Memorial descritivo da UFV

UFV Poços de Caldas

Poços de Caldas – Minas Gerais

R01	24/11/2023	JA	Conforme Comentários
R00	10/11/2023	RF	Versão Inicial
Revisão	Data	Autor	Status

Código do Documento	FVT.2023.317.1.2.GER.MD
Responsável Técnico	Engª Sirleny Melluns Kemmer, CREA: 176762/D
Diretor Técnico	M.Sc. Werner Klaus

Elaborado para:	**DME Energética S.A DMEE**
CNPJ:	03.996.583/0001-06
Endereço:	Rua Amazonas, nº 65, Centro, Poços de Caldas – MG
CEP:	37701-008
Pessoa de Contato:	Ana Carolina Silveira Perico Garcia
Tel.:	(035) 3716 – 9227
Cel.:	
E-mail:	acperico@dmepc.com.br

Consultor:	**FOTOVOLTEC Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.**
Endereço:	Rua Professor Samuel Moura, 1044 Jardim Judith, Londrina – PR, Brasil
CEP:	CEP: 86061-060
Pessoa de Contato:	Werner Klaus, Diretor Técnico
Telefone:	+55 43 3037 3523
Celular:	+55 43 9976 0654
E-mail:	werner.klaus@fotovoltec.com.br

R01 – 24/11/2023	Conforme Comentários

© FOTOVOLTEC Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda., 2023.

As informações contidas neste documento são apenas para o uso do cliente identificado acima e para a finalidade para o qual foi preparado.

A FOTOVOLTEC não assume qualquer responsabilidade para com terceiros que eventualmente venham a ter contato com este documento.

Todos os direitos autorais reservados. É expressamente proibida a eliminação, reprodução, armazenamento, transmissão ou modificação de qualquer seção ou elemento deste documento sem a autorização da FOTOVOLTEC.

ÍNDICE

A. Características Gerais do Empreendimento 5
A.1 Resumo 5
A.2 Localização e Acessos 5
A.3 Infraestrutura disponível 8
A.4 Recurso Solar e Condições Climáticas 9
A.5 Análise de altimetria e declividade 11
A.5.1 UFV Poços de Caldas 11
A.6 Análise de hidrografia 13
A.6.1 UFV Poços de Caldas 13
B. Concepção Técnica da UFV Poços de Caldas 14
B.1 Módulos Fotovoltaicos 14
B.2 Inversores Fotovoltaicos 14
B.3 Unidades Geradoras 15
B.4 Estrutura mecânica de suporte dos módulos e suas fundações 15
B.5 Centro de Transformação 16
B.5.1 Transformador elevador 16
B.5.2 Quadro Baixa Tensão (BT) - QGBT 17
B.5.3 Transformador de Serviços Auxiliares 17
C. ANEXOS 18
C.1 Simulação energética da UFV: Relatório PVSyst 18

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABNT NBR	Norma Brasileira regida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas
BT	Baixa Tensão
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
FV	Fotovoltaico
ha	Hectare
IGH	Irradiação Global Horizontal (Wh/m²) ou Irradiância Global Horizontal, sendo a irradiação global horizontal a integral durante um intervalo de tempo especificado (e.g. 1 h, um dia ou 1 ano)
IP	Grau de Proteção
kA	1000 Ampères
kV	1000 Volts
kW	Quilowatt – 1000 Watts
MT	Média Tensão
MW	Megawatt – 1000000 Watts
MWp	Megawatt pico – Potência nominal de módulos fotovoltaicos em condições de referência padronizadas
NBR	Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas
SWERA	*Solar and Wind Energy Resource Assessment,* um programa do PNUD (*UNEP*)
UFV	Usina Fotovoltaica
Un.	Unidade
XLPE	Polietileno Reticulado por Processo Químico

A. Características Gerais do Empreendimento

A.1 Resumo

A Usina Fotovoltaica Poços de Caldas está localizada no município de Poços de Caldas, Minas Gerais, na Tabela A-1 abaixo está indicada a potência e área destinadas ao empreendimento:

Tabela A-1: Denominação e potência CA das UFV a serem implantadas

Usina Fotovoltaica (UFV)	Potência CA (MW)	Área [ha]
Poços de Caldas	5,0	10,88

O presente memorial descritivo trata da Usina Fotovoltaica Poços de Caldas, apresentando um detalhamento dos requisitos técnicos principais, da fonte primária, da produção de eletricidade e outras utilidades.

As características técnicas da UFV Poços de Caldas:

- Potência nominal / Potência pico: 5,0 MW/ 6,045 MWp
- Módulos Bifaciais de Silício Monocristalino de 650 Wp: 9.300 unidades
- Estruturas de suporte dos módulos “Mesas Fixas”: 150 unidades
- Inversores fotovoltaicos de 250kW: 20 unidades
- Centros de transformação: 5 unidades

Os projetos têm como objetivos principais ampliar a oferta de energia elétrica, utilizando a irradiação solar como fonte de energia renovável, e a diversificação da matriz energética, para uma redução do risco à flutuação na oferta de energia hidrelétrica. Além de não ocasionar modificações ao meio ambiente, a implantação das UFV reduz a emissão de CO2 na geração de energia elétrica.

A energia a ser produzida será comercializada no mercado de energia. A vida útil de uma UFV será de no mínimo 25 anos[1].

A.2 Localização e Acessos

A UFV Poços de Caldas está localizada na região rural do município de Poços de Caldas, estado de Minas Gerais. A Tabela A-2 apresenta as coordenadas geográficas da UFV.

[1] Período de garantia de potência dos módulos.

Tabela A-2: Localização do empreendimento

Localização do Empreendimento				
Município	Poços de Caldas			
Estado	Minas Gerais			
Fuso	23 K			
UFV Poços de Caldas				
Coordenadas geográficas	Latitude	21°53'35.33"S	Longitude	46°33'56.06"O
		7.578.176,15 m S		338.265,91 m E
Altitude	1322 m			

As Figura A-1 e Figura A-2 demonstram a localização do empreendimento a nível estadual e regional, respectivamente.

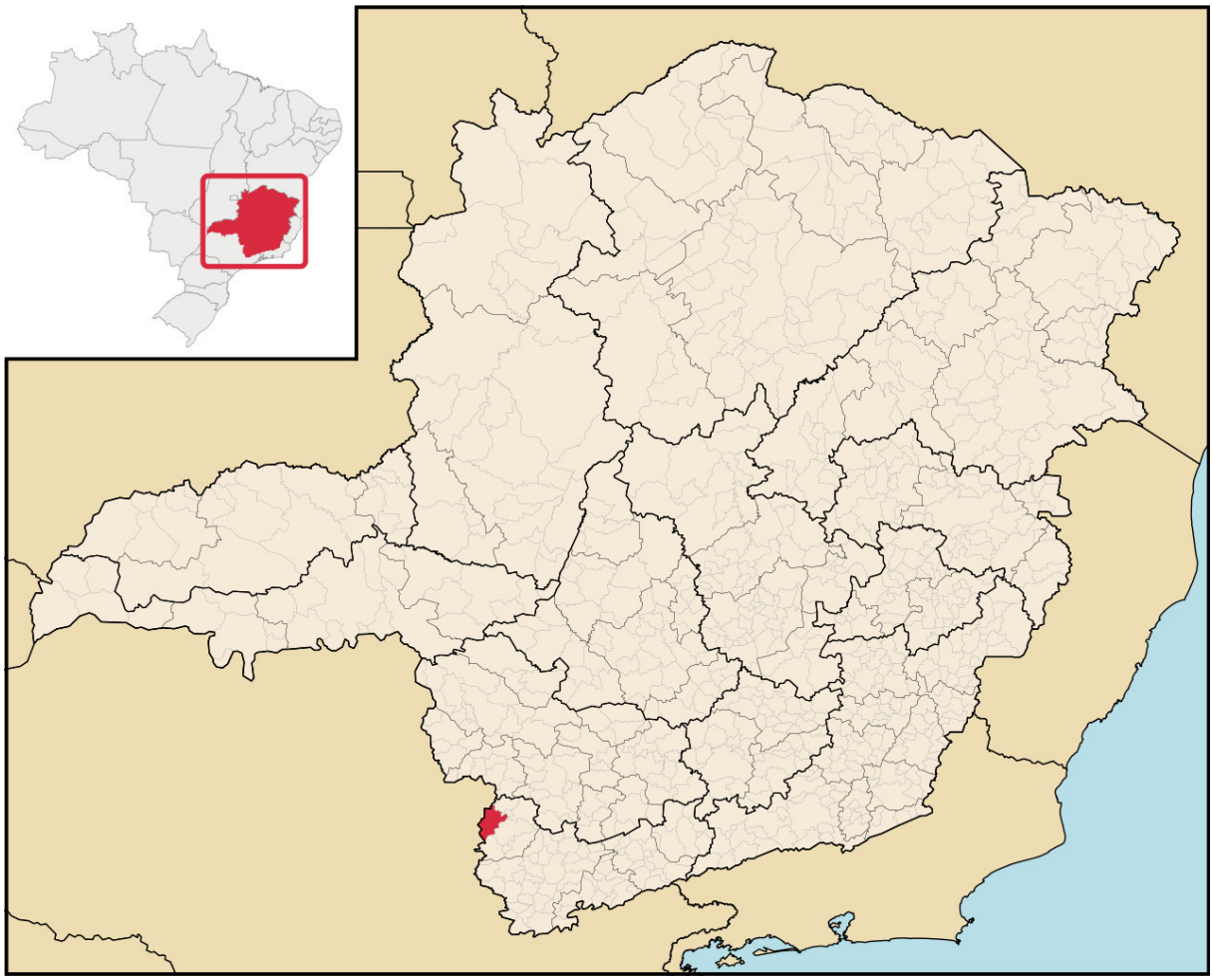


Figura A-1: Localização do empreendimento a nível estadual

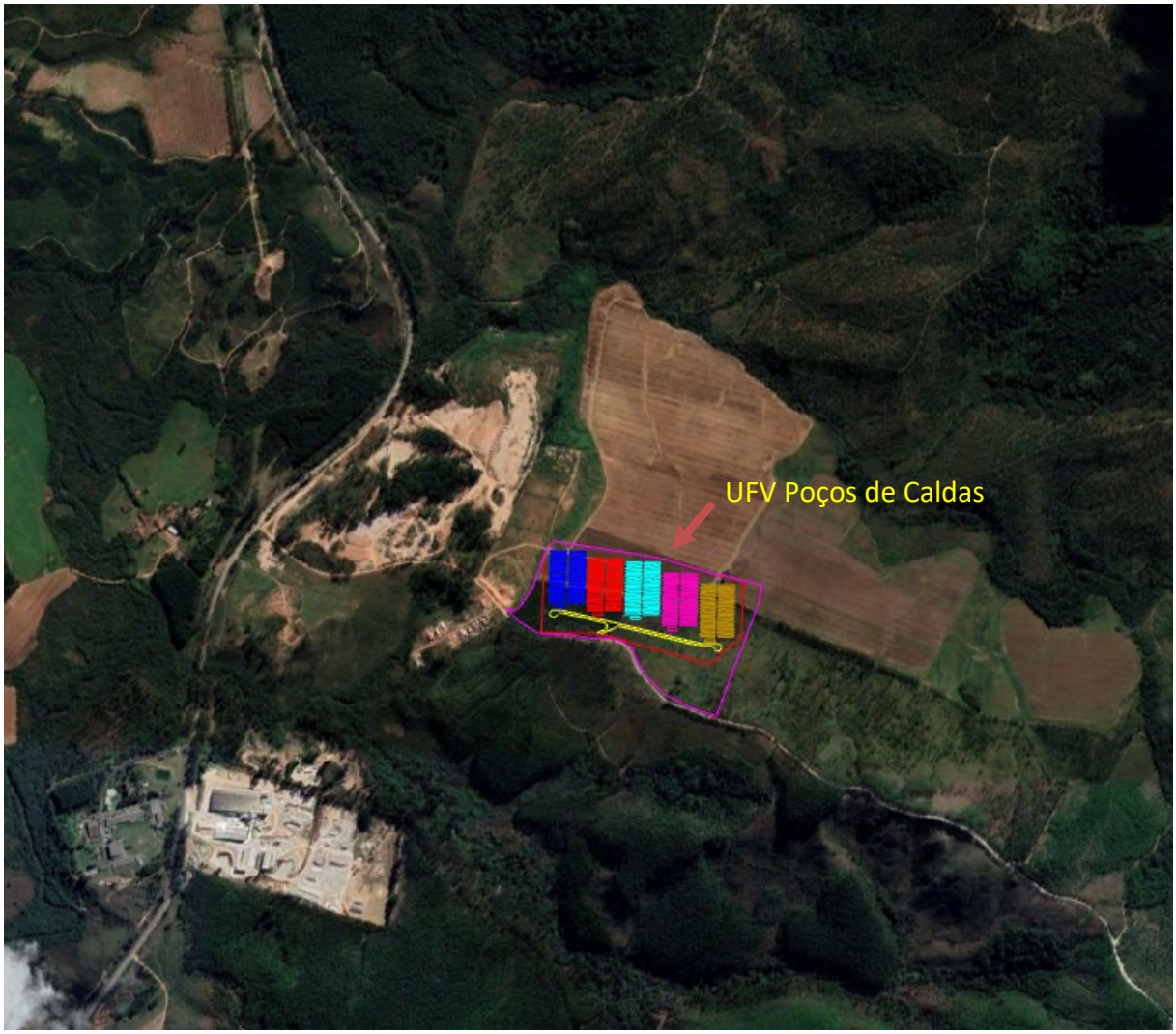


Figura A-2: Localização do empreendimento a nível regional

O acesso à UFV Poços de Caldas a partir da sede do município de Poços de Caldas, se dá através da AV. Ver. Edmundo Cardilo (BR-146) sentido Sul, na rotatória pegue a 2ª saída para Av. Alcoa (BR-146), na próxima rotatória pegue a 1ª saída e mantenha-se na Av. Alcoa (BR-146), na próxima rotatória pegue a 2ª saída e mantenha-se na BR-146 por mais 4,5 Km até um acesso à esquerda para uma estrada de terra, percorra aproximadamente 1,0 Km para acesso a UFV a esquerda. O percurso total tem aproximadamente 13,8 km, destacado na Figura A-3.

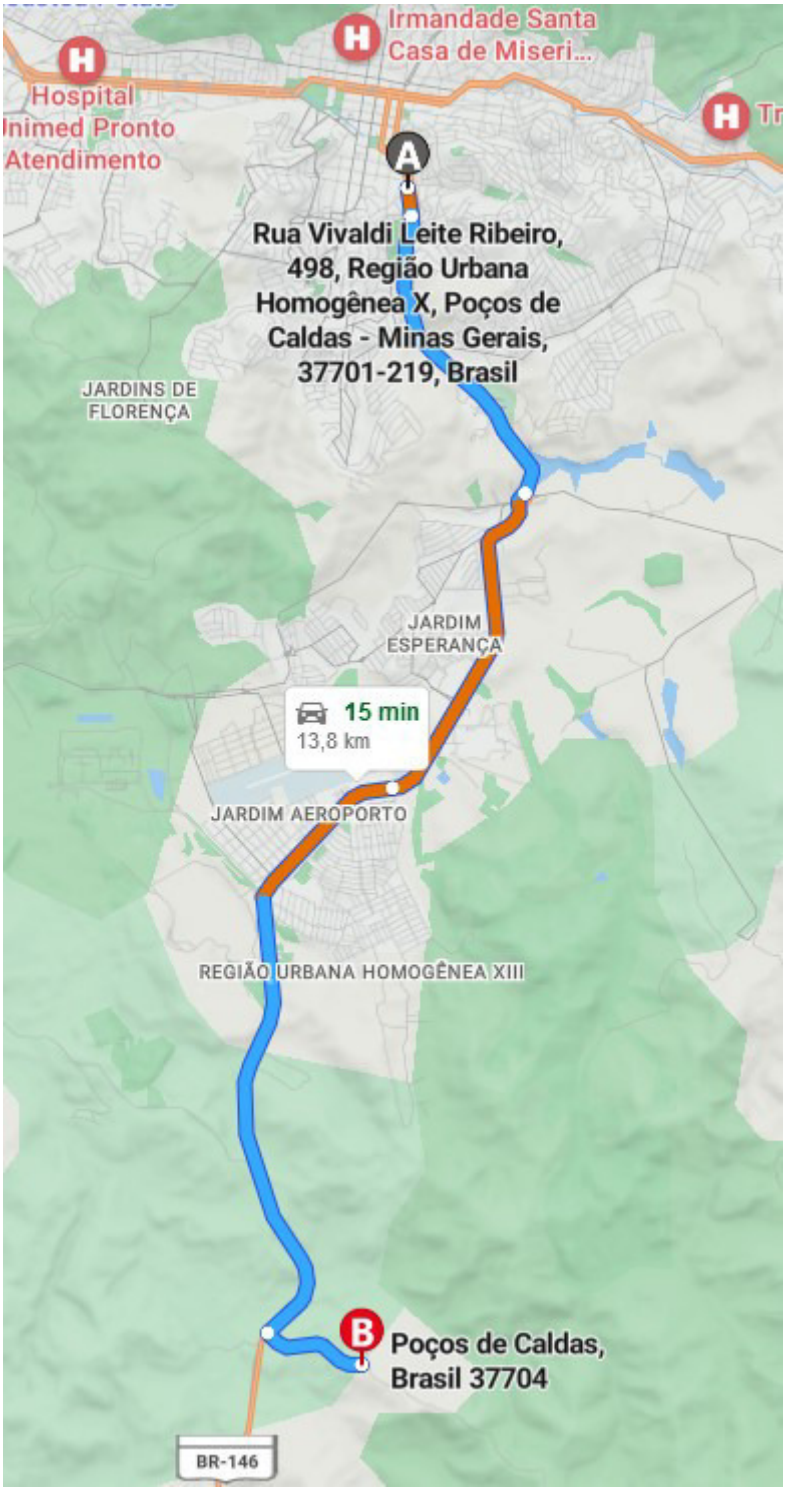


Figura A-3: Acesso ao empreendimento a partir de Poços de Caldas.

A.3 Infraestrutura disponível

A propriedade onde será construída a UFV se encontra a próxima a cidade de Poços de Caldas - MG. A cidade tem, segundo as informações do IBGE (senso 2021) 163.742 habitantes. A cidade apresenta infraestrutura para atender as necessidades básicas durante a obra, podendo oferecer serviços como hospitais, comércio e hospedagem. A propriedade fica a aproximadamente 13,8 km do centro de Poços de Caldas, em um trajeto tem aproximadamente 17 minutos.

Caso não seja possível utilizar energia da rede elétrica mais próxima o acesso à energia elétrica durante o período da execução das obras será feito por um conjunto motor gerador.

A.4 Recurso Solar e Condições Climáticas

Realizou-se uma avaliação a nível mundial dos dados de irradiação solar e temperatura, disponíveis para o local dos projetos, para produzir uma base de dados consistente e satisfatória para a avaliação da produção de energia das Usinas Fotovoltaicas.

Os dados meteorológicos foram obtidos a partir de uma consulta a bancos de dados públicos e comerciais. Os bancos de dados analisados foram: INPE-SWERA, NASA-SEE, HC3v5 e TMY IGPDA.

A Figura A-4 apresenta a irradiação global horizontal e a Tabela A-3 apresentam a comparação dos valores IGH das fontes de dados solarimétricos analisadas.

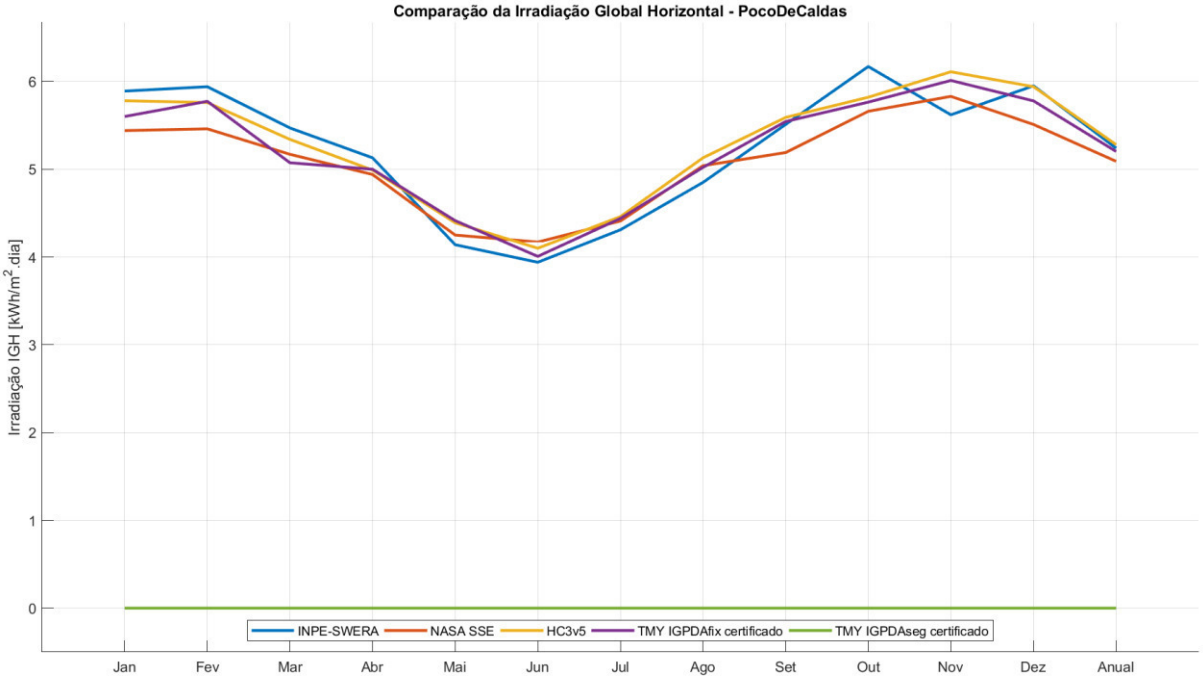


Figura A-4: Comparação da IGH no local segundo as diferentes fontes de dados consideradas.

Tabela A-3: Médias mensais e anuais da Irradiação Global Horizontal (IGH) das fontes de dados selecionadas

Irradiação Global Horizontal de Diversas Fontes [kWh/m²dia] – UFV Poços de Caldas					
Mês	INPE-SWERA	NASA SSE	HC3v5	**TMY IGPDA certificado**	Média
Janeiro	5,89	5,44	5,78	5,60	5,68
Fevereiro	5,94	5,46	5,76	5,77	5,73
Março	5,47	5,17	5,34	5,07	5,26
Abril	5,13	4,94	4,99	5,00	5,01
Maio	4,14	4,25	4,39	4,41	4,30
Junho	3,94	4,17	4,1	4,01	4,05
Julho	4,31	4,41	4,46	4,44	4,40
Agosto	4,85	5,04	5,13	5,02	5,01
Setembro	5,51	5,19	5,59	5,54	5,46
Outubro	6,17	5,66	5,82	5,76	5,85
Novembro	5,62	5,83	6,11	6,01	5,89
Dezembro	5,95	5,51	5,94	5,78	5,79
Anual	5,24	5,09	5,28	5,20	5,20
Rel. com a média	**0,71**	**-2,17**	**1,48**	**-0,02**	**0,0%**
Incerteza Padrão	**6.0%**	**11,0%**	**2,7%**	**3,2%**	**-**

A comparação dos dados de temperatura é indicada na Figura A-5 e na Tabela A-4.

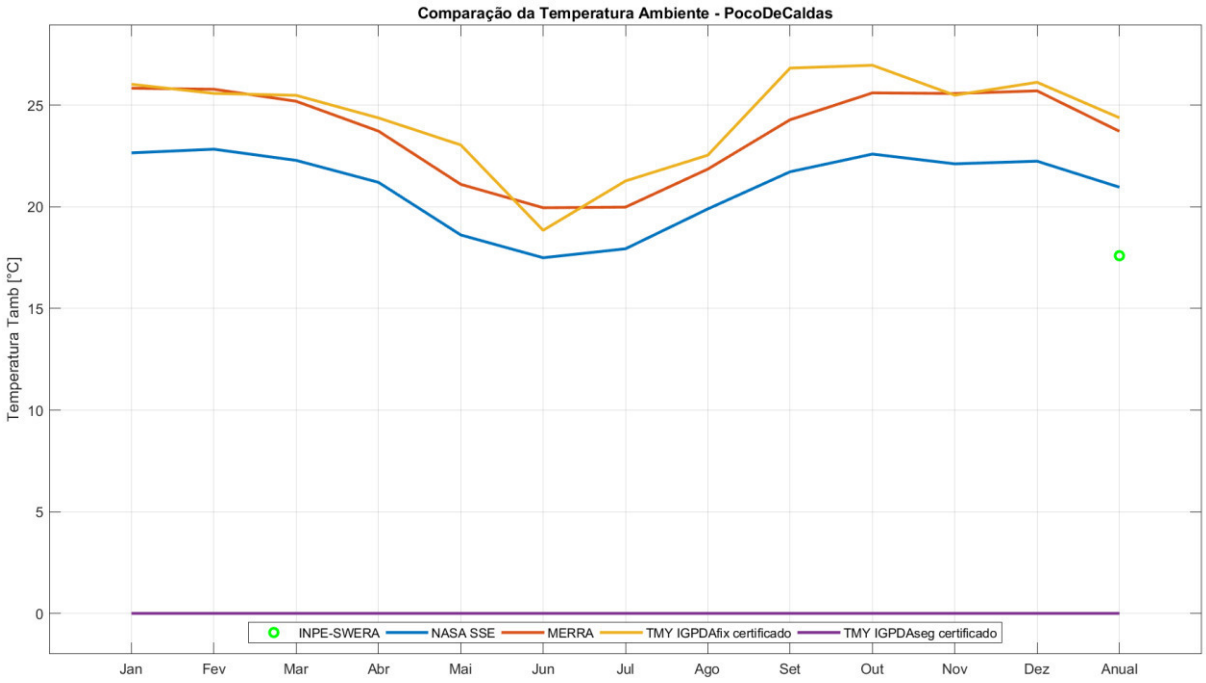


Figura A-5: Comparação da temperatura do ar a 2 metros (TAMB) no local segundo as diferentes fontes de dados consideradas

Tabela A-4: Médias da temperatura do ar a 2 metros das fontes de dados selecionadas

Temperatura Ambiente (TAMB) de Diversas Fontes [°C] – UFV Poços de Caldas					
Mês	INPE-SWERA	NASA SSE	MERRA	TMY IGPDA certificado	Média
Janeiro		22,7	25,8	**26,0**	24,84
Fevereiro		22,8	25,8	**25,6**	24,74
Março		22,3	25,2	**25,5**	24,33
Abril		21,2	23,7	**24,4**	23,11
Maio		18,6	21,1	**23,0**	20,93
Junho		17,5	20,0	**18,8**	18,77
Julho		17,9	20,0	**21,3**	19,74
Agosto		19,9	21,9	**22,5**	21,44
Setembro		21,7	24,3	**26,8**	24,28
Outubro		22,6	25,6	**27,0**	25,06
Novembro		22,1	25,6	**25,5**	24,40
Dezembro		22,3	25,7	**26,1**	24,70
Anual	17,6	21,0	23,7	**24,4**	21,67
Desvio da média anual	**-4,07**	**-0,70**	**2,05**	**2,72**	**0,00**

Tabela A-5: Dados Climáticos do Local

Dados do Local – UFV Poços de Caldas	
Temperatura Média Anual	23,7 °C
Umidade Relativa Média Anual	74,8%
Velocidade Média Anual do Vento	2,6 m/s

A.5 Análise de altimetria e declividade

A.5.1 UFV Poços de Caldas

A figura a seguir demonstra as curvas de nível da área de instalação do empreendimento. O perímetro do imóvel está indicado pela cor magenta. As curvas de nível têm como base dados topográfico levantados “in loco” fornecidos pelo cliente.

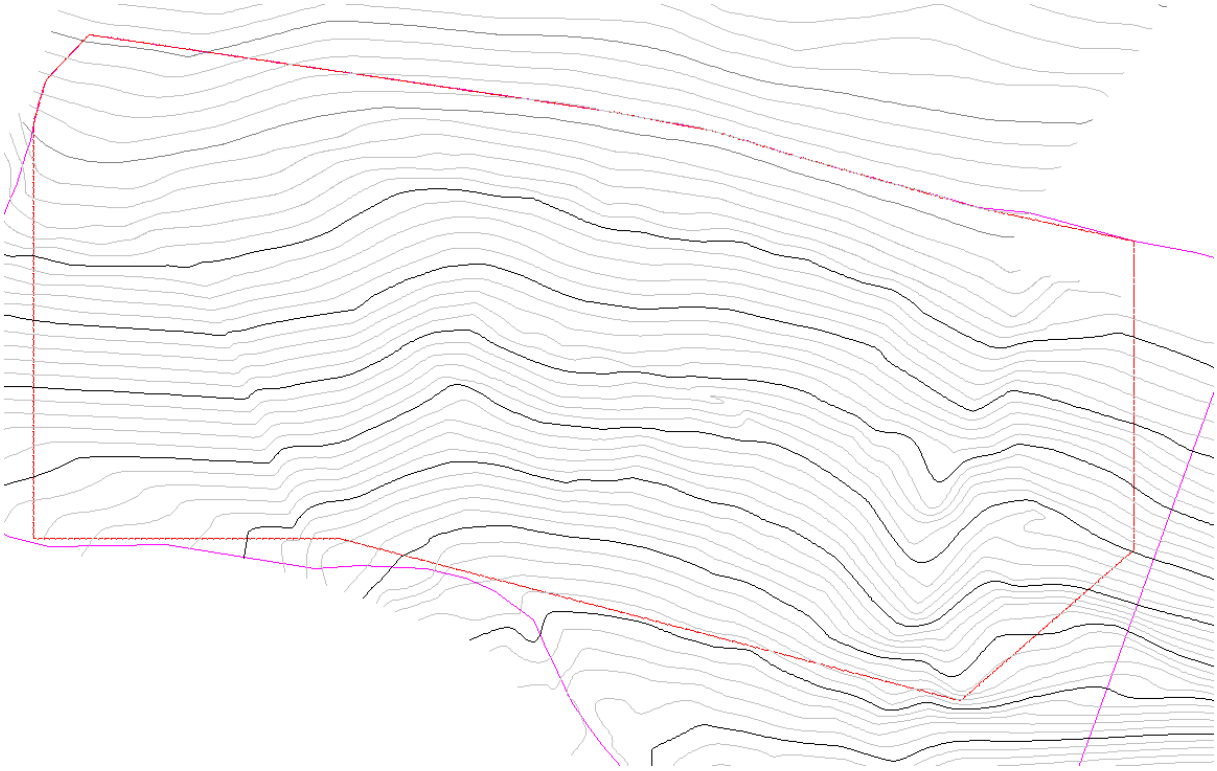
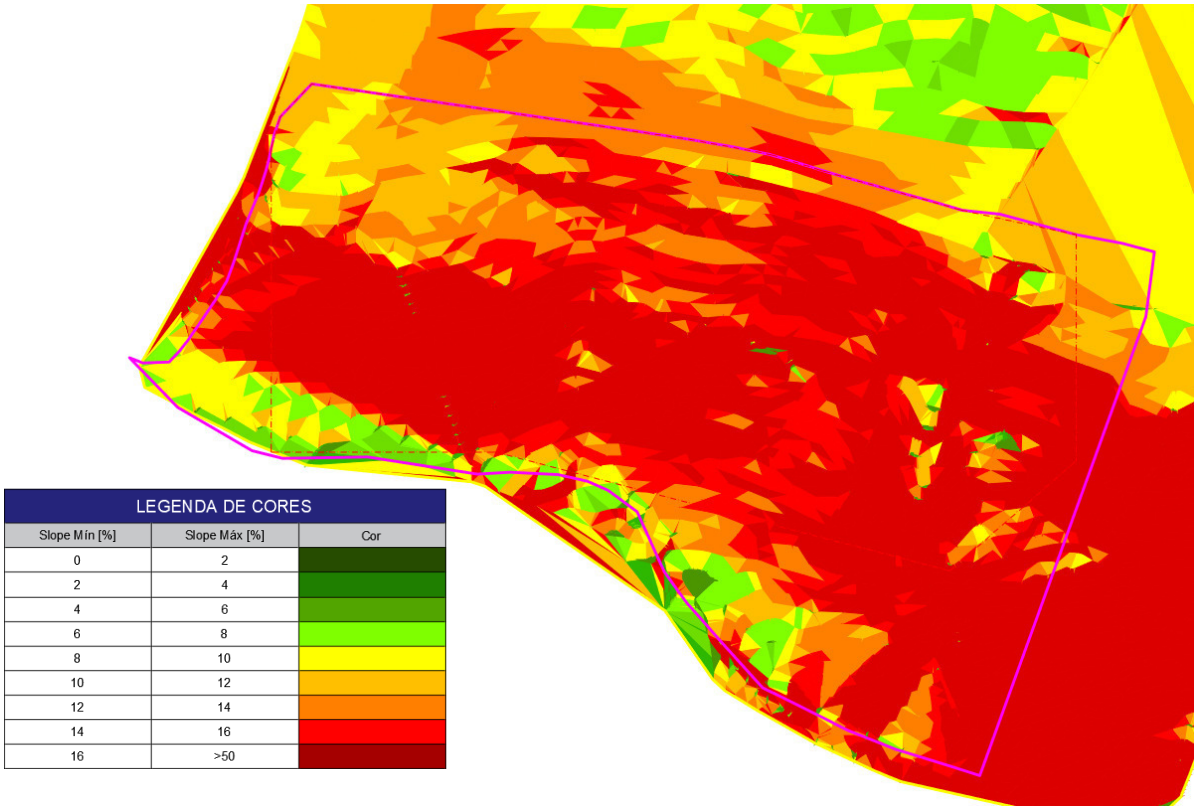


Figura A-6: Curvas de nível

A partir das curvas de nível obtidas para o local, realizaram-se então a análise de declividade da propriedade. A Figura A-7 mostra as curvas de nível e os resultados da análise de declividade.



LEGENDA DE CORES		
Slope Mín [%]	Slope Máx [%]	Cor
0	2	
2	4	
4	6	
6	8	
8	10	
10	12	
12	14	
14	16	
16	>50	

Figura A-7: Análise de declividade

Pela análise nota-se que o terreno apresenta declividade maior que 15% em grande parte de sua área exigindo ações mais severas de terraplanagem para adequação do terreno, fazendo com que a opção mais viável para o suporte dos módulos seja a Mesa Fixa.

A.6 Análise de hidrografia

Para a análise de hidrografia do local foi utilizado banco de dados via satélite AlosPalsar. Esta análise consiste em indicar as bacias formadas no terreno e em seus arredores, além dos cursos presentes ou que podem se formar em caso de chuvas com grande precipitação.

A análise é comparada com base no banco de dados do ANA - (Agência Nacional de Águas), buscando a identificação e classificação dos cursos d'agua encontrados, podendo ser: perene, intermitente ou efêmero (drenagem natural).

A.6.1 UFV Poços de Caldas

A seguir será apresentado a análise hidrográfica da região onde estará localizado o empreendimento.

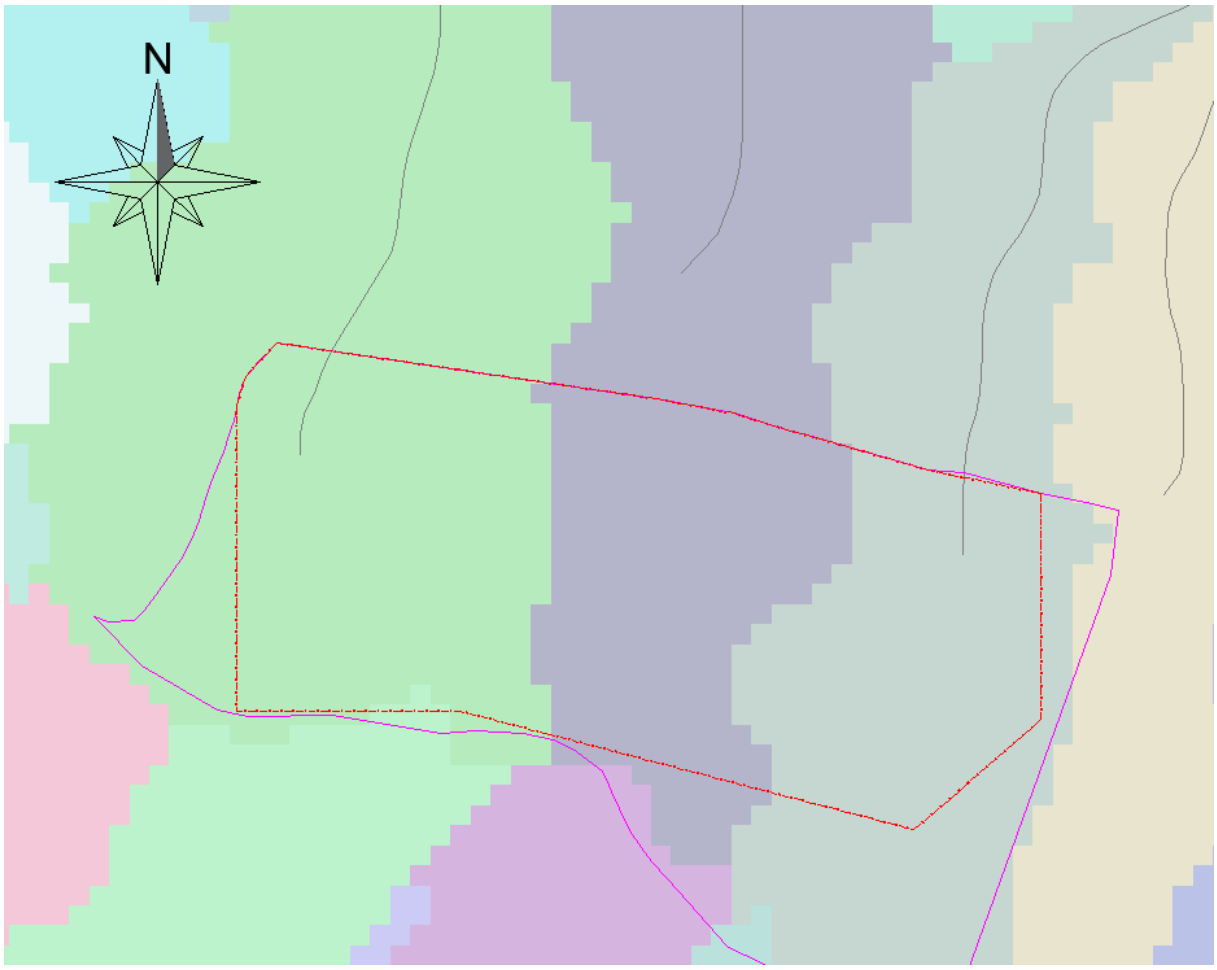


Figura A-8: Bacias e cursos d'águas encontrados na propriedade.

Nota-se que nenhum curso d'água passa pela propriedade, apenas trechos de drenagem natural que com sentido para fora do terreno.

B. Concepção Técnica da UFV Poços de Caldas

A seguir estará descrito as características dos principais equipamentos do empreendimento. Cabe ressaltar que a escolha dos fabricantes dos equipamentos, bem como de suas características elétricas e mecânicas estão sujeitas a alterações em função da disponibilidade dos fornecedores.

B.1 Módulos Fotovoltaicos

As principais características técnicas dos módulos FV escolhidos são:

- Módulos Bifaciais, com bifacialidade >70 ± 5%
- Potência nominal: mínimo 650 Wp;
- Tolerância de Potência nominal: 0% ~ 3%;
- Tipo de Célula: Monocristalina;
- Quantidade de células: 132;
- Dimensões: 2.384 x 1.303 x 35 mm (C x L x E);
- Eficiência mínima: 20,9%;
- Coeficiente mínimo de temperatura > -0,35%/°C;
- Tensão máxima do sistema: 1.500 V;
- Temperatura de Operação: -40°C ~ +85°C;
- Peso: até 37,9 kg;

B.2 Inversores Fotovoltaicos

As características técnicas principais dos Inversores escolhidos são:

- Topologia: Inversor String;
- Potência nominal: 250 kW;
- Tensão de Entrada: 1500 Vcc; Tensão de Saída: 800 Vac (3F+PE);
- Quantidade de entradas MPPT: 12;
- Quantidade máxima de entradas CC por MPPT: 2;
- Corrente Máxima Nominal por MPPT: 30A;
- Corrente Máxima de Curto Circuito por MPPT: 50A;
- Eficiência máxima: ≥99%;
- Distorção harmônica total máxima < 3%;
- Fator de potência ajustável: 0,80 (indutivo) – 1 – 0,80 (capacitivo);

- Temperatura de operação: -25 até 60°C;
- Proteção mínima contra intrusão: ≥IP66;

B.3 Unidades Geradoras

A Tabela B-1 mostra detalhes sobre as unidades geradoras das UFV Poços de Caldas.

Tabela B-1: Características técnicas das UFV

Configuração Geral da UFV Poços de Caldas	
Arranjo Fotovoltaico	
Módulo Fotovoltaico	650 Wp
Tipo de estrutura de suporte	Fixo 2V
Número de módulos por série	31
Número de séries por inversor	15
Potência CC do arranjo	302,25 kWp
Geral	
Total de inversores	20
Total de strings	300
Número de Mesas / Módulos por Mesas	150 / 62
Total de módulos	9.300
Número de Centros de Transformação	5
Potência total instalada CC (MWp)	6,045
Potência total instalada CA (MW)	5,0
Relação CC/CA	1,21

B.4 Estrutura mecânica de suporte dos módulos e suas fundações

Os módulos fotovoltaicos serão montados em estruturas metálicas (“Mesas Fixas”) compostas por perfis de aço e/ou alumínio. As informações sobre a estrutura estão listadas abaixo.

Tabela B-2: Características técnicas da mesa fixa.

Estrutura de suporte dos módulos	
Fabricante	A definir
Tipo	Mesa Fixa
Inclinação	20°
Configuração	2V x 31
Dimensões	40,993 x 4,499 m
Distância entre fileiras (N/S)	9 m
Strings por estrutura	2
Módulos por estrutura	62
Fundação	Estaqueamento/concretagem

A Figura B-1 apresenta um detalhamento das dimensões e disposição dos módulos sobre a estrutura.

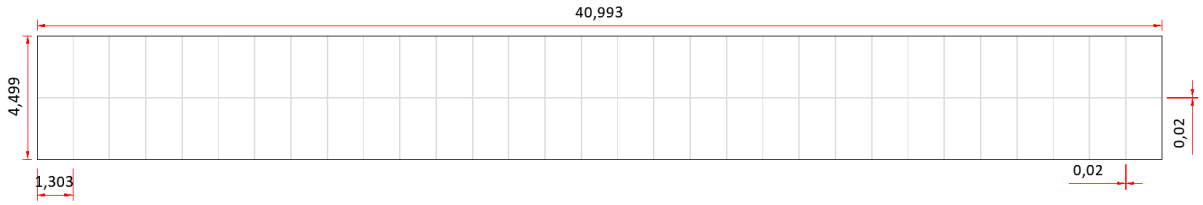


Figura B-1: Disposição dos módulos fotovoltaicos na estrutura com 62 módulos – vista superior.

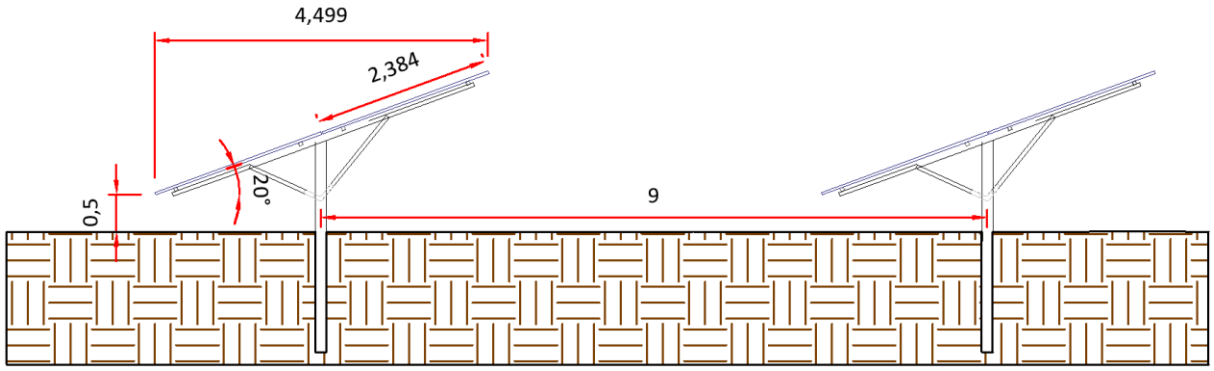


Figura B-2: Corte transversal ao eixo do sistema da mesa fixa.

A fundação das estruturas deve ser realizada por escavação/concretagem de 100% das estacas. O dimensionamento levará em conta as normas aplicáveis a esse tipo de fundação, considerando as cargas permanentes e variáveis, a resistência mecânica do solo e a agressividade química do solo atuante nas estacas.

B.5 Centro de Transformação

Para a UFV Poços de Caldas haverá 5 (cinco) centros de transformação, onde cada centro de transformação será composto por transformador elevador, quadro de proteção BT.

Os centros de transformação elevarão a tensão dos inversores para a tensão de conexão da concessionária (14,2kV), no qual, estarão conectados diretamente a cabine de medição e proteção.

A seguir serão apresentadas as características principais de cada item citado anteriormente.

B.5.1 Transformador elevador

Para a UFV Poços de Caldas haverá 5 (cinco) transformadores elevadores de 1.000 kVA, totalizando uma potência de 5.000 kVA para a UFV.

Os transformadores dos centros de transformação possuem as seguintes caraterísticas:

Tabela B-3: Características técnicas do transformador do centro de transformação.

Características do Transformador		
		Transformador
Potência nominal	[kVA]	1.000
Potência máxima	[kVA]	1.000
Tensão nominal	Enrolamento MT (kV)	14,2
	Enrolamento BT (kV)	0,8
Frequência nominal	[Hz]	60
Perdas em vazio	[%]	0,15
Perdas em carga	[%]	0,8

Para as perdas em vazio e em carga, adotaram-se valores padrões para transformadores desse porte.

B.5.2 Quadro Baixa Tensão (BT) - QGBT

O quadro BT será responsável por receber e proteger todos os circuitos de baixa tensão provenientes dos inversores. Cada centro de transformação contém 1 (um) quadro de BT com os equipamentos necessários para manobra e proteção individual do lado de baixa tensão dos respectivos circuitos.

Em cada QGBT haverá sistema de proteção para conexão com transformador auxiliar para alimentação das cargas auxiliares da UFV.

O quadro BT será composto por sistema de ventilação forçada (se necessário), conjunto de manopla externa, fusíveis, disjuntores individuais para cada entrada de inversor e disjuntor geral (para enrolamento de BT do transformador), além de dispositivos de proteção contra surtos de tensão AC tipo I+II.

B.5.3 Transformador de Serviços Auxiliares

Está previsto para cada eletrocentro um transformador de serviços auxiliares para o fornecimento de energia para os circuitos auxiliares como: circuitos da casa de operação, circuitos de CFTV e segurança, iluminação, entre outros.

C. ANEXOS

C.1 Simulação energética da UFV: Relatório PVSyst

Version 7.4.4

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: FVT 2023 317 MG DME PoçosDeCaldas No4027 PEX - Poços de Caldas

Variant: Configuração Final

Ground system (tables) on a hill

System power: 6045 kWp

Pocos de Caldas - IDN B5F0 - Brazil

Rafael Bianchi

Fotovoltec Solar Engineering (Brazil)

Project summary

Geographical Site
Pocos de Caldas - IDN B5F0
Brazil

Situation

Latitude	-21.82 °S
Longitude	-46.54 °W
Altitude	1276 m
Time zone	UTC-3

Project settings
Albedo 0.20

Meteo data
Pocos de Caldas - IDN B5F0
FVT B5F0 - HC3&MERRA calibrated - TMY

System summary

Grid-Connected System

Ground system (tables) on a hill

PV Field Orientation
Fixed plane
Tilt/Azimuth 20.1 / -1.7 °

Near Shadings
According to strings : Fast (table)
Electrical effect 100 %

User's needs
Unlimited load (grid)

System information

PV Array

Nb. of modules	9300 units
Pnom total	6045 kWp

Inverters

Nb. of units	20 units
Pnom total	4500 kWac
Pnom ratio	1.343

Results summary

Produced Energy	10728658 kWh/year	Specific production	1775 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	92.62 %

Table of contents

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

General parameters

Grid-Connected System — **Ground system (tables) on a hill**

PV Field Orientation

Orientation
Fixed plane
Tilt/Azimuth 20.1 / -1.7 °

Sheds configuration
Nb. of sheds 150 units
Sizes
Sheds spacing 9.00 m
Collector width 4.79 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 53.2 %
Shading limit angle
Limit profile angle 20.1 °

Models used
Transposition Perez
Diffuse Imported
Circumsolar separate

Horizon
Average Height 1.6 °

Near Shadings
According to strings : Fast (table)
Electrical effect 100 %

User's needs
Unlimited load (grid)

Bifacial system
Model 2D Calculation unlimited sheds

Bifacial model geometry

Sheds spacing	9.00 m
Sheds width	4.79 m
Limit profile angle	20.1 °
GCR	53.2 %
Height above ground	0.50 m

Bifacial model definitions

Ground albedo	0.20
Bifaciality factor	70 %
Rear shading factor	4.2 %
Rear mismatch loss	3.5 %
Shed transparent fraction	1.3 %

PV Array Characteristics

PV module
Manufacturer Canadian Solar Inc.
Model CS7N-650MB-AG 1500V
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 650 Wp
Number of PV modules 9300 units
Nominal (STC) 6045 kWp
Modules 300 string x 31 In series
At operating cond. (50°C)
Pmpp 5553 kWp
U mpp 1051 V
I mpp 5284 A

Inverter
Manufacturer Sungrow
Model SG250HX
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 225 kWac
Number of inverters 20 units
Total power 4500 kWac
Operating voltage 500-1500 V
Max. power (=>30°C) 250 kWac
Pnom ratio (DC:AC) 1.34
Power sharing within this inverter

Total PV power
Nominal (STC) 6045 kWp
Total 9300 modules
Module area 28889 m²

Total inverter power
Total power 4500 kWac
Max. power 5000 kWac
Number of inverters 20 units
Pnom ratio 1.34

Array losses

Array Soiling Losses
Average loss Fraction 0.8 %

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
0.1%	0.2%	0.2%	0.6%	1.1%	1.7%	2.0%	1.8%	1.2%	0.6%	0.3%	0.2%

Array losses

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. 2.2 mΩ
Loss Fraction 1.0 % at STC

LID - Light Induced Degradation
Loss Fraction 1.5 %

Module Quality Loss
Loss Fraction -0.4 %

Module mismatch losses
Loss Fraction 0.0 % at MPP

Strings Mismatch loss
Loss Fraction 0.7 %

IAM loss factor
Incidence effect (IAM): User defined profile

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

AC wiring losses

Inv. output line up to injection point
Inverter voltage 800 Vac tri
Loss Fraction 0.70 % at STC
Inverter: SG250HX
Wire section (20 Inv.) Copper 20 x 3 x 70 mm²
Average wires length 56 m

Horizon definition

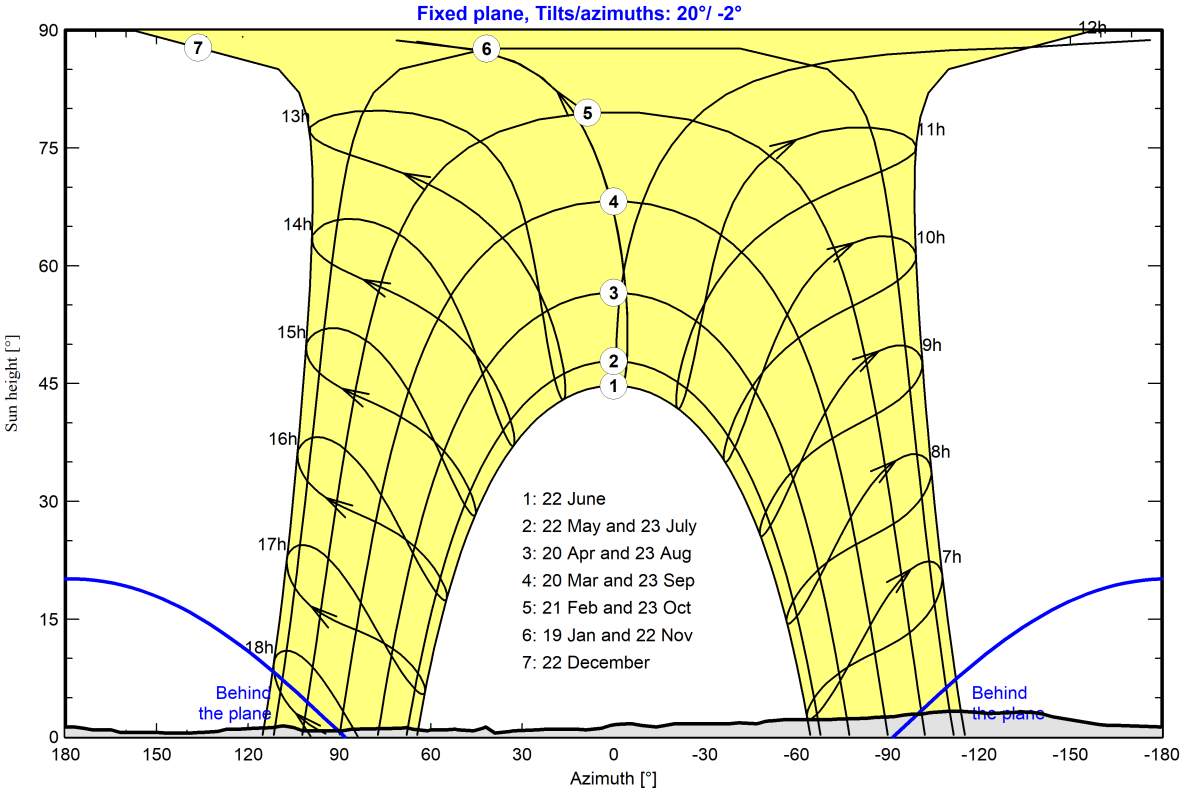
Meteonorm horizon for Weighted mean, Lat. = 0.000°, Long. = 0.000°

Average Height	1.6 °	Albedo Factor	0.93
Diffuse Factor	0.99	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

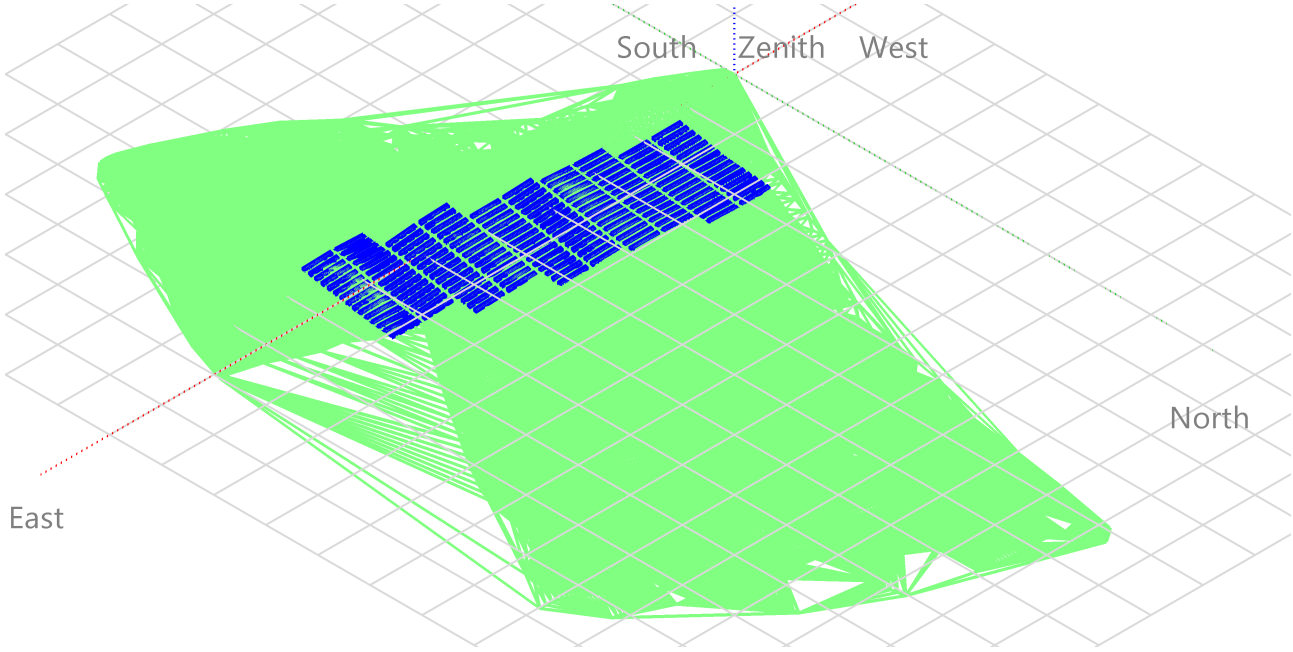
Azimuth [°]	-180	-165	-159	-144	-134	-131	-123	-114	-112	-101	-98	-95	-86	-83
Height [°]	1.3	1.5	1.6	2.6	3.2	3.1	3.0	3.3	3.3	2.9	2.9	2.8	2.5	2.4
Azimuth [°]	-56	-53	-50	-41	-38	-33	-17	-14	-9	-5	-1	1	9	12
Height [°]	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	1.7	1.5	1.3	1.5	1.7	1.6	1.5	0.9	1.0
Azimuth [°]	22	25	33	39	42	43	51	52	55	61	66	68	86	89
Height [°]	1.0	0.9	0.8	0.5	1.3	1.1	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	1.2	1.0	0.8
Azimuth [°]	102	108	109	112	127	130	136	139	147	165	167	174	177	180
Height [°]	0.8	1.4	1.4	1.2	1.0	0.7	0.6	0.5	0.5	0.9	0.9	1.1	1.3	1.3

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)



Near shadings parameter

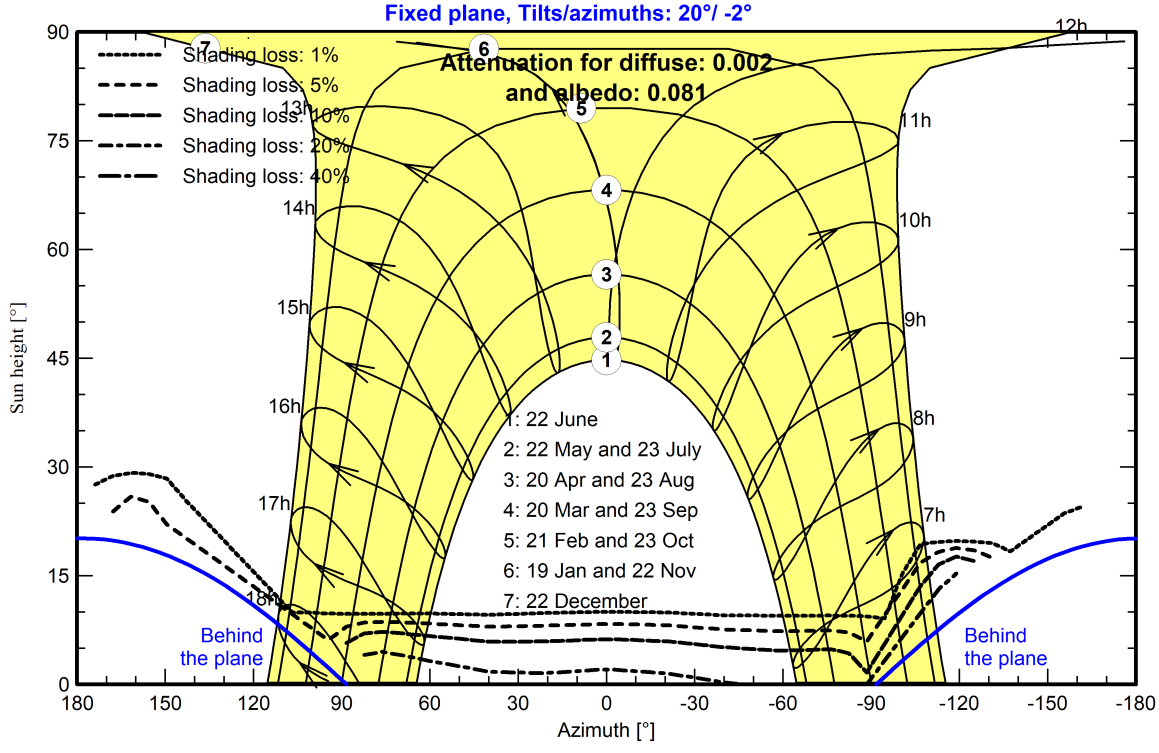
Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1

Fixed plane, Tilts/azimuths: 20°/ -2°

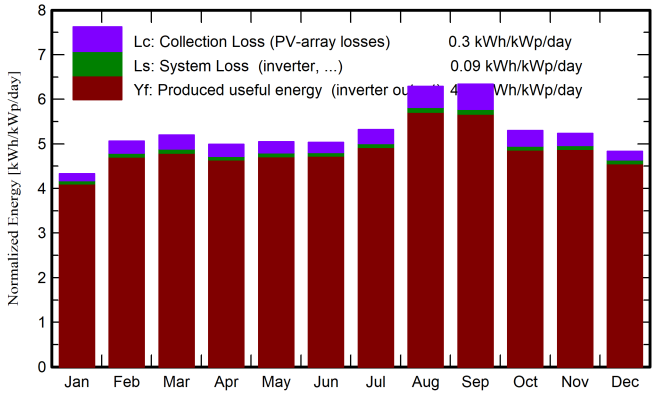


Main results

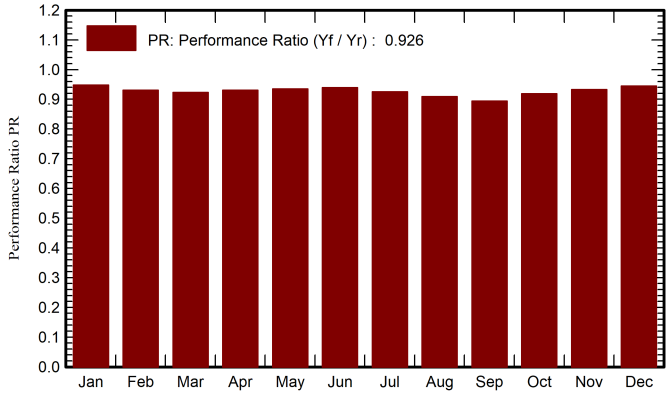
System Production

Produced Energy	10728658 kWh/year	Specific production	1775 kWh/kWp/year
		Perf. Ratio PR	92.62 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



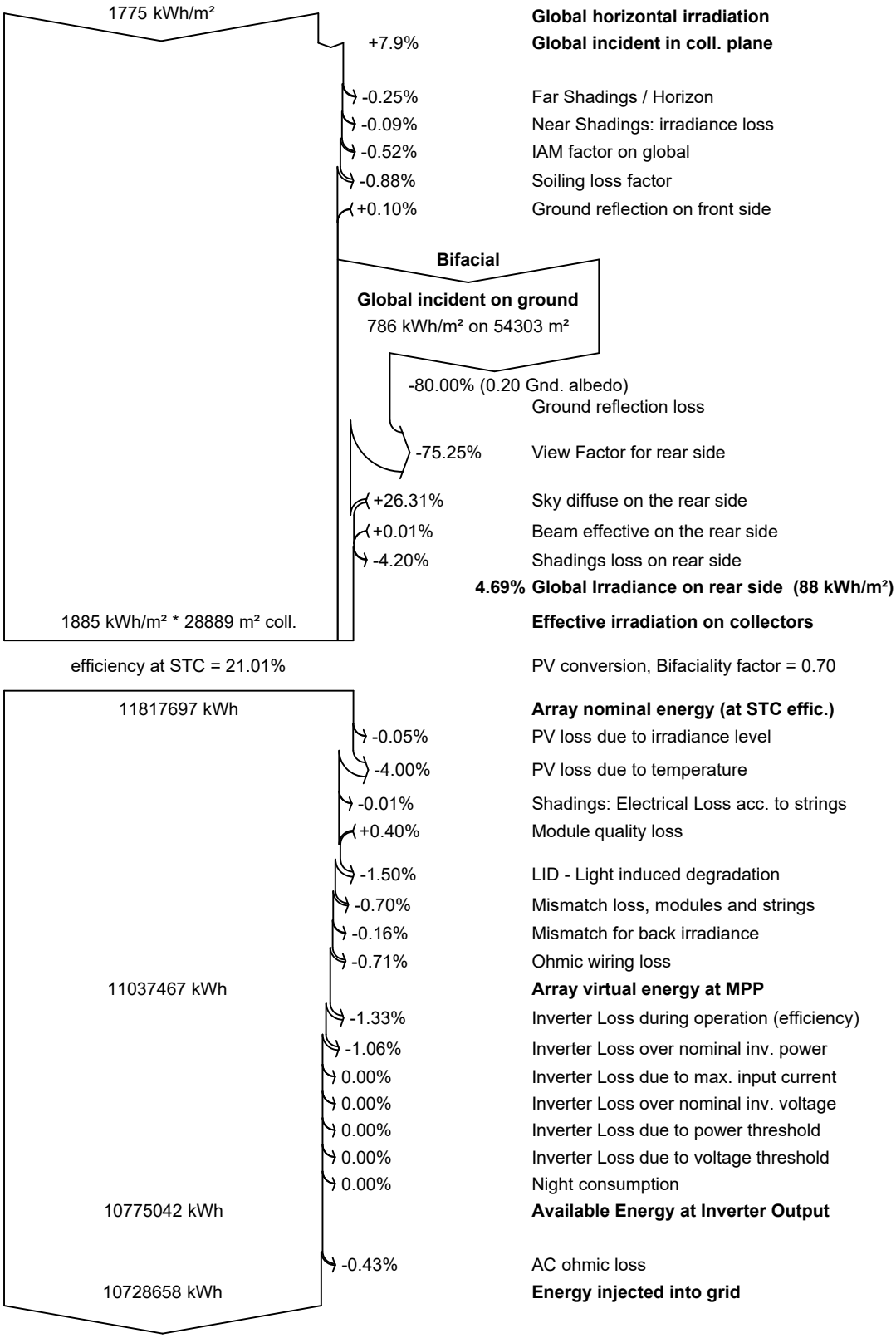
Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	141.9	98.8	19.73	134.2	132.6	783187	769413	0.948
February	144.4	87.8	20.02	141.7	140.2	812029	797526	0.931
March	154.2	84.7	18.43	161.3	159.6	916082	899723	0.923
April	134.7	72.7	17.56	149.8	147.7	857353	842088	0.930
May	128.1	49.2	14.81	156.6	154.0	900536	884486	0.934
June	117.5	38.4	12.31	151.1	147.7	873131	857962	0.940
July	129.9	35.8	12.03	165.0	160.7	939225	922915	0.925
August	162.6	46.4	13.84	195.0	190.3	1090836	1071367	0.909
September	174.7	70.1	17.68	190.3	186.8	1047981	1028952	0.894
October	163.3	89.8	18.17	164.4	162.1	929077	912871	0.919
November	163.8	98.1	18.52	157.1	155.2	901931	886039	0.933
December	160.1	106.2	19.78	149.8	147.8	870675	855316	0.944
Year	1775.2	878.0	16.89	1916.2	1884.7	10922043	10728658	0.926

Legends

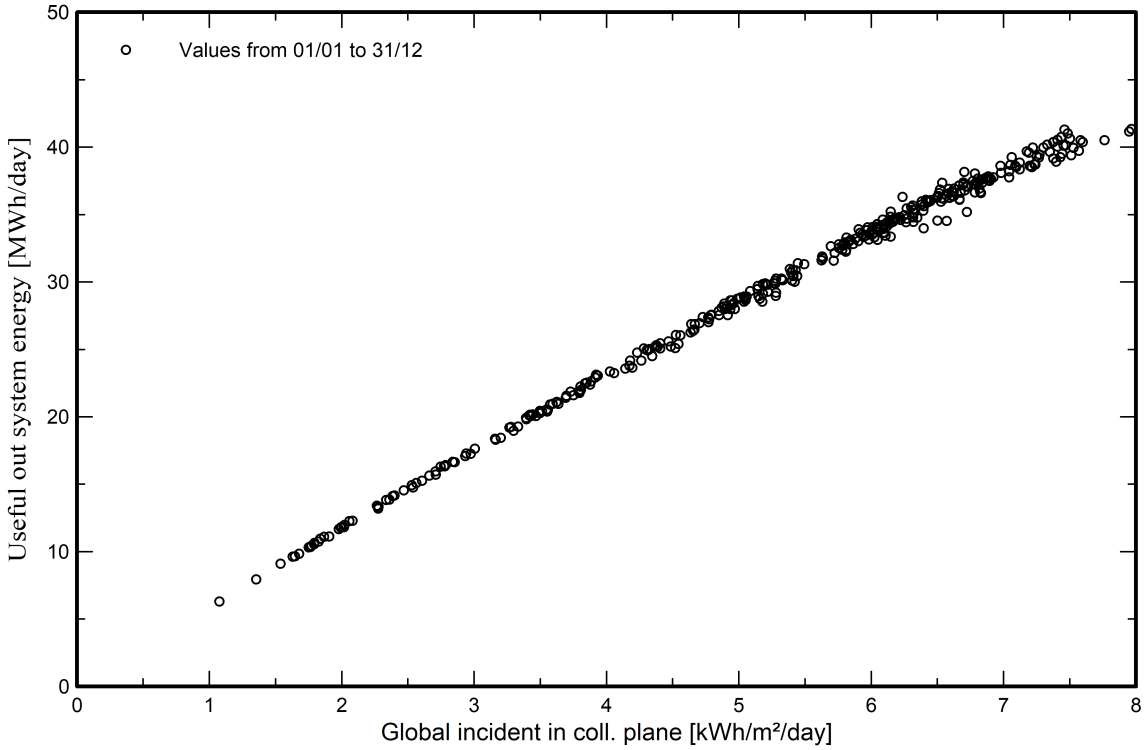
GlobHor	Global horizontal irradiation
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation
T_Amb	Ambient Temperature
GlobInc	Global incident in coll. plane
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
EArray	Effective energy at the output of the array
E_Grid	Energy injected into grid
PR	Performance Ratio

Loss diagram

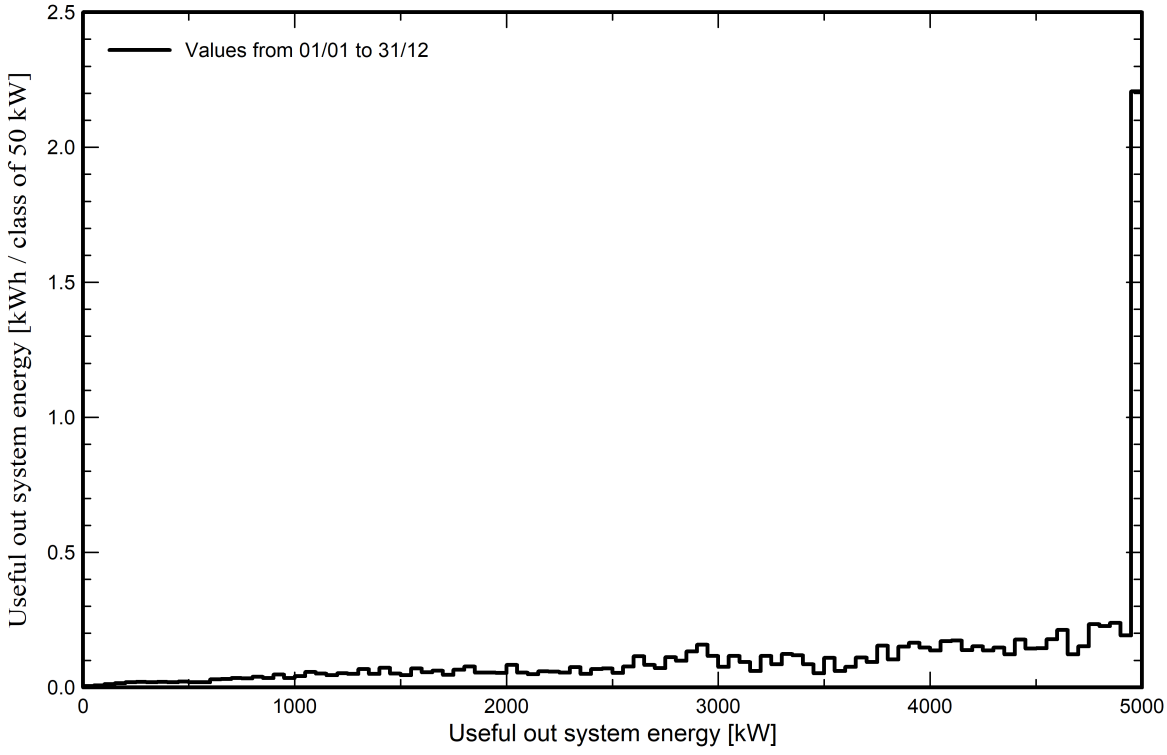


Predef. graphs

Daily Input/Output diagram

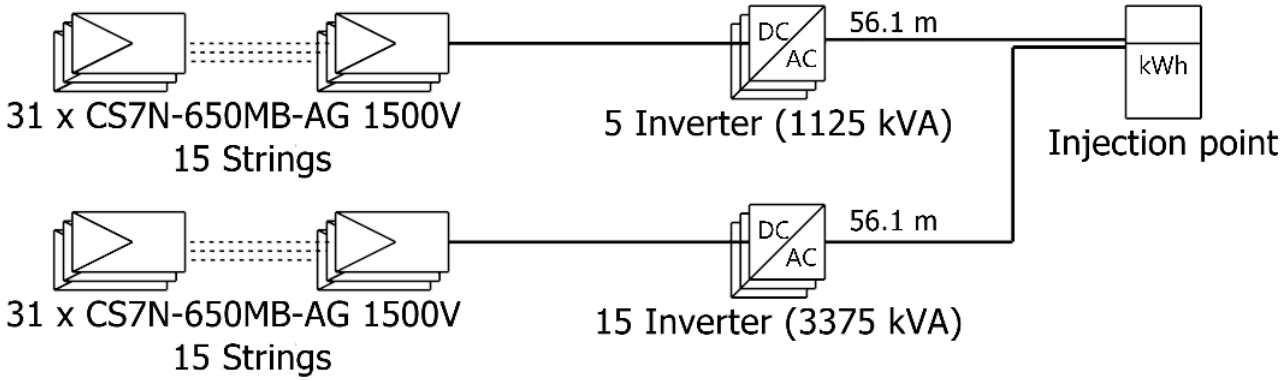


System Output Power Distribution



Single-line diagram

PVsyst V7.4.4
VC9, Simulation date:
23/11/23 17:46
with v7.4.4



PV module	CS7N-650MB-AG 1500V
Inverter	SG250HX
String	31 x CS7N-650MB-AG 1500V

FOTOVOLTEC Solar Engineering

FVT 2023 317 MG DME PoçosDe Caldas No4027 PEX - Poços de C	Fotovoltec Solar Engineering (Brazil)
VC9 : Configuração Final	23/11/23