



**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte  
solare e relative opere connesse della potenza di  
24,586 MWp**


**Provincia di Piacenza  
Comune di Cortemaggiore, Località Morlenzo**

**RELAZIONE ENERGETICA**

Firmato digitalmente da:  
BIZZARRI GIACOMO  
Data: 05/12/2024 14:37:18



24/09/2024	00	Emissione finale	L.Ferrari	L. Marabeti, G. D'Amico	F. Boni Castagnetti
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale			ID Documento Committente		
 Iren Green Generation Tech s.r.l.			CoD055_FV_00012_BGR_ RELAZIONE ENERGETICA		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale			ID Documento Appaltatore		
Futuro Solare 1 S.r.L.					

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00012_BGR</b>	Pagina 2 / 10
		Numero Revisione
		00

## Sommario

1	Radiazione solare .....	4
2	Analisi energetica.....	6
	ALLEGATO: report simulazione PVsyst .....	10




ID Documento Committente  
**CoD055\_FV\_00012\_BGR**

Pagina  
3 / 10

Numero  
Revisione

00

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00012_BGR</b>	Pagina 4 / 10
		Numero Revisione
		00

## 1 Radiazione solare

La radiazione solare globale orizzontale incidente su un modulo esposto alla latitudine del sito in oggetto è determinata, come da normativa UNI 10349 e UNI 8477 e dai database dei principali enti di settore, e porta ai seguenti risultati:

Radiazione solare orizzontale mensile – kWh/m <sup>2</sup>	Gen	43.9
	Feb	60.9
	Mar	114.9
	Apr	150.1
	Mag	189.0
	Giu	208.3
	Lug	221.1
	Ago	186.1
	Set	136.5
	Ott	83.9
	Nov	44.9
	Dic	36.7
Anno		1476.3

Altre fonti di dati sono disponibili da letteratura e sono state utilizzate in questa sede. Tra le principali quelle fornite da ENEA e da PVGIS.

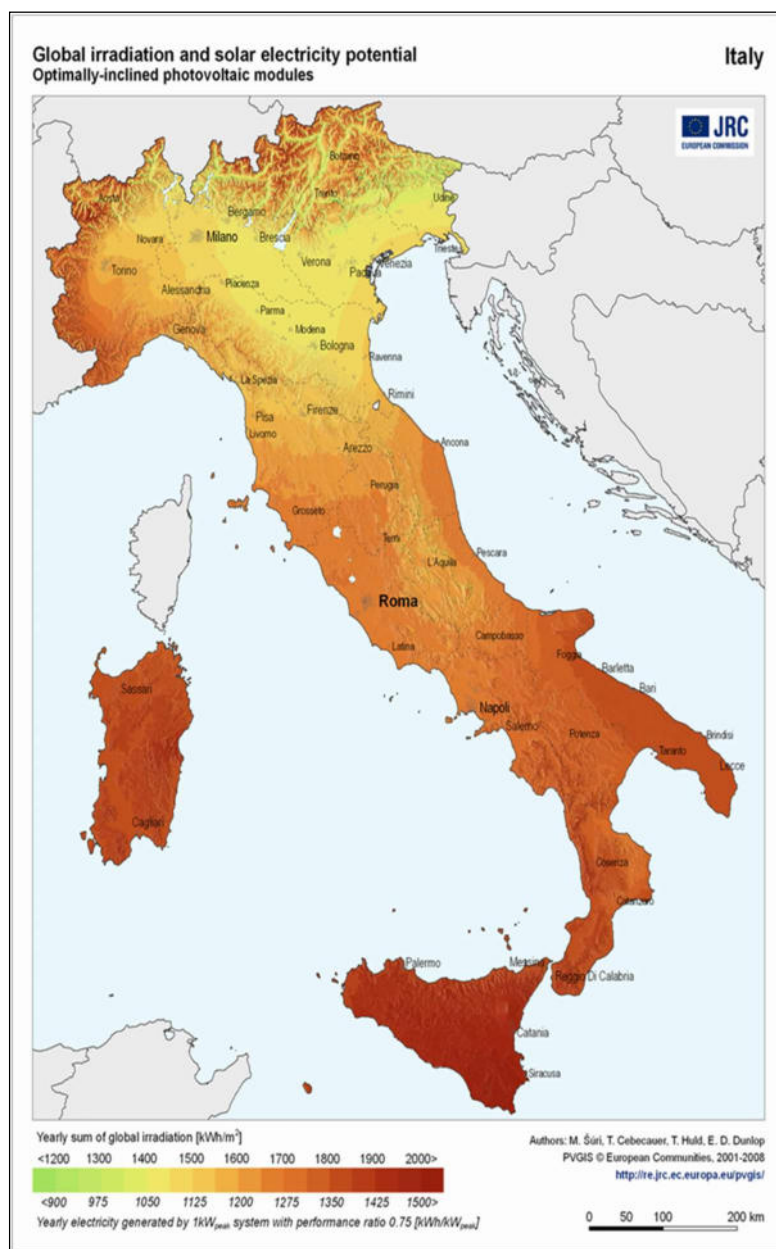



Figura 1: Irraggiamento annuo per una superficie inclinata secondo la migliore inclinazione nei diversi siti italiani, dati irraggiamento: JRC - Commissione Europea - Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) Sito internet <http://re.jrc.ec.europa.eu>

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00012_BGR</b>	Pagina 6 / 10
		Numero Revisione
		00

## 2 Analisi energetica

Nella valutazione della potenzialità energetica dell'area si è fatto riferimento ad un tool di calcolo disponibile sul mercato, ovvero il software PVsyst V7.3.4.

Nota la risorsa disponibile sul sito dai dati statistici e stabilita la tipologia e la modalità di installazione dei moduli fotovoltaici, che in questo caso specifico consiste in una configurazione basata sull'inseguimento monoassiale, si può infatti procedere al calcolo dell'energia elettrica prodotta.

Sarebbe stato altresì possibile prevedere un'ulteriore soluzione a tracking totale, realizzando un impianto a tilt e azimuth variabili. Questi sistemi sono particolarmente desiderabili essendo forieri di notevoli incrementi di produzione su base annua. Presentano tuttavia numerosi inconvenienti, oltre ad un costo sensibilmente superiore rispetto alle soluzioni a configurazione ad inseguimento monoassiale. Essi, infatti, occupano uno spazio superiore a parità di potenza installata e, in virtù della movimentazione meccanica che aziona le strutture consentendo l'inseguimento, necessitano di fondazioni profonde e implicano la definizione di un accurato programma di manutenzione. Il meccanismo di inseguimento rischia poi di portare a diseconomie difficilmente sostenibili nel momento in cui dovessero manifestarsi guasti nell'ultima fase di vita dell'impianto. Per tutti questi motivi si è ritenuto che la soluzione con inseguitori monoassiali fosse la più idonea per il sito in questione.

I calcoli sono stati effettuati con riferimento all'impianto fotovoltaico, oggetto della proposta, avente potenza di picco installata pari a 24.586,32 kW<sub>p</sub> e composto da 1529 stringhe elettriche da 24 moduli ciascuna.

Il numero di moduli installati, al fine di ottenere una potenza di picco sopracitata, è di 36.696. Il pannello ipotizzato preliminarmente per tutto l'impianto fotovoltaico è in silicio monocristallino avente potenza 670 W<sub>p</sub>, con rendimento nominale pari a 24,4 % sotto Standard Test Conditions (STC).

Gli inverter installati sono caratterizzati da una potenza nominale in uscita di 300 kW (massima potenza apparente in uscita 330 kVA), con un rendimento del 99,0%.

Maggiori dettagli sono consultabili all'interno dell'elaborato CoD055\_FV\_00002\_BGR\_Relazione Tecnica.

Considerando i contributi di radiazione orizzontale, quella diffusa e una serie di perdite così come specificato nel report dei calcoli su PVsyst, all'anno zero ci si può attendere una produzione fotovoltaica, ovvero energia in corrente continua in ingresso all'inverter, di 42.176.431 kWh/anno (*Array virtual energy at MPP*).

Considerando poi il contributo delle perdite date dalla conversione di energia dell'inverter in corrente alternata, con i dati a disposizione, l'energia prodotta risulta essere di 39.509.424 kWh/anno.

I valori determinati sembrano confermare la discreta vocazione del sito in esame a ospitare impianti fotovoltaici.

### System Production

Produced Energy

39509424 kWh/year

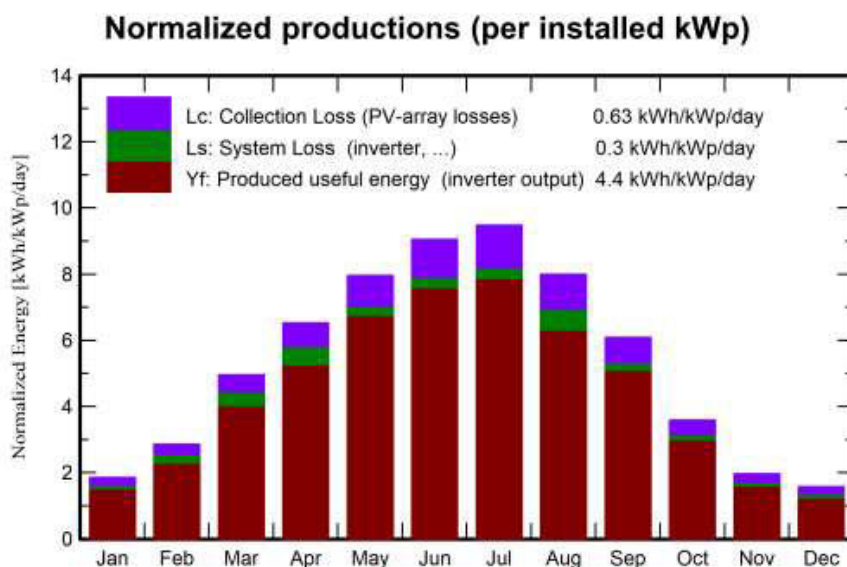



Figura 2: Distribuzione annua della produzione di energia su kWp installato

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00012_BGR</b>	Pagina 8 / 10
		Numero Revisione
		00

Nella valutazione complessiva della produzione energetica dell'impianto in questione, è da tenere in considerazione il decremento del rendimento dei moduli fotovoltaici in seguito all'invecchiamento dei materiali (fattore di *aging*). Per l'ottenimento di tale valore, al fine ultimo di calcolare la producibilità dell'impianto negli anni, si è fatto riferimento ai valori forniti dalla letteratura per i moduli ad alta efficienza.


Tali dati mostrano successivi decrementi annui di circa un punto percentuale rispetto al rendimento nominale all'anno zero come dichiarato dai produttori all'anno.

Definito il fattore di *aging* come il rapporto tra il rendimento di conversione fotovoltaica all'anno  $n$  e quello nominale all'anno zero, si può costruire la seguente tabella per ciascuno degli anni di esercizio.

Nel caso peggiore, al ventesimo anno di esercizio i moduli dovrebbero mostrare rendimenti di conversione pari allo 80% dei corrispondenti valori nominali all'anno zero. Questi rendimenti minimi sono, di norma, garantiti dai produttori.



Anno	Coefficiente Invecchiamento Moduli Fattore di Aging	Produzione Energia Elettrica da Impianto Fotovoltaico (bt, c.a.) [kWh <sub>e</sub> ]
0	1.00	39'509'424
1	0.99	39'180'310
2	0.98	38'851'197
3	0.97	38'522'083
4	0.96	38'192'970
5	0.95	37'863'856
6	0.94	37'534'743
7	0.93	37'205'629
8	0.92	36'876'516
9	0.91	36'547'402
10	0.90	36'218'289
11	0.89	35'889'175
12	0.88	35'558'482
13	0.87	35'064'614
14	0.86	34'570'746
15	0.85	34'076'878
16	0.84	33'583'010
17	0.83	33'089'143
18	0.82	32'595'275
19	0.81	32'101'407
20	0.80	31'607'539

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00012_BGR</b>	Pagina 10 / 10
		Numero Revisione
		00

## ALLEGATO: report simulazione PVsyst

# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

---

Project: F168\_MORLENZO

Variant: Nuova variante di simulazione

Tracking system with backtracking

System power: 24.59 MWp

Cortemaggiore - Italia

**Author**

Becquerel electric spa (Italy)

**PVsyst V7.3.4**

VC2, Simulation date:  
24/09/24 15:11  
with v7.3.4

Becquerel electric spa (Italy)

**Project summary****Geographical Site****Cortemaggiore**

Italia

**Situation**

Latitude 45.01 °N

Longitude 9.92 °E

Altitude 47 m

Time zone UTC+1

**Project settings**

Albedo 0.20

**Meteo data**

Cortemaggiore

PVGIS-SARAH2 averages 01/01/05 to 31/12/20 - Sintetico

**System summary****Grid-Connected System****PV Field Orientation****Orientation**

Tracking plane, horizontal N-S axis

Axis azimuth 17.5 °

**Tracking system with backtracking****Tracking algorithm**

Astronomic calculation

Backtracking activated

**Near Shadings**

According to strings

Electrical effect 100 %

Diffuse shading Automatic

**System information****PV Array**

Nb. of modules

36696 units

Pnom total

24.59 MWp

**Inverters**

Nb. of units

92 units

Pnom total

27.60 MWac

Pnom ratio

0.891

**User's needs**

Unlimited load (grid)

**Results summary**

Produced Energy	39509424 kWh/year	Specific production	1607 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	82.53 %
-----------------	-------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

**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



## PVsyst V7.3.4

VC2, Simulation date:  
24/09/24 15:11  
with v7.3.4

Becquerel electric spa (Italy)

## General parameters

## Grid-Connected System

## PV Field Orientation

## Orientation

Tracking plane, horizontal N-S axis

Axis azimuth 17.5 °

## Models used

Transposition Perez

Diffuse Perez, Meteonorm

Circumsolar separate

## Horizon

Free Horizon

## Bifacial system

Model 2D Calculation  
unlimited trackers

## Bifacial model geometry

Tracker Spacing 5.50 m

Tracker width 2.38 m

GCR 43.3 %

Axis height above ground 1.50 m

## Tracking system with backtracking

## Tracking algorithm

Astronomic calculation

Backtracking activated

## Backtracking array

Nb. of trackers 1012 units

## Sizes

Tracker Spacing 5.50 m

Collector width 2.38 m

Ground Cov. Ratio (GCR) 43.3 %

Phi min / max. -/+ 55.0 °

## Backtracking strategy

Phi limits for BT -/+ 64.2 °

Backtracking pitch 5.50 m

Backtracking width 2.38 m

## Near Shadings

According to strings

Electrical effect 100 %

Diffuse shading Automatic

## User's needs

Unlimited load (grid)

## PV Array Characteristics

## PV module

Manufacturer Longi Solar

Model LR7-72HDY-670M

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 670 Wp

Number of PV modules 36696 units

Nominal (STC) 24.59 MWp

Modules 1529 Strings x 24 In series

## At operating cond. (50°C)

Pmpp 23.14 MWp

U mpp 1014 V

I mpp 22811 A

## Total PV power

Nominal (STC) 24586 kWp

Total 36696 modules

Module area 99123 m²

## Inverter

Manufacturer HUAWEI

Model SUN2000-330KTL-H1

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 300 kWac

Number of inverters 92 units

Total power 27600 kWac

Operating voltage 550-1500 V

Max. power (=&gt;30°C) 330 kWac

Pnom ratio (DC:AC) 0.89

Power sharing within this inverter

## Total inverter power

Total power 27600 kWac

Max. power 30360 kWac

Number of inverters 92 units

Pnom ratio 0.89



## PVsyst V7.3.4

VC2, Simulation date:  
24/09/24 15:11  
with v7.3.4

Becquerel electric spa (Italy)

## Array losses

## Array Soiling Losses

Loss Fraction 3.0 %

## Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

## DC wiring losses

Global array res. 0.72 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

## Serie Diode Loss

Voltage drop 0.7 V  
Loss Fraction 0.1 % at STC

## LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 2.0 %

## Module Quality Loss

Loss Fraction 0.8 %

## Module mismatch losses

Loss Fraction 2.0 % at MPP

## Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

## IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel smooth glass, n = 1.526

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000

## System losses

## Unavailability of the system

Time fraction 2.0 %  
7.3 days,  
5 periods

## Auxiliaries loss

Proportionnal to Power 10.0 W/kW  
0.0 kW from Power thresh.

## AC wiring losses

## Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 800 Vac tri  
Loss Fraction 1.02 % at STC

## Inverter: SUN2000-330KTL-H1

Wire section (92 Inv.) Alu 92 x 3 x 240 mm²  
Average wires length 188 m

## MV line up to Injection

MV Voltage 30 kV  
Average each inverter  
Wires Alu 3 x 185 mm²  
Length 1878 m  
Loss Fraction 0.11 % at STC

## AC losses in transformers

## MV transfo

Medium voltage 30 kV

## One transfo parameters

Nominal power at STC 3.04 MVA  
Iron Loss (24/24 Connexion) 3.04 kVA  
Iron loss fraction 0.10 % at STC  
Copper loss 30.43 kVA  
Copper loss fraction 1.00 % at STC  
Coils equivalent resistance 3 x 2.10 mΩ

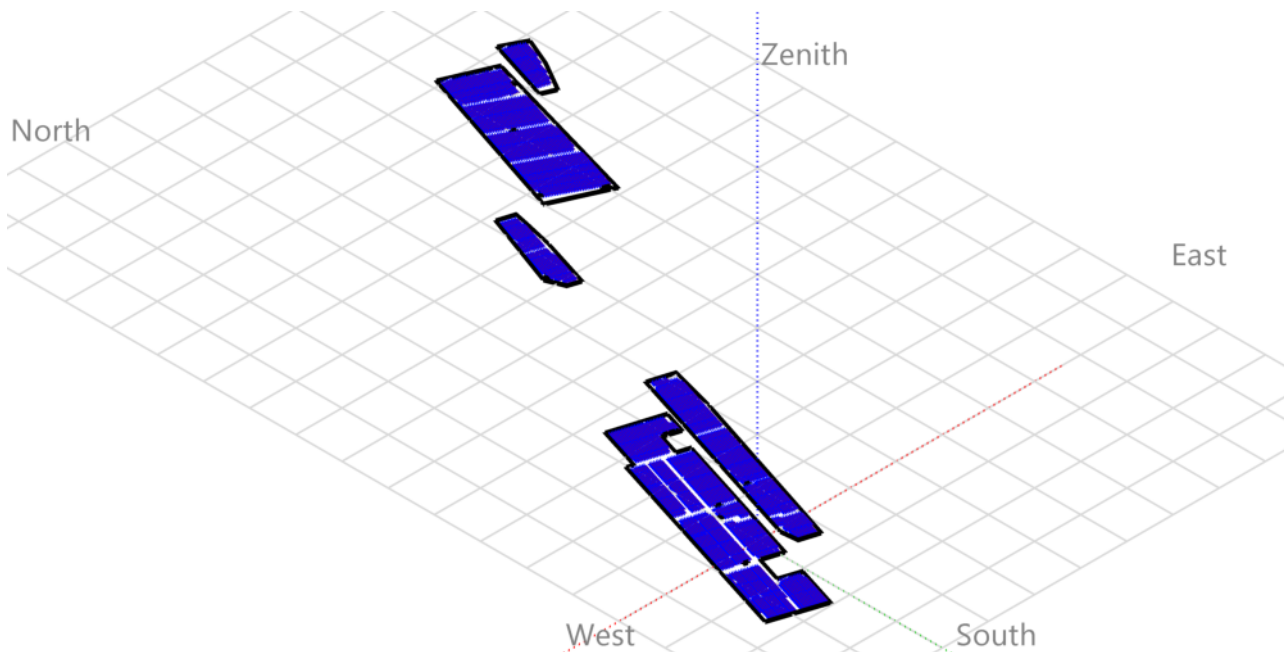
## Operating losses at STC (full system)

Nb. identical MV transfos 8  
Nominal power at STC 24.34 MVA  
Iron loss (24/24 Connexion) 24.34 kVA  
Copper loss 243.40 kVA



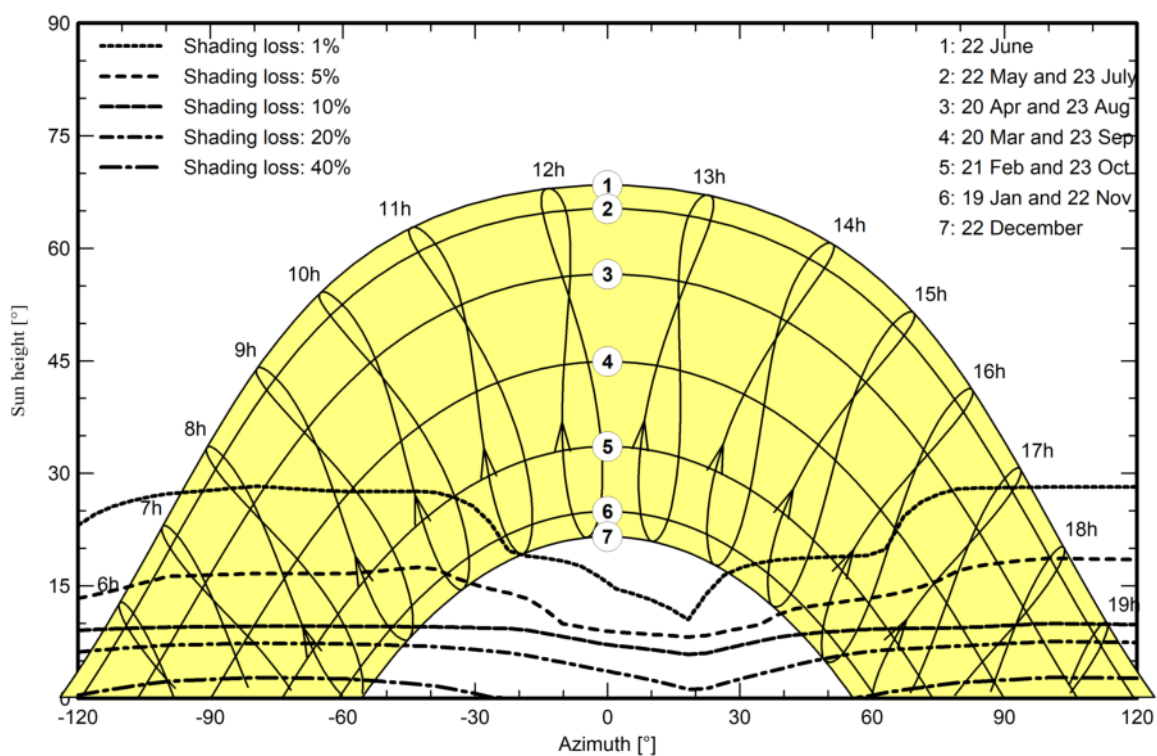
### Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



### Iso-shadings diagram

Orientation #1





# Project: F168\_MORLENZO

Variant: Nuova variante di simulazione

## PVsyst V7.3.4

VC2, Simulation date:  
24/09/24 15:11  
with v7.3.4

Becquerel electric spa (Italy)

### Main results

#### System Production

Produced Energy

39509424 kWh/year

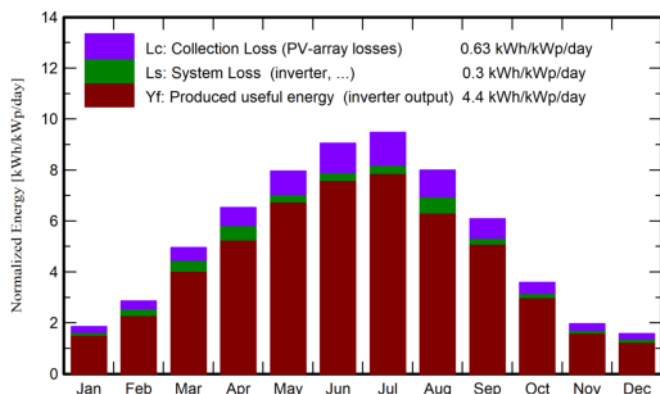
Specific production

1607 kWh/kWp/year

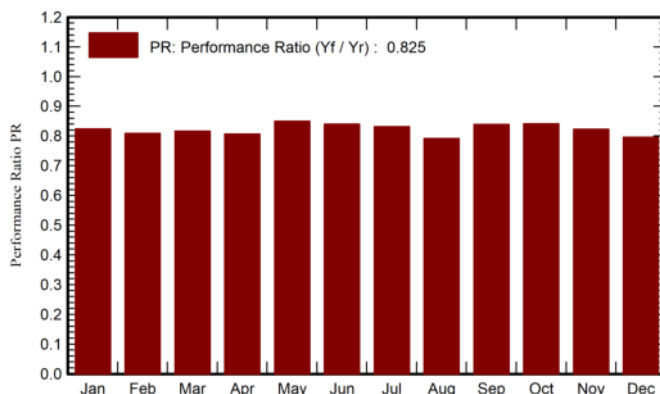
Perf. Ratio PR

82.53 %

#### Normalized productions (per installed kWp)



#### Performance Ratio PR



### Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	ratio
January	43.9	22.40	3.07	57.4	50.9	1246530	1162542	0.824
February	60.9	29.20	4.69	79.9	72.9	1767734	1588276	0.809
March	114.9	46.60	8.79	153.5	142.2	3399552	3079670	0.816
April	150.1	58.30	13.42	195.6	183.3	4306272	3882060	0.807
May	189.0	70.90	17.44	246.5	231.9	5374245	5152755	0.850
June	208.3	73.30	22.08	271.4	255.5	5844804	5606344	0.840
July	221.1	68.70	24.92	293.6	276.9	6256248	6003063	0.832
August	186.1	61.70	24.13	247.7	233.2	5310232	4819130	0.791
September	136.5	50.80	19.61	182.7	170.5	3937102	3770092	0.839
October	83.9	37.80	14.23	111.1	101.9	2413284	2295833	0.841
November	44.9	24.30	8.71	59.0	53.0	1276223	1193026	0.823
December	36.7	19.80	3.68	48.8	42.9	1044205	956635	0.797
Year	1476.3	563.80	13.78	1947.1	1815.2	42176431	39509424	0.825

#### 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



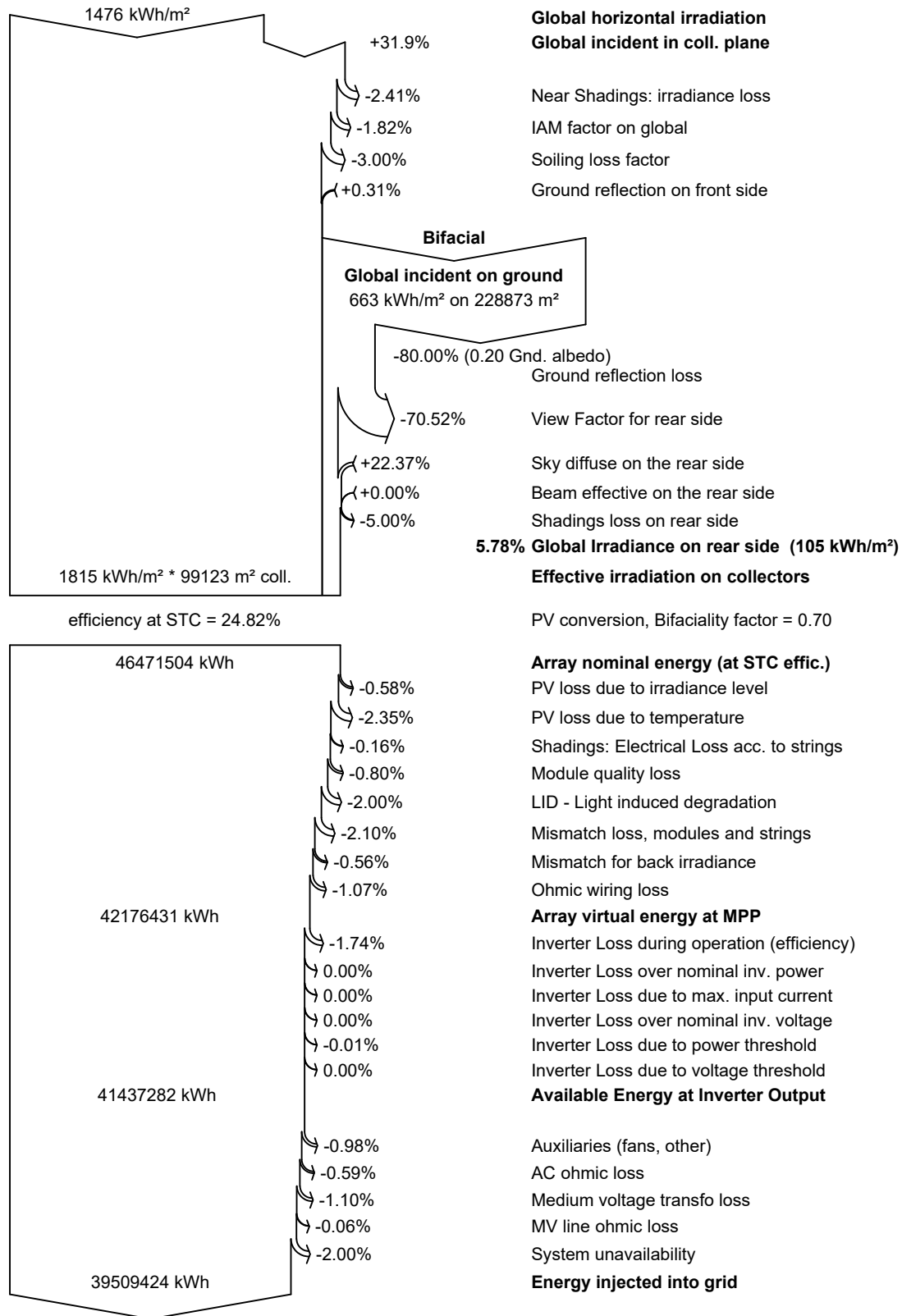


PVsyst V7.3.4

VC2, Simulation date:  
24/09/24 15:11  
with v7.3.4

Becquerel electric spa (Italy)

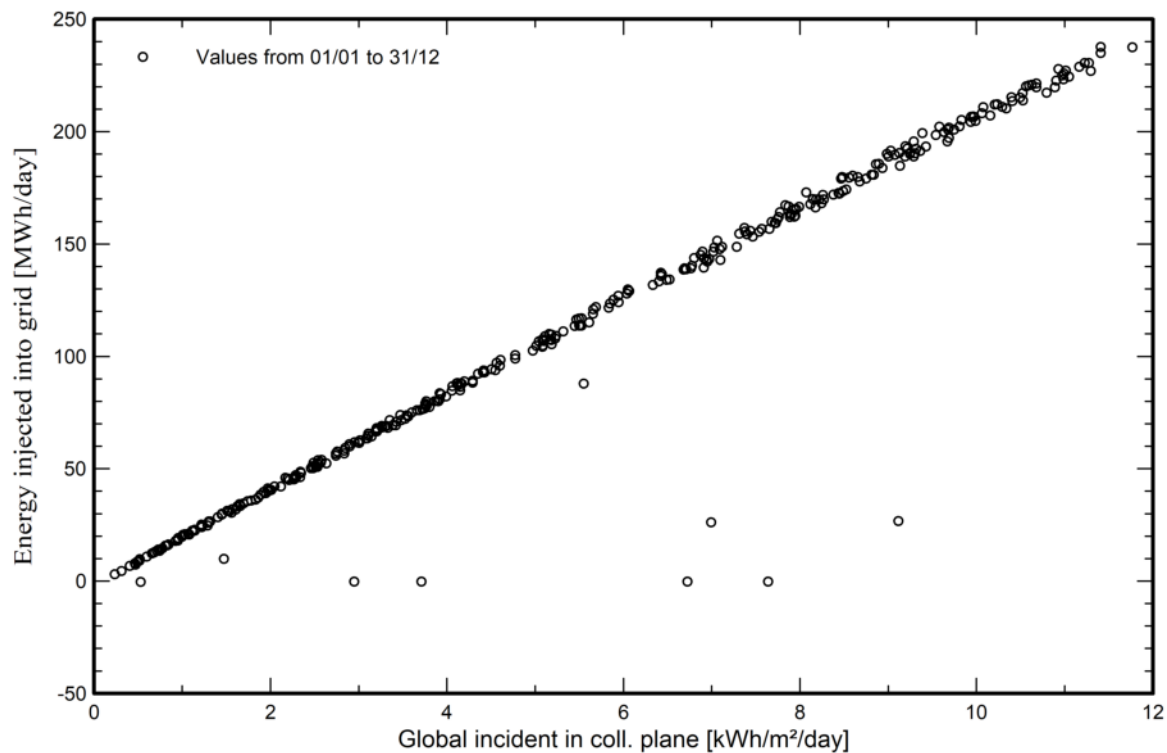
Loss diagram





Predef. graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

