 90%) della potenza nominale dell'impianto agrivoltaico, riferita alle condizioni standard di irraggiamento pari a 1000 W/m² a 25°C. Si riportano di seguito i risultati di produzione dell'energia elettrica annua dell'impianto agrivoltaico ed il numero di ore equivalenti di funzionamento, per i vari sottocampi, ottenuti dalle simulazioni con il software PVSYST.

2.4 Software di simulazione PVSYST

Come accennato in precedenza, PVSyst è tra i più potenti strumenti software per la simulazione di sistemi FV connessi direttamente in rete e stand-alone. È stato sviluppato dal Center of Energy dell'Università di Ginevra, in Svizzera. Nella modalità di ingegneria (progettazione dell'impianto FV), PVSyst consente una definizione molto dettagliata

dell'impianto agrivoltaico, comprese geometrie speciali, come oggetti ombreggiati o sistemi di tracciamento. PVSyst contiene un enorme database di proprietà tecniche ed elettriche dei componenti FV più comuni (moduli, inverter) disponibili sul mercato.

In sintesi, il software mostra le seguenti principali caratteristiche e prestazioni:

- Calcoli basati su dati orari;
- Database di moduli fotovoltaici, inverter e meteo;
- Possibilità di definire nuovi modelli di modulo, inverter e dati meteo;
- Possibilità di scelta di ogni tipologia di modulo (mono, multi, film sottile) con le sue proprietà specifiche;
- Calcolo delle proprietà delle celle (RShum, RS. TM ») e del loro impatto sulla produzione dell'impianto FV;
- Calcolo di impianti con moduli multistringa;
- Monitoraggio delle prestazioni a di moduli fotovoltaici e inverter;
- Perdite di ombreggiamento dovute all'orizzonte e di altri oggetti vicini (edifici, alberi, ecc.);
- Calcolo delle perdite nel cablaggio dell'array (fino al trasformatore);
- Modellizzazione dinamica della temperatura e dati meteo, calcolo delle perdite di temperatura;
- Studio dei sistemi ad inseguimento solare (2 assi, 1 asse).

2.5 Energia prodotta dall'impianto

Si riporta di seguito il report dell'analisi di produzione di energia elettrica relativo all'impianto agrivoltaico che utilizza moduli bifacciali da 680 Wp, montati su strutture ad inseguitori solari monoassiali del tipo "1-in-portrait", mediante il software PVSYST. A pagina 17 è inclusa la stima della produzione media attesa al 50%, al netto delle perdite di impianto. Inoltre, è fornita un'analisi dell'incertezza per determinare le produzioni P75% (10) e P90% (10), ossia le stime di produzione annuale che hanno la probabilità di essere superate in un periodo di 10 anni.



PVsyst V7.4.3

VC2, Simulation date:
13/11/23 14:36
with v7.4.3

Project: Este

Variant: Nuova variante di simulazione

SR international (Italy)

Project summary

Geographical Site		Situation		Project settings	
Este		Latitude	45.18 °N	Albedo	0.20
Italy		Longitude	11.65 °E		
		Altitude	10 m		
		Time zone	UTC+1		
Meteo data					
Este					
Meteonorm 8.1 (1991-2012), Sat=100% - Sintetico					

System summary

Grid-Connected System		Tracking system		Near Shadings	
PV Field Orientation		Tracking algorithm		Linear shadings : Fast (table)	
Orientation		Irradiance optimization		Diffuse shading Automatic	
Tracking plane, horizontal N-S axis					
Avg axis azim. 19.5 °					
System information					
PV Array					
Nb. of modules	53064 units	Inverters		107 units	
Pnom total	36.08 MWp	Nb. of units		34.24 MWac	
		Pnom total		1.054	
		Pnom ratio			
User's needs					
Unlimited load (grid)					

Results summary

Produced Energy	54207809 kWh/year	Specific production	1502 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	90.03 %
-----------------	-------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	6
Loss diagram	7
Predef. graphs	8
P50 - P90 evaluation	9
Single-line diagram	10



PVsyst V7.4.3

VC2, Simulation date:
13/11/23 14:36
with v7.4.3

Project: Este

Variant: Nuova variante di simulazione

SR international (Italy)

General parameters

Grid-Connected System		Tracking system	
PV Field Orientation		Tracking algorithm	
Orientation		Irradiance optimization	
Tracking plane, horizontal N-S axis			
Avg axis azim.	19.5 °		
Models used		Trackers configuration	
Transposition	Perez	Nb. of trackers	1342 units
Diffuse	Perez, Meteonorm	Sizes	
Circumsolar	separate	Tracker Spacing	5.00 m
Horizon		Collector width	2.17 m
Free Horizon		Ground Cov. Ratio (GCR)	43.4 %
		Phi min / max.	-/+ 35.0 °
		Shading limit angles	
		Phi limits for BT	-/+ 64.1 °
		User's needs	
		Unlimited load (grid)	
Bifacial system		Near Shadings	
Model		Linear shadings : Fast (table)	
2D Calculation		Diffuse shading	
unlimited trackers		Automatic	
Bifacial model geometry		Bifacial model definitions	
Tracker Spacing	5.00 m	Ground albedo	0.30
Tracker width	2.17 m	Bifaciality factor	80 %
GCR	43.4 %	Rear shading factor	5.0 %
Axis height above ground	2.10 m	Rear mismatch loss	10.0 %
		Shed transparent fraction	0.0 %

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	3SUN	Manufacturer	Sungrow
Model	3SUN-B60-680W-Bifacial	Model	SG350-HX
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	680 Wp	Unit Nom. Power	320 kWac
Number of PV modules	53064 units	Number of inverters	107 units
Nominal (STC)	36.08 MWp	Total power	34240 kWac
Modules	2211 string x 24 In series	Operating voltage	500-1450 V
At operating cond. (50°C)		Phom ratio (DC:AC)	1.05
Pmpp	33.57 MWp	Power sharing within this inverter	
U mpp	809 V		
I mpp	41519 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	36084 kWp	Total power	34240 kWac
Total	53064 modules	Number of inverters	107 units
Module area	150177 m ²	Phom ratio	1.05



PVsyst V7.4.3
VC2, Simulation date:
13/11/23 14:36
with v7.4.3

Project: Este

Variant: Nuova variante di simulazione

SR international (Italy)

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses				
Loss Fraction	1.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	0.55 mΩ			
		Uc (const)	29.0 W/m²K	Loss Fraction	2.6 % at STC			
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s					
LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss		Module mismatch losses				
Loss Fraction	1.0 %	Loss Fraction	-0.7 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP			
Strings Mismatch loss								
Loss Fraction	0.2 %							
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

System losses

Unavailability of the system		Auxiliaries loss	
Time fraction	0.8 %		
	3.0 days,		
	3 periods		

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo	
Inverter voltage	800 Vac tri
Loss Fraction	2.40 % at STC
Inverter: SG350-HX	
Wire section (107 Inv.)	Copper 107 x 3 x 120 mm²
Average wires length	293 m

AC losses in transformers

MV transfo		Operating losses at STC (full system)	
Medium voltage	20 kV	Nb. identical MV transfos	16
Transformer from Datasheets		Nominal power at STC	35.79 MVA
Nominal power	2500 kVA	Iron loss	51.20 kVA
Iron Loss	3.20 kVA	Iron loss fraction	0.14 % at STC
Iron loss fraction	0.13 % of PNom	Copper loss	267.79 kVA
Copper loss	20.90 kVA	Copper loss fraction	0.75 % at STC
Copper loss fraction	0.84 % at PNom		
Coils equivalent resistance	3 x 2.14 mΩ		



PVsyst V7.4.3
 VC2, Simulation date:
 13/11/23 14:36
 with v7.4.3

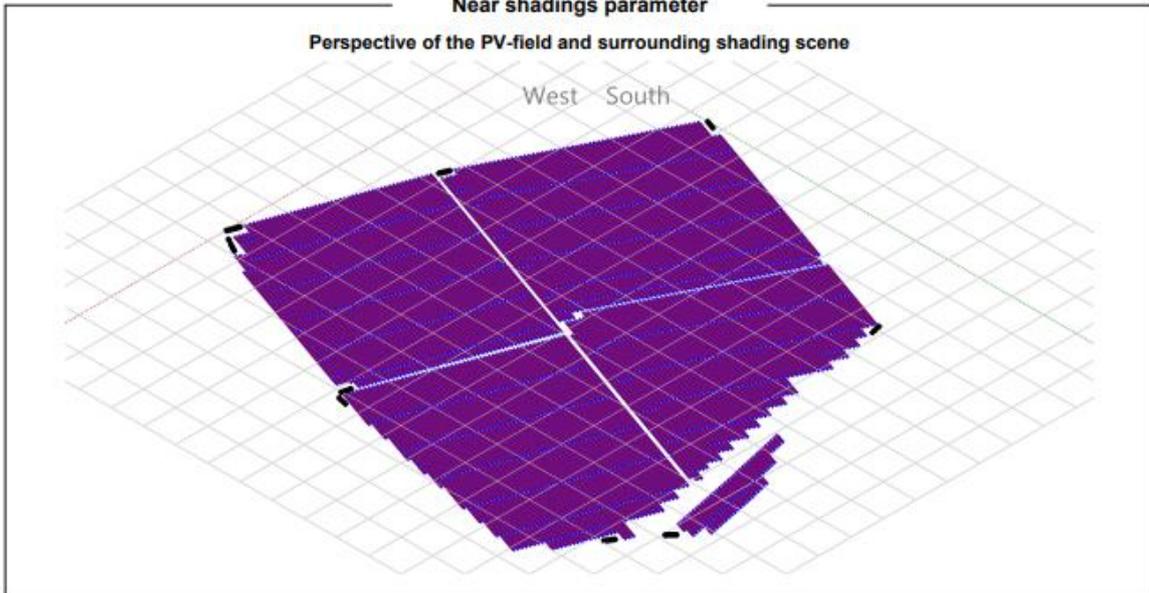
Project: Este

Variant: Nuova variante di simulazione

SR international (Italy)

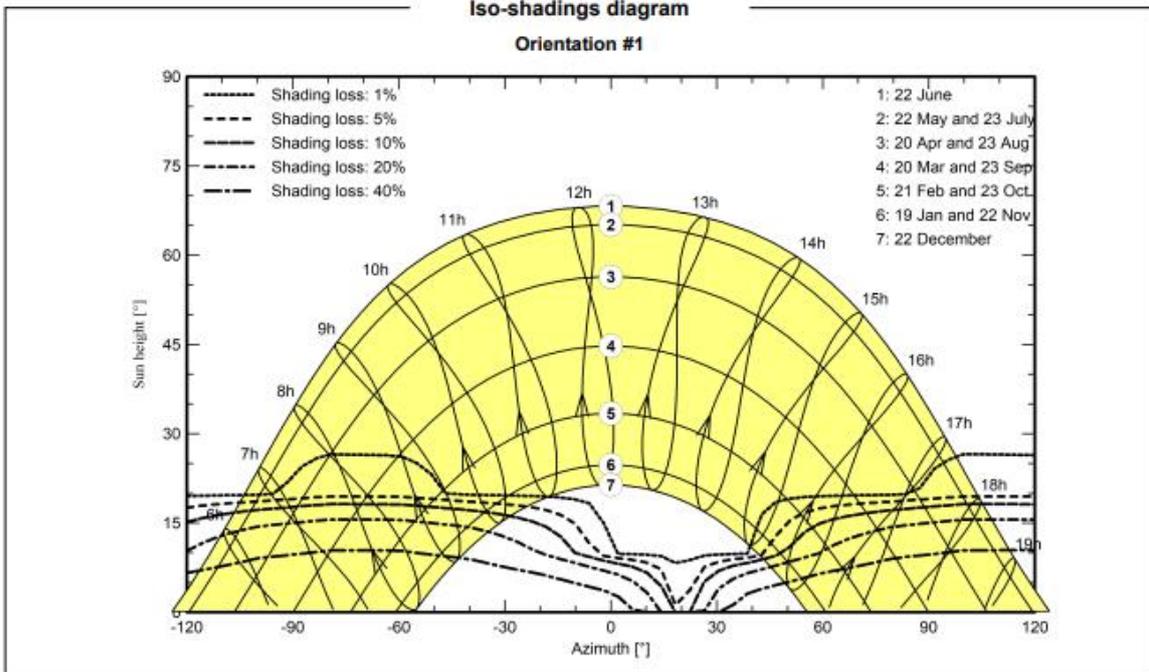
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1





PVsyst V7.4.3
VC2, Simulation date:
13/11/23 14:36
with v7.4.3

Project: Este

Variant: Nuova variante di simulazione

SR international (Italy)

Main results

System Production

Produced Energy

54207809 kWh/year

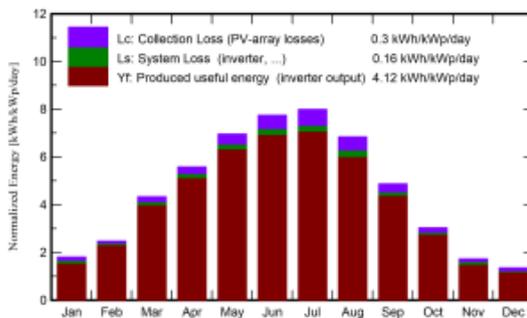
Specific production

1502 kWh/kWp/year

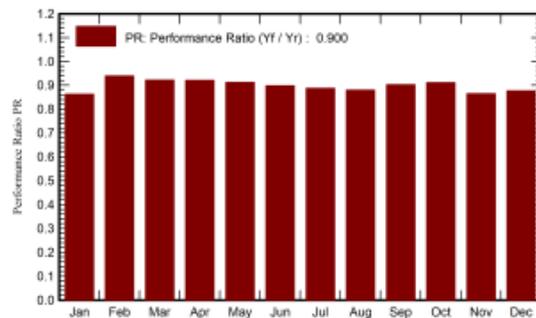
Perf. Ratio PR

90.03 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR

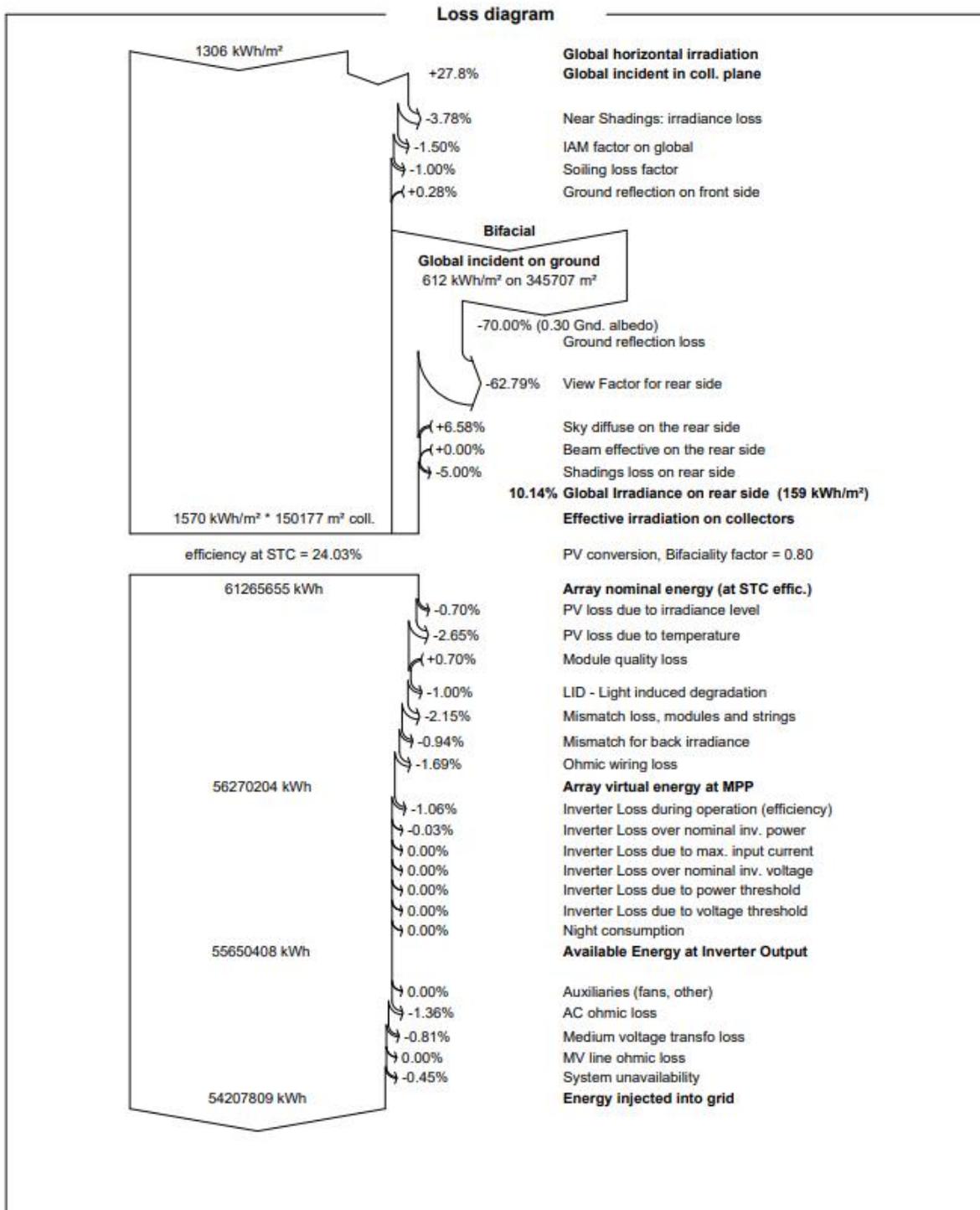


Balances and main results

	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
January	40.8	23.14	2.91	55.8	49.4	1867559	1736512	0.863
February	54.3	31.23	4.85	69.1	63.8	2414841	2341752	0.940
March	102.7	48.27	9.49	134.4	125.3	4614626	4472206	0.922
April	131.7	66.47	13.91	167.4	158.1	5745910	5562162	0.921
May	172.7	88.93	18.73	215.7	205.2	7332980	7098198	0.912
June	186.2	81.66	22.78	232.3	222.8	7786154	7526367	0.898
July	194.3	79.77	24.95	247.8	236.5	8208128	7935247	0.888
August	165.3	76.43	24.40	212.2	201.2	7048362	6735651	0.880
September	112.9	58.93	19.15	146.1	137.1	4909907	4758863	0.903
October	73.6	42.97	14.57	94.0	87.0	3188625	3091661	0.912
November	40.3	26.13	8.96	51.9	47.0	1755994	1620127	0.865
December	31.1	20.31	4.06	42.0	36.6	1378496	1329063	0.876
Year	1305.8	644.23	14.11	1668.6	1570.1	56251585	54207809	0.900

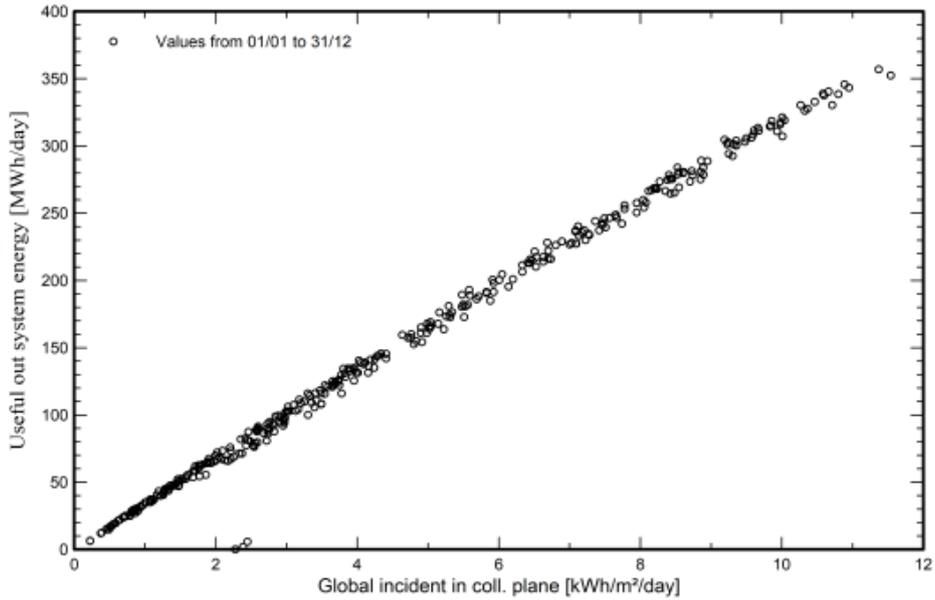
Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

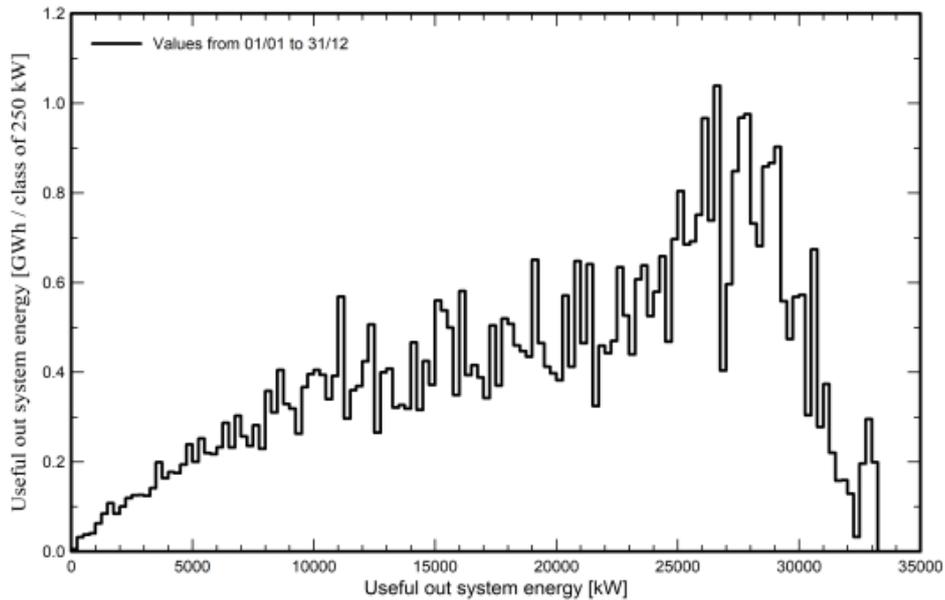


Predef. graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema





PVsyst V7.4.3
VC2, Simulation date:
13/11/23 14:36
with v7.4.3

Project: Este

Variant: Nuova variante di simulazione

SR international (Italy)

P50 - P90 evaluation

Meteo data

Source Meteonorm 8.1 (1991-2012), Sat=100%
Kind Monthly averages
Sintetico - Multi-year average
Year-to-year variability(Variance) 7.6 %
Specified Deviation
Climate change 0.0 %

Global variability (meteo + system)

Variability (Quadratic sum) 7.8 %

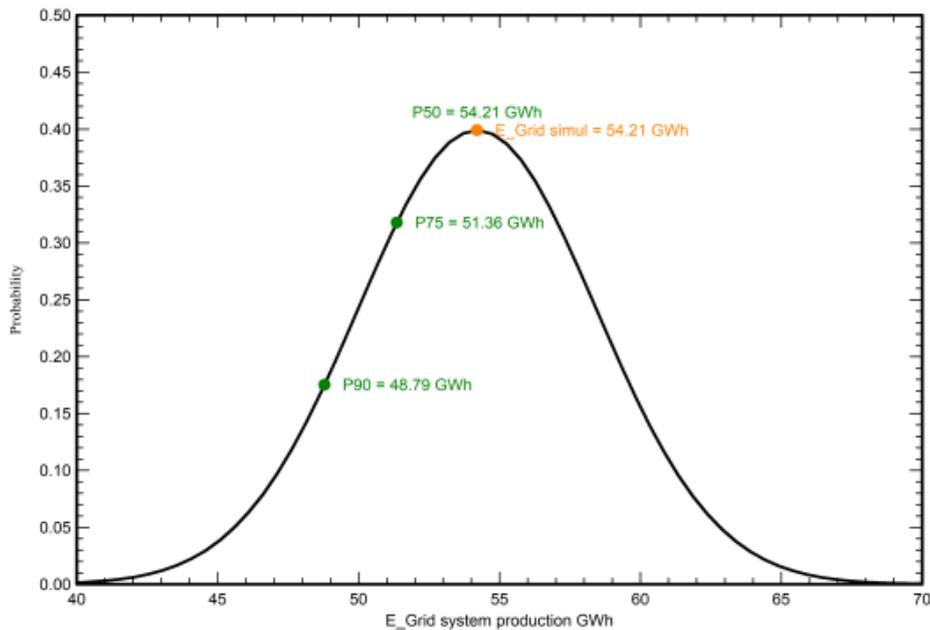
Simulation and parameters uncertainties

PV module modelling/parameters 1.0 %
Inverter efficiency uncertainty 0.5 %
Soiling and mismatch uncertainties 1.0 %
Degradation uncertainty 1.0 %

Annual production probability

Variability 4.23 GWh
P50 54.21 GWh
P75 51.36 GWh
P90 48.79 GWh

Probability distribution



La produzione di energia elettrica annua complessiva dell'impianto agrivoltaico, risultato della simulazione, risulta essere pari a circa 54,209 [GWh/a]. Nel calcolo, è stato considerato anche un fermo per manutenzione, stimato in circa tre giorni all'anno.

3. RISPARMIO DI COMBUSTIBILE ED EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA

Considerando l'intero ciclo di vita (LCA) dei materiali per realizzare i moduli e gli impianti fino allo smaltimento dei rifiuti in discarica al termine dell'operatività, il carico totale delle emissioni è di almeno un ordine di grandezza più basso della quantità di emissioni specifiche che accompagnano la produzione dei kWh convenzionali. Le emissioni prodotte sono essenzialmente concentrate nella fase di realizzazione industriale (realizzazione dei materiali, lavorazione, assemblaggio) ed in quella di montaggio (montaggio dei pannelli, opere civili ed elettriche).

Durante le fasi di costruzione e di smantellamento si realizzeranno movimenti di terra per l'apertura di percorsi, depositi, spianamenti, ecc. Ciò implicherà un aumento della polvere sospesa che comunque rimarrà confinata nella zona circostante in cui è stata emessa, situata lontano dalla popolazione. Il traffico di macchinari e veicoli pesanti comporterà inoltre l'emissione in atmosfera di particelle inquinanti (CO₂, CO, NO_x e composti organici volatili) ma il numero di camion utilizzati sarà esiguo e, comunque, limitato nel tempo. Durante la vita operativa dell'impianto non si avrà alcuna emissione di inquinanti, salvo quella che potrà derivare dall'occasionale transito di veicoli per le operazioni di manutenzione o da incidenti straordinari.

Si considera pertanto che ciascun kWh agrivoltaico sia accompagnato da una quantità di emissioni di inquinanti così piccola da poter essere trascurata, se confrontata con la situazione del kWh convenzionale e quindi delle emissioni di contaminanti in atmosfera evitate. È infatti noto che la produzione di energia elettrica mediante l'utilizzo di combustibili fossili comporta l'emissione di gas serra e di sostanze inquinanti in quantità variabili in funzione del combustibile, della tecnologia di combustione e del controllo dei fumi. Tra queste sostanze la più rilevante è la CO₂, il cui progressivo aumento in atmosfera contribuisce all'estendersi dell'effetto serra. Altri gas dannosi sia per la salute umana che per il patrimonio storico e naturale sono la SO₂ (anidride solforosa) e gli NO_x (ossidi di azoto).

Nel caso specifico dell'impianto agrivoltaico in progetto, avente una potenza massima di 36,08 MWp e funzionante per circa 1.502 ore/anno (fermi impianti già considerati), possono essere calcolate le emissioni evitate in termini di gas inquinanti che verrebbero rilasciati in atmosfera in conseguenza del processo di produzione del medesimo quantitativo di energia utilizzando fonti convenzionali, quali i derivati del petrolio o gas naturali.

In Tabella un riepilogo sui dati dell'impianto per la determinazione dell'inquinamento evitato (la produzione cumulata al 25° anno è calcolata considerando le perdite di efficienza annuali dell'impianto dovute ai fattori di invecchiamento e sporcamento):

Dati di impianto	
Potenza nominale dell'impianto (kW)	36.083,520
Ore di funzionamento medie equivalenti	1.502,0
Produzione stimata del 1° anno (kWh)	54.207.809,0
Produzione cumulata al 25° anno (kWh)	1.355.195.225,0

Tabella 1 - Riepilogo dei dati di impianto

3.1 Risparmio di combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, stabilito pari a 0,187 TEP/MWhe (ai sensi della delibera EEN 3/08). Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile	
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187
TEP risparmiate in 1 anno	10.136,86
TEP risparmiate in 25 anni	253.421,51

Tabella 2 - Risparmio di combustibile in TEP

3.2 Emissioni evitate in atmosfera

L'impianto agrivoltaico, sostituendo col proprio contributo la produzione di energia elettrica da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili di origine fossile, consente la riduzione delle emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra. I dati riguardanti i Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra e altri gas nel settore elettrico sono tratti dal relativo Rapporto R303/2019 dell'ISPRA per l'SNPA sulle Emissioni del Settore Elettrico.

Emissioni evitate in atmosfera	CO ₂	CO	SO _x	
Fattori di emissione della produzione elettrica nazionale [g/kWh]	491,00	0,0977	0,0636	
Emissioni evitate in 1 anno [kg]	26.616.034,22	5.296,10	3.447,62	
Emissioni evitate in 25 anni [kg]	665.400.855,48	132.402,57	86.190,42	
Emissioni evitate in atmosfera	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	COVNM
Fattori di emissione della produzione elettrica nazionale [g/kWh]	0,2274	0,0005	0,0054	0,0838
Emissioni evitate in 1 anno [kg]	12.326,86	27,10	292,72	4.542,61
Emissioni evitate in 25 anni [kg]	308.171,39	677,60	7.318,05	113.565,36

Tabella 3 - Emissioni evitate in atmosfera