



Estudo de Duas Soluções de Dimensionamento de um Parque Fotovoltaico

JOÃO JORGE MORAIS SARMENTO LOBO DOS SANTOS

Outubro de 2020

ESTUDO DE DUAS SOLUÇÕES DE DIMENSIONAMENTO DE UM PARQUE FOTOVOLTAICO

João Jorge Morais Sarmento Lobo dos Santos



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia

2019/2020

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de DSEE -
Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

Candidato: João Jorge Morais Sarmiento Lobo dos Santos, Nº 1131177,
1131177@isep.ipp.pt

Orientação científica: Eng.ª Teresa Alexandra Nogueira, TAN@isep.ipp.pt

Empresa: Enerview

Supervisão: Eng.º Mário Teixeira de Sousa, mario.tsousa@enerview.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2019/2020

Aos meus avós, com muita saudade...

Agradecimentos

Quero agradecer ao meu coordenador de estágio no ISEP (Instituto Superior de Engenharia do Porto), Prof. Eng^a Teresa Alexandra Nogueira, por ter aceite o meu convite para coordenador e por toda a disponibilidade e atenção prestada.

Agradeço ao meu orientador de estágio Engenheiro Mário Teixeira de Sousa, gerente da empresa Enerview, por me acolher e propor o desafio de realizar e desenvolver este projeto.

Agradeço também a todos os outros colaboradores do projeto durante este período, tanto na empresa como fora dela, pois sem eles não seria possível concretizar todo o trabalho realizado.

Aos meus amigos de sempre e a todo o grupo de amigos que fiz durante estes anos de Ensino Superior, principalmente aos 3 que me acompanharam nesta etapa final que foi o mestrado.

E claro, à minha família, por toda a ajuda e incentivo que sempre me deram para continuar a minha formação, como estudante e como pessoa. Temos mais um Engenheiro em casa!

A todos, o meu merecido obrigado!

Resumo

A presente dissertação é desenvolvida em ambiente empresarial, e pretende concluir sobre a melhor opção técnico-financeira para uma central fotovoltaica de, aproximadamente, 49 MW a projetar para Portugal, avaliando a utilização de inversores de 1000 V DC versus 1500 V DC. Focaliza-se, assim, no estudo do recurso solar fotovoltaico, sendo especialmente direcionada para o procedimento a seguir aquando de um projeto de um sistema fotovoltaico com ligação à rede.

Deste modo, o trabalho consistiu em dimensionar todos os equipamentos pertencentes ao sistema fotovoltaico de forma a que estes providenciem a eficiência e produção energética pretendida, e operem, também, em segurança. Para tal, foi essencial uma compreensão geral dos conceitos inerentes à produção de energia elétrica por recurso solar, assim como do funcionamento dos principais tipos de equipamento utilizado, salientando o gerador fotovoltaico, os inversores, as caixas de junção e a cablagem de baixa tensão. Em complemento foram realizados todos os desenhos da solução por recurso à ferramenta de desenho Autocad, bem como a realização do mapa de quantidades e respetiva estimativa de custos.

Por fim, os resultados demonstram que o cenário mais vantajoso é, claramente, a utilização de inversores de 1500 V DC. Esta conclusão deve-se ao facto de haver uma redução do número de caixas de junção e, conseqüentemente, das quantidades de cabos necessárias, com implicações quer no custo dos mesmos, quer na correspondente mão-de-obra para a sua instalação.

Palavras-Chave: Energia Solar Fotovoltaica, Baixa Tensão, Parque Solar Fotovoltaico com Ligação à Rede, Portugal, Inversor 1000 V DC, Inversor 1500 V DC

Abstract

This dissertation is developed in a business environment and aims to find the best technical-financial option for a photovoltaic plant of approximately 49 MW to be designed in Portugal, evaluating the use of 1000 V DC versus 1500 V DC inverters. It focuses on the study of the photovoltaic solar resource, especially directed to the procedure to be followed when designing a photovoltaic system with connection to the grid.

The work consisted in dimensioning all the equipment belonging to the photovoltaic system so they provide the desired energy efficiency and production, and also operate safely. Therefore, it was essential to have a general understanding of the concepts inherent to the production of electric energy by solar resource, as well as the operation of the main types of equipment used, highlighting the photovoltaic generator, the inverters, the junction boxes and the low voltage wiring. All the drawings of the solution were done using Autocad. It was also done the map of quantities and respective cost estimate.

Finally, the results demonstrate that the most advantageous scenario is clearly the use of 1500 V DC inverters. This conclusion is due to the fact that, in this case, there is a reduction of the number of junction boxes and, consequently, the quantity of cables required, with implications in their cost and in the corresponding labor for their installation.

Keywords: Photovoltaic Solar Energy, Low Voltage, Photovoltaic Solar Park with Grid Connection, Portugal, 1000 V DC Inverter, 1500 V DC Inverter

Índice

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Estrutura.....	3
2. ENERGIA DE FONTES RENOVÁVEIS E ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	5
2.1. Alterações climáticas e como afetam o planeta	5
2.2. Descarbonização e aumento da eficiência energética.....	6
2.3. Energias renováveis no mundo	8
2.4. Energias renováveis em Portugal.....	9
2.5. Objetivos e metas das políticas energéticas	11
2.6. Energia solar fotovoltaica no mundo e em Portugal.....	13
2.7. Novas perspetivas	16
2.8. Princípios base	17
2.9. Componentes de um sistema solar fotovoltaico ligado à rede.....	20
3. CONCEÇÃO E PROJETO DE UM PARQUE FOTOVOLTAICO	23
3.1. Gerador FV	24
3.1.1. Análise do local.....	24
3.1.2. Análise da zona geográfica.....	24
3.1.3. Escolha dos módulos fotovoltaicos.....	25
3.1.4. Ângulo de inclinação e orientação dos módulos	25
3.1.5. Distância entre mesas de painéis.....	25
3.1.6. Estrutura de montagem dos módulos.....	27
3.2. Inversor	27
3.3. Análise do desempenho do sistema FV	28
3.4. Configuração do sistema.....	28
3.4.1. Número de módulos fotovoltaicos e inversores.....	29
3.4.2. Disposição dos módulos FV.....	29
3.4.2.1. Número máximo de módulos em série.....	30
3.4.2.2. Número máximo de módulos em série.....	31
3.4.2.3. Número máximo de <i>strings</i>	32

3.5.	Caixas de junção	32
3.6.	Dimensionamento da cablagem	33
3.6.1.	Cabo solar.....	33
3.6.1.1.	Condição de aquecimento	34
3.6.1.2.	Condição de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos	34
3.6.1.3.	Condição de queda de tensão.....	35
3.6.2.	Cabo DC.....	35
3.6.2.1.	Condição de aquecimento	36
3.6.2.2.	Condição de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos	36
3.6.2.3.	Condição de queda de tensão.....	36
3.6.3.	Perdas totais.....	36
4.	CASO DE ESTUDO: DIMENSIONAMENTO, COMPARAÇÃO E ANÁLISE FINANCEIRA	39
4.1.	Análise da localização	39
4.2.	Definição do caso A e caso B	41
4.3.	Escolha dos equipamentos a utilizar em cada caso.....	41
4.3.1.	Módulos Fotovoltaicos.....	41
4.3.2.	Inversores.....	41
4.3.3.	Caixas de junção.....	42
4.4.	Configuração do sistema fotovoltaico	42
4.4.1.	Número mínimo e máximo de módulos em série.....	42
4.4.1.1.	Caso A.....	42
4.4.1.2.	Caso B.....	43
4.4.2.	Distância entre mesas	43
4.5.	Configuração e layout final do sistema fotovoltaico	44
4.5.1.	Caso A.....	44
4.5.2.	Caso B.....	45
4.6.	Dimensionamento da cablagem	47
4.6.1.	Caso A.....	47
4.6.1.1.	Cabo Solar.....	48
4.6.1.2.	Cabo DC.....	50
4.6.1.3.	Queda de tensão total.....	51
4.6.1.4.	Perdas totais.....	52
4.6.2.	Caso B.....	53
4.6.2.1.	Cabo Solar.....	54
4.6.2.2.	Cabo DC.....	54
4.6.2.3.	Queda de tensão total.....	56

4.6.2.4. Perdas totais.....	56
4.7. Análise de custos	57
4.8. Análise e interpretação dos resultados.....	59
5. CONCLUSÃO.....	63
5.1. Análise conclusiva	63
5.2. Trabalhos futuros	64
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	67
ANEXOS	69

Índice de Figuras

Figura 1 - Ilustração acerca do efeito de estufa no Planeta	6
Figura 2 - Capacidade de Energia Renovável instalada por fonte a nível mundial, (IRENA, 2019).....	8
Figura 3 - Capacidade total de Energia Renovável instalada por região a nível mundial, (IRENA, 2019)	9
Figura 4 - Distribuição da potência instalada em Portugal por fonte de 2000-2019, (APREN, 2019)	10
Figura 5 - Distribuição das fontes de energia renovável em Portugal, (APREN, 2019).....	11
Figura 6 - Metas Europeias em matéria de energia para 2030, (Portugal Energia, 2019)...	12
Figura 7 - Metas portuguesas em matéria de energia para 2030, (Portugal Energia, 2019)	12
Figura 8 - Evolução da energia solar fotovoltaica de 2008-2018, (REN21, 2019)	14
Figura 9 - Energia Produzida em Portugal de 2000-2019, (APREN, 2019)	16
Figura 10 - Efeito Fotovoltaico	18
Figura 11 - Circuito real equivalente de uma célula fotovoltaica.....	19
Figura 12 - Esquema típico de um parque FV ligado à rede	20
Figura 13 - Distância entre mesas.....	26
Figura 14 - Estrutura de montagem das mesas e módulos FV	27
Figura 15 - Ligação de módulos em série	30
Figura 16 - Representação do terreno disponível via Google Maps.....	40
Figura 17 - Representação da linha da rede conectada ao parque FV via Google Maps	40
Figura 18 - Layout do Caso A	45
Figura 19 - Layout do Caso B	46
Figura 20 - Ligação da string 1.1.1.1 à caixa de junção 1.1.1 e posterior ligação ao Inversor 1.1 do PT 1, Caso A.....	47
Figura 21 - Módulos com ligação ao PT 1, Caso A	48
Figura 22 - Ligação da string 1.1.1.1 à caixa de junção 1.1.1 e posterior ligação ao Inversor 1.1 do PT 1, Caso B.....	53
Figura 23 - Módulos com ligação ao PT 1, Caso B.....	53

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Orçamento do Caso A	58
Tabela 2 - Orçamento do Caso B	59
Tabela 3 - Orçamento sem Power Stations, Caso A.....	60
Tabela 4 - Orçamento sem Power Stations, Caso B.....	61
Tabela 5 - Comparação de quantidades entre cada caso	62

Acrónimos

AC	Alternating Current (Corrente Alternada)
APREN	Associação Portuguesa de Energias Renováveis
BoS	Balance of System
CH₄	Metano
CJ	Caixa de junção
CO₂	Dióxido de Carbono
DC	Direct Current (Corrente Contínua)
EE	Eficiência Energética
ER	Energia Renovável
FV/PV	Fotovoltaico/Photovoltaic
GEE	Gases com Efeito de Estufa
IRENA	International Renewable Energy Agency
O&M	Operação e Manutenção
PNAER	Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
PNEC	Plano Nacional integrado de Energia e Clima
PT	Posto de transformação
REN	Redes Energéticas Nacionais
UE	União Europeia

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

As alterações climáticas e o desenvolvimento sustentável são, no presente, dos maiores paradigmas à escala planetária com que a humanidade se está a deparar e tem de resolver.

A ação humana tem contribuído drasticamente para o aumento da temperatura média do planeta, muito devido à emissão de gases com efeito de estufa, especialmente associados à produção e utilização de energia de origem fóssil.

Sendo a energia um bem essencial à humanidade e à manutenção das sociedades, tal qual as conhecemos e queremos, emerge a necessidade de recorrer a formas de energia cuja produção e utilização mitigue aquelas emissões, daqui decorre o recurso a fontes renováveis para aquele fim, designadamente a utilização da energia solar, teoricamente inesgotável e, por tal, renovável, para produção de energia elétrica por conversão fotovoltaica.

Com o crescente aumento, a nível mundial, do peso da energia solar fotovoltaica no *mix* de fontes de produção de energia elétrica – em detrimento das fontes usando combustíveis fósseis (vejam-se os planos de Portugal para encerramento das centrais a carvão de Sines e Pego), mas também do nuclear (veja-se o caso da Alemanha) -, e da pressão

para a diminuição dos custos de energia para os consumidores, e conseqüente pressão que isso coloca na diminuição dos custos de produção – de que os recentes leilões para atribuição de capacidade para a ligação à rede de centrais solares em Portugal são um bom exemplo - , torna-se necessário procurar métodos e tecnologias para uma construção mais barata.

É este contexto que justifica o presente trabalho, que se desenvolve em ambiente empresarial, na medida em que pretende concluir sobre a melhor opção técnico-financeira para uma central fotovoltaica de, aproximadamente, 49 MW a projetar para Portugal, designadamente, avaliando a utilização de 1000 V versus 1500 V DC.

A tecnologia 1500 V DC em parques fotovoltaicos é recente, tem impacto real no dimensionamento dos demais componentes de uma central fotovoltaica e carece de estudos práticos que a sustente como uma solução técnica mais vantajosa ao primeiro investimento e, por tal, na redução do custo de produção da energia. Pretende, assim, esta dissertação ser, também, um contributo para o estado da arte em Portugal, comparando economicamente duas soluções onde serão utilizados inversores de 1000 V DC e 1500 V DC com o objetivo de perceber qual das duas a mais viável.

1.2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como principal objetivo a avaliação e o projeto, dimensionando e desenhando, para um parque específico, duas diferentes soluções técnicas alternativas caracterizadas, especificamente, pelo seu dimensionamento utilizando inversores de 1000 V DC e 1500 V DC.

O caso de estudo apresentado consiste no dimensionamento de um parque solar fotovoltaico de 49 MW de potência instalada, ligado à rede em Portugal. Para tal, pretende-se estudar duas soluções distintas de dimensionamento ao nível dos principais equipamentos que caracterizam o sistema e posterior análise de custos de modo a avaliar qual a situação mais vantajosa.

A presente dissertação foi realizada em ambiente empresarial na empresa Enerview, tendo esta disponibilizado dados quanto à localização do parque e qual a potência a instalar, assim como os custos de cada equipamento.

Deste modo, deve ser feita uma análise económica para cada uma das soluções, no sentido de determinar qual das hipóteses de solução é técnico-economicamente mais vantajosa e, em complemento, identificar os componentes das soluções estudadas que são mais relevantes nos custos globais e uma, eventual, correlação direta solução-custo.

1.3. ESTRUTURA

O Capítulo 1 desta dissertação consiste na introdução, onde foi realizado um enquadramento do tema a ser desenvolvido, das motivações e objetivos que levaram à sua execução, sendo também feita uma exposição do caso de estudo.

No Capítulo 2 é descrito o Estado de Arte sobre as Energias Renováveis e como estas se apresentam como uma solução fiável para as alterações climáticas que têm vindo a existir nas últimas décadas. Posteriormente é feita uma análise mais profunda acerca da Energia Solar Fotovoltaica, onde são abordados os seus princípios base desde o processo de funcionamento de uma célula fotovoltaica até à constituição típica de um parque solar fotovoltaico ligado à rede.

No Capítulo 3 é feita uma explicação dos processos e metodologias utilizados para o dimensionamento dos principais equipamentos constituintes do sistema no lado DC.

No Capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos através dos processos e metodologias considerados no capítulo anterior e, por último, a análise de custos de cada uma das soluções e a respetiva interpretação.

Por fim, no Capítulo 5, são apresentadas as conclusões retiradas da presente dissertação, assim como propostas de trabalhos futuros na sequência da mesma.

2. ENERGIA DE FONTES RENOVÁVEIS E ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

2.1. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E COMO AFETAM O PLANETA

Nos finais do século XX, início dos anos 1970, começaram a surgir as primeiras preocupações a nível ambiental aliadas à tomada de consciência da degradação do meio ambiente e, conseqüentemente, do futuro esgotamento dos recursos naturais existentes no planeta Terra. Desde então, os estudos no que às alterações climáticas e ao que as provoca diz respeito, têm-se intensificado. Designa-se por alterações climáticas as mudanças significativas que se verificam no clima do mundo ao longo do tempo, ou seja, quando há uma variação estatística significativa das médias que caracterizam o clima durante um período significativamente grande, na ordem das décadas.

O clima do planeta Terra é influenciado por diversos fatores como a quantidade de energia proveniente do sol ou as propriedades da superfície terrestre, sendo que as principais causas das alterações climáticas se devem à crescente emissão de gases com efeito de estufa (GEE) em resultado da ação humana e de aerossóis na atmosfera. Quaisquer mudanças nestes fatores, quer através da ação humana quer através de processos naturais, irá provocar

um aquecimento ou arrefecimento no Planeta pois alteram a quantidade de energia solar que é refletida ou retida de volta para o espaço. O efeito de estufa é um fenómeno natural onde certos gases presentes na atmosfera retêm parte da radiação térmica emitida pela superfície terrestre após ter sido aquecida pelo sol, mantendo assim a temperatura do Planeta a um nível adequado para o desenvolvimento da vida. No entanto, a ação humana aumentou a presença desses gases na atmosfera, sendo os principais o dióxido de Carbono (CO_2) e o Metano (CH_4), fazendo com que estes retenham mais calor na atmosfera, aumentando deste modo a temperatura do Planeta. Entre as principais ações humanas que influenciam a quantidade de GEE para a atmosfera está a produção de energia. [1] [2]

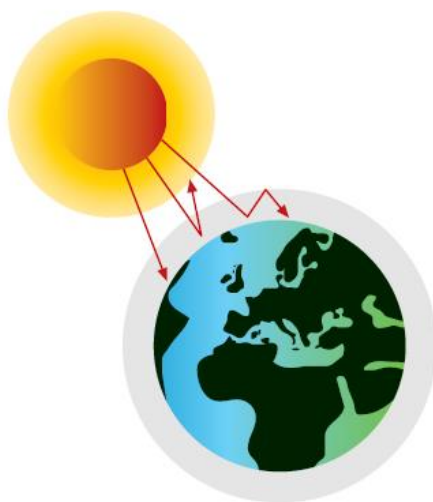


Figura 1 - Ilustração acerca do efeito de estufa no Planeta

2.2. DESCARBONIZAÇÃO E AUMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A produção de energia assume um papel decisivo no que toca à poluição e emissão de gases com efeito de estufa que contribuem de forma decisiva para as alterações climáticas, sendo previsível que as necessidades energéticas venham a aumentar ainda mais consoante o crescimento populacional. Assim, assuntos relativos às fontes e matrizes energéticas, à Eficiência Energética (EE), à evolução e tecnologia emergente neste setor tornam-se fundamentais de modo a fazer face às alterações climáticas e a execução de economias sustentáveis com baixos níveis de carbono. [3] Cerca de dois terços das emissões de GEE provêm da geração e utilização de energia. [4]

É neste contexto que surgem as chamadas Energias Renováveis (ER) pois estas são energias alternativas ao modelo tradicional e surgem em substituição dos combustíveis fósseis, tais como carvão, petróleo e gás natural. Estas energias apresentam-se como uma opção cada vez mais viável e sustentável, uma vez que são praticamente inesgotáveis e têm um impacto ambiental muito baixo ou até nulo. Pode-se dizer então que as Energias Renováveis são essenciais para aumentar a Eficiência Energética e a descarbonização.

A EE está relacionada com a implementação de medidas e estratégias para combater o desperdício de energia, diminuindo as perdas, otimizando o consumo e racionalizando a sua utilização, acompanhando todo o processo tanto de produção como de distribuição e utilização da energia. [1] A transição energética mundial é um processo que já se encontra em curso, embora não ao ritmo necessário de modo a fazer face à urgência ambiental, tendo-se, no entanto, assistido, nos últimos anos, a grandes tendências que se deverão intensificar no futuro. A descarbonização, ou seja, a redução das emissões de carbono e mitigação dos seus impactos ambientais, do setor da energia requer uma ação urgente a nível mundial que será vital para a construção de um futuro sustentável.

Tanto as Energias Renováveis como a Eficiência Energética necessitam de trabalhar em sinergia. Quando estas são abordadas em conjunto resultam numa maior participação de Energia Renovável e uma redução mais rápida da intensidade energética, o que irá permitir a descarbonização do sistema energético. Esta abordagem oferece a rota mais oportuna e viável para descarbonizar o sistema energético global. A geração de Energia Renovável a partir de Hidroelétricas, Energia Solar Fotovoltaica e Eólica permite evitar perdas térmicas. A mudança para as Energias Renováveis reduz, deste modo, as perdas de conversão associadas às centrais térmicas convencionais movidas a combustíveis fósseis, o que se traduz numa menor intensidade energética da atividade económica. A descarbonização económica exige uma abordagem integral, na qual todas as opções, incluindo Energias Renováveis e Eficiência Energética, são trabalhadas em simultâneo para maximizar potenciais sinergias. Uma combinação de opções de Eficiência Energética e Renováveis de menor custo irá, naturalmente, minimizar o custo geral da transição energética. [5]

2.3. ENERGIAS RENOVÁVEIS NO MUNDO

Nas últimas duas décadas, o investimento nas Energias Renováveis tem vindo a ter um aumento exponencial a nível mundial. No final do ano de 2019, a capacidade instalada em ER era de 2 537 GW, sendo que a produção via recursos hídricos representa cerca de 47% dessa capacidade com 1 190 GW instalados. A Energia Solar e a Energia Eólica representam praticamente a outra metade dos recursos renováveis instalados com uma percentagem conjunta de 48%, sendo que as suas capacidades instaladas são de 623 GW e 568 GW, respetivamente. Os restantes 5% da capacidade instalada a nível mundial correspondem a 124 GW de Bioenergia, 14 GW via Energia Geotérmica e 500 MW instalados para produzir energia através das marés. [6]

No ano de 2019, o crescimento da capacidade instalada em Energia Hídrica foi baixo quando comparado com anos anteriores, sendo que o maior aumento foi registado na China e no Brasil, onde foram instalados mais de 4 GW em cada um desses países. Quanto à Energia Eólica houve um aumento de cerca de 60 GW em 2019, sendo que os países que mais contribuíram para esse aumento foram a China e os Estados Unidos da América tendo cada um deles instalado 26 GW e 9 GW, respetivamente. No que toca à Energia Solar, a região Asiática continua a dominar a capacidade instalada a nível mundial, sendo que esta foi aumentada em 56 GW, o que representa cerca de 60% da capacidade instalada no mundo no ano de 2019. [6]

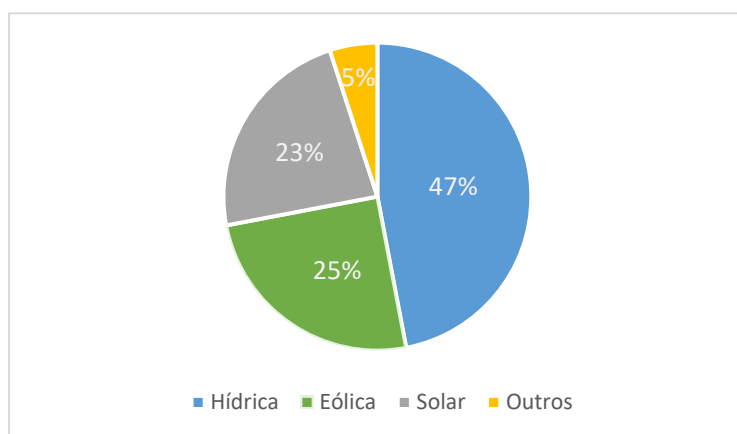


Figura 2 - Capacidade de Energia Renovável instalada por fonte a nível mundial, (IRENA, 2019)

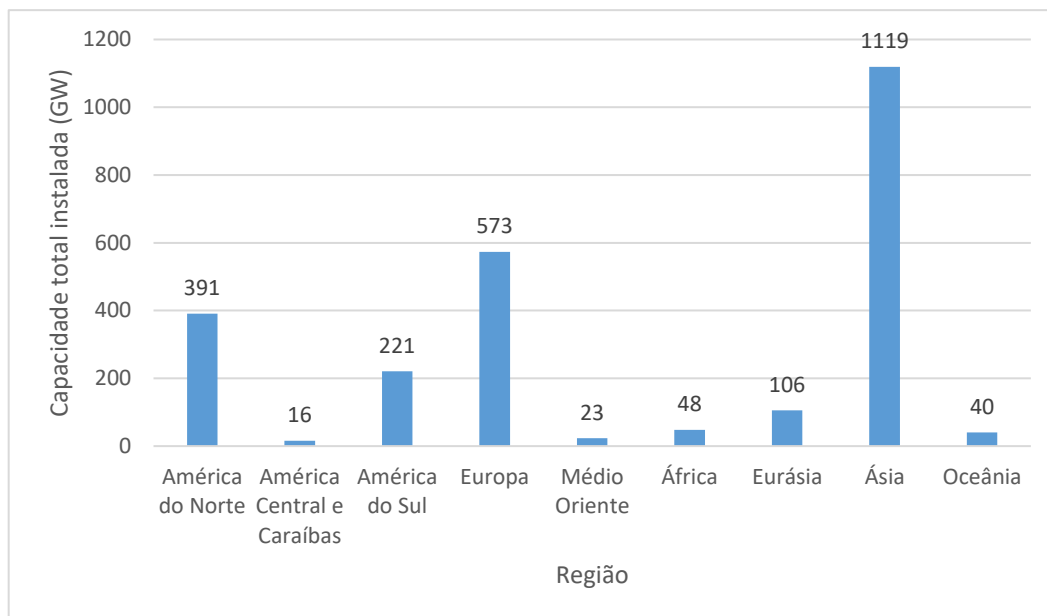


Figura 3 - Capacidade total de Energia Renovável instalada por região a nível mundial, (IRENA, 2019)

No que respeita à distribuição por regiões da capacidade de Energias Renováveis instalada a nível mundial, a Ásia apresenta-se como a região com maior investimento neste setor, com a sua capacidade instalada a representar cerca de 44% da capacidade instalada mundialmente, tendo aumentado em 95,5 GW (+9,3%) a sua capacidade no ano de 2019, o equivalente a 54% da capacidade instalada no mundo nesse mesmo ano. A Europa e a América do Norte são as regiões que se seguem com maior investimento, representando cerca de 23% e 15% da capacidade mundial instalada, respetivamente. No ano de 2019, a Europa aumentou a sua capacidade em 35 GW (+6,6%), enquanto que a América do Norte registou um aumento de 22 GW (+6,0%). No entanto, o maior crescimento percentual em 2019 verificou-se nas regiões da Oceânia e do Médio Oriente, com um aumento das suas capacidades de cerca de 18,4% e 12,6%, respetivamente. [6]

2.4. ENERGIAS RENOVÁVEIS EM PORTUGAL

Face ao aumento do investimento em energias renováveis um pouco por todo o mundo, Portugal também tem sido um país pioneiro nesta área, estando a dar grandes passos para a transição do seu setor energético de modo a reduzir as emissões de carbono (descarbonização) causadas pela produção, distribuição e consumo da energia elétrica. O parque eletroprodutor português sofreu, a partir de 2005, uma mudança no seu paradigma no que se refere à origem das suas principais fontes de abastecimento, tendo-se verificado

um aumento gradual da potência instalada de origem renovável, com uma taxa média de crescimento anual a rondar os 7%. Neste sentido, tem-se também verificado, a partir de 2011, um decréscimo da potência fóssil. De acordo com dados da Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN), Portugal contabiliza, no ano de 2019, 22 090 MW de potência instalada para a produção de energia elétrica, sendo 7 831 MW provenientes da combustão de resíduos fósseis, 7 111 MW de Energia Hídrica, 5 429 MW de Energia Eólica, 891 MW de Bioenergia e os restantes 828 MW de Energia Solar. [7]

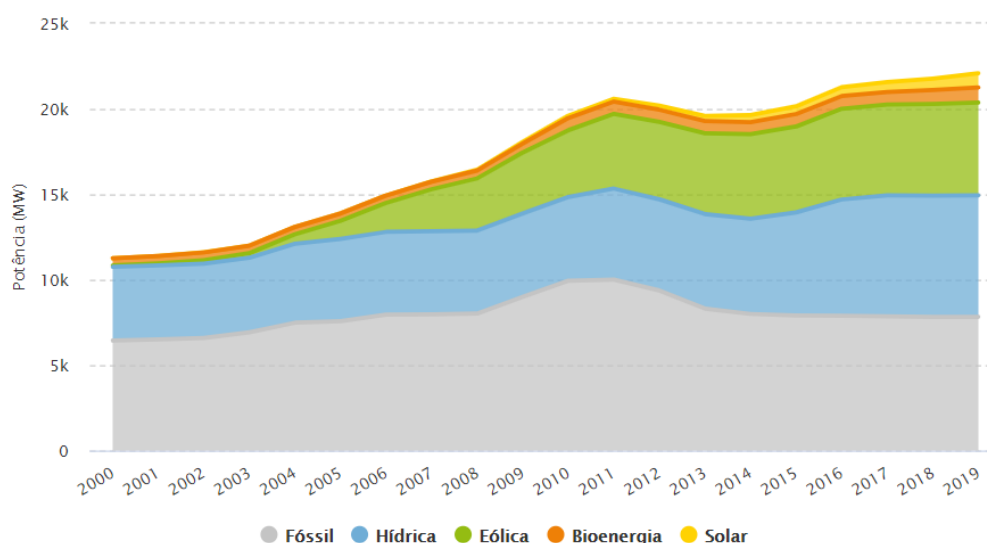


Figura 4 - Distribuição da potência instalada em Portugal por fonte de 2000-2019, (APREN, 2019)

O ano de 2018 ficou marcado, em Portugal, pela produção histórica de energia renovável durante o mês de março, onde as fontes de energia renovável foram capazes de suprir as necessidades de consumo energético em eletricidade do país, o que até então nunca se tinha registado. Os números de Portugal têm vindo a melhorar de ano para ano, posicionando-se como um dos países que mais recorre a este tipo de energia, encontrando-se no 5º lugar do top mundial da incorporação de energias renováveis na produção de eletricidade. Segundo dados da Redes Energéticas Nacionais (REN), no ano de 2019, 51% da energia utilizada em Portugal teve a sua origem em fontes renováveis, ou seja, o consumo deste tipo de energias foi superior ao consumo de energias não renováveis (42,3%), sendo que os restantes 6,7% de consumos energéticos correspondem a importações, podendo ter ou não origens renováveis. Neste ano, a energia renovável mais utilizada foi a de origem eólica (27%), seguindo-se a hidroelétrica (17%), a biomassa (5,5%) e a solar (2,1%). Apesar

de ser a menos utilizada, a energia solar fotovoltaica foi a fonte que apresentou o maior crescimento em 2019, tendo ultrapassado pela primeira vez a produção anual de 1 TWh. [8]

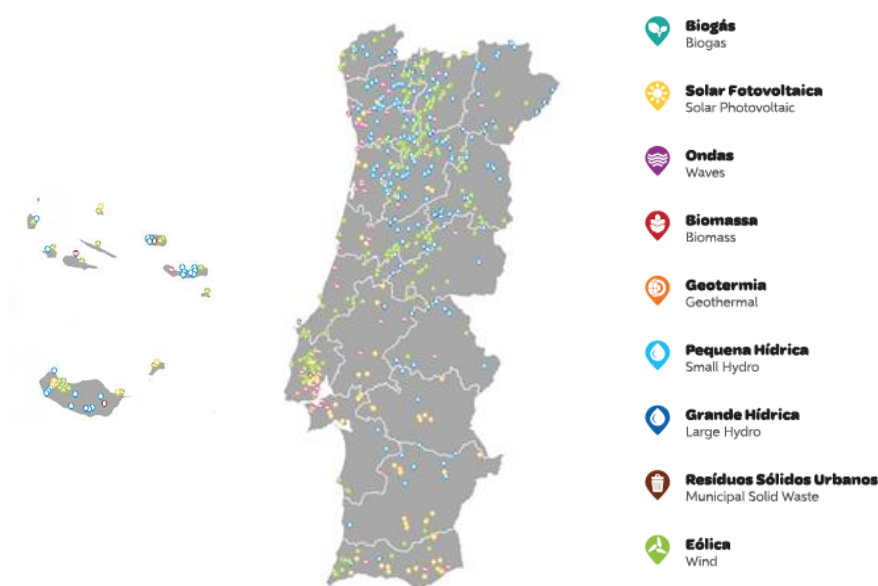


Figura 5 - Distribuição das fontes de energia renovável em Portugal, (APREN, 2019)

2.5. OBJETIVOS E METAS DAS POLÍTICAS ENERGÉTICAS

O primeiro passo na luta contra as alterações climáticas foi dado em 1998 aquando da assinatura do protocolo de Quioto, onde os países envolvidos se comprometeram a reduzir, em média, as emissões de GEE em 5,2% entre 2008 e 2012. No seguimento deste tratado, os Estados-Membros da EU-15, onde se inclui Portugal, decidiram reduzir ainda mais essas emissões de modo a atingirem 8% nesse mesmo período. [1]

A energia renovável e a eficiência energética, como meios para a diminuição das emissões de GEE e do consumo energético passaram a estar no centro da atenção dos Estados-Membros da União Europeia (UE), tendo os dirigentes europeus decidido que até ao ano de 2020 seria necessário que o consumo total de energia sofresse uma redução correspondente 20% do nível de consumo registado em 1990. A Diretiva 28/2009/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de abril de 2009, introduz aos Estados-Membros a obrigatoriedade de estes submeterem um plano de promoção da utilização da energia com origem renovável. Posteriormente, em outubro 2012, à luz da Diretiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, foi redefinido um novo objetivo relativo à eficiência

energética por parte dos países constituintes da EU para um limite máximo ao consumo de energias fósseis em 2020, traduzindo-se numa redução equivalente a 20%.

Os objetivos alargam-se à medida que o tempo passa e, para 2030, a Comissão Europeia propôs, a outubro de 2014, um novo quadro em matéria relativa ao clima e energia. A proposta prevê uma redução das emissões de GEE de 40% em relação aos níveis registados no ano de 1990, um objetivo vinculativo para toda a União Europeia de aumentar a utilização de energia proveniente de fontes renováveis para 32% do consumo total, políticas mais ambiciosas no que à eficiência energética diz respeito e um conjunto de novos indicadores de modo a garantir um aprovisionamento de energia competitivo e, principalmente, seguro.

[9]






	RESULTADOS 2016	META 2020	META 2030
 EMISSÕES GEE 2030	-22%	-18% a -23%	-45% a -55%
 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	23%	25%	35%
 RENOVÁVEIS	28,5%	31%	47%
 RENOVÁVEIS NOS TRANSPORTES	7,5%	10%	20%
 INTERLIGAÇÕES ELÉTRICAS	8%	10%	15%

Figura 6 - Metas Europeias em matéria de energia para 2030, (Portugal Energia, 2019)





 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	32,5%
 RENOVÁVEIS	32%
 RENOVÁVEIS NOS TRANSPORTES	14%
 INTERLIGAÇÕES ELÉTRICAS	15%

Figura 7 - Metas portuguesas em matéria de energia para 2030, (Portugal Energia, 2019)

Deste modo, a UE tem como objetivo principal atingir uma total descarbonização do sistema elétrico até 2050.

Neste sentido, Portugal tem-se mantido a par de todas estas medidas tomadas pela União Europeia e apresentou o seu primeiro Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER) em 2010, no qual se comprometeu a atingir os objetivos da Diretiva 28/2009/CE, nomeadamente a meta global de 31% de consumo de energias de origem renovável no seu consumo final bruto de energias e de 10% de consumo de energias renováveis no consumo final de energia nos transportes em 2020.

Relativamente à Diretiva 2012/27/EU, Portugal adotou uma meta um pouco mais ambiciosa, comprometendo-se a atingir uma redução de 25% no consumo de energias primárias. Para o ano de 2030, foi elaborado o Plano Nacional de Integrado de Energia e Clima (PNEC) que se enquadra nas obrigações decorrentes do Regulamento (EU) 2018/1999 do Parlamento Europeu e do Conselho, de dezembro de 2018, relativo à Governação da União da Energia e da Ação Climática, sendo que este será o instrumento de política energética e climática para a seguinte década de 2021 a 2030. Neste plano estão definidos os contributos nacionais e as principais linhas de atuação planeadas para o cumprimento dos variados compromissos globais da União, incluindo termos como a redução de emissões de GEE, energias renováveis, eficiência energética e interligações. [10]

Deste modo, Portugal também já se encontra a trilhar o seu caminho que o levará a uma sociedade hipocarbónica até 2050.

O panorama relativo ao setor energético nacional encontra-se em constante mudança, quer por força da economia, que está diretamente relacionada com a procura de energia, quer por via dos desafios impostos por parte da União Europeia e dos objetivos a que tanto Portugal como os restantes Estados-Membros se comprometem a alcançar. De modo a fazer face a estes desafios, o setor da energia tem evoluído bastante nos últimos anos, graças às alterações legislativas que têm vindo a ser implementadas. [3]

2.6. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO MUNDO E EM PORTUGAL

A energia solar fotovoltaica é, atualmente, uma das formas de geração de energia renovável em maior expansão. De facto, o aumento da competitividade da energia solar fotovoltaica (FV), o aumento da procura de energia elétrica nos países em desenvolvimento e o reconhecimento do potencial desta forma de produzir energia para diminuir a poluição,

reduzir as emissões de CO₂ e potenciar o acesso à energia são fatores que têm contribuído para o perfil expansionista do mercado global de FV. Com efeito, o custo de produção deste tipo de energia é cada vez menor, tendo mesmo sofrido um decréscimo no custo de produção de cerca de 75% em apenas 6 anos. A energia solar fotovoltaica representa, atualmente, cerca de 3% da matriz energética mundial, tendo a sua produção vindo a duplicar praticamente todos os anos. Tal verifica-se, pois deu-se início a um ciclo exponencial em que a descida dos preços de produção desta forma de energia impulsionou, conseqüentemente, uma maior procura, o que por sua vez, fez com que os preços descessem ainda mais, tornando-se assim uma forma de energia cada vez mais competitiva. [3]

Em 2018, das novas instalações de produção de energia elétrica através de Energias Renováveis, cerca de 55% foram correspondentes a energia solar fotovoltaica. De 2008 a 2018, a capacidade total instalada de FV, a nível mundial, teve um aumento significativo, sendo que no início da década essa potência era de 15 GW e no final de 505 GW. [11]

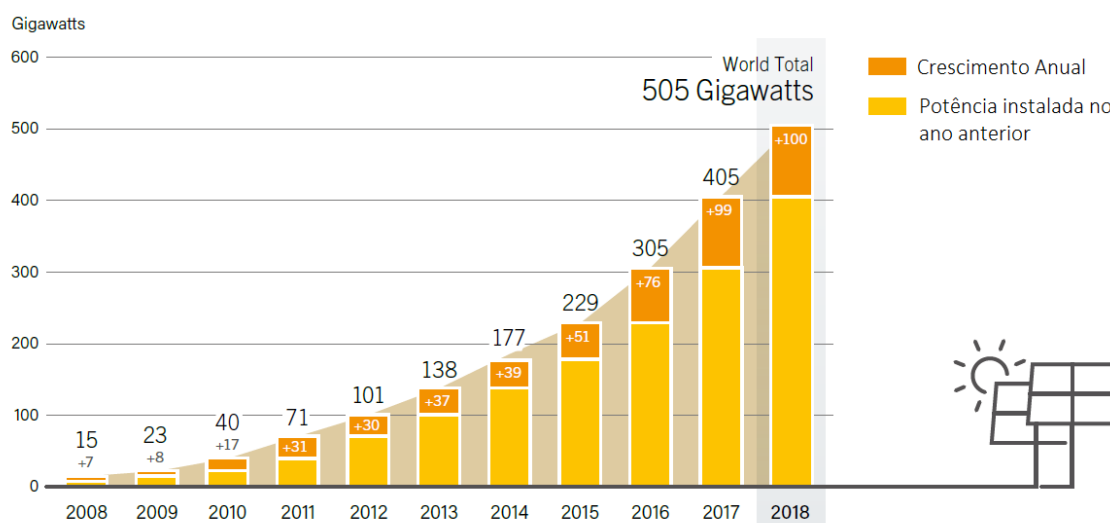


Figura 8 - Evolução da energia solar fotovoltaica de 2008-2018, (REN21, 2019)

No ano de 2018, onze países aumentaram a sua potência instalada de FV em pelo menos 1 GW, sendo que no final desse ano 32 países já contabilizavam com mais de 1 GW de potência instalada em FV. Deste modo, a energia fotovoltaica já desempenha um papel importante na matriz energética de vários países. Em 2018, 12,1% da energia consumida nas

Honduras teve origem fotovoltaica, sendo que esta também teve também grande importância em países como Itália (8,2%), Grécia (8,2%), Alemanha (7,7%) e Japão (6,5%). No final de 2018, já havia capacidade instalada suficiente para produzir quase 640 TWh de eletricidade por ano, ou seja, cerca de 2,4% da energia total produzida anualmente. O continente asiático é, pelo sexto ano consecutivo, o líder de novas instalações para produção de energia solar, onde a China contribui para 45% dessas novas instalações no ano de 2018. No final desse mesmo ano, os líderes mundiais com a maior capacidade instalada são a China, Estados Unidos da América, Japão, Alemanha e Índia. [11]

Portugal tem vindo a trabalhar, desde 2008, no desenvolvimento das suas políticas energéticas, tendo-se verificado uma maior aposta nas energias renováveis do país. Na última década, Portugal tem sido considerado como um dos líderes da Europa na utilização de energias de fontes renováveis, sendo um dos países com maior percentagem de utilização destas. Em 2019, as energias de origem renovável representaram cerca de 51% do total de energia primária fornecida, sendo o *share* de energia solar fotovoltaica de 2,1%. [8] Em comparação com o ano de 2004, tem-se vindo a verificar no território português uma crescente utilização da energia eólica, solar e também geotérmica. Nesse mesmo ano, a Energia Solar Fotovoltaica correspondeu a 1,5% da eletricidade produzida em Portugal, desempenhando um papel bastante importante na descentralização da produção de eletricidade. A percentagem de penetração deste tipo de energia no *mix* energético português tem tendência a aumentar nos próximos anos, também devido a projetos de autoconsumo de energia FV e a programas de micro e minigeração que preveem a instalação de 250 MW até ao final de 2020. [8]

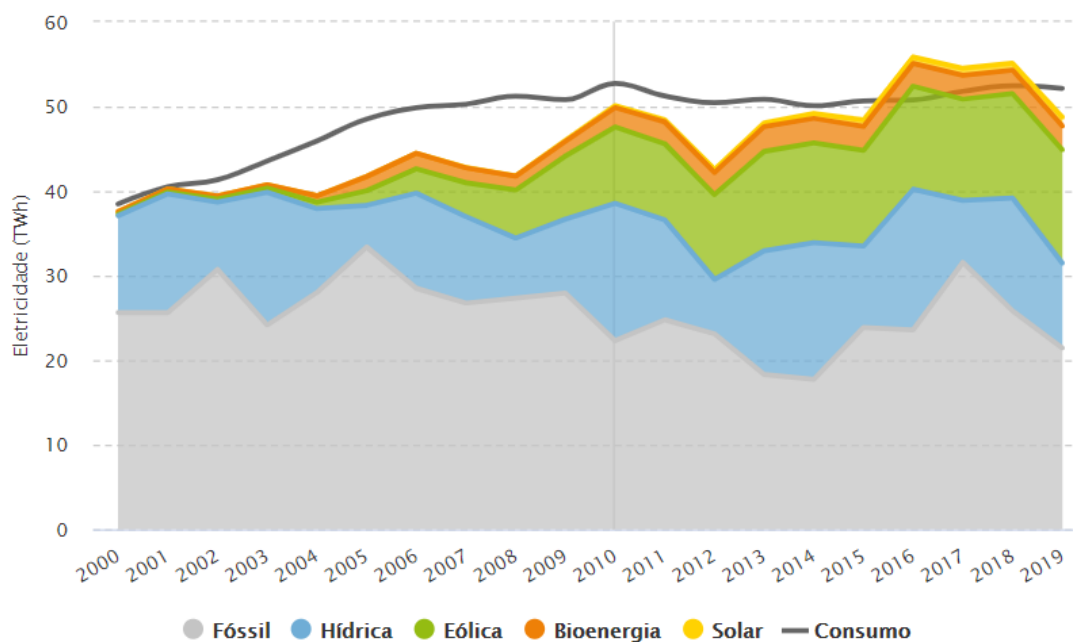


Figura 9 - Energia Produzida em Portugal de 2000-2019, (APREN, 2019)

2.7. NOVAS PERSPETIVAS

A indústria solar fotovoltaica tem-se desenvolvido muito rapidamente, com inovações a ocorrerem ao longo de toda a cadeia de valor. Nos últimos anos, o maior impulsionador para o desenvolvimento tem sido o aumento da eficiência, nomeadamente das células FV que têm vindo a surgir no mercado e que, consequentemente, se traduz num maior desempenho dos parques fotovoltaicos. O aumento da eficiência das células é essencial para a produção competitiva de módulos, pois diminui diretamente os custos de processamento das mesmas, reduzindo as quantidades necessárias para um qualquer projeto. Do ponto de vista técnico, níveis mais altos de eficiência reduzem o número de módulos a serem utilizados em cada instalação, a área de necessária e o comprimento da cablagem. [12]

O crescimento adicional da indústria de energia solar fotovoltaica depende em grande parte da redução do balanço do sistema (Balance of System, BoS), que compõe a maior parte dos custos totais do sistema instalado e tem o maior potencial de redução de custos. Como forma de o conseguir, é necessário o uso de materiais celulares mais baratos (e redução do uso desses mesmos materiais), redução dos custos de produção e aumento dos níveis de eficiência das células.

De modo a aproveitar a crescente capacidade fotovoltaica solar em todo o mundo, vários projetos e protótipos de pesquisa estão em andamento para estimular o crescimento futuro do mercado, explorando tecnologias solares inovadoras ao nível das suas aplicações. São exemplos desses projetos parques fotovoltaicos flutuantes, árvores solares, edifícios com fachadas de painéis solares, entre muitos outros. [13]

Um sistema de operação e manutenção (O&M) é um dos componentes essenciais de um parque solar, pois garante que o sistema fotovoltaico possa manter altos níveis de desempenho técnico e económico ao longo de toda a sua vida útil. Além disso, a fase de O&M é a mais longa do ciclo de vida de um projeto fotovoltaico, pois normalmente tem a duração de 20 a 35 anos. Dessa forma, garantir a qualidade dos serviços de O&M é essencial para mitigar potenciais riscos. Inovações e melhorias, incluindo mais soluções orientadas a dados, estão a tornar-se cada vez mais importantes, porque ajudam os serviços de O&M a acompanhar os requisitos do mercado. As soluções atuais com maior destaque na área de O&M podem ser agrupadas em duas categorias principais: monitorização inteligente de parques fotovoltaicos e revestimentos de *retrofit* para módulos fotovoltaicos. [12]

2.8. PRINCÍPIOS BASE

Os sistemas fotovoltaicos, como o próprio nome indica, têm por base o efeito fotovoltaico que ocorre nas células solares. Chama-se efeito fotovoltaico ao processo de conversão de energia solar em energia elétrica e este pode ser definido como a criação de uma tensão elétrica num determinado material semicondutor, após este ser exposto à luz solar, em resultado da transferência de eletrões da sua banda de valência para a sua banda de condução. As células solares são compostas por dois tipos de semicondutores, tipo *n* e tipo *p*, que juntos formam uma junção do tipo *n-p*. a geração de um par *eletrão-buraco* advém da absorção da luz solar. Ao juntar-se estes dois tipos de semicondutores, cria-se um campo elétrico na região da junção, onde os eletrões se movem para o *lado-p* positivo e os buracos para o *lado-n* negativo. Este campo faz com que as partículas carregadas negativamente se movam numa certa direção e as positivas noutra. A luz solar é composta por fótons que são posteriormente absorvidos pelas células fotovoltaicas. Quando um raio de luz, com um determinado comprimento de onda, incide nas células fotovoltaicas, a energia do fóton é transferida para um átomo do material semicondutor na junção *n-p*. Deste modo, a energia proveniente da luz solar é transferida para o material semicondutor. Este fenómeno faz com que os eletrões evoluam para um estado de energia superior, conhecido como banda de

condução, deixando para trás um buraco na banda de valência de onde o elétron evoluiu. Este movimento do elétron, como resultado da energia adicionada, cria dois portadores de carga, isto é, um par *elétron-buraco*. [14]

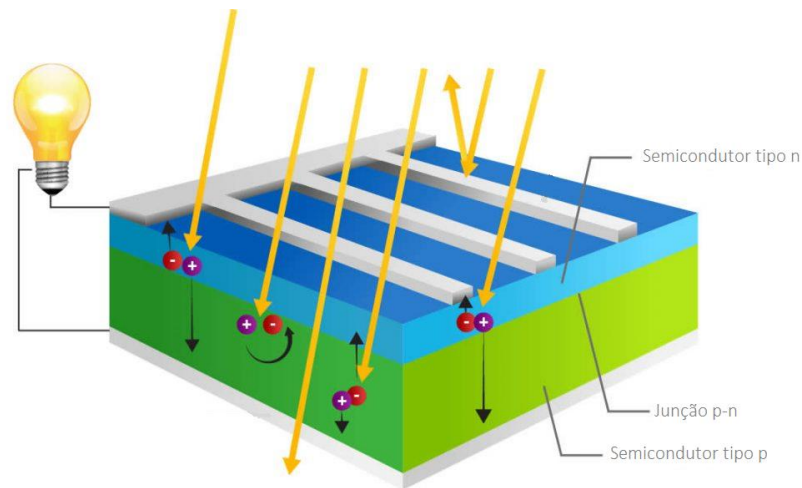


Figura 10 - Efeito Fotovoltaico

O circuito real, equivalente, de uma célula fotovoltaica está representado na figura abaixo, onde é possível verificar que este é considerado como sendo um gerador de corrente.

As resistências R_S e R_P são consideradas parasitas pois não se encontram num circuito ideal. A primeira, que se encontra em série com o circuito, é gerada por outras resistências internas que reduzem o fluxo de corrente criado pelos contactos metálicos da parte frontal e traseira da célula FV e os terminais e conexões do circuito. A segunda, em paralelo com o circuito, dá-se devido a correntes parasitas criadas por imperfeições ao longo do processo de fabrico da célula como, por exemplo, uma junção *n-p* não ideal. A eficiência final de uma célula FV é afetada pelas perdas produzidas por cada uma destas duas resistências. [15]

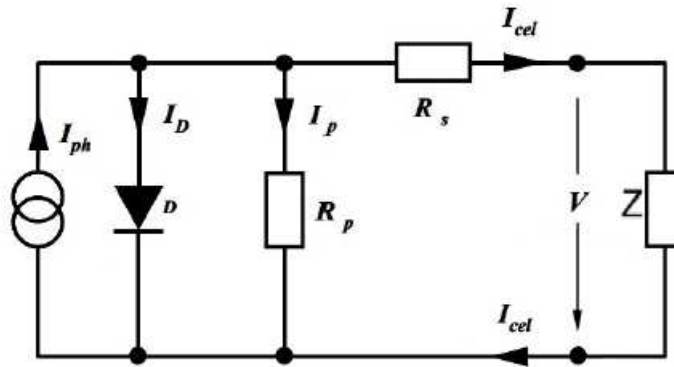


Figura 11 - Circuito real equivalente de uma célula fotovoltaica

Simplificando o circuito, ao calcular a expressão que define o caso de curto-circuito e circuito aberto, é possível obter a expressão final que indica a corrente que a carga recebe.

$$I_{cel} = I_{ph} - I_D - I_p = I_{ph} - I_0 \times e^{\left(\frac{V + R_S * I}{V_t}\right)} - \frac{V + R_S * I}{V_t} \quad (1)$$

$$\approx I_{SC} \times \left(1 - e^{\left(\frac{V - V_{oc} + R_S * I}{V_t}\right)}\right)$$

Onde:

- Z: Representa a carga;
- V e I: Representam as características da célula, em [V] e [A];
- I_{SC} : Representa a corrente em curto – circuito, em [A];
- I_{ph} : Representa a corrente gerada pelo efeito FV, em [A];
- V_{OC} : Representa a tensão de curto – circuito, em [V];
- I_D : Corrente unidirecional, interna da célula FV, em [A];
- I_0 : Corrente inversa de saturação do díodo, em [A];
- I_p : Corrente de fugas, em [A];
- V_t : Representa a tensão térmica, e é calculada segundo a expressão:

$$V_t = \frac{k \times T}{q} \quad (2)$$

- k: Representa a constante de Boltzman, em [J/K].

2.9. COMPONENTES DE UM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO LIGADO À REDE

A ligação de sistemas fotovoltaicos à rede pode ser feita tanto a nível industrial como a nível residencial, sendo esta uma área de enorme potencial em exploração contínua e acentuada no mundo atual.

No caso de o sistema FV ligado à rede for utilizado para fins residenciais, este diz-se descentralizado, sendo utilizadas potências pequenas e o seu objetivo principal é alimentar, por exemplo, uma habitação. Normalmente são sistemas instalados próximos das cargas a alimentar. Os seus proprietários têm como opção a possibilidade de injeção na rede o excesso de energia produzida, sendo esta remunerada segundo uma tarifa definida, ou poderão instalar baterias de modo a armazenar essa energia para posterior consumo. [16]

Um sistema diz-se centralizado quando tem como finalidade a utilização industrial, onde toda a energia por ele gerada é injetada na rede, sendo a remuneração dada segundo uma tarifa de mercado. Este tipo de sistemas são, normalmente, instalados em áreas de maior dimensão e longe dos seus utilizadores. Neste caso, os sistemas caracterizam-se por serem de média ou alta potência.

Os principais componentes que constituem um sistema FV são, para além dos painéis fotovoltaicos, o inversor, as caixas de ligação do lado DC e AC e um posto de corte e seccionamento de modo a fazer a ligação entre o parque e a rede. Para além destes componentes, existe também toda a cablagem envolvida, tanto DC como AC, que necessita de ser dimensionada de modo a interligar todo o sistema, atendendo à corrente a que estes estão sujeitos. Um dos principais objetivos é reduzir as perdas registadas nestes cabos. [16]

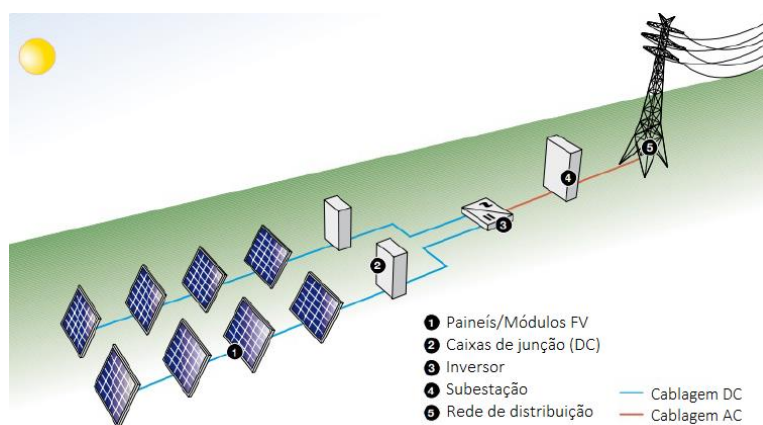


Figura 12 - Esquema típico de um parque FV ligado à rede

Tendo como base o esquema da figura anteriormente representada,

1. **Painel/Módulo FV:** São um dispositivo essencial que converte a energia solar em energia elétrica. É fundamental a realização de um estudo prévio sobre qual o tipo de módulo a ser utilizado no sistema, de modo a que a interligação entre eles, formando *strings*, seja efetuada sem colocar o sistema em risco. O conjunto total de painéis de um parque FV define a potência instalada no mesmo.
2. **Caixas de junção (Lado DC):** Fazem a interligação das *strings*, em paralelo, para posterior ligação ao inversor. Possuem, normalmente, dispositivos de corte e fusíveis que impedem sobrecargas. Devem também possuir descarregadores de sobretensões.
3. **Inversor:** Têm como principal função a conversão da corrente contínua (DC), produzida pelo conjunto de painéis FV, para corrente alternada (AC), de modo a efetuar a ligação entre o sistema FV e a carga AC a ser alimentada ou a rede elétrica. Este processo de transformação da corrente assume perdas bastante reduzidas. É considerado um dos componentes mais importantes de um sistema FV pois, para além da conversão da corrente, permite a variação, de forma otimizada, da tensão, sendo que também definem a potência nominal do mesmo. Os principais tipos de inversores são:
 - a. Inversor central: Solução que alberga todas, ou um número significativo de *strings*, sendo alimentado a partir da caixa de junção;
 - b. Inversor de *string*: Solução onde é colocado um inversor por agrupamento de *string*, normalmente localizados nos sítos que seriam das caixas de junção
4. **Posto de transformação:** Instalação onde é efetuada a transformação de baixa para média tensão.
5. **Subestação:** Instalação onde é efetuada a transformação de média para alta tensão.
6. **Rede de distribuição:** Rede onde será injetada toda a energia produzida pelo parque FV de modo a ser posteriormente distribuída.

Para além destes componentes acima enunciados, existem ainda outros que também têm a sua devida relevância, como por exemplo um aparelho de medida para que toda a energia gerada pelo parque FV seja contabilizada. Em relação aos painéis FV, estes podem ser instalados em sistemas de estrutura fixa ou em seguidores (*tracker*) que permitem acompanhar o movimento solar, com o objetivo de aumentar a produção de energia. [16]

3. CONCEÇÃO E PROJETO DE UM PARQUE FOTOVOLTAICO

Neste capítulo serão apresentados os processos e metodologias que são necessárias para o dimensionamento de um parque solar FV.

O dimensionamento de um sistema FV é um processo com etapas já bem estabelecidas, no entanto, cada projeto assume diferentes características que são necessárias ter em conta.

Deste modo, têm de ser analisados alguns aspetos tais como a localização do parque e o respetivo clima da mesma, a tecnologia a ser utilizada, tanto ao nível de módulos como de inversores, e também toda a cablagem envolvente.

3.1. GERADOR FV

3.1.1. ANÁLISE DO LOCAL

O conhecimento prévio aprofundado do local da instalação do parque FV é essencial para o bom planeamento, dimensionamento e orçamentação do projeto. Durante a avaliação e estudo do local, devem ser definidos alguns aspetos de construção, como: a localização do inversor e das baterias (se for o caso), o traçado da rede de cablagem e os trabalhos para a fixação dos painéis.

3.1.2. ANÁLISE DA ZONA GEOGRÁFICA

Aquando da avaliação do potencial de uma zona geográfica é importante fazer uma análise em relação às suas condições meteorológicas que consiste, essencialmente, em avaliar dos níveis de radiação solar, a temperatura e demais condições atmosféricas que características desse mesmo local. Para tal efeito, é possível recorrer a programas computacionais, especialmente concebidos para avaliar o potencial solar de uma determinada localização, que possuem bases de dados com históricos de valores meteorológicos. De entre várias que existem atualmente, destacam-se as seguintes:

- *PVGIS*: Disponibilizada pela Comissão Europeia, trata-se de uma plataforma totalmente gratuita com o objetivo de contribuir para um aumento deste tipo de produção de energia na União Europeia. Apesar disso, desde o ano de 2014 que também apresenta dados sobre o continente africano e asiático. Com esta ferramenta é possível obter dados, para uma determinada localização, tais como o nível de radiação mensal, o ângulo de inclinação ótimo e, entre outras, fazer uma estimativa da energia total produzida por diferentes tecnologias FV. [17]
- *Surface meteorology and Solar Energy (NASA SSE)*: Trata-se de uma ferramenta patrocinada pela *NASA* que permite a obtenção de diversos dados acerca das condições meteorológicas de uma dada localização. Os dados recolhidos por esta plataforma constituem numa média dos valores registados entre 1985 e 2005, sendo possível efetuar estimativas a nível mundial. [18]
- *Meteonorm*: Esta plataforma utiliza, para as suas estimativas, satélites geoestacionários e inúmeras estações meteorológicas, sendo capaz de obter dados bastante completos e precisos para qualquer parte do globo. [19]

- *SolarGis*: Tem como principais funcionalidades a possibilidade de comprar dados meteorológicos, planejar sistemas FV e produzir mapas de radiação solar de vários países. [20]

Além da análise de espetos meteorológicos, é necessário também proceder à simulação de modo a estudar a viabilidade e potencial de um parque FV numa determinada localização. Para este efeito, o *software* mais utilizado a nível profissional é o *PVsystem*. Trata-se de um programa desenvolvido por especialistas independentes, concebido para dimensionamento e simulação do comportamento de instalações de produção de energia elétrica através de FV, sendo reconhecido por diversas entidades como uma ferramenta fiável, suficientemente testada e capaz de produzir resultados bastante realistas.

3.1.3. ESCOLHA DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

A escolha dos módulos FV a serem utilizados nesta dissertação será efetuada consoante uma análise das opções disponíveis no mercado. As variáveis em análise são as características técnicas principais dos módulos, nomeadamente, as suas dimensões, potência de pico, rendimento e coeficientes de temperatura. A garantia de qualidade dos fabricantes também desempenha um papel importante, pelo que, apenas foram considerados módulos presentes na lista *Bloomberg Tier-1*.

3.1.4. ÂNGULO DE INCLINAÇÃO E ORIENTAÇÃO DOS MÓDULOS

A ângulo de orientação dos módulos FV é, regra geral, orientado para sul (0°) caso esteja localizado no hemisfério norte e orientado para norte (180°) caso esteja localizado no hemisfério sul.

Quanto a ângulo de inclinação dos módulos FV, este poderá ser obtido diretamente através das plataformas como *PVGIS*, *NASA SEE*, *Meteonorm* e *SolarGis*.

3.1.5. DISTÂNCIA ENTRE MESAS DE PAINÉIS

Para que o sistema FV funcione em perfeitas condições, tirando o maior proveito do mesmo, o sombreamento entre mesas de painéis deve ser evitado ao máximo, pois poderá causar perdas desnecessárias, fazendo com que o sistema não produza o estimado. Deste modo, é necessário calcular a distância entre mesas de modo a não haver sombreamento.

Essa distância tanto pode ser dada pelas ferramentas de software anteriormente referidas ou ser calculada segundo a seguinte expressão: [14] [21]

$$d = \frac{b \times \sin (180^\circ - \beta - \gamma_s)}{\sin(\gamma_s)} \quad (3)$$

Onde:

- d : Consiste na distância, desde o início de uma mesa até ao início da mesa da fila seguinte, em [m];
- b : Representa a largura da mesa, em [m];
- β : Representa o ângulo de inclinação considerado, em [°];
- γ_s : Representa o valor mínimo da altura solar que se pretende tolerar, em [°].

Existem simplificações da expressão anterior que também podem ser utilizadas com a particularidade de não necessitarem da altura do sol visto esta ser, muitas das vezes, de difícil obtenção. [14]

$$d = 3,5 \times b \times \sin(\beta) \quad (4)$$

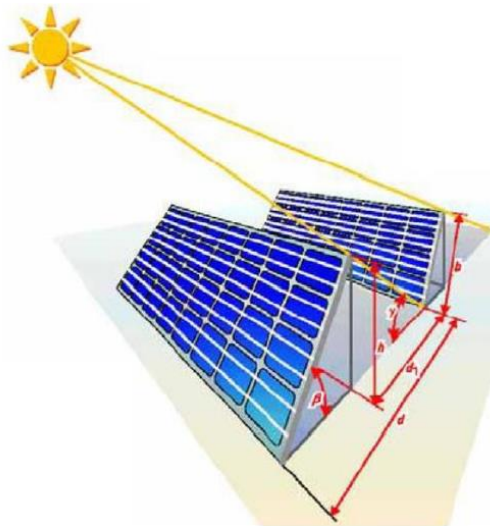


Figura 13 - Distância entre mesas

A limpeza dos módulos FV é também bastante importante de modo a que não se depositem poeiras nem qualquer outro tipo de sujidade ou elemento que possa afetar a eficiência dos mesmos.

3.1.6. ESTRUTURA DE MONTAGEM DOS MÓDULOS

Para proceder à escolha das estruturas de montagem é necessário perceber quais as características do solo onde estas serão instaladas pois isso determina, por exemplo, qual o tipo de fundição que as irá segurar. Normalmente, s estruturas de montagem dos módulos FV é personalizada e moldada consoante a configuração pretendida para o parque no que diz respeito ao ângulo de inclinação dos painéis e o número de módulos por *string*. A sua instalação no local é de simples realização e deve ter em conta a criação de calhas que encaminhem o Cabo Solar que fará a ligação entre as *strings* e as respetivas caixas de junção. [22] [23]

O modelo apresentado na figura 14 mostra uma estrutura tipicamente utilizada em parques FV onde o ângulo de inclinação dos painéis é fixo.



Figura 14 - Estrutura de montagem das mesas e módulos FV

3.2. INVERSOR

A escolha dos inversores nesta dissertação será feita, tal como os módulos FV, consoante uma análise do mercado. Inicialmente é necessário decidir o tipo de inversor que fará parte do sistema procedendo-se, de seguida, ao seu dimensionamento, tendo em conta o número de inversores a ser utilizado e as suas características principais tais como a potência e tensão máxima, tanto DC como AC, e outras que terão influência na configuração das *strings* dos módulos FV, como é o exemplo da tensão mínima e máxima MPP

($V_{MPP}^{máx}$ e V_{MPP}^{min}) a corrente máxima DC ($I_{MPP}^{máx}$). As especificações técnicas dos inversores proporcionam informação de extrema importância e devem ser integralmente respeitadas. [16] [21]

3.3. ANÁLISE DO DESEMPENHO DO SISTEMA FV

No desenvolvimento de projetos para sistemas FV de média ou grande potência é normalmente, efetuada uma análise de sobredimensionamento com o objetivo de determinar o rácio de potência ótimo entre os painéis FV. Pretende-se assim, determinar uma potência, em módulos FV, que seja maior que a potência à saída do inversor. Este estudo de sobredimensionamento é feito de modo a que seja possível aumentar a produção em certas horas do dia, preenchendo mais o diagrama de produção diária.

O rácio de sobredimensionamento varia consoante o local e o tipo de sistema a ser instalado, não havendo assim nenhuma fórmula que determine qual o valor que deve ser implementado. De modo a determinar o melhor rácio para um determinado sistema FV são efetuadas diversas simulações de produção. A expressão do cálculo do rácio é a seguinte: [21]

$$R_{SD} = \frac{P_{FV}}{P_N} \quad (5)$$

Onde:

- R_{SD} : Representa o rácio de sobredimensionamento;
- P_{FV} : Representa a potência do gerador FV, em [W];
- P_N : Representa a potencia nominal do sistema, em [W].

3.4. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

A configuração do sistema é uma etapa bastante importante do dimensionamento de um sistema FV pois consiste em determinar vários dados fulcrais que, numa fase mais avançada, permitirão desenhar o *layout* do mesmo. O desenho do layout tem como objetivo a distribuição de todos os equipamentos do sistema FV na localização pretendida. Com ele, é então possível, posteriormente, traçar e dimensionar a cablagem utilizada para conectar todos esses equipamentos. [14]

3.4.1. NÚMERO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS E INVERSORES

Após a análise de sobredimensionamento já é possível obter uma ideia da quantidade de módulos FV que serão necessários, no entanto, de modo a obter o número exato procede-se ao seguinte cálculo:

$$N_{mod} = \frac{P_{FV}}{P_{m\acute{a}x}} \quad (6)$$

Onde:

- N_{mod} : Representa o número de módulos a utilizar;
- P_{FV} : Representa a potência instalada do gerador FV, em [kW];
- $P_{m\acute{a}x}$: Representa a potência de pico dos módulos considerados, sob condições STC, em [kW].

De modo a determinar o número de inversores a serem utilizados no sistema FV, é apenas necessário verificar que o somatório das potências dos mesmos se encontra dentro dos seguintes limites:

$$0,7 \times P_{FV} < P_{inv} \times N_{inv} < 1,2 \times P_{FV} \quad (7)$$

Onde:

- P_{FV} : Representa a potência instalada do gerador FV, em [W];
- P_{inv} : Representa a potência de saída do inversor escolhido, em [W];
- N_{inv} : Representa o número de inversores que se pretende utilizar.

3.4.2. DISPOSIÇÃO DOS MÓDULOS FV

Finalizada a análise de mercado e respetiva escolha dos módulos e inversores a serem utilizados, procede-se a uma análise que tem como objetivo determinar o número máximo e mínimo de módulos FV em série e o número de *strings* que poderão ser colocados sem que a segurança do sistema seja posta em causa. Estes cálculos são efetuados de forma a que o inversor consiga suportar condições extremas de temperatura e radiação sem que a sua estabilidade e eficiência sejam postas em causa. Para realizar esta análise é necessário recorrer a diversos dados que se encontram nos catálogos dos fabricantes de cada equipamento. [24] [21]

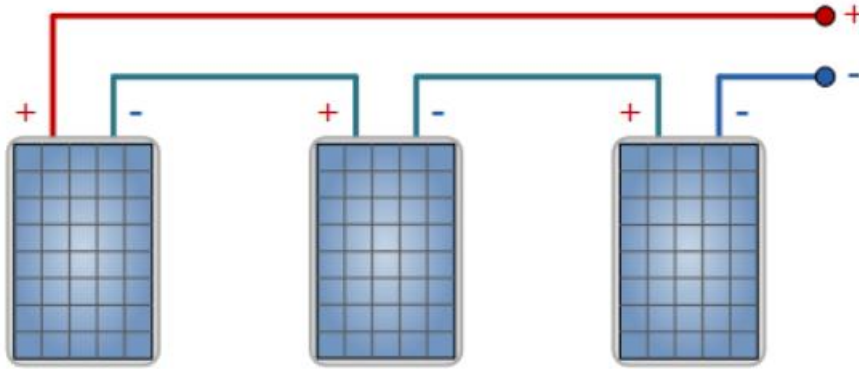


Figura 15 - Ligação de módulos em série

3.4.2.1. NÚMERO MÁXIMO DE MÓDULOS EM SÉRIE

Para este cálculo é considerada a situação mais adversa onde as temperaturas ambiente poderão atingir valores negativos (por exemplo, -10°), sendo que uma diminuição da temperatura resulta num aumento da tensão. [24] [21]

$$V_{OC(-10^{\circ})} = V_{OC} \times \left(1 + \frac{\Delta T \times C_{VOC}}{100\%} \right) \quad (8)$$

Onde:

$V_{OC(-10^{\circ}C)}$: Diz respeito ao ajuste da tensão em curto – circuito aberto do módulo para a devida temperatura mínima considerada, em [V];

$C_{VOC(\%)}$: Representa a variação da tensão com a variação da temperatura, em [%/°C];

V_{OC} : Representa a tensão em circuito aberto suportada pelos módulos, sob condições STC, em [V].

Deste modo,

$$N_{m\acute{a}x} = \frac{V_{mpp}^{m\acute{a}x}}{V_{OC}(-10^{\circ})} \quad (9)$$

Onde:

- $N_{m\acute{a}x}$: Representa o número máximo de módulos em série;
- $V_{mpp}^{m\acute{a}x}$: Representa a tensão máxima DC do inversor, e é dada no catálogo do próprio, em [V].

3.4.2.2. NÚMERO MÁXIMO DE MÓDULOS EM SÉRIE

Para este cáculo é considerada uma situao adversa onde as temperaturas do painel poderão atingir valores bastante elevados (70°), sendo que um aumento da temperatura resulta numa diminuio da tensão. [24]

$$V_{mpp(70^{\circ})} = V_{mpp} \times \left(1 + \frac{\Delta T \times C_{VOC}}{100\%}\right) \quad (10)$$

Onde:

- $V_{mpp(70^{\circ})}$: Diz respeito ao ajuste da tensão do ponto de funcionamento máximo para altas temperaturas, em [V];
- V_{mpp} : Representa a tensão do ponto de funcionamento máximo do módulo, sob condioes STC, em [V].

Deste modo,

$$N_{m\acute{a}x} = \frac{V_{MPP}^{min}}{V_{mpp(70^{\circ})}} \quad (11)$$

Onde:

- N_{min} : Representa o número mínimo de módulos em série;
- V_{mpp}^{min} : Representa a tensão mínima do ponto de funcionamento máximo dos módulos, sob condioes STC, em [V].

3.4.2.3. NÚMERO MÁXIMO DE *STRINGS*

A corrente que entrará no inversor, produzida pelo sistema FV, não pode ser excedida em momento algum em relação à corrente máxima DC por ele suportada, sob pena de ficar danificado. Deste modo, há restrições no que ao número máximo de *strings* diz respeito, sendo este igual ao quociente entre os valores máximos de corrente do inversor e da corrente nominal da *string* de módulos. [24]

$$N_{St\ máx} \leq \frac{I_{MPP}^{máx}}{I_{STR}^{máx}} \quad (12)$$

Onde:

- $N_{St\ máx}$: Representa o número máximo de *strings* aconselhável;
- $I_{MPP}^{máx}$: Representa a corrente DC máxima suportada pelo inversor, em [A];
- $I_{STR}^{máx}$: Corresponde à corrente verificada em cada *string*, sob condições STC, em [A].

3.5. CAIXAS DE JUNÇÃO

Um sistema fotovoltaico é constituído por várias *strings* de módulos, cada uma com os respetivos cabos de *string*. As caixas de junção são necessárias quando são utilizados inversores centrais. Como estes inversores possuem um número limitado de entradas e não estão preparados para receber diretamente entradas de *string*, utilizam-se as caixas de junção para efetuar o agrupamento de várias *strings*, existindo depois um par de cabos (positivo e negativo) que ligam estas caixas à entrada do inversor. Além de intermediarem esta ligação, as caixas de junção desempenham também um papel importante na garantia de segurança dos equipamentos existentes no lado DC do sistema, tais como os módulos e inversores. A proteção é feita através de fusíveis, seccionadores de corrente contínua, dispositivos de proteção contra curto-circuitos. A monitorização de cada *string* é, geralmente, feita com recurso a *softwares* específicos, sendo bastante importante pois permite verificar se cada uma delas se encontra a operar em conformidade com o esperado, embora muitas das vezes, por questões de custo, se prescindia desta monitorização “à string”, optando-se por uma monitorização “à zona”, ou seja, em cada entrada DC do inversor. A entrada da caixa de junção é efetuada de modo a que esta receba o terminal positivo e negativa de várias *strings*, sendo a saída apenas composta por um circuito que fará a ligação, em paralelo, ao inversor.

O número de entradas a receber pela caixa de junção é variável, consoante o número de *strings* que são necessárias ligar. [24] [25] [21]

A sua instalação deve ser feita à sombra e próximo das *strings* de módulos FV para a qual foi planeada receber. O percurso de cabos é, geralmente, feito através de canalizações específicas para o efeito, ou amarrados às estruturas que suportam os painéis, sendo que também podem ser enterrados. Posteriormente, a ligação de cabos até ao inversor é efetuada através de caminhos de cabos enterrados. [25]

3.6. DIMENSIONAMENTO DA CABLAGEM

O dimensionamento da cablagem de um sistema FV é um processo bastante importante e fulcral para o bom funcionamento do mesmo. Assim, qualquer cabo terá de ser validado por um conjunto de condições que têm como objetivo simular casos extremos que possam pôr em causa a viabilidade e estabilidade do sistema. Todos os cabos devem ser capazes de suportar as condições climáticas, térmicas e mecânicas do local onde será feita a instalação, assim como as tensões e correntes máximas a que estarão sujeitos. [24]

No que ao dimensionamento de cabos DC diz respeito, existem dois casos que necessitam de ser analisados. O primeiro é denominado por Cabo Solar e estabelece a ligação das *strings* do gerador FV à respetiva caixa de junção. O segundo é denominado por Cabo DC e faz a ligação das caixas de junção ao inversor. Nas ligações efetuadas através de Cabo Solar, são normalmente utilizadas secções de 4, 6 ou 10 mm^2 , sendo que a ligação ao inversor é mais flexível na escolha da secção a ser utilizada. Em relação ao material condutor, estes tanto podem ser de cobre como de alumínio para qualquer um dos casos. [24] [21]

3.6.1. CABO SOLAR

É o cabo utilizado para fazer a ligação entre as *strings* do gerador FV e as respetivas caixas de junção e, de modo a ser dimensionado, tem de obedecer a algumas condições. No caso de alguma destas condições não se verificar, é necessário aumentar a secção escolhida para o cabo ou realocar a caixa de junção para uma posição mais centralizada em relação às *strings* que irá receber, encurtando as distâncias que o cabo terá de percorrer. [25]

3.6.1.1. CONDIÇÃO DE AQUECIMENTO

O primeiro passo necessário é determinar a corrente de serviço do sistema, I_Z . Esta corrente corresponde à corrente I_{mpp} do módulo FV e será a que vai percorrer o cabo oriundo de uma *string* até à caixa de junção. Os módulos a serem utilizados no sistema serão todos iguais de modo a que esta corrente de serviço também seja a mesma em todo o sistema. Após determinar esta corrente, é necessário verificar que a mesma é inferior à corrente máxima admissível corrigida, I'_Z , utilizando os fatores de correção (k_1 , k_2 e k_3). Como fatores de correção, são normalmente considerados um coeficiente de correção de comprimento (k_1) de 1, um coeficiente de correção de cabos em paralelo (k_2) de 0,72 e um coeficiente de tubagem (k_3) de 0,9.

$$I'_Z = k_1 \times k_2 \times k_3 \times I_Z \quad (13)$$

$$I_{mpp} \leq I'_Z \quad (14)$$

Onde:

- I_Z : Representa a corrente máxima admissível pelo cabo, em [A];
- I'_Z : Representa a corrente máxima admissível corrigida, em [A].

3.6.1.2. CONDIÇÃO DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGAS E CURTO-CIRCUITOS

O calibre do fusível, I_N , pode ser escolhido com recurso à tabela de calibres normalizados do fabricante escolhido. Este valor tem de ser superior à corrente de curto-circuito do painel, I_{SC} . Posteriormente, calcula-se a corrente convencional de funcionamento da proteção, I_2 , através da seguinte expressão:

$$I_N > 1,25 \times I_{SC} \quad (15)$$

$$I_2 = 1,90 \times I_N \quad (16)$$

De seguida é necessário também verificar a proteção contra sobrecargas e verificação do calibre do fusível escolhido com recurso às seguintes expressões:

$$I_{mpp} \leq I_N \leq I'_Z \quad (17)$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I'_z \quad (18)$$

3.6.1.3. CONDIÇÃO DE QUEDA DE TENSÃO

Em relação à queda de tensão verificada nos cabos solares, é utilizada a seguinte expressão:

$$\Delta U (V) = R_{70^\circ C} \times k_1 \times L \times I_{mpp} \quad (19)$$

Onde:

- $\Delta U (V)$: Representa a queda de tensão verificada, em [V];
- $R_{70^\circ C}$: Representa a resistência do cabo ajustada a uma temperatura máxima de funcionamento de 70° , em [Ω /km];
- L : Representa o comprimento dos cabos, em [km].

Considera-se também que a queda de tensão terá de ser, no máximo, de 1,5%, sendo calculada consoante a seguinte expressão:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U (V)}{V_{mpp} \times N_{St}} \times 100 \quad (20)$$

Onde:

- $\Delta U (\%)$: Representa a queda de tensão percentual, em [V];
- V_{mpp} : Representa a tensão MPP do módulo FV, em [V];
- N_{St} : Representa o número de módulos escolhido para o sistema.

3.6.2. CABO DC

Este cabo faz a ligação entre a caixa de junção e o inversor, o que implica que o mesmo tenha de suportar a corrente que se verifica à saída da caixa de junção. Esta corrente dependerá, naturalmente, do número de *strings* ligadas em paralelo a essa mesma caixa. Para a definição da secção a ser utilizada, o método é praticamente o mesmo efetuado para o Cabo Solar, sendo que apenas alguns pequenos aspetos serão diferentes.

3.6.2.1. CONDIÇÃO DE AQUECIMENTO

Neste caso, a corrente de serviço, I_{mppst} , tomará o valor da soma de todas as correntes I_{mpp} verificadas em cada *string* ligada em paralelo à caixa de junção. Os coeficientes k_1 e k_2 tomarão os valores de 1 e 0,55, respetivamente.

$$I_{mppst} = I_{mpp} \times N_{St} \quad (21)$$

$$I'_Z = k_1 \times k_2 \times I_Z \quad (22)$$

$$I_{mppst} \leq I'_Z \quad (23)$$

3.6.2.2. CONDIÇÃO DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGAS E CURTO-CIRCUITOS

Para a verificação desta condição, são utilizadas as seguintes expressões:

$$I_N > 1,25 \times I_{SC} \times N_{St} \quad (24)$$

$$I_2 = 1,60 \times I_N \quad (25)$$

$$I_{mppst} \leq I_N \leq I'_Z \quad (26)$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I'_Z \quad (27)$$

3.6.2.3. CONDIÇÃO DE QUEDA DE TENSÃO

Para obter o cálculo da queda de tensão, o procedimento é idêntico ao caso anterior, mantendo-se o limite de tensão final estabelecido em 1,5%, no entanto, a queda de tensão final máxima, desde a caixa de junção ao inversor, não deverá ultrapassar os 2,5%.

3.6.3. PERDAS TOTAIS

Por fim, é necessário calcular as perdas totais de todos os cabos solar e DC, sendo que estas perdas devem ser tão mínimas quanto possível e o seu valor deve de ser inferior a 2,0% de forma a que todo o sistema funcione de forma eficiente. Deste modo, as perdas totais são calculadas através da seguinte expressão:

$$Perdas = R_{90^\circ C} \times L \times I_{mpp}^2 \quad (28)$$

Onde:

- $R_{90^{\circ}C}$: Representa a resistência do cabo ajustada a uma temperatura máxima de funcionamento de 90° , em $[\Omega/\text{km}]$;
- L : Representa o comprimento do cabo, em $[\text{km}]$;
- I_{mpp} : Representa a corrente de serviço existente no cabo, em $[\text{A}]$.

Após a obtenção das perdas totais, estas têm de ser verificadas de modo a que não ultrapassem o limite estabelecido. No caso de o limite não ser cumprido, é necessário alterar a configuração dos cabos elétricos, aumentando a sua secção ou alterando a localização da caixa de junção ou do inversor.

$$\text{Perdas Totais (\%)} = \frac{\text{Perdas Totais}}{I_{mpp} \times N_{St} \times V_{mpp}} \quad (29)$$

Onde:

- PerdasTotais : Representa as perdas totais existentes em todos os cabos que entram na caixa de junção e no cabo que liga ao inversor, em $[\text{W}]$;
- I_{mppst} : Representa a corrente de serviço total, verificada no cabo que liga ao inversor, em $[\text{A}]$;
- N_{St} : Representa o número de strings ligada à caixa de junção escolhida;
- V_{mpp} : Representa a tensão MPP do módulo, sob condições STC, em $[\text{V}]$.

4. CASO DE ESTUDO: DIMENSIONAMENTO, COMPARAÇÃO E ANÁLISE FINANCEIRA

4.1. ANÁLISE DA LOCALIZAÇÃO

A localização dada para projetar o sistema FV ligado à rede pretendido é no distrito de Coimbra. Esta situa-se a uma latitude de $40^{\circ}07'56.30''N$ e uma longitude de $8^{\circ}6'42.08''O$ e abrange uma área aproximadamente de 75 ha. A ligação à rede será feita via Subestação de Pereiros.



Figura 16 - Representação do terreno disponível via Google Maps

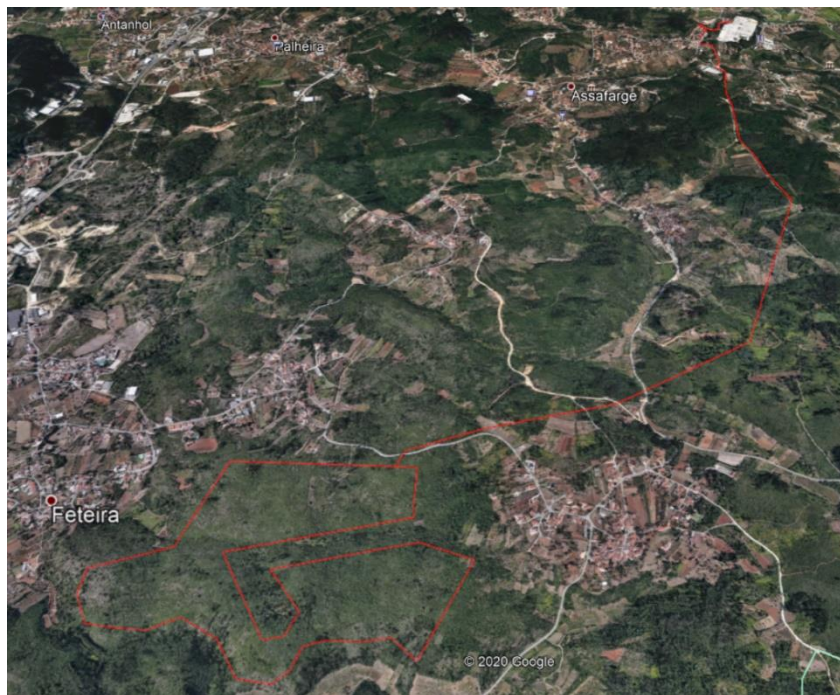


Figura 17 - Representação da linha da rede conectada ao parque FV via Google Maps

4.2. DEFINIÇÃO DO CASO A E CASO B

Como objetivo deste trabalho, serão feitos dois dimensionamentos distintos para o mesmo parque solar de modo a encontrar a solução mais vantajosa para o mesmo. Deste modo, serão definidos dois casos com as seguintes diferenças:

- Caso A: Foram utilizadas 20 *Power Stations* de 2 MW (perfazendo um total de 40 MW em inversores) em conjunto com 130680 módulos de 375 W (aproximadamente 49 MW de potência instalada). Cada *Power Station* contém 2 inversores de 1 MW e 1000 V de tensão.
- Caso B: Foram utilizadas 13 *Power Stations* de 3 MW (perfazendo um total de 39 MW em inversores) em conjunto com 130676 módulos de 375 W (aproximadamente 49 MW de potência instalada). Cada *Power Station* contém 2 inversores 1,5 MW e de 1500 V de tensão.

4.3. ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS A UTILIZAR EM CADA CASO

Com uma análise de mercado foi possível pesquisar acerca de quais os fabricantes que garantem uma maior qualidade por parte dos seus equipamentos e, assim, poder escolher os que melhor se adequam ao projeto e dar continuidade ao dimensionamento do parque FV.

4.3.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

No que à escolha dos módulos FV diz respeito, foi dada prioridade a fabricantes de topo na indústria e que possuem o certificado de qualidade *Bloomberg Tier 1*, tais como *Risen, AstroEnergy, SunTech, Phono Solar, Seraphim* ou *Canadian Solar*. Os requisitos para a escolha dos módulos foram, a nível de material, constituídos por silício monocristalino, por serem os mais utilizados atualmente, de 144 células. A escolha final recaiu sobre a *Seraphim*, pois são um dos fabricantes a nível mundial que dão boas garantias de qualidade e que tem vindo a ganhar algum destaque nos últimos anos. A potência máxima de cada painel é de 375 W.

4.3.2. INVERSORES

No que toca à escolha dos inversores utilizados, deu-se novamente prioridade a fabricantes de topo como é o caso da *Siemens, ABB, EFACEC, SMA* ou *Ingeteam*. Para o Caso A, foram escolhidos 40 inversores de 1MW cada, sendo que o objetivo desta escolha

se deveu ao facto de conseguir uma distribuição equitativa do gerador FV, de modo a que seja possível haver estabilidade e continuidade de serviço do sistema FV. Relativamente ao caso B, foram escolhidos 26 inversores de 1,5 MW cada pelas mesmas razões explicadas para o caso A.

Em ambos os casos, a escolha recaiu sobre a EFACEC, dando-se prioridade por ser uma empresa nacional. Esta possui *Power Stations* que contêm 2 inversores ligados a um transformador, tanto para o Caso A como para o Caso B.

4.3.3. CAIXAS DE JUNÇÃO

As caixas de junção utilizadas em ambos os casos têm capacidade para receber, no máximo, a ligação por parte de 26 *strings* de módulos FV. O cabo que realizará esta ligação, entre *strings* e caixa, terá de possuir no máximo uma secção de 10 mm², sendo que o calibre do fusível poderá ir até aos 15 A.

4.4. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

4.4.1. NÚMERO MÍNIMO E MÁXIMO DE MÓDULOS EM SÉRIE

O cálculo da quantidade mínima e máxima de módulos em série, assim como o número máximo de *strings*, que cada inversor consegue suportar são importantes pois garantem a maximização do desempenho do parque FV.

De forma a efetuar os seguintes cálculos, para cada um dos casos, são utilizadas as expressões apresentadas na 3.4.2. Foi considerada uma temperatura ambiente mínima de -10°C e uma temperatura máxima do painel de 70°C.

4.4.1.1. CASO A

Com base nas equações 8, 9, 10 e 11, é possível concluir que, no máximo, poderá haver 18 e, no mínimo, 17 módulos em série de modo a que não seja comprometido o bom funcionamento do inversor.

- Número máximo de módulos em série:

$$V_{OC(-10^{\circ}\text{C})} = \left(1 - \frac{(25^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C})) \times (-0,28)}{100} \right) \times 48,1 = 52,8138$$

$$N_{m\acute{a}x} = \frac{1000}{52,8138} = 18,93$$

- Número mínimo de módulos em série:

$$V_{MPP(70^{\circ}\text{C})} = \left(1 - \frac{(25^{\circ}\text{C} - (70^{\circ}\text{C})) \times (-0,28)}{100} \right) \times 40,5 = 35,397$$

$$N_{min} = \frac{595}{35,397} = 16,81$$

4.4.1.2. CASO B

Com base nas mesmas equaces,  possível concluir que, no máximo, poderá haver 28 e, no mínimo, 27 módulos em série de modo a que não seja comprometido o bom funcionamento do inversor.

- Número máximo de módulos em série:

$$V_{OC(-10^{\circ}\text{C})} = \left(1 - \frac{(25^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C})) \times (-0,28)}{100} \right) \times 48,1 = 52,8138$$

$$N_{m\acute{a}x} = \frac{1500}{52,8138} = 28,40$$

- Número mínimo de módulos em série:

$$V_{MPP(70^{\circ}\text{C})} = \left(1 - \frac{(25^{\circ}\text{C} - (70^{\circ}\text{C})) \times (-0,28)}{100} \right) \times 40,5 = 35,397$$

$$N_{min} = \frac{940}{35,397} = 26,56$$

4.4.2. DISTÂNCIA ENTRE MESAS

Para o Caso A o espaçamento entre mesas  de 6,228 metros, enquanto que para o Caso B é de 6,185 metros. Para ambos os casos, o espaçamento entre mesas foi otimizado para a potência em função do espaço disponível.

4.5. CONFIGURAÇÃO E LAYOUT FINAL DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

4.5.1. CASO A

A licença atribuída aquando do planeamento da construção deste parque permite ter instalada uma potência de 49 MW, com um rácio de 1,225 e 130680 módulos FV de 375 W cada da *Seraphim*.

$$P_{FV} = 375 W \times 130680 = 49005000 W \cong 49 MW$$

Considerando os valores máximos e mínimos calculados em 4.5.1, foi necessário determinar qual o número de *strings* que podem estar associadas a cada inversor de maneira a que a segurança e o bom funcionamento do sistema não sejam postos em causa. Assim, foram utilizadas mesas 2V18, ou seja, mesas com 36 módulos em que cada uma conta em 2 *strings* de 18 módulos. De modo a garantir o rácio por inversor anteriormente especificado, foram dimensionadas 180 *strings* (90 mesas) por inversor. Como cada inversor conta com 9 entradas, serão ligadas a cada um 9 caixas de junção (a menos que tal não seja necessário), perfazendo uma média de 20 *strings* (10 mesas) por caixa. No total, foram utilizadas 349 caixas de junção. A distribuição destas pelo sistema FV é feita tendo em conta o dimensionamento da cablagem realizada na 3.6.

$$\text{Rácio} = \frac{49 MWp}{40 MW \text{ inversores}} = 1,225 \quad (30)$$

$$\begin{aligned} \text{Potência por mesa} &= 2 \text{ strings} \times 18 \text{ módulos} \times 375 W \\ &= 13500 W \end{aligned} \quad (31)$$

$$\text{Strings por inversor} = \frac{2 \text{ strings} \times 1000 V \times 1,225}{13,5 MW} = 181,48 \quad (32)$$

$$\text{Strings por caixa de junção} = \frac{181,48}{9} = 20,16 \quad (33)$$

O desenho do *layout* final do parque FV foi feito através da plataforma *Autocad*, sendo que, para além de todas as considerações tomadas anteriormente, foi também necessário desenhar estradas que facilitem os acessos a operações de manutenção e a

vedação de todo o local de modo a impedir o acesso a intrusos. O *layout* do Caso A encontra-se na figura 18 e pode ser consultado, com maior detalhe, em anexo.

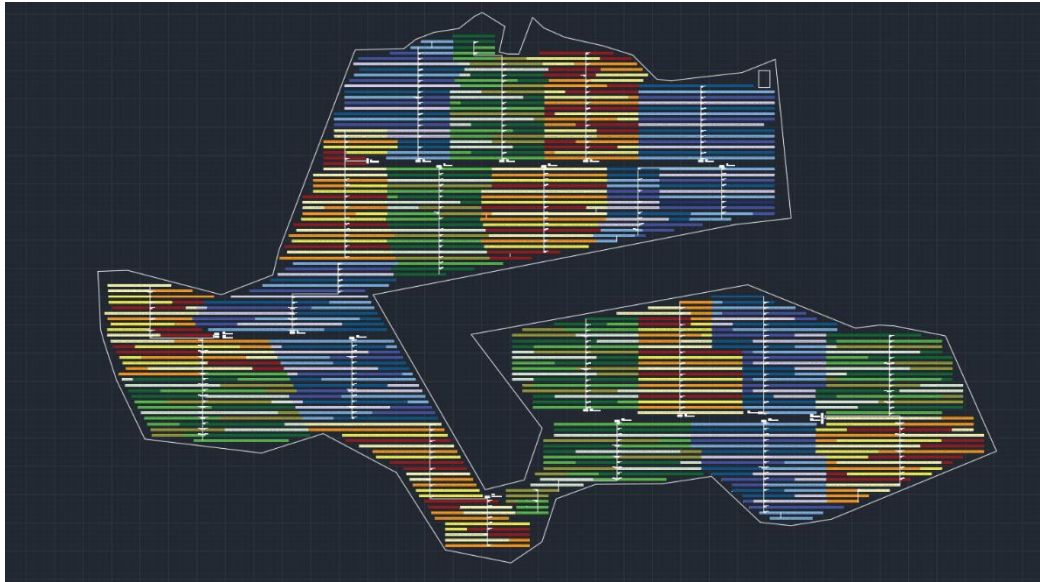


Figura 18 - Layout do Caso A

4.5.2. CASO B

Relativamente ao caso B, a potência prevista a instalar também é de 49 MW, sendo o rácio de 1,256, atingida por 130676 módulos FV de 375 W, também da *Seraphim*.

$$P_{FV} = 375 W \times 130676 = 49003500 W \cong 49 MW$$

Tendo em conta os valores máximos e mínimos calculados em 4.5.1, foi necessário determinar qual o número de *strings* que podem estar associadas a cada inversor de maneira a que a segurança e o bom funcionamento do sistema não sejam postos em causa. Assim, foram utilizadas mesas 2V14, ou seja, mesas com 28 módulos (uma *string* por mesa). De modo a garantir o rácio por inversor anteriormente especificado, foram dimensionadas 179 *strings* (179 mesas) por inversor. Como cada inversor conta com 9 entradas, serão ligadas a cada um 9 caixas de junção (a menos que tal não seja necessário), perfazendo uma média de 20 *strings* (20 mesas) por caixa. No total, foram utilizadas 232 caixas de junção.

$$\text{Rácio} = \frac{49 \text{ MWp}}{39 \text{ MW inversores}} = 1,25 \quad (34)$$

$$\begin{aligned} \text{Potência por mesa} &= 1 \text{ string} \times 28 \text{ módulos} \times 375 \text{ W} \\ &= 10500 \text{ W} \end{aligned} \quad (35)$$

$$\text{Strings por inversor} = \frac{1 \text{ string} \times 1500 \text{ V} \times 1,25}{10,5 \text{ MW}} = 178,57 \quad (36)$$

$$\text{Strings por caixa de junção} = \frac{178,57}{9} = 19,84 \quad (37)$$

Por fim, o layout do Caso B também foi desenvolvido em *Autocad* encontra-se na figura 19 e pode ser consultado, com maior detalhe, em anexo.



Figura 19 - Layout do Caso B

4.6. DIMENSIONAMENTO DA CABLAGEM

Como foi explicado anteriormente, para proceder ao dimensionamento da cablagem do sistema, foram analisados os Cabos Solares, que fazem a ligação entre cada *string* de módulos das instaladas nas mesas até à respetiva caixa de junção, e os Cabos DC, que conectam as caixas junção ao devido inversor. Devido à grande quantidade de cálculos que foram realizados, por existem vários cabos a serem dimensionados, as medições do comprimento dos mesmos foram realizadas com recurso à plataforma *PV Case* e o processo de cálculo foi realizado com recurso à ferramenta *Excel*.

De modo a demonstrar o dimensionamento realizado, serão utilizados como exemplo, para ambos os casos, o caminho percorrido por um cabo desde a *string* 1.1.1.1 até à caixa de junção 1.1.1 (caminho do Cabo Solar) e, posteriormente, até ao inversor 1.1 (caminho do cabo DC) pertencente ao PT 1.

Para ambos os casos, devido ao facto do ficheiro em *Excel* produzido para o cálculo das medições e dimensionamento do cabo solar apresentar demasiadas linhas, em anexo apenas se encontram os dados relativos ao inversor 1.1.

4.6.1. CASO A

Na figura 20 é possível visualiza-se a amarelo o cabo do terminal positivo da *string*, a vermelho o cabo do terminal negativo da mesma *string* e a verde o cabo DC que liga a caixa de junção até ao inversor.

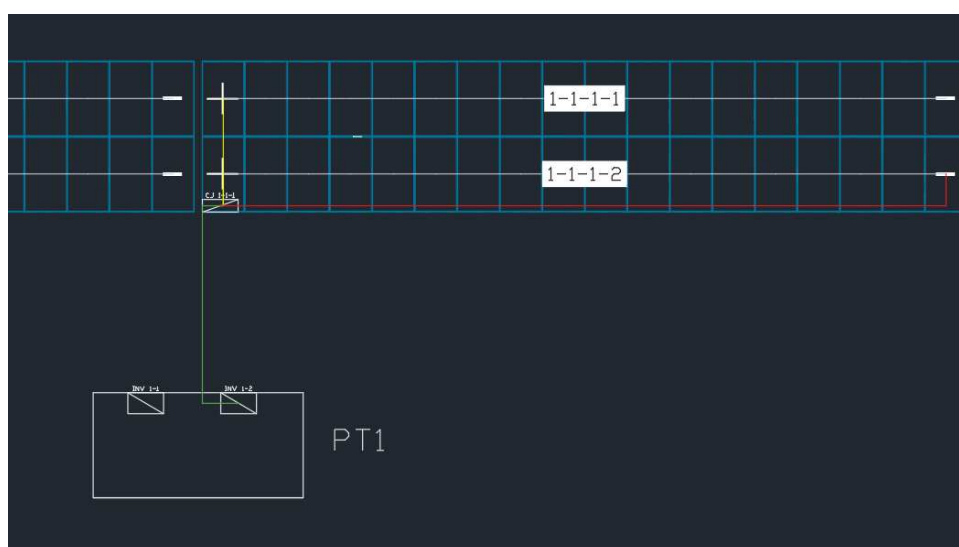


Figura 20 - Ligação da string 1.1.1.1 à caixa de junção 1.1.1 e posterior ligação ao Inversor 1.1 do PT 1, Caso A

Na figura 21 estão representados, em tons de azul, todos os módulos conectados ao PT 1 que engloba o Inversor 1.1 e o Inversor 1.2.

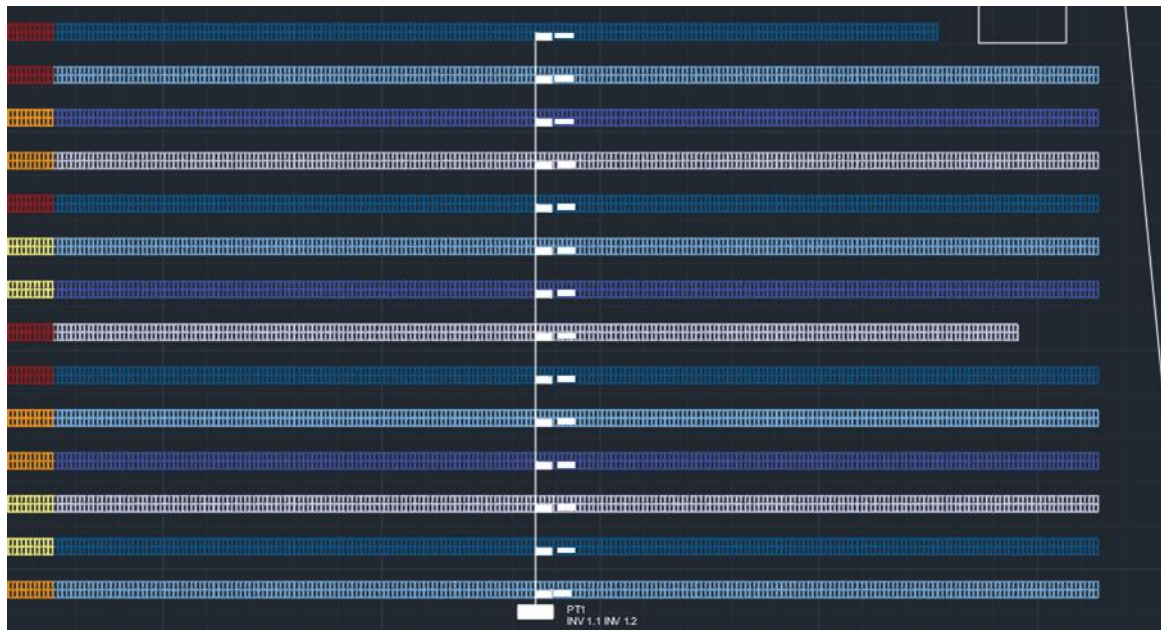


Figura 21 - Módulos com ligação ao PT 1, Caso A

4.6.1.1. CABO SOLAR

Como dados iniciais a serem introduzidos na ficha Excel, tem-se o comprimento do cabo proveniente do terminal positivo da *string* (2,63 m) e o comprimento do cabo proveniente do terminal negativo da mesma *string* (19,83 m). Segundo informações da *datasheet* do módulo da *Seraphim* a ser utilizado, a corrente curto-circuito, I_{SC} , é de 9,70 A e a corrente do ponto de potência máximo, I_{mpp} , é de 9,26 A. Após a obtenção destes dados, é então possível proceder à verificação de todas as condições enunciadas em 3.6.1.

- **Condição de aquecimento:**

O cabo escolhido para este efeito foi o H1Z2Z2-K da Kabeltec, um cabo flexível, com condutor de cobre, uma secção de 6 mm² e uma corrente máxima admissível, I_Z , de 70 A. Com recurso às equações 13 e 14 é possível verificar que as condições são respeitadas pois a corrente de serviço é bastante inferior à corrente máxima admissível.

$$I'_Z = k_1 \times k_2 \times k_3 \times I_Z = 1 \times 0,72 \times 0,80 \times 70 = 40,32 \text{ A}$$

$$I_{mpp} \leq I'_Z$$

$$9,26 \leq 40,32$$

- **Condição de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos:**

A partir da gama de calibres disponíveis para os fusíveis, fez-se a escolha que, neste caso, recaiu no de 15 A.

$$I_N > 1,25 \times I_{SC} = 1,25 \times 9,70 = 12,13 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,90 \times I_N = 1,90 \times 15 = 28,5 \text{ A}$$

Segue-se o cálculo da condição que permite verificar se a proteção contra sobrecargas é eficiente e, recorrendo às equações 17 e 18, conclui-se que tal acontece.

$$I_{mpp} \leq I_N \leq I'_Z$$

$$9,70 \leq 15 \leq 40,32$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I'_Z$$

$$28,5 \leq 1,45 \times 40,32$$

$$28,5 \leq 58,464$$

- **Condição de queda de tensão:**

Para a verificação desta condição foi necessário consultar nas tabelas providenciadas o valor da resistência a 70 °C, possuindo esta um valor de 4,056 Ω/km. De seguida, procede-se ao cálculo do valor da queda de tensão e verificar que a mesma se encontra abaixo do limite especificado de 1,25%.

De modo a validar este cabo, é necessário calcular ainda a queda de tensão máxima em conjunto com a verificada no cabo DC até ao inversor, assim como a minimização de perdas totais.

$$\Delta U(V) = \Delta U_1(V) = R_{70^\circ C} \times k_1 \times L \times I_{mpp}$$

$$= 4,056 \times 1 \times \frac{(2,63 + 19,83)}{1000} \times 9,26 = 0,843$$

$$\Delta U_1(\%) = \frac{\Delta U (V)}{V_{mpp} \times N_{St}} \times 100 = \frac{0,843}{40,5 \times 18} = 0,116 \%$$

4.6.1.2. CABO DC

Neste caso, e ainda segundo a figura 16, tem-se como dados iniciais o comprimento do cabo que liga a caixa de junção ao Inversor 1 que assume o valor de 6,74 m. No que à caixa de junção diz respeito, esta recebe a ligação por parte de 26 *strings* de módulos FV. Assim, a sua corrente de serviço, I_{mppst} , será de 240,8 A, calculada através da equação 21.

$$I_{mppst} = I_{mpp} \times N_{St} = 9,26 \times 26 = 240,76 A$$

Tendo em conta as expressões enunciadas em 4.7.2 é então possível proceder à verificação das condições de modo a validar o cabo selecionado.

- **Condição de aquecimento:**

Por se tratar de um cabo que será percorrido por correntes bastante elevadas, a escolha recaiu sobre o NA2XH-R da Kabeltec. É um cabo de alumínio, com uma secção de 300 mm² e uma corrente máxima admissível de 720 A. As condições foram verificadas com base nas expressões seguintes.

$$I'_Z = k_1 \times k_2 \times I_Z = 1 \times 0,55 \times 720 = 396 A$$

$$I_{mppst} \leq I'_Z$$

$$240,76 \leq 396$$

- **Condição de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos:**

Neste caso, o calibre escolhido para o fusível foi de 355 A e a corrente convencional de funcionamento é calculada com recurso à equação 24.

$$I_N > 1,25 \times I_{SC} \times N_{St}$$

$$I_N > 1,25 \times 9,70 \times 26 = 315,25 A$$

As expressões 25, 26 e 27 permitem verificar que a condição de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos é cumprida e que o calibre do fusível escolhido é capaz de suportar determinadas condições adversas.

$$I_2 = 1,60 \times I_N = 1,60 \times 355 = 568 \text{ A}$$

$$I_{mppst} \leq I_N \leq I'_Z$$

$$396 \leq 355 \leq 568$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I'_Z$$

$$568 \leq 1,45 \times 396 = 574$$

- **Condição de queda de tensão**

Para o cabo selecionado, o valor da resistência a 90°C é de 0,128 Ω/km. O cálculo para a queda de tensão foi feito através da equação 19. Por fim, a equação 20, permitiu verificar, com sucesso, se a queda de tensão se encontra abaixo do limite imposto de 1,25%.

$$\begin{aligned} \Delta U(V) &= \Delta U_2(V) = R_{90^\circ C} \times k_1 \times L \times I_{mppst} \\ &= 0,128 \times 1 \times \frac{6,74}{1000} \times 240,76 = 0,199 \end{aligned}$$

$$\Delta U_2(\%) = \frac{\Delta U(V)}{V_{mpp} \times N_{St}} \times 100 = \frac{0,199}{40,5 \times 18} = 0,027 \%$$

4.6.1.3. QUEDA DE TENSÃO TOTAL

A queda de tensão total verificada pelo caminho de cabos desde a *string* até ao inversor terá de ser menor que 2,5%.

$$\Delta U_{total}(\%) = \frac{\Delta U_1(V) + \Delta U_2(V)}{V_{mpp} \times N_{St}} \times 100$$

$$\Delta U_{total}(\%) = \frac{0,843 + 0,199}{40,5 \times 18} \times 100 = 0,14 \%$$

4.6.1.4. PERDAS TOTAIS

De modo a validar totalmente os cabos selecionados, o último passo consiste em verificar se as perdas finais não ultrapassam o limite estabelecido de 2,0 %. Caso o limite seja ultrapassado, será necessário aumentar a secção do cabo ou alterar a localização da caixa de ligação até que o mesmo seja cumprido.

Continuando com a análise da situação exposta na figura 18, e tendo por base as expressões enunciadas em 3.6.3, é possível calcular as perdas relativas ao Cabo Solar.

$$Perdas = R_{70^{\circ}\text{C}} \times L \times I_{mpp}^2$$

$$Perdas_{CS} = 4,056 \times \frac{2,63 + 19,83}{1000} \times 9,26^2 = 7,46 \text{ W}$$

Fazendo este procedimento para todas as 26 *strings* que vão conectar à caixa de junção 1.1, tem-se um total de perdas no valor de 3211,03 W.

$$Perdas_{DC} = 0,128 \times \frac{6,471}{1000} \times 240,8^2 = 48,03 \text{ W}$$

Segundo a equação 29, o dimensionamento foi realizado corretamente, pelo que o cabo solar a ser utilizado será, tal como no caso A, o modelo H1Z2Z2-K da Kabeltec 1x6 mm² e o cabo DC a utilizar será o NA2XH-R da 1x300 mm², ambos da Kabeltec.

$$Perdas\ Totais\ (\%) = \frac{Perdas\ Totais}{I_{mpp} \times N_{St} \times V_{mpp}}$$

$$Perdas\ Totais\ (\%) = \frac{3211,03 + 48,03}{240,8 \times 18 \times 40,5} \times 100 = 1,85\ \% \leq 2,00\ \%$$

4.6.2. CASO B

Na figura 22 é possível visualiza-se a amarelo o cabo do terminal positivo da *string*, a vermelho o cabo do terminal negativo da mesma *string* e a verde o cabo DC que irá ligar a caixa de junção ao inversor.

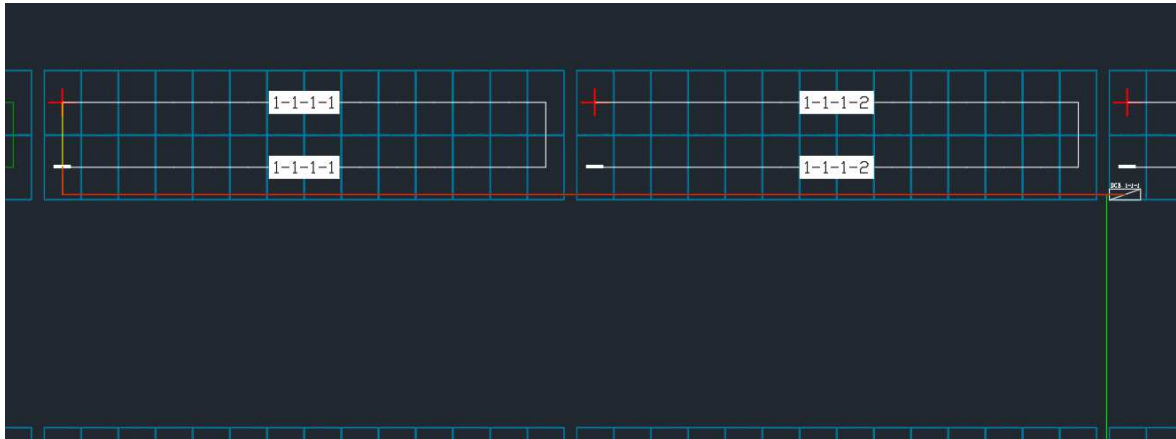


Figura 22 - Ligação da string 1.1.1.1 à caixa de junção 1.1.1 e posterior ligação ao Inversor 1.1 do PT 1, Caso B

Na figura 23 estão representados, em tons de azul, todos os módulos conectados ao PT 1 que engloba o Inversor 1.1 e o Inversor 1.2.

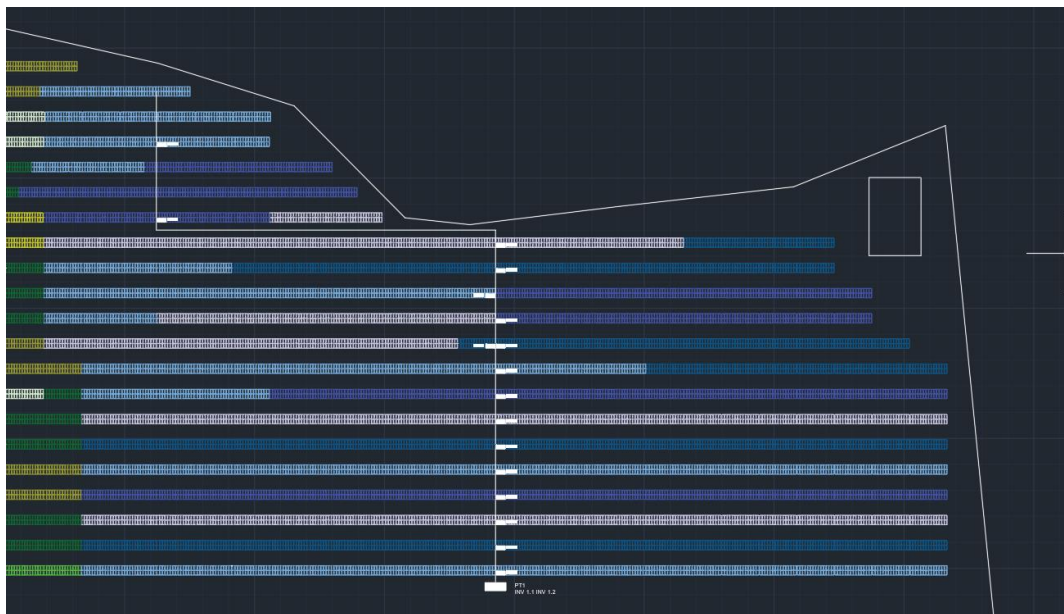


Figura 23 - Módulos com ligação ao PT 1, Caso B

4.6.2.1. CABO SOLAR

Como dados iniciais a serem introduzidos na ficha Excel, tem-se o comprimento do cabo proveniente do terminal positivo da *string* (31,43 m) e o comprimento do cabo proveniente do terminal negativo da mesma *string* (29,67 m). Como o módulo é o mesmo que é utilizado no Caso A, a corrente curto-circuito, I_{SC} , é de 9,70 A e a corrente do ponto de potência máximo, I_{mpp} , é de 9,26 A. O Cabo Solar utilizado também o mesmo que foi utilizado no caso A, portanto as condições de aquecimento e proteção contra sobrecargas e curto-circuitos são cumpridas como demonstrado na secção 4.6.1.1.

- **Condição de queda de tensão:**

No que à condição de queda de tensão diz respeito, esta não pode tomar os valores do Caso A, pois o comprimento do cabo entra em equação. O valor da resistência a 70 °C é de 4,056 Ω /km e o valor da queda de tensão tem de se encontrar abaixo do limite especificado de 1,25%.

De modo a validar este cabo, é necessário calcular ainda a queda de tensão máxima em conjunto com a verificada no cabo DC até ao inversor, assim como a minimização de perdas totais.

$$\begin{aligned}\Delta U(V) &= \Delta U_1(V) = R_{70^\circ C} \times k_1 \times L \times I_{mpp} \\ &= 4,056 \times 1 \times \frac{(31,43 + 29,67)}{1000} \times 9,26 = 2,294 \\ \Delta U_1(\%) &= \frac{\Delta U(V)}{V_{mpp} \times N_{St}} \times 100 = \frac{2,294}{40,5 \times 18} = 0,202 \%\end{aligned}$$

4.6.2.2. CABO DC

Neste caso, e ainda segundo a figura 16, tem-se como dados iniciais o comprimento do cabo que liga a caixa de junção ao Inversor 1 que assume o valor de 83,84 m. No que à caixa de junção diz respeito, esta recebe a ligação por parte de 20 *strings* de módulos FV. Assim, a sua corrente de serviço, I_{mppst} , será de 240,8 A, calculada através da equação 21.

$$I_{mppst} = I_{mpp} \times N_{St} = 9,26 \times 20 = 185,20 A$$

Tendo em conta as expressões enunciadas em 4.7.2 é então possível proceder à verificação das condições de modo a validar o cabo selecionado.

- **Condição de aquecimento:**

Por se tratar de um cabo que será percorrido por correntes bastante elevadas, a escolha recaiu de igual modo sobre o NA2XH-R da Kabeltec. É um cabo de alumínio, com uma secção de 185 mm² e uma corrente máxima admissível de 541 A. As condições foram verificadas com base nas expressões seguintes.

$$I'_Z = k_1 \times k_2 \times I_Z = 1 \times 0,55 \times 541 = 297,55 \text{ A}$$

$$I_{mppst} \leq I'_Z$$

$$185,20 \leq 297,55$$

- **Condição de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos:**

Neste caso, o calibre escolhido para o fusível foi de 250 A e a corrente convencional de funcionamento é calculada com recurso à equação 24.

$$I_N > 1,25 \times I_{SC} \times N_{St}$$

$$I_N > 1,25 \times 9,70 \times 20 = 242,50 \text{ A}$$

As equações 25, 26 e 27 permitem verificar que a condição de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos é cumprida e que o calibre do fusível escolhido é capaz de suportar determinadas condições adversas.

$$I_2 = 1,60 \times I_N = 1,60 \times 250 = 400 \text{ A}$$

$$I_{mppst} \leq I_N \leq I'_Z$$

$$185,20 \leq 250 \leq 297,55$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I'_Z$$

$$400 \leq 1,45 \times 297,55 = 431,45$$

- **Condição de queda de tensão**

Para o cabo selecionado, o valor da resistência a 90°C é de 0,210 Ω/km. O cálculo para a queda de tensão foi feito através da equação 19. Por fim, a equação 20, permitiu verificar, com sucesso, se a queda de tensão se encontra abaixo do limite imposto de 1,25%.

$$\begin{aligned}\Delta U(V) &= \Delta U_2(V) = R_{90^\circ C} \times k_1 \times L \times I_{mppst} \\ &= 0,210 \times 1 \times \frac{83,84}{1000} \times 185,2 = 3,261 \\ \Delta U_2(\%) &= \frac{\Delta U(V)}{V_{mpp} \times N_{St}} \times 100 = \frac{3,261}{40,5 \times 28} = 0,288 \%\end{aligned}$$

4.6.2.3. QUEDA DE TENSÃO TOTAL

A queda de tensão total verificada pelo caminho de cabos desde a *string* até ao inversor terá de ser menor que 2,5%.

$$\begin{aligned}\Delta U_{total}(\%) &= \frac{\Delta U_1(V) + \Delta U_2(V)}{V_{mpp} \times N_{St}} \times 100 \\ \Delta U_{total}(\%) &= \frac{2,294 + 3,261}{40,5 \times 28} \times 100 = 0,490 \%\end{aligned}$$

4.6.2.4. PERDAS TOTAIS

De modo a validar totalmente os cabos selecionados, o último passo consiste em verificar se as perdas finais não ultrapassam o limite estabelecido de 2,0 %. Caso o limite seja ultrapassado, será necessário aumentar a secção do cabo ou alterar a localização da caixa de ligação até que o mesmo seja cumprido.

Continuando com a análise da situação exposta na figura 18, e tendo por base as expressões enunciadas em 3.6.3, é possível calcular as perdas relativas ao Cabo Solar.

$$\begin{aligned}Perdas &= R_{70^\circ C} \times L \times I_{mpp}^2 \\ Perdas_{CS} &= 4,056 \times \frac{31,43 + 29,67}{1000} \times 9,26^2 = 21,25 W\end{aligned}$$

Fazendo este procedimento para todas as 20 *strings* que vão conectar à caixa de junção 1.1, tem-se um total de perdas no valor de 1224,27 W.

$$Perdas_{DC} = 0,210 \times \frac{83,84}{1000} \times 185,2^2 = 603,88 \text{ W}$$

Segundo a equação 29, o dimensionamento foi realizado corretamente, pelo que o cabo solar a ser utilizado será o modelo H1Z2Z2-K 1x6mm² e o cabo DC a utilizar será o NA2XH-R 1x185mm², ambos da Kabeltec.

$$Perdas \text{ Totais } (\%) = \frac{Perdas \text{ Totais}}{I_{mpp} \times N_{st} \times V_{mpp}}$$

$$Perdas \text{ Totais } (\%) = \frac{1224,27 + 603,88}{185,2 \times 28 \times 40,5} \times 100 = 0,70 \% \leq 2,00 \%$$

4.7. ANÁLISE DE CUSTOS

De modo a ser possível fazer uma avaliação comparativa a nível de custos para perceber qual a solução mais vantajosa para a empresa, foi elaborado um Mapa de Quantidades e Preços para cada um dos casos. Para tal, foi efetuada uma lista de todos os materiais necessários para a conceção do sistema FV. Posteriormente, foi realizada uma análise de mercado e, após contacto com alguns fornecedores, foi possível obter qual o preço para cada material utilizado e o custo de mão-de-obra associado à construção do parque.

Para o Caso A, foram dimensionados aproximadamente 819 Km de Cabo Solar, 77 Km de Cabo DC, 349 caixas de junção e 20 *Power Stations* de 2 MW. Relativamente ao Caso B, foram dimensionados cerca de 653 Km de Cabo Solar, 58 Km de Cabo DC, 232 caixas de junção e 13 *Power Stations* de 3 MW. O número de módulos e os custos da mão-de-obra para a construção da estrutura dos mesmos não fizeram parte desta análise pois são semelhantes para ambos os casos, não tendo, portanto, influência como termo de comparação.

A nível de mão-de-obra, foram consideradas as ligações de cada *string* à respetiva caixa de junção, as cravações das fichas MC4, a ligação do Cabo DC, tanto às caixas de junção como ao respetivo inversor e etiquetagem do mesmo e a passagem de Cabo Solar.

Na tabela 1 está representado o orçamento final para o caso A.

Tabela 1 - Orçamento do Caso A

Descrição	Cabo DC		
	Quantidade (Km)	Preço (€/Km)	Total
Cabo NA2XH-R 1x120 mm2	2,01	1 530,64 €	3 082,40 €
Cabo NA2XH-R 1x185 mm2	60,99	2 328,88 €	142 036,31 €
Cabo NA2XH-R 1x300 mm2	14,07	3 720,95 €	52 360,73 €
	Cabo Solar		
	Quantidade (Km)	Preço (€/Km)	Total
Cabo H1Z2Z2-K 1x6 mm2	819,14	475,00 €	389 090,97 €
	Aparelhagem		
	Quantidade (uni)	Preço (€/uni)	Total
Caixas de Junção	349	525,00 €	183 225,00 €
Power Stations 2 MW	20	128 000,00 €	2 560 000,00 €
	Mão de Obra		
	Quantidade (uni)	Preço (€/uni)	Total
Ligação das ST nas CJ's	7256	3,20 €	23 219,20 €
Cravação de fichas MC4	14512	0,45 €	6 530,40 €
Ligação do cabo DC nas CJ's	698	9,00 €	6 282,00 €
Ligação do cabo DC aos Inversores	698	12,00 €	8 376,00 €
Etiquetagem dos cabos DC	29024	0,28 €	8 126,72 €
	Quantidade(m)	Preço (€/m)	Total
Passagem de Cabo Solar 1x6 mm2	819138,87	0,26 €	212 976,11 €
TOTAL			3 595 305,83 €

A tabela 2 apresenta o orçamento final para o caso B.

Tabela 2 - Orçamento do Caso B

Descrição	Cabo DC		
	Quantidade (Km)	Preço (€/Km)	Total
Cabo NA2XH-R 1x120 mm2	2,01	1 530,64 €	3 082,40 €
Cabo NA2XH-R 1x150 mm2	0,77	1 861,00 €	1 424,55 €
Cabo NA2XH-R 1x185 mm2	49,89	2 328,88 €	116 188,33 €
Cabo NA2XH-R 1x300 mm2	5,35	3 720,95 €	19 913,11 €
	Cabo Solar		
	Quantidade (Km)	Preço (€/Km)	Total
Cabo H1Z2Z2-K 1x6 mm2	653,12	475,00 €	310 233,68 €
	Aparelhagem		
	Quantidade (uni)	Preço (€/uni)	Total
Caixas de Junção	232	525,00 €	121 800,00 €
Power Stations 3 MW	13	136 000,00 €	1 768 000,00 €
	Mão de Obra		
	Quantidade (uni)	Preço (€/uni)	Total
Ligação das ST nas CJ's	4668	3,20 €	14 937,60 €
Cravação de fichas MC4	9336	0,45 €	4 201,20 €
Ligação do cabo DC nas CJ's	464	9,00 €	4 176,00 €
Ligação do cabo DC aos Inversores	464	12,00 €	5 568,00 €
Etiquetagem dos cabos DC	18672	0,28 €	5 228,16 €
	Quantidade (m)	Preço (€/m)	Total
Passagem de Cabo Solar 1x6 mm2	653123,541	0,26 €	169 812,12 €
TOTAL			2 544 565,14 €

4.8. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Pela análise das Tabelas 1 e 2, é possível concluir que a solução mais vantajosa é a utilização de inversores de 1500 V DC (Caso B). Tal é justificado pois, muitos fabricantes de equipamentos, sejam eles de cabos elétricos, fusíveis, ou mesmo dos próprios inversores,

começaram a produzir equipamentos para uma tensão DC até 1500 V, deixando mesmo de ter gamas diferenciadas para 1000 V e 1500 V.

Também nos inversores e *Power Stations*, a situação é evidente, de tal modo que uma *Power Station* de 3 MVA 1500 V é pouco mais cara que uma de 2 MVA 1000 V. Muito importante referir aqui, contudo, que a vantagem neste caso não se deve apenas à diferença na tensão DC. O facto de haver apenas um transformador e um conjunto de celas de média tensão para cada 3 MVA (contra um por cada 2 MVA), também possui um peso bastante importante. Mas mesmo uma análise de custos retirando o valor das *Power Stations* revela um resultado favorável à solução dos 1500 V.

Daí que a comparação global de custos, seja favorável – em termos de investimento inicial – à solução com a tensão mais elevada.

Tabela 3 - Orçamento sem Power Stations, Caso A

Descrição	Cabo DC		
	Quantidade (Km)	Preço (€/Km)	Total
Cabo NA2XH-R 1x120 mm2	2,01	1 530,64 €	3 082,40 €
Cabo NA2XH-R 1x185 mm2	60,99	2 328,88 €	142 036,31 €
Cabo NA2XH-R 1x300 mm2	14,07	3 720,95 €	52 360,73 €
Cabo Solar			
	Quantidade (Km)	Preço (€/Km)	Total
Cabo H1Z2Z2-K 1x6 mm2	819,14	475,00 €	389 090,97 €
Aparelhagem			
	Quantidade (uni)	Preço (€/uni)	Total
Caixas de Junção	349	525,00 €	183 225,00 €
Mão de Obra			
	Quantidade (uni)	Preço (€/uni)	Total
Ligação das ST nas CJ's	7256	3,20 €	23 219,20 €
Cravação de fichas MC4	14512	0,45 €	6 530,40 €
Ligação do cabo DC nas CJ's	698	9,00 €	6 282,00 €
Ligação do cabo DC aos Inversores	698	12,00 €	8 376,00 €
Etiquetagem dos cabos DC	29024	0,28 €	8 126,72 €
	Quantidade(m)	Preço (€/m)	Total
Passagem de Cabo Solar 1x6 mm2	819138,87	0,26 €	212 976,11 €
TOTAL			1 035 305,83 €

Tabela 4 - Orçamento sem Power Stations, Caso B

Descrição	Cabo DC		
	Quantidade (Km)	Preço (€/Km)	Total
Cabo NA2XH-R 1x120 mm2	2,01	1 530,64 €	3 082,40 €
Cabo NA2XH-R 1x150 mm2	0,77	1 861,00 €	1 424,55 €
Cabo NA2XH-R 1x185 mm2	49,89	2 328,88 €	116 188,33 €
Cabo NA2XH-R 1x300 mm2	5,35	3 720,95 €	19 913,11 €
	Cabo Solar		
	Quantidade (Km)	Preço (€/Km)	Total
Cabo H1Z2Z2-K 1x6 mm2	653,12	475,00 €	310 233,68 €
	Aparelhagem		
	Quantidade (uni)	Preço (€/uni)	Total
Caixas de Junção	232	525,00 €	121 800,00 €
	Mão de Obra		
	Quantidade (uni)	Preço (€/uni)	Total
Ligação das ST nas CJ's	4668	3,20 €	14 937,60 €
Cravação de fichas MC4	9336	0,45 €	4 201,20 €
Ligação do cabo DC nas CJ's	464	9,00 €	4 176,00 €
Ligação do cabo DC aos Inversores	464	12,00 €	5 568,00 €
Etiquetagem dos cabos DC	18672	0,28 €	5 228,16 €
	Quantidade (m)	Preço (€/m)	Total
Passagem de Cabo Solar 1x6 mm2	653123,541	0,26 €	169 812,12 €
TOTAL			776 656,14 €

As principais razões são:

- Atualmente muito do equipamento tem o mesmo custo para as tensões de 1000 e 1500 V;
- Verifica-se uma redução das quantidades de cabos necessárias, com implicações quer no custo dos mesmos, quer na correspondente mão-de-obra para a sua instalação;
- Redução do número de caixas de junção necessárias, com as mesmas implicações nos custos referidas na alínea anterior.

As duas alíneas b) e c) têm como justificação base o facto de se poderem usar mais painéis por *string*, no caso dos 1500 V.

Tabela 5 - Comparação de quantidades entre cada caso

Descrição	1000 V DC	1500 V DC
	Cabo DC	
	Quantidade (Km)	
Cabo NA2XH-R 1x120 mm2	2,01	2,01
Cabo NA2XH-R 1x150 mm2	0	0,77
Cabo NA2XH-R 1x185 mm2	60,99	49,89
Cabo NA2XH-R 1x300 mm2	14,07	5,35
	Cabo Solar	
	Quantidade (Km)	
Cabo H1Z2Z2-K 1x6 mm2	819,14	653,12
	Aparelhagem	
	Quantidade (uni)	
Caixas de Junção	349	232
	Mão de Obra	
	Quantidade (uni)	
Ligação das ST nas CJ's	7256	4668
Cravação de fichas MC4	14512	9336
Ligação do cabo DC nas CJ's	698	464
Ligação do cabo DC aos Inversores	698	464
Etiquetagem dos cabos DC	29024	18672
	Quantidade (m)	
Passagem de Cabo Solar 1x6 mm2	819138,87	653123,541

5. CONCLUSÃO

5.1. ANÁLISE CONCLUSIVA

Esta dissertação foi realizada tendo como base a utilização de uma fonte de energia renovável, em concreto, a energia solar fotovoltaica. Deste modo, foi projetado um parque solar fotovoltaico de potência instalada no valor de 49 MW com ligação à rede nacional e sem qualquer tipo de armazenamento, localizado no distrito de Coimbra.

Nos primeiros anos de investimento em energia fotovoltaica utilizavam-se inversores com tensão máxima DC de 600 V, sendo que com o desenvolvimento tecnológico surgiram os sistemas de 1000 V DC que ainda prevalecem nos dias de hoje. Deste modo, surgiram também vários estudos a comparar as duas soluções para um mesmo sistema FV com o objetivo de perceber qual delas a mais viável para ser utilizada em. Assim, tornou-se rapidamente perceptível que, para sistemas de média e grande potência, é preferível a utilização de inversores com tensão máxima DC de 1000 V em detrimento dos de 600 V DC pois estes são capazes de manter ou até aumentar o desempenho da central fotovoltaica, assim como reduzir os seus custos de instalação. Tal redução é obtida pelo facto de ser possível ligar mais módulos FV em série por *string* e, conseqüentemente, reduz os custos em cablagem e caixas de junção. Com o passar dos anos, veio a surgir uma nova tecnologia com sistemas de 1500 V. Sendo esta bastante recente, os estudos que a comparem à

tecnologia anterior de 1000 V são de número bastante reduzido. Assim, a presente dissertação teve como objetivo a comparação de duas soluções de dimensionamento para cada uma das tecnologias (1000 V DC e 1500 V DC) de modo a avaliar qual a mais vantajosa a nível técnico e financeiro para a empresa.

Assim, e após a análise de todos os fatores, foi possível concluir que a solução mais vantajosa é a utilização de inversores 1500 V DC, sendo as principais razões:

- a) Atualmente muito do equipamento tem o mesmo custo para as tensões de 1000 e 1500 V;
- b) Verifica-se uma redução das quantidades de cabos necessárias, com implicações quer no custo dos mesmos, quer na correspondente mão-de-obra para a sua instalação;
- c) Redução do número de caixas de junção necessárias, com as mesmas implicações nos custos referidas na alínea anterior.

As duas alíneas b) e c) têm como justificação base o facto de se poderem usar mais painéis por *string*, no caso dos 1500 V.

5.2. TRABALHOS FUTUROS

Na sequência desta dissertação, seria interessante a análise futura de outras duas linhas de conceção:

1. O uso de Power Stations ainda de maior potência (para o mesmo valor de tensão DC, neste caso os 1500 V). Comparando, por exemplo, um design com Power Stations de 3 MVA com outro de 7,2 MVA (já existentes em funcionamento). Aqui essencialmente temos que o valor por MVA da Power Station de maior potência vai ser inferior, no entanto a extensão e secção dos cabos a utilizar vai aumentar consideravelmente
2. O uso de inversores de *string* – por exemplo, de 250 kW – por comparação com os inversores designados centrais (como os usados na presente dissertação). Aqui o circuito AC começaria mais cedo – dado que basicamente o inversor de *string* substitui a caixa de junção (está aqui, desde já, uma poupança) -, mas está limitado à tensão de 1000 V (AC), dado que, em corrente alternada, uma tensão superior já seria

considerada média tensão. Como compara o custo por MW de inversores de *string* vs central? Será que o custo em cabos dos inversores aos postos de transformação (que serão basicamente Power Stations sem inversores), será inferior ao das caixas de junção aos inversores centrais, localizados nas Power Stations? E o custo do equipamento de corte e proteção na chegada aos PT's dos cabos AC dos inversores de *string*, que peso terá?

Referências Bibliográficas

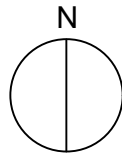
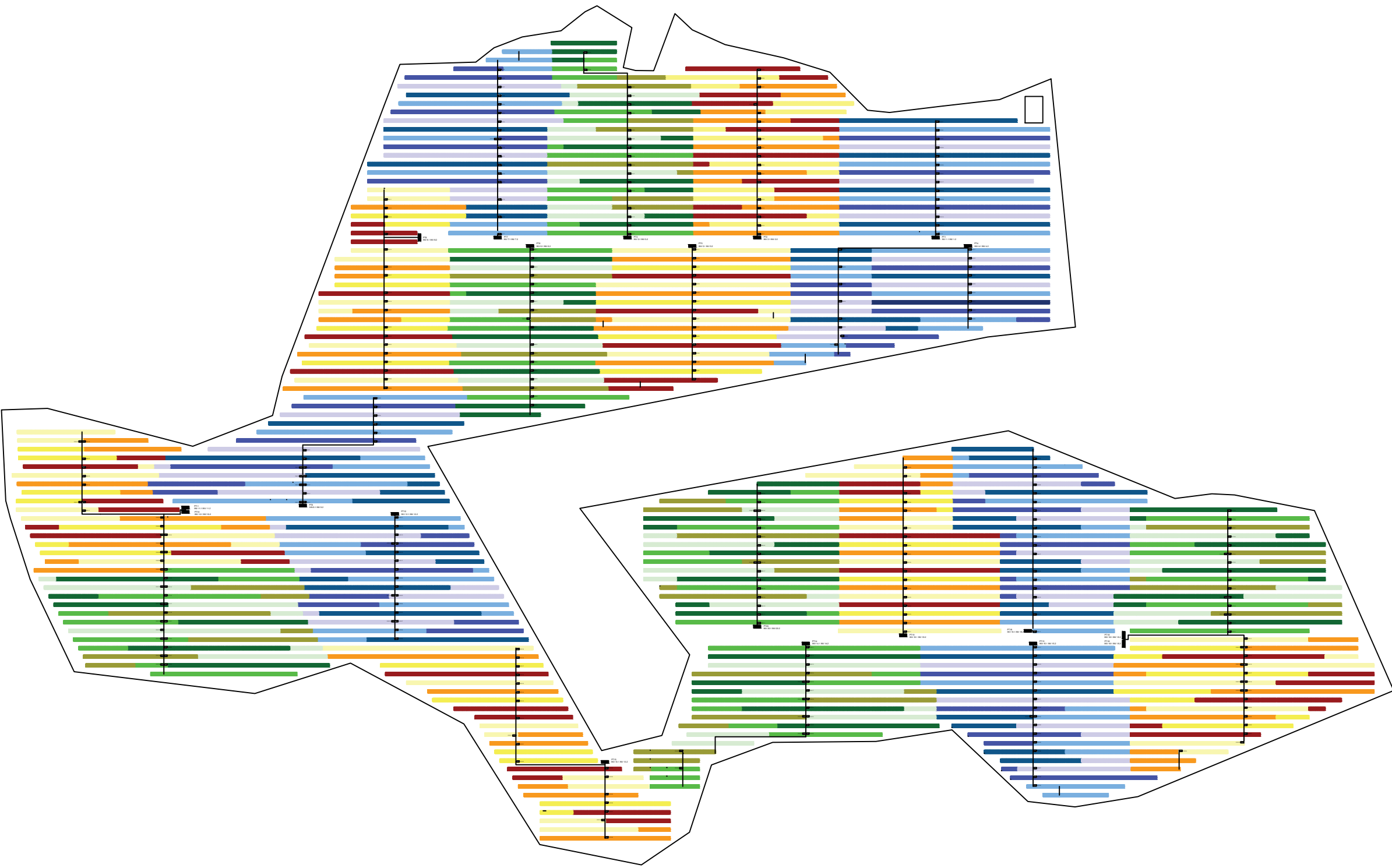
- [1] APEA - Associação Portuguesa de Engenharia do Ambiente, Energia e alterações climáticas, Comissão Europeia, 2009.
- [2] AEA - Associação Europeia do Ambiente, Mitigação dos Efeitos das Alterações Climáticas, Dinamarca, 2008.
- [3] P. Magalhães Ferreira, Alterações Climáticas e Desenvolvimento, Lisboa: FEC | Fundação Fé e Cooperação, 2017.
- [4] IRENA - International Renewable Energy Agency, Renewable Energy: A Key Climate Solution, 2017.
- [5] IRENA - International Renewable Energy Agency, Synergies Boost Renewables and Energy Efficiency, 2017.
- [6] IRENA - International Renewable Energy Agency, Renewable capacity highlights, 2020.
- [7] APREN - Associação Portuguesa de Energias Renováveis, "APREN - Potência," [Online]. Available: <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/potencia>.
- [8] REN - Redes Energéticas Nacionais, "REN - Produção renovável abastece 51% do consumo em 2019," REN, 06 01 2020. [Online]. Available: https://www.ren.pt/pt-PT/media/comunicados/detalhe/producao_renovavel_abastece_51_do_consumo_em_2019_2.
- [9] Comissão Europeia, Compreender as Políticas da União Europeia: Energia, Bruxelas: Direção-Geral da Comunicação , 2014.
- [10] Portugal Energia, "Setor Energético - Portugal Energia," [Online]. Available: <https://www.portugalenergia.pt/setor-energetico/>.
- [11] REN21, Renewable 2019 Global Status Report, Paris: REN21 Secretariat, 2019.
- [12] IRENA - International Renewable Energy Agency, Future of Solar Photovoltaic: Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic, Abu Dhabi, 2019.
- [13] IEA - International Energy Agency, "Solar Energy: Mapping the Road Ahead," Outubro 2019. [Online]. Available: <https://www.iea.org/reports/solar-energy-mapping-the-road-ahead>.
- [14] C. Monteiro, Energia Eólica e Solar - Energia Fotovoltaica, 2016.

- [15] R. M. G. Castro, "Introdução à Energia Fotovoltaica," 2002. [Online]. Available: http://www.troquedeenergia.com/Produtos/LogosDocumentos/Introducao_a_Energia_Fotovoltaica.
- [16] IFC - International Finance Corporation, A project Developer's Guide to Utility - scale Solar Photovoltaic Power plants, Washington DC, 2015.
- [17] European Commission, "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)," [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>.
- [18] NASA - National Aeronautics and Space Administration, "NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources," [Online]. Available: <https://power.larc.nasa.gov/>.
- [19] Meteonorm, "Meteonorm Software Worldwide irradiation data," [Online]. Available: <https://meteonorm.com/en/>.
- [20] SolarGis, "Bankable solar data for better decisions," [Online]. Available: <https://solargis.com/>.
- [21] SMA Solar Technology AG, Planning of a PV Generator, Alemanha, 2013.
- [22] Mounting Systems GmbH, "Mounting systems the base for solar power," [Online]. Available: <http://www.pvxchange.com/partner/mountingsystems/documents/>.
- [23] GREENPRO, Energia Fotovoltaica - Manual Sobre tecnologias, projeto e instalação, 2004.
- [24] Filipe Pereira and Manuel Oliveira, Curso Técnico de Instalador de Energia Fotovoltaica, Engebook, 2015.
- [25] J. N. Santos, Dimensionamento e Proteção de Canalizações Elétricas (BT), 2016.
- [26] J. N. Santos, TABELAS, REGRAS E DADOS DIVERSOS (Para o Dimensionamento de Canalizações Elétricas), 2009.

Anexos

1. Desenho *Autocad* Caso A
2. Desenho *Autocad* Caso B
3. Medições Cablagem Caso A
4. Medições Cablagem Caso B
5. Cálculos Cablagem Caso A
6. Cálculos Cablagem Caso B
7. Datasheet Módulo FV
8. Datasheet Inversor 1000 V DC
9. Datasheet Inversor 1500 V DC
10. Datasheet Cabo Solar 1x6 mm²
11. Datasheet Cabo DC 1x120 mm²
12. Datasheet Cabo DC 1x150 mm²
13. Datasheet Cabo DC 1x185 mm²
14. Datasheet Cabo DC 1x300 mm²

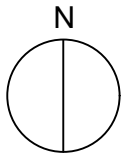
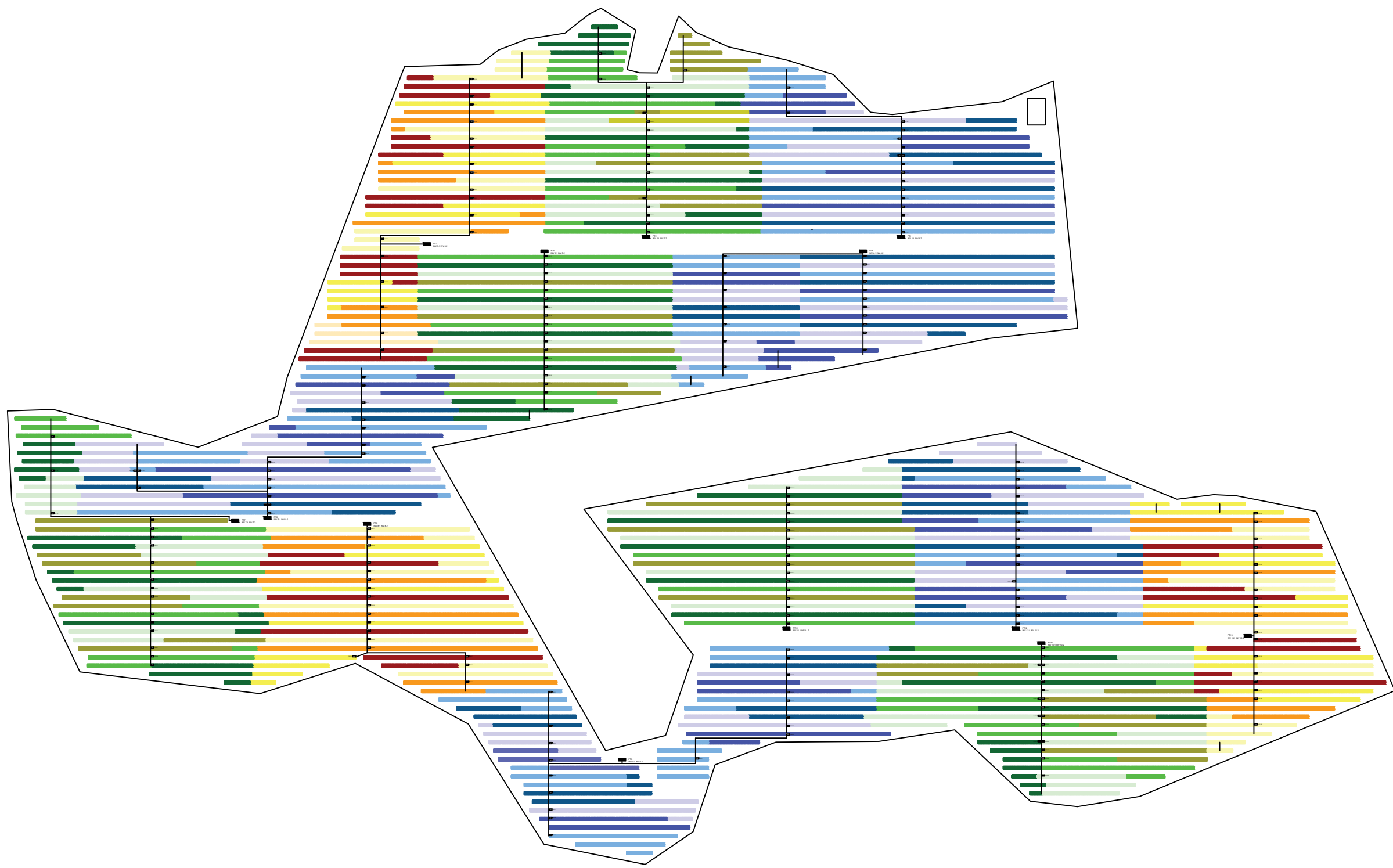
1. Desenho *Autocad* Caso A



Título:

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1000 V DC, CASO A

2. Desenho *Autocad* Caso B



Título:

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1500 V DC, CASO B

3. Medições Cablagem Caso A

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Project name: 12Planta-1000V_v1-2_CabosDC.dwg						
3							
4	General information						
5	Total capacity, kWp	48978					
6	Module power, Wp	375					
7	Module quantity	130608					
8	Road length, m.	0					
9	Trench length, m.	5641.270					
10	String quantity	7256					
11	String inverter quantity	40					
12	DC combiner quantity	350					
13	Transformer quantity	20					
14	String cables, m.	819138.874					
15	DC cables (Combiner - Inverter), m.	38652.36 (x2)					
16							
17	Information by area						
18	No.	Default	Modules	Max. pitch, m	Min. pitch, m	Min. inner spc., m	Capacity, kWp
19	1	3628	130608	9.803	9.803	6.228	48978.000
20							
21							
22							
23	Frame preset information						
24	Name	Default					
25	Length, m	1.996					
26	Width, m	0.992					
27	Thickness, m	0.040					
28	Power, Wp	375					
29	Frame type	Fixed-tilt					
30	Module orientation	Portrait					
31	Rows	2					
32	Columns	18					
33	Tilt angle, deg	27					
34	Horizontal gap between modules, m	0.020					
35	Vertical gap between modules, m	0.020					
36	Frame height at lowest point, m	0.500					
37	Frame height at highest point, m	2.357					
38	Frame power, kWp	13.500					
39	Maximum inclination, deg	7					

	A	B	C
1	From	To	Cable length, m
2	Inverter 1-1	DC Combiner 1-1-1	6.471
3		DC Combiner 1-1-2	16.292
4		DC Combiner 1-1-3	26.094
5		DC Combiner 1-1-4	35.897
6		DC Combiner 1-1-5	45.700
7		DC Combiner 1-1-6	55.503
8		DC Combiner 1-1-7	65.306
9	Inverter 1-2	DC Combiner 1-2-1	74.662
10		DC Combiner 1-2-2	84.427
11		DC Combiner 1-2-3	94.230
12		DC Combiner 1-2-4	104.033
13		DC Combiner 1-2-5	113.836
14		DC Combiner 1-2-6	123.638
15		DC Combiner 1-2-7	133.423
16	Inverter 2-1	DC Combiner 2-1-1	6.071
17		DC Combiner 2-1-2	15.980
18		DC Combiner 2-1-3	25.676
19		DC Combiner 2-1-4	35.586
20		DC Combiner 2-1-5	45.282
21		DC Combiner 2-1-6	64.976
22		DC Combiner 2-1-7	74.779
23		DC Combiner 2-1-8	84.512
24		DC Combiner 2-1-9	94.296
25	Inverter 2-2	DC Combiner 2-2-1	104.198
26		DC Combiner 2-2-2	114.060
27		DC Combiner 2-2-3	123.863
28		DC Combiner 2-2-4	133.560
29		DC Combiner 2-2-5	143.362
30		DC Combiner 2-2-6	153.365
31		DC Combiner 2-2-7	172.789
32		DC Combiner 2-2-8	182.618
33		DC Combiner 2-2-9	192.377
34	Inverter 3-1	DC Combiner 3-1-1	8.507
35		DC Combiner 3-1-2	18.544
36		DC Combiner 3-1-3	28.454
37		DC Combiner 3-1-4	37.973
38		DC Combiner 3-1-5	57.487
39		DC Combiner 3-1-6	67.464
40		DC Combiner 3-1-7	77.256
41		DC Combiner 3-1-8	87.545
42		DC Combiner 3-1-9	96.841
43	Inverter 3-2	DC Combiner 3-2-1	106.118
44		DC Combiner 3-2-2	115.899
45		DC Combiner 3-2-3	125.478
46		DC Combiner 3-2-4	145.209
47		DC Combiner 3-2-5	155.051
48		DC Combiner 3-2-6	164.642
49		DC Combiner 3-2-7	174.670
50		DC Combiner 3-2-8	244.289
51		DC Combiner 3-2-9	264.617
52		DC Combiner 4-1-1	151.209
53		DC Combiner 4-1-2	170.862

	A	B	C	
1	From	To	Cable length, m	
54	Inverter 4-1	DC Combiner 4-1-3	190.468	
55		DC Combiner 4-1-4	210.074	
56		DC Combiner 4-1-5	229.732	
57		DC Combiner 4-1-6	239.535	
58		DC Combiner 4-1-7	251.833	
59		DC Combiner 4-1-8	259.304	
60		DC Combiner 4-1-9	82.439	
61		Inverter 4-2	DC Combiner 4-2-1	3.848
62			DC Combiner 4-2-2	13.609
63	DC Combiner 4-2-3		23.412	
64	DC Combiner 4-2-4		33.215	
65	DC Combiner 4-2-5		43.018	
66	DC Combiner 4-2-6		52.821	
67	DC Combiner 4-2-7		62.624	
68	DC Combiner 4-2-8		72.427	
69	Inverter 5-1	DC Combiner 5-1-1	3.492	
70		DC Combiner 5-1-2	13.295	
71		DC Combiner 5-1-3	23.098	
72		DC Combiner 5-1-4	32.901	
73		DC Combiner 5-1-5	42.704	
74		DC Combiner 5-1-6	52.507	
75		DC Combiner 5-1-7	62.310	
76		DC Combiner 5-1-8	72.112	
77	Inverter 5-2	DC Combiner 5-2-1	81.869	
78		DC Combiner 5-2-2	91.703	
79		DC Combiner 5-2-3	101.475	
80		DC Combiner 5-2-4	111.278	
81		DC Combiner 5-2-5	121.081	
82		DC Combiner 5-2-6	130.884	
83		DC Combiner 5-2-7	140.687	
84		DC Combiner 5-2-8	150.490	
85	Inverter 6-1	DC Combiner 6-1-1	3.614	
86		DC Combiner 6-1-2	13.417	
87		DC Combiner 6-1-3	23.220	
88		DC Combiner 6-1-4	33.023	
89		DC Combiner 6-1-5	42.826	
90		DC Combiner 6-1-6	52.629	
91		DC Combiner 6-1-7	62.413	
92		DC Combiner 6-1-8	72.234	
93		DC Combiner 6-1-9	81.819	
94	Inverter 6-2	DC Combiner 6-2-1	91.703	
95		DC Combiner 6-2-2	111.278	
96		DC Combiner 6-2-3	121.099	
97		DC Combiner 6-2-4	130.884	
98		DC Combiner 6-2-5	140.687	
99		DC Combiner 6-2-6	150.509	
100		DC Combiner 6-2-7	160.312	
101		DC Combiner 6-2-8	170.115	
102		DC Combiner 6-2-9	179.940	
103		DC Combiner 7-1-1	7.145	
104		DC Combiner 7-1-2	26.751	
105		DC Combiner 7-1-3	46.357	

	A	B	C
1	From	To	Cable length, m
106	Inverter 7-1	DC Combiner 7-1-4	65.962
107		DC Combiner 7-1-5	75.765
108		DC Combiner 7-1-6	85.568
109		DC Combiner 7-1-7	95.371
110		DC Combiner 7-1-8	105.174
111		DC Combiner 7-2-1	115.274
112		DC Combiner 7-2-2	124.591
113		DC Combiner 7-2-3	134.394
114		DC Combiner 7-2-4	144.197
115	Inverter 7-2	DC Combiner 7-2-5	154.000
116		DC Combiner 7-2-6	163.802
117		DC Combiner 7-2-7	173.605
118		DC Combiner 7-2-8	183.408
119		DC Combiner 7-2-9	193.558
120	Inverter 8-1	DC Combiner 8-1-1	81.202
121		DC Combiner 8-1-2	71.427
122		DC Combiner 8-1-3	61.615
123		DC Combiner 8-1-4	42.009
124		DC Combiner 8-1-5	53.617
125		DC Combiner 8-1-6	73.223
126		DC Combiner 8-1-7	83.026
127		DC Combiner 8-1-8	102.613
128		DC Combiner 8-1-9	112.434
129	Inverter 8-2	DC Combiner 8-2-1	120.802
130		DC Combiner 8-2-2	140.420
131		DC Combiner 8-2-3	150.192
132		DC Combiner 8-2-4	159.995
133		DC Combiner 8-2-5	169.816
134		DC Combiner 8-2-6	179.601
135		DC Combiner 8-2-7	189.404
136		DC Combiner 8-2-8	199.225
137		DC Combiner 8-2-9	209.009
138	Inverter 9-1	DC Combiner 9-1-1	3.952
139		DC Combiner 9-1-2	3.782
140		DC Combiner 9-1-3	13.563
141		DC Combiner 9-1-4	23.565
142		DC Combiner 9-1-5	23.356
143		DC Combiner 9-1-6	33.372
144		DC Combiner 9-1-7	33.143
145		DC Combiner 9-1-8	43.178
146		DC Combiner 9-1-9	43.080
147	Inverter 9-2	DC Combiner 9-2-1	52.979
148		DC Combiner 9-2-2	62.804
149		DC Combiner 9-2-3	152.599
150		DC Combiner 9-2-4	162.418
151		DC Combiner 9-2-5	172.222
152		DC Combiner 9-2-6	182.025
153		DC Combiner 9-2-7	191.732
154		DC Combiner 9-2-8	201.631
155		DC Combiner 10-1-1	131.234
156		DC Combiner 10-1-2	140.460
157		DC Combiner 10-1-3	140.760

	A	B	C
1	From	To	Cable length, m
158	Inverter 10-1	DC Combiner 10-1-4	160.066
159		DC Combiner 10-1-5	169.851
160		DC Combiner 10-1-6	179.654
161		DC Combiner 10-1-7	189.475
162		DC Combiner 10-1-8	209.080
163		DC Combiner 10-1-9	209.262
164	Inverter 10-2	DC Combiner 10-2-1	37.074
165		DC Combiner 10-2-2	46.912
166		DC Combiner 10-2-3	56.716
167		DC Combiner 10-2-4	56.961
168		DC Combiner 10-2-5	66.501
169		DC Combiner 10-2-6	76.287
170		DC Combiner 10-2-7	76.522
171		DC Combiner 10-2-8	86.107
172	DC Combiner 10-2-9	95.910	
173	Inverter 11-1	DC Combiner 11-1-1	87.384
174		DC Combiner 11-1-2	97.178
175		DC Combiner 11-1-3	106.781
176		DC Combiner 11-1-4	106.981
177		DC Combiner 11-1-5	116.802
178		DC Combiner 11-1-6	126.387
179		DC Combiner 11-1-7	126.587
180		DC Combiner 11-1-8	136.389
181		DC Combiner 11-1-9	146.010
182	Inverter 11-2	DC Combiner 11-2-1	144.942
183		DC Combiner 11-2-2	154.545
184		DC Combiner 11-2-3	164.347
185		DC Combiner 11-2-4	164.547
186		DC Combiner 11-2-5	174.368
187		DC Combiner 11-2-6	184.223
188		DC Combiner 11-2-7	184.153
189		DC Combiner 11-2-8	193.756
190	DC Combiner 11-2-9	193.956	
191	Inverter 12-1	DC Combiner 12-1-1	3.524
192		DC Combiner 12-1-2	13.339
193		DC Combiner 12-1-3	23.141
194		DC Combiner 12-1-4	32.744
195		DC Combiner 12-1-5	32.944
196		DC Combiner 12-1-6	42.747
197		DC Combiner 12-1-7	52.550
198		DC Combiner 12-1-8	62.414
199		DC Combiner 12-1-9	72.156
200	Inverter 12-2	DC Combiner 12-2-1	82.184
201		DC Combiner 12-2-2	91.721
202		DC Combiner 12-2-3	91.921
203		DC Combiner 12-2-4	101.742
204		DC Combiner 12-2-5	111.545
205		DC Combiner 12-2-6	121.130
206		DC Combiner 12-2-7	121.348
207		DC Combiner 12-2-8	131.133
208		DC Combiner 12-2-9	140.954
209		DC Combiner 13-1-1	137.373

	A	B	C
1	From	To	Cable length, m
210	Inverter 13-1	DC Combiner 13-1-2	156.797
211		DC Combiner 13-1-3	176.366
212		DC Combiner 13-1-4	186.169
213		DC Combiner 13-1-5	195.972
214		DC Combiner 13-1-6	205.775
215		DC Combiner 13-1-7	215.578
216		DC Combiner 13-1-8	225.380
217		DC Combiner 13-1-9	235.183
218		Inverter 13-2	DC Combiner 13-2-1
219	DC Combiner 13-2-2		107.670
220	DC Combiner 13-2-3		6.931
221	DC Combiner 13-2-4		16.734
222	DC Combiner 13-2-5		36.238
223	DC Combiner 13-2-6		46.142
224	DC Combiner 13-2-7		55.945
225	DC Combiner 13-2-8		65.548
226	DC Combiner 13-2-9		85.354
227	Inverter 14-1	DC Combiner 14-1-1	62.994
228		DC Combiner 14-1-2	72.997
229		DC Combiner 14-1-3	82.781
230		DC Combiner 14-1-4	82.599
231		DC Combiner 14-1-5	92.584
232		DC Combiner 14-1-6	102.515
233		DC Combiner 14-1-7	102.205
234		DC Combiner 14-1-8	261.379
235		DC Combiner 14-1-9	281.011
236	Inverter 14-2	DC Combiner 14-2-1	3.839
237		DC Combiner 14-2-2	13.642
238		DC Combiner 14-2-3	23.463
239		DC Combiner 14-2-4	33.266
240		DC Combiner 14-2-5	43.069
241		DC Combiner 14-2-6	42.851
242		DC Combiner 14-2-7	52.862
243		DC Combiner 14-2-8	62.656
244	Inverter 15-1	DC Combiner 15-1-1	83.086
245		DC Combiner 15-1-2	83.028
246		DC Combiner 15-1-3	92.813
247		DC Combiner 15-1-4	102.616
248		DC Combiner 15-1-5	112.437
249		DC Combiner 15-1-6	122.221
250		DC Combiner 15-1-7	141.818
251		DC Combiner 15-1-8	151.630
252		DC Combiner 15-1-9	161.543
253	Inverter 15-2	DC Combiner 15-2-1	4.114
254		DC Combiner 15-2-2	13.917
255		DC Combiner 15-2-3	23.719
256		DC Combiner 15-2-4	33.522
257		DC Combiner 15-2-5	43.325
258		DC Combiner 15-2-6	53.128
259		DC Combiner 15-2-7	62.949
260		DC Combiner 15-2-8	72.734
261		DC Combiner 16-1-1	150.069

	A	B	C
1	From	To	Cable length, m
262	Inverter 16-1	DC Combiner 16-1-2	159.849
263		DC Combiner 16-1-3	159.617
264		DC Combiner 16-1-4	169.628
265		DC Combiner 16-1-5	179.440
266		DC Combiner 16-1-6	179.240
267		DC Combiner 16-1-7	189.243
268		DC Combiner 16-1-8	199.046
269		DC Combiner 16-1-9	198.827
270		Inverter 16-2	DC Combiner 16-2-1
271	DC Combiner 16-2-2		209.868
272	DC Combiner 16-2-3		219.871
273	DC Combiner 16-2-4		229.692
274	DC Combiner 16-2-5		239.495
275	DC Combiner 16-2-6		249.408
276	DC Combiner 16-2-7		259.083
277	DC Combiner 16-2-8		268.686
278	DC Combiner 16-2-9		352.394
279	Inverter 17-1	DC Combiner 17-1-1	119.945
280		DC Combiner 17-1-2	129.618
281		DC Combiner 17-1-3	139.691
282		DC Combiner 17-1-4	139.421
283		DC Combiner 17-1-5	149.206
284		DC Combiner 17-1-6	159.209
285		DC Combiner 17-1-7	159.036
286		DC Combiner 17-1-8	168.812
287		DC Combiner 17-1-9	178.633
288	Inverter 17-2	DC Combiner 17-2-1	190.419
289		DC Combiner 17-2-2	200.198
290		DC Combiner 17-2-3	210.019
291		DC Combiner 17-2-4	210.201
292		DC Combiner 17-2-5	219.734
293		DC Combiner 17-2-6	229.518
294		DC Combiner 17-2-7	239.348
295		DC Combiner 17-2-8	249.160
296		DC Combiner 17-2-9	258.927
297	Inverter 18-1	DC Combiner 18-1-1	3.897
298		DC Combiner 18-1-2	20.388
299		DC Combiner 18-1-3	40.100
300		DC Combiner 18-1-4	49.884
301		DC Combiner 18-1-5	59.617
302		DC Combiner 18-1-6	69.420
303		DC Combiner 18-1-7	89.026
304		DC Combiner 18-1-8	98.811
305		DC Combiner 18-1-9	108.632
306	Inverter 18-2	DC Combiner 18-2-1	119.906
307		DC Combiner 18-2-2	129.727
308		DC Combiner 18-2-3	139.512
309		DC Combiner 18-2-4	152.908
310		DC Combiner 18-2-5	159.118
311		DC Combiner 18-2-6	168.921
312		DC Combiner 18-2-7	178.732
313		DC Combiner 18-2-8	188.718

	A	B	C
1	From	To	Cable length, m
314		DC Combiner 18-2-9	198.347
315	Inverter 19-1	DC Combiner 19-1-1	4.102
316		DC Combiner 19-1-2	13.763
317		DC Combiner 19-1-3	23.566
318		DC Combiner 19-1-4	33.369
319		DC Combiner 19-1-5	43.172
320		DC Combiner 19-1-6	52.975
321		DC Combiner 19-1-7	62.777
322		DC Combiner 19-1-8	72.580
323		DC Combiner 19-1-9	82.383
324	Inverter 19-2	DC Combiner 19-2-1	92.582
325		DC Combiner 19-2-2	102.367
326		DC Combiner 19-2-3	112.188
327		DC Combiner 19-2-4	121.973
328		DC Combiner 19-2-5	141.597
329		DC Combiner 19-2-6	151.418
330		DC Combiner 19-2-7	161.184
331		DC Combiner 19-2-8	180.878
332		DC Combiner 19-2-9	190.611
333	Inverter 20-1	DC Combiner 20-1-1	3.891
334		DC Combiner 20-1-2	13.694
335		DC Combiner 20-1-3	23.515
336		DC Combiner 20-1-4	33.211
337		DC Combiner 20-1-5	43.121
338		DC Combiner 20-1-6	52.835
339		DC Combiner 20-1-7	62.620
340		DC Combiner 20-1-8	72.441
341		DC Combiner 20-1-9	72.641
342	Inverter 20-2	DC Combiner 20-2-1	81.747
343		DC Combiner 20-2-2	91.550
344		DC Combiner 20-2-3	101.371
345		DC Combiner 20-2-4	111.174
346		DC Combiner 20-2-5	121.047
347		DC Combiner 20-2-6	130.780
348		DC Combiner 20-2-7	130.980
349		DC Combiner 20-2-8	140.582
350		DC Combiner 20-2-9	150.367

	A	B	C	D	E
1	From	To	Cable length +, m	Cable length -, m	Extension, m
2		String 1-1-1-1	2.625	19.829	22.454
3		String 1-1-1-2	0.828	18.032	18.860
4		String 1-1-1-3	21.021	38.225	59.246
5		String 1-1-1-4	19.224	36.428	55.652
6		String 1-1-1-5	39.417	56.621	96.038
7		String 1-1-1-6	37.620	54.824	92.444
8		String 1-1-1-7	57.813	75.017	132.830
9		String 1-1-1-8	56.016	73.220	129.236
10		String 1-1-1-9	76.209	93.413	169.622
11		String 1-1-1-10	74.412	91.616	166.028
12		String 1-1-1-11	94.605	111.809	206.414
13		String 1-1-1-12	92.808	110.012	202.820
14		String 1-1-1-13	113.001	130.205	243.206
15	DC Combiner 1-1-1	String 1-1-1-14	111.204	128.408	239.612
16		String 1-1-1-15	57.671	40.467	98.138
17		String 1-1-1-16	55.874	38.670	94.544
18		String 1-1-1-17	39.275	22.071	61.346
19		String 1-1-1-18	37.478	20.274	57.752
20		String 1-1-1-19	20.879	3.675	24.554
21		String 1-1-1-20	19.082	1.878	20.960
22		String 1-1-1-21	112.859	95.655	208.514
23		String 1-1-1-22	111.062	93.858	204.920
24		String 1-1-1-23	94.463	77.259	171.722
25		String 1-1-1-24	92.666	75.462	168.128
26		String 1-1-1-25	76.067	58.863	134.930
27		String 1-1-1-26	74.270	57.066	131.336
28		String 1-1-2-1	112.840	95.636	208.476
29		String 1-1-2-2	111.044	93.840	204.884
30		String 1-1-2-3	94.444	77.240	171.684
31		String 1-1-2-4	92.648	75.444	168.092
32		String 1-1-2-5	76.048	58.844	134.892
33		String 1-1-2-6	74.252	57.048	131.300
34		String 1-1-2-7	57.652	40.448	98.100
35		String 1-1-2-8	55.856	38.652	94.508
36		String 1-1-2-9	39.256	22.052	61.308
37		String 1-1-2-10	37.460	20.256	57.716
38		String 1-1-2-11	20.860	3.656	24.516
39		String 1-1-2-12	19.064	1.860	20.924
40		String 1-1-2-13	2.606	19.810	22.416
41	DC Combiner 1-1-2	String 1-1-2-14	0.810	18.014	18.824
42		String 1-1-2-15	21.002	38.206	59.208
43		String 1-1-2-16	19.206	36.410	55.616
44		String 1-1-2-17	39.398	56.602	96.000
45		String 1-1-2-18	37.602	54.806	92.408
46		String 1-1-2-19	57.794	74.998	132.792
47		String 1-1-2-20	55.998	73.202	129.200
48		String 1-1-2-21	76.190	93.394	169.584
49		String 1-1-2-22	74.394	91.598	165.992
50		String 1-1-2-23	94.586	111.790	206.376
51		String 1-1-2-24	92.790	109.994	202.784
52		String 1-1-2-25	112.982	130.186	243.168
53		String 1-1-2-26	111.186	128.390	239.576
54		String 1-1-3-1	112.840	95.636	208.476
55		String 1-1-3-2	111.044	93.840	204.884
56		String 1-1-3-3	94.444	77.240	171.684
57		String 1-1-3-4	92.648	75.444	168.092
58		String 1-1-3-5	76.048	58.844	134.892
59		String 1-1-3-6	74.252	57.048	131.300
60		String 1-1-3-7	57.652	40.448	98.100
61		String 1-1-3-8	55.856	38.652	94.508
62		String 1-1-3-9	39.256	22.052	61.308
63		String 1-1-3-10	37.460	20.256	57.716
64		String 1-1-3-11	20.860	3.656	24.516
65		String 1-1-3-12	19.064	1.860	20.924
66		String 1-1-3-13	2.606	19.810	22.416
67	DC Combiner 1-1-3	String 1-1-3-14	0.810	18.014	18.824
68		String 1-1-3-15	21.002	38.206	59.208
69		String 1-1-3-16	19.206	36.410	55.616
70		String 1-1-3-17	39.398	56.602	96.000
71		String 1-1-3-18	37.602	54.806	92.408
72		String 1-1-3-19	57.794	74.998	132.792
73		String 1-1-3-20	55.998	73.202	129.200
74		String 1-1-3-21	76.190	93.394	169.584
75		String 1-1-3-22	74.394	91.598	165.992
76		String 1-1-3-23	94.586	111.790	206.376
77		String 1-1-3-24	92.790	109.994	202.784
78		String 1-1-3-25	112.982	130.186	243.168
79		String 1-1-3-26	111.186	128.390	239.576
80		String 1-1-4-1	112.840	95.636	208.476
81		String 1-1-4-2	111.044	93.840	204.884
82		String 1-1-4-3	94.444	77.240	171.684
83		String 1-1-4-4	92.648	75.444	168.092
84		String 1-1-4-5	76.048	58.844	134.892
85		String 1-1-4-6	74.252	57.048	131.300

	A	B	C	D	E
1	From	To	Cable length +, m	Cable length -, m	Extension, m
86		String 1-1-4-7	57.652	40.448	98.100
87		String 1-1-4-8	55.856	38.652	94.508
88		String 1-1-4-9	39.256	22.052	61.308
89		String 1-1-4-10	37.460	20.256	57.716
90		String 1-1-4-11	20.860	3.656	24.516
91		String 1-1-4-12	19.064	1.860	20.924
92	DC Combiner 1-1-4	String 1-1-4-13	2.606	19.810	22.416
93		String 1-1-4-14	0.810	18.014	18.824
94		String 1-1-4-15	21.002	38.206	59.208
95		String 1-1-4-16	19.206	36.410	55.616
96		String 1-1-4-17	39.398	56.602	96.000
97		String 1-1-4-18	37.602	54.806	92.408
98		String 1-1-4-19	57.794	74.998	132.792
99		String 1-1-4-20	55.998	73.202	129.200
100		String 1-1-4-21	76.190	93.394	169.584
101		String 1-1-4-22	74.394	91.598	165.992
102		String 1-1-4-23	94.586	111.790	206.376
103		String 1-1-4-24	92.790	109.994	202.784
104		String 1-1-4-25	112.982	130.186	243.168
105		String 1-1-4-26	111.186	128.390	239.576
106		String 1-1-5-1	112.840	95.636	208.476
107		String 1-1-5-2	111.044	93.840	204.884
108		String 1-1-5-3	94.444	77.240	171.684
109		String 1-1-5-4	92.648	75.444	168.092
110		String 1-1-5-5	76.048	58.844	134.892
111		String 1-1-5-6	74.252	57.048	131.300
112		String 1-1-5-7	57.652	40.448	98.100
113		String 1-1-5-8	55.856	38.652	94.508
114		String 1-1-5-9	39.256	22.052	61.308
115		String 1-1-5-10	37.460	20.256	57.716
116		String 1-1-5-11	20.860	3.656	24.516
117		String 1-1-5-12	19.064	1.860	20.924
118	DC Combiner 1-1-5	String 1-1-5-13	2.606	19.810	22.416
119		String 1-1-5-14	0.810	18.014	18.824
120		String 1-1-5-15	21.002	38.206	59.208
121		String 1-1-5-16	19.206	36.410	55.616
122		String 1-1-5-17	39.398	56.602	96.000
123		String 1-1-5-18	37.602	54.806	92.408
124		String 1-1-5-19	57.794	74.998	132.792
125		String 1-1-5-20	55.998	73.202	129.200
126		String 1-1-5-21	76.190	93.394	169.584
127		String 1-1-5-22	74.394	91.598	165.992
128		String 1-1-5-23	94.586	111.790	206.376
129		String 1-1-5-24	92.790	109.994	202.784
130		String 1-1-5-25	112.982	130.186	243.168
131		String 1-1-5-26	111.186	128.390	239.576
132		String 1-1-6-1	112.840	95.636	208.476
133		String 1-1-6-2	111.044	93.840	204.884
134		String 1-1-6-3	94.444	77.240	171.684
135		String 1-1-6-4	92.648	75.444	168.092
136		String 1-1-6-5	76.048	58.844	134.892
137		String 1-1-6-6	74.252	57.048	131.300
138		String 1-1-6-7	57.652	40.448	98.100
139		String 1-1-6-8	55.856	38.652	94.508
140		String 1-1-6-9	39.256	22.052	61.308
141		String 1-1-6-10	37.460	20.256	57.716
142		String 1-1-6-11	20.860	3.656	24.516
143		String 1-1-6-12	19.064	1.860	20.924
144	DC Combiner 1-1-6	String 1-1-6-13	2.606	19.810	22.416
145		String 1-1-6-14	0.810	18.014	18.824
146		String 1-1-6-15	21.002	38.206	59.208
147		String 1-1-6-16	19.206	36.410	55.616
148		String 1-1-6-17	39.398	56.602	96.000
149		String 1-1-6-18	37.602	54.806	92.408
150		String 1-1-6-19	57.794	74.998	132.792
151		String 1-1-6-20	55.998	73.202	129.200
152		String 1-1-6-21	76.190	93.394	169.584
153		String 1-1-6-22	74.394	91.598	165.992
154		String 1-1-6-23	94.586	111.790	206.376
155		String 1-1-6-24	92.790	109.994	202.784
156		String 1-1-6-25	112.982	130.186	243.168
157		String 1-1-6-26	111.186	128.390	239.576
158		String 1-1-7-1	112.840	95.636	208.476
159		String 1-1-7-2	111.044	93.840	204.884
160		String 1-1-7-3	94.444	77.240	171.684
161		String 1-1-7-4	92.648	75.444	168.092
162		String 1-1-7-5	76.048	58.844	134.892
163		String 1-1-7-6	74.252	57.048	131.300
164		String 1-1-7-7	57.652	40.448	98.100
165		String 1-1-7-8	55.856	38.652	94.508
166		String 1-1-7-9	39.256	22.052	61.308
167		String 1-1-7-10	37.460	20.256	57.716
168		String 1-1-7-11	20.860	3.656	24.516
169	DC Combiner 1-1-7	String 1-1-7-12	19.064	1.860	20.924

	A	B	C	D	E
1	From	To	Cable length +, m	Cable length -, m	Extension, m
170	DC Combiner 1-1-7	String 1-1-7-13	2.606	19.810	22.416
171		String 1-1-7-14	0.810	18.014	18.824
172		String 1-1-7-15	21.002	38.206	59.208
173		String 1-1-7-16	19.206	36.410	55.616
174		String 1-1-7-17	39.398	56.602	96.000
175		String 1-1-7-18	37.602	54.806	92.408
176		String 1-1-7-19	57.794	74.998	132.792
177		String 1-1-7-20	55.998	73.202	129.200
178		String 1-1-7-21	76.190	93.394	169.584
179		String 1-1-7-22	74.394	91.598	165.992
180		String 1-1-7-23	94.586	111.790	206.376
181		String 1-1-7-24	92.790	109.994	202.784

4. Medições Cablagem Caso B

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Project name: FINAL 1500 V_v1-1_CabosDC.dwg						
3							
4	General information						
5	Total capacity, kWp	49014					
6	Module power, Wp	375					
7	Module quantity	130704					
8	Road length, m.	0					
9	Trench length, m.	6872.515					
10	String quantity	4668					
11	String inverter quantity	26					
12	DC combiner quantity	232					
13	Transformer quantity	13					
14	String cables, m.	653123.541					
15	DC cables (Combiner - Inverter), m.	28154.044 (x2)					
16							
17	Information by area						
18	No.	Default	Modules	Max. pitch, m	Min. pitch, m	Min. inner spc., m	Capacity, kWp
19	1	4668	130704	9.688	9.688	6.185	49014.000
20							
21							
22							
23	Frame preset information						
24	Name	Default					
25	Length, m	1.956					
26	Width, m	0.992					
27	Thickness, m	0.040					
28	Power, Wp	375					
29	Frame type	Fixed-tilt					
30	Module orientation	Portrait					
31	Rows	2					
32	Columns	14					
33	Tilt angle, deg	27					
34	Horizontal gap between modules, m	0.020					
35	Vertical gap between modules, m	0.020					
36	Frame height at lowest point, m	0.500					
37	Frame height at highest point, m	2.321					
38	Frame power, kWp	10.500					
39	Maximum inclination, deg	7					
40							

	A	B	C
1	From	To	Cable length, m
2	Inverter 1-1	DC Combiner 1-1-1	83.837
3		DC Combiner 1-1-2	93.525
4		DC Combiner 1-1-3	93.735
5		DC Combiner 1-1-4	103.250
6		DC Combiner 1-1-5	115.842
7		DC Combiner 1-1-6	122.626
8		DC Combiner 1-1-7	132.278
9		DC Combiner 1-1-8	272.641
10		DC Combiner 1-1-9	301.735
11	Inverter 1-2	DC Combiner 1-2-1	5.467
12		DC Combiner 1-2-2	15.191
13		DC Combiner 1-2-3	24.879
14		DC Combiner 1-2-4	34.567
15		DC Combiner 1-2-5	44.255
16		DC Combiner 1-2-6	53.943
17		DC Combiner 1-2-7	63.631
18		DC Combiner 1-2-8	73.320
19	Inverter 2-1	DC Combiner 2-1-1	5.597
20		DC Combiner 2-1-2	15.304
21		DC Combiner 2-1-3	24.992
22		DC Combiner 2-1-4	34.698
23		DC Combiner 2-1-5	44.434
24		DC Combiner 2-1-6	54.074
25		DC Combiner 2-1-7	73.450
26		DC Combiner 2-1-8	83.138
27		DC Combiner 2-1-9	92.790
28	Inverter 2-2	DC Combiner 2-2-1	101.578
29		DC Combiner 2-2-2	120.954
30		DC Combiner 2-2-3	130.660
31		DC Combiner 2-2-4	140.858
32		DC Combiner 2-2-5	159.730
33		DC Combiner 2-2-6	169.503
34		DC Combiner 2-2-7	230.876
35		DC Combiner 2-2-8	233.878
36		DC Combiner 2-2-9	262.941
37	Inverter 3-1	DC Combiner 3-1-1	211.990
38		DC Combiner 3-1-2	231.366
39		DC Combiner 3-1-3	241.054
40		DC Combiner 3-1-4	260.412
41		DC Combiner 3-1-5	270.179
42		DC Combiner 3-1-6	289.455
43		DC Combiner 3-1-7	308.810
44		DC Combiner 3-1-8	318.519
45		DC Combiner 3-1-9	337.895
46	Inverter 3-2	DC Combiner 3-2-1	203.467
47		DC Combiner 3-2-2	184.112
48		DC Combiner 3-2-3	164.732
49		DC Combiner 3-2-4	56.687
50		DC Combiner 3-2-5	62.332
51		DC Combiner 3-2-6	91.435
52		DC Combiner 3-2-7	120.446
53		DC Combiner 3-2-8	149.524

	A	B	C
1	From	To	Cable length, m
54		DC Combiner 3-2-9	168.900
55	Inverter 4-1	DC Combiner 4-1-1	5.876
56		DC Combiner 4-1-2	15.573
57		DC Combiner 4-1-3	25.261
58		DC Combiner 4-1-4	34.949
59		DC Combiner 4-1-5	44.637
60		DC Combiner 4-1-6	54.325
61		DC Combiner 4-1-7	64.013
62		DC Combiner 4-1-8	73.751
63		DC Combiner 4-1-9	83.421
64	Inverter 4-2	DC Combiner 4-2-1	165.170
65		DC Combiner 4-2-2	184.601
66		DC Combiner 4-2-3	203.978
67		DC Combiner 4-2-4	223.354
68		DC Combiner 4-2-5	242.730
69		DC Combiner 4-2-6	262.031
70		DC Combiner 4-2-7	291.095
71		DC Combiner 4-2-8	93.820
72		DC Combiner 4-2-9	113.654
73	Inverter 5-1	DC Combiner 5-1-1	6.215
74		DC Combiner 5-1-2	15.885
75		DC Combiner 5-1-3	25.591
76		DC Combiner 5-1-4	35.279
77		DC Combiner 5-1-5	44.967
78		DC Combiner 5-1-6	54.656
79		DC Combiner 5-1-7	64.375
80		DC Combiner 5-1-8	74.032
81		DC Combiner 5-1-9	83.702
82	Inverter 5-2	DC Combiner 5-2-1	93.330
83		DC Combiner 5-2-2	103.004
84		DC Combiner 5-2-3	112.765
85		DC Combiner 5-2-4	122.394
86		DC Combiner 5-2-5	132.083
87		DC Combiner 5-2-6	141.771
88		DC Combiner 5-2-7	151.459
89		DC Combiner 5-2-8	161.147
90		DC Combiner 5-2-9	180.541
91	Inverter 6-1	DC Combiner 6-1-1	5.676
92		DC Combiner 6-1-2	15.391
93		DC Combiner 6-1-3	14.254
94		DC Combiner 6-1-4	25.046
95		DC Combiner 6-1-5	34.792
96		DC Combiner 6-1-6	44.428
97		DC Combiner 6-1-7	181.631
98		DC Combiner 6-1-8	201.474
99		DC Combiner 6-1-9	201.223
100	Inverter 6-2	DC Combiner 6-2-1	53.249
101		DC Combiner 6-2-2	62.937
102		DC Combiner 6-2-3	179.779
103		DC Combiner 6-2-4	189.487
104		DC Combiner 6-2-5	208.839
105		DC Combiner 6-2-6	218.657

	A	B	C
1	From	To	Cable length, m
106		DC Combiner 6-2-7	237.975
107		DC Combiner 6-2-8	257.441
108		DC Combiner 6-2-9	266.973
109	Inverter 7-1	DC Combiner 7-1-1	302.074
110		DC Combiner 7-1-2	263.322
111		DC Combiner 7-1-3	214.901
112		DC Combiner 7-1-4	100.721
113		DC Combiner 7-1-5	110.332
114		DC Combiner 7-1-6	119.953
115		DC Combiner 7-1-7	129.762
116		DC Combiner 7-1-8	149.018
117		DC Combiner 7-1-9	158.906
118	Inverter 7-2	DC Combiner 7-2-1	170.854
119		DC Combiner 7-2-2	180.592
120		DC Combiner 7-2-3	190.230
121		DC Combiner 7-2-4	209.802
122		DC Combiner 7-2-5	219.430
123		DC Combiner 7-2-6	228.982
124		DC Combiner 7-2-7	248.611
125		DC Combiner 7-2-8	258.263
126		DC Combiner 7-2-9	267.816
127	Inverter 8-1	DC Combiner 8-1-1	5.533
128		DC Combiner 8-1-2	15.203
129		DC Combiner 8-1-3	24.834
130		DC Combiner 8-1-4	44.267
131		DC Combiner 8-1-5	53.880
132		DC Combiner 8-1-6	63.643
133		DC Combiner 8-1-7	73.349
134		DC Combiner 8-1-8	83.019
135		DC Combiner 8-1-9	92.707
136	Inverter 8-2	DC Combiner 8-2-1	102.376
137		DC Combiner 8-2-2	112.095
138		DC Combiner 8-2-3	121.783
139		DC Combiner 8-2-4	131.426
140		DC Combiner 8-2-5	141.128
141		DC Combiner 8-2-6	160.908
142		DC Combiner 8-2-7	262.860
143		DC Combiner 8-2-8	272.531
144		DC Combiner 8-2-9	291.888
145	Inverter 9-1	DC Combiner 9-1-1	168.352
146		DC Combiner 9-1-2	129.225
147		DC Combiner 9-1-3	109.854
148		DC Combiner 9-1-4	91.642
149		DC Combiner 9-1-5	100.751
150		DC Combiner 9-1-6	120.110
151		DC Combiner 9-1-7	139.622
152		DC Combiner 9-1-8	149.150
153		DC Combiner 9-1-9	172.568
154		DC Combiner 9-2-1	94.236
155		DC Combiner 9-2-2	223.848
156		DC Combiner 9-2-3	233.519
157		DC Combiner 9-2-4	243.136

	A	B	C
1	From	To	Cable length, m
158	Inverter 9-2	DC Combiner 9-2-5	262.583
159		DC Combiner 9-2-6	272.272
160		DC Combiner 9-2-7	291.657
161		DC Combiner 9-2-8	311.060
162		DC Combiner 9-2-9	320.739
163	Inverter 10-1	DC Combiner 10-1-1	6.936
164		DC Combiner 10-1-2	16.642
165		DC Combiner 10-1-3	26.312
166		DC Combiner 10-1-4	26.112
167		DC Combiner 10-1-5	36.018
168		DC Combiner 10-1-6	45.706
169		DC Combiner 10-1-7	55.394
170		DC Combiner 10-1-8	65.064
171		DC Combiner 10-1-9	64.864
172	Inverter 10-2	DC Combiner 10-2-1	74.003
173		DC Combiner 10-2-2	83.682
174		DC Combiner 10-2-3	83.482
175		DC Combiner 10-2-4	93.380
176		DC Combiner 10-2-5	112.738
177		DC Combiner 10-2-6	112.538
178		DC Combiner 10-2-7	122.486
179		DC Combiner 10-2-8	132.175
180		DC Combiner 10-2-9	151.476
181	Inverter 11-1	DC Combiner 11-1-1	5.748
182		DC Combiner 11-1-2	15.486
183		DC Combiner 11-1-3	25.174
184		DC Combiner 11-1-4	34.862
185		DC Combiner 11-1-5	44.550
186		DC Combiner 11-1-6	54.132
187		DC Combiner 11-1-7	63.820
188		DC Combiner 11-1-8	73.508
189		DC Combiner 11-1-9	83.196
190	Inverter 11-2	DC Combiner 11-2-1	92.256
191		DC Combiner 11-2-2	102.032
192		DC Combiner 11-2-3	111.720
193		DC Combiner 11-2-4	121.408
194		DC Combiner 11-2-5	131.096
195		DC Combiner 11-2-6	140.784
196		DC Combiner 11-2-7	150.384
197		DC Combiner 11-2-8	160.072
198	Inverter 12-1	DC Combiner 12-1-1	5.691
199		DC Combiner 12-1-2	15.370
200		DC Combiner 12-1-3	25.058
201		DC Combiner 12-1-4	34.746
202		DC Combiner 12-1-5	44.434
203		DC Combiner 12-1-6	54.429
204		DC Combiner 12-1-7	73.517
205		DC Combiner 12-1-8	83.187
206		DC Combiner 12-1-9	92.875
207		DC Combiner 12-2-1	102.624
208		DC Combiner 12-2-2	112.312
209		DC Combiner 12-2-3	122.033

	A	B	C
1	From	To	Cable length, m
210	Inverter 12-2	DC Combiner 12-2-4	131.688
211		DC Combiner 12-2-5	151.064
212		DC Combiner 12-2-6	160.761
213		DC Combiner 12-2-7	170.528
214		DC Combiner 12-2-8	180.128
215		DC Combiner 12-2-9	189.816
216	Inverter 13-1	DC Combiner 13-1-1	27.143
217		DC Combiner 13-1-2	7.786
218		DC Combiner 13-1-3	6.842
219		DC Combiner 13-1-4	26.125
220		DC Combiner 13-1-5	45.501
221		DC Combiner 13-1-6	55.189
222		DC Combiner 13-1-7	64.877
223		DC Combiner 13-1-8	74.565
224		DC Combiner 13-1-9	103.812
225	Inverter 13-2	DC Combiner 13-2-1	35.869
226		DC Combiner 13-2-2	45.538
227		DC Combiner 13-2-3	58.673
228		DC Combiner 13-2-4	74.621
229		DC Combiner 13-2-5	84.309
230		DC Combiner 13-2-6	103.667
231		DC Combiner 13-2-7	113.373
232		DC Combiner 13-2-8	132.731
233		DC Combiner 13-2-9	142.419

	A	B	C	D	E
1	From	To	Cable length +, m	Cable length -, m	Extension, m
2		String 1-1-1-1	31.425	29.665	61.090
3		String 1-1-1-2	16.927	15.167	32.094
4		String 1-1-1-3	60.421	58.661	119.082
5		String 1-1-1-4	45.923	44.163	90.086
6		String 1-1-1-5	103.915	102.155	206.070
7		String 1-1-1-6	89.417	87.657	177.074
8		String 1-1-1-7	74.919	73.159	148.078
9		String 1-1-1-8	161.907	160.147	322.054
10		String 1-1-1-9	147.409	145.649	293.058
11	DC Combiner 1-1-1	String 1-1-1-10	132.911	131.151	264.062
12		String 1-1-1-11	118.413	116.653	235.066
13		String 1-1-1-12	166.595	168.355	334.950
14		String 1-1-1-13	152.097	153.857	305.954
15		String 1-1-1-14	137.599	139.359	276.958
16		String 1-1-1-15	123.101	124.861	247.962
17		String 1-1-1-16	108.603	110.363	218.966
18		String 1-1-1-17	2.571	0.811	3.382
19		String 1-1-1-18	17.069	15.309	32.378
20		String 1-1-1-19	31.567	29.807	61.374
21		String 1-1-1-20	46.065	44.305	90.370
22		String 1-1-2-1	60.563	58.803	119.366
23		String 1-1-2-2	75.061	73.301	148.362
24		String 1-1-2-3	89.559	87.799	177.358
25		String 1-1-2-4	104.057	102.297	206.354
26		String 1-1-2-5	118.555	116.795	235.350
27		String 1-1-2-6	133.053	131.293	264.346
28		String 1-1-2-7	147.551	145.791	293.342
29		String 1-1-2-8	66.651	68.411	135.062
30		String 1-1-2-9	81.149	82.909	164.058
31	DC Combiner 1-1-2	String 1-1-2-10	95.647	97.407	193.054
32		String 1-1-2-11	110.145	111.905	222.050
33		String 1-1-2-12	124.643	126.403	251.046
34		String 1-1-2-13	139.141	140.901	280.042
35		String 1-1-2-14	153.639	155.399	309.038
36		String 1-1-2-15	168.137	169.897	338.034
37		String 1-1-2-16	2.571	0.811	3.382
38		String 1-1-2-17	17.069	15.309	32.378
39		String 1-1-2-18	31.567	29.807	61.374
40		String 1-1-2-19	46.065	44.305	90.370
41		String 1-1-2-20	16.927	15.167	32.094
42		String 1-1-3-1	59.212	57.451	116.663
43		String 1-1-3-2	44.714	42.953	87.667
44		String 1-1-3-3	30.216	28.455	58.671
45		String 1-1-3-4	175.196	173.435	348.631
46		String 1-1-3-5	160.698	158.937	319.635
47		String 1-1-3-6	146.200	144.439	290.639
48		String 1-1-3-7	131.702	129.941	261.643
49		String 1-1-3-8	117.204	115.443	232.647
50		String 1-1-3-9	102.706	100.945	203.651
51	DC Combiner 1-1-3	String 1-1-3-10	88.208	86.447	174.655
52		String 1-1-3-11	73.710	71.949	145.659
53		String 1-1-3-12	144.833	146.594	291.427
54		String 1-1-3-13	130.335	132.096	262.431
55		String 1-1-3-14	115.837	117.598	233.435
56		String 1-1-3-15	101.339	103.100	204.439
57		String 1-1-3-16	86.841	88.602	175.443
58		String 1-1-3-17	72.343	74.104	146.447
59		String 1-1-3-18	57.845	59.606	117.451
60		String 1-1-3-19	43.347	45.108	88.455
61		String 1-1-3-20	28.849	30.610	59.459
62		String 1-1-4-1	15.266	17.026	32.292
63		String 1-1-4-2	29.764	31.524	61.288
64		String 1-1-4-3	44.262	46.022	90.284
65		String 1-1-4-4	58.760	60.520	119.280
66		String 1-1-4-5	73.258	75.018	148.276
67		String 1-1-4-6	87.756	89.516	177.272
68		String 1-1-4-7	102.254	104.014	206.268
69		String 1-1-4-8	116.752	118.512	235.264
70		String 1-1-4-9	131.250	133.010	264.260
71	DC Combiner 1-1-4	String 1-1-4-10	145.748	147.508	293.256
72		String 1-1-4-11	2.535	0.774	3.309
73		String 1-1-4-12	17.033	15.272	32.305
74		String 1-1-4-13	31.531	29.770	61.301
75		String 1-1-4-14	46.029	44.268	90.297
76		String 1-1-4-15	60.527	58.766	119.293
77		String 1-1-4-16	75.025	73.264	148.289
78		String 1-1-4-17	89.523	87.762	177.285
79		String 1-1-4-18	104.021	102.260	206.281
80		String 1-1-4-19	118.519	116.758	235.277
81		String 1-1-4-20	133.017	131.256	264.273
82		String 1-1-5-1	191.076	192.837	383.913
83		String 1-1-5-2	176.578	178.339	354.917
84		String 1-1-5-3	162.080	163.841	325.921
85		String 1-1-5-4	172.465	170.704	343.169

	A	B	C	D	E
1	From	To	Cable length +, m	Cable length -, m	Extension, m
86		String 1-1-5-5	157.967	156.206	314.173
87		String 1-1-5-6	143.469	141.708	285.177
88		String 1-1-5-7	183.633	185.394	369.027
89		String 1-1-5-8	169.135	170.896	340.031
90		String 1-1-5-9	154.637	156.398	311.035
91	DC Combiner 1-1-5	String 1-1-5-10	147.582	149.343	296.925
92		String 1-1-5-11	133.084	134.845	267.929
93		String 1-1-5-12	128.971	127.210	256.181
94		String 1-1-5-13	114.473	112.712	227.185
95		String 1-1-5-14	99.975	98.214	198.189
96		String 1-1-5-15	85.477	83.716	169.193
97		String 1-1-5-16	70.979	69.218	140.197
98		String 1-1-5-17	56.481	54.720	111.201
99		String 1-1-5-18	41.983	40.222	82.205
100		String 1-1-5-19	27.485	25.724	53.209
101		String 1-1-5-20	12.987	11.226	24.213
102	DC Combiner 1-1-6	String 1-1-6-1	87.756	89.516	177.272
103		String 1-1-6-2	102.254	104.014	206.268
104		String 1-1-6-3	116.752	118.512	235.264
105		String 1-1-6-4	131.250	133.010	264.260
106		String 1-1-6-5	46.029	44.268	90.297
107		String 1-1-6-6	60.527	58.766	119.293
108		String 1-1-6-7	75.025	73.264	148.289
109		String 1-1-6-8	89.523	87.762	177.285
110		String 1-1-6-9	104.021	102.260	206.281
111		String 1-1-6-10	118.519	116.758	235.277
112		String 1-1-6-11	2.535	0.774	3.309
113		String 1-1-6-12	17.033	15.272	32.305
114		String 1-1-6-13	31.531	29.770	61.301
115		String 1-1-6-14	103.879	102.118	205.997
116		String 1-1-6-15	89.381	87.620	177.001
117		String 1-1-6-16	74.883	73.122	148.005
118		String 1-1-6-17	60.385	58.624	119.009
119		String 1-1-6-18	45.887	44.126	90.013
120	String 1-1-6-19	31.389	29.628	61.017	
121		String 1-1-6-20	16.891	15.130	32.021
122	DC Combiner 1-1-7	String 1-1-7-1	2.571	0.811	3.382
123		String 1-1-7-2	17.069	15.309	32.378
124		String 1-1-7-3	31.567	29.807	61.374
125		String 1-1-7-4	46.065	44.305	90.370
126		String 1-1-7-5	60.563	58.803	119.366
127		String 1-1-7-6	176.405	174.645	351.050
128		String 1-1-7-7	161.907	160.147	322.054
129		String 1-1-7-8	147.409	145.649	293.058
130		String 1-1-7-9	132.911	131.151	264.062
131		String 1-1-7-10	118.413	116.653	235.066
132		String 1-1-7-11	103.915	102.155	206.070
133		String 1-1-7-12	89.417	87.657	177.074
134		String 1-1-7-13	74.919	73.159	148.078
135		String 1-1-7-14	60.421	58.661	119.082
136		String 1-1-7-15	45.923	44.163	90.086
137		String 1-1-7-16	31.425	29.665	61.090
138		String 1-1-7-17	16.927	15.167	32.094
139		String 1-1-7-18	189.353	191.114	380.467
140	String 1-1-7-19	203.851	205.612	409.463	
141		String 1-1-7-20	218.349	220.110	438.459
142	DC Combiner 1-1-8	String 1-1-8-1	45.817	44.056	89.873
143		String 1-1-8-2	31.319	29.558	60.877
144		String 1-1-8-3	16.821	15.060	31.881
145		String 1-1-8-4	2.465	0.704	3.169
146		String 1-1-8-5	16.963	15.202	32.165
147		String 1-1-8-6	31.461	29.700	61.161
148		String 1-1-8-7	67.164	68.924	136.088
149		String 1-1-8-8	52.666	54.426	107.092
150		String 1-1-8-9	38.168	39.928	78.096
151		String 1-1-8-10	23.670	25.430	49.100
152		String 1-1-8-11	20.078	21.838	41.916
153		String 1-1-8-12	34.576	36.336	70.912
154		String 1-1-8-13	49.074	50.834	99.908
155		String 1-1-8-14	63.572	65.332	128.904
156		String 1-1-8-15	78.070	79.830	157.900
157		String 1-1-8-16	28.476	30.236	58.712
158		String 1-1-8-17	34.648	36.408	71.056
159		String 1-1-8-18	49.146	50.906	100.052
160	String 1-1-8-19	63.644	65.404	129.048	
161		String 1-1-8-20	78.142	79.902	158.044
162	DC Combiner 1-1-9	String 1-1-9-1	68.894	70.655	139.549
163		String 1-1-9-2	54.396	56.157	110.553
164		String 1-1-9-3	39.898	41.659	81.557
165		String 1-1-9-4	25.400	27.161	52.561
166		String 1-1-9-5	57.242	59.003	116.245
167		String 1-1-9-6	42.744	44.505	87.249
168		String 1-1-9-7	28.246	30.007	58.253
169		String 1-1-9-8	16.010	17.770	33.780

	A	B	C	D	E
1	From	To	Cable length +, m	Cable length -, m	Extension, m
170		String 1-1-9-9	30.508	32.268	62.776
171	DC Combiner 1-1-9	String 1-1-9-10	45.006	46.766	91.772
172		String 1-1-9-11	45.923	44.163	90.086
173		String 1-1-9-12	31.425	29.665	61.090
174		String 1-1-9-13	16.927	15.167	32.094
175		String 1-1-9-14	2.571	0.811	3.382
176		String 1-1-9-15	17.069	15.309	32.378
177		String 1-1-9-16	31.567	29.807	61.374
178		String 1-1-9-17	46.065	44.305	90.370
179		String 1-1-9-18	55.493	57.253	112.746
180		String 1-1-9-19	40.995	42.755	83.750
181		String 1-1-9-20	26.497	28.257	54.754
182	DC Combiner 1-2-1	String 1-2-1-1	132.911	131.151	264.062
183		String 1-2-1-2	118.413	116.653	235.066
184		String 1-2-1-3	103.915	102.155	206.070
185		String 1-2-1-4	89.417	87.657	177.074
186		String 1-2-1-5	74.919	73.159	148.078
187		String 1-2-1-6	60.421	58.661	119.082
188		String 1-2-1-7	45.923	44.163	90.086
189		String 1-2-1-8	31.425	29.665	61.090
190		String 1-2-1-9	16.927	15.167	32.094
191		String 1-2-1-10	161.907	160.147	322.054
192		String 1-2-1-11	147.409	145.649	293.058
193		String 1-2-1-12	46.065	44.305	90.370
194		String 1-2-1-13	60.563	58.803	119.366
195		String 1-2-1-14	75.061	73.301	148.362
196		String 1-2-1-15	89.559	87.799	177.358
197		String 1-2-1-16	104.057	102.297	206.354
198		String 1-2-1-17	118.555	116.795	235.350
199		String 1-2-1-18	133.053	131.293	264.346
200		String 1-2-1-19	147.551	145.791	293.342
201		String 1-2-1-20	162.049	160.289	322.338
202		String 1-2-1-21	2.571	0.811	3.382
203		String 1-2-1-22	17.069	15.309	32.378
204		String 1-2-1-23	31.567	29.807	61.374
205	DC Combiner 1-2-2	String 1-2-2-1	161.871	160.110	321.981
206		String 1-2-2-2	147.373	145.612	292.985
207		String 1-2-2-3	132.875	131.114	263.989
208		String 1-2-2-4	118.377	116.616	234.993
209		String 1-2-2-5	103.879	102.118	205.997
210		String 1-2-2-6	89.381	87.620	177.001
211		String 1-2-2-7	74.883	73.122	148.005
212		String 1-2-2-8	60.385	58.624	119.009
213		String 1-2-2-9	45.887	44.126	90.013
214		String 1-2-2-10	31.389	29.628	61.017
215		String 1-2-2-11	16.891	15.130	32.021
216		String 1-2-2-12	2.535	0.774	3.309
217		String 1-2-2-13	17.033	15.272	32.305
218	String 1-2-2-14	31.531	29.770	61.301	
219	String 1-2-2-15	46.029	44.268	90.297	
220	String 1-2-2-16	60.527	58.766	119.293	
221	String 1-2-2-17	75.025	73.264	148.289	
222	String 1-2-2-18	89.523	87.762	177.285	
223	String 1-2-2-19	104.021	102.260	206.281	
224	String 1-2-2-20	118.519	116.758	235.277	
225	String 1-2-2-21	133.017	131.256	264.273	
226	String 1-2-2-22	147.515	145.754	293.269	
227	String 1-2-2-23	162.013	160.252	322.265	
228	DC Combiner 1-2-3	String 1-2-3-1	161.871	160.110	321.981
229		String 1-2-3-2	147.373	145.612	292.985
230		String 1-2-3-3	132.875	131.114	263.989
231		String 1-2-3-4	118.377	116.616	234.993
232		String 1-2-3-5	103.879	102.118	205.997
233		String 1-2-3-6	89.381	87.620	177.001
234		String 1-2-3-7	74.883	73.122	148.005
235		String 1-2-3-8	60.385	58.624	119.009
236		String 1-2-3-9	45.887	44.126	90.013
237		String 1-2-3-10	31.389	29.628	61.017
238		String 1-2-3-11	16.891	15.130	32.021
239		String 1-2-3-12	2.535	0.774	3.309
240		String 1-2-3-13	17.033	15.272	32.305
241	String 1-2-3-14	31.531	29.770	61.301	
242	String 1-2-3-15	46.029	44.268	90.297	
243	String 1-2-3-16	60.527	58.766	119.293	
244	String 1-2-3-17	75.025	73.264	148.289	
245	String 1-2-3-18	89.523	87.762	177.285	
246	String 1-2-3-19	104.021	102.260	206.281	
247	String 1-2-3-20	118.519	116.758	235.277	
248	String 1-2-3-21	133.017	131.256	264.273	
249	String 1-2-3-22	147.515	145.754	293.269	
250	String 1-2-3-23	162.013	160.252	322.265	
251	DC Combiner 1-2-4	String 1-2-4-1	161.871	160.110	321.981
252		String 1-2-4-2	147.373	145.612	292.985
253		String 1-2-4-3	132.875	131.114	263.989

1	A	B	C	D	E
	From	To	Cable length +, m	Cable length -, m	Extension, m
254		String 1-2-4-4	118.377	116.616	234.993
255		String 1-2-4-5	103.879	102.118	205.997
256		String 1-2-4-6	89.381	87.620	177.001
257		String 1-2-4-7	74.883	73.122	148.005
258		String 1-2-4-8	60.385	58.624	119.009
259		String 1-2-4-9	45.887	44.126	90.013
260		String 1-2-4-10	31.389	29.628	61.017
261		String 1-2-4-11	16.891	15.130	32.021
262	DC Combiner 1-2-4	String 1-2-4-12	2.535	0.774	3.309
263		String 1-2-4-13	17.033	15.272	32.305
264		String 1-2-4-14	31.531	29.770	61.301
265		String 1-2-4-15	46.029	44.268	90.297
266		String 1-2-4-16	60.527	58.766	119.293
267		String 1-2-4-17	75.025	73.264	148.289
268		String 1-2-4-18	89.523	87.762	177.285
269		String 1-2-4-19	104.021	102.260	206.281
270		String 1-2-4-20	118.519	116.758	235.277
271		String 1-2-4-21	133.017	131.256	264.273
272		String 1-2-4-22	147.515	145.754	293.269
273		String 1-2-4-23	162.013	160.252	322.265
274		String 1-2-5-1	161.871	160.110	321.981
275		String 1-2-5-2	147.373	145.612	292.985
276		String 1-2-5-3	132.875	131.114	263.989
277		String 1-2-5-4	118.377	116.616	234.993
278		String 1-2-5-5	103.879	102.118	205.997
279		String 1-2-5-6	89.381	87.620	177.001
280		String 1-2-5-7	74.883	73.122	148.005
281		String 1-2-5-8	60.385	58.624	119.009
282		String 1-2-5-9	45.887	44.126	90.013
283		String 1-2-5-10	31.389	29.628	61.017
284		String 1-2-5-11	16.891	15.130	32.021
285	DC Combiner 1-2-5	String 1-2-5-12	2.535	0.774	3.309
286		String 1-2-5-13	17.033	15.272	32.305
287		String 1-2-5-14	31.531	29.770	61.301
288		String 1-2-5-15	46.029	44.268	90.297
289		String 1-2-5-16	60.527	58.766	119.293
290		String 1-2-5-17	75.025	73.264	148.289
291		String 1-2-5-18	89.523	87.762	177.285
292		String 1-2-5-19	104.021	102.260	206.281
293		String 1-2-5-20	118.519	116.758	235.277
294		String 1-2-5-21	133.017	131.256	264.273
295		String 1-2-5-22	147.515	145.754	293.269
296		String 1-2-5-23	162.013	160.252	322.265
297		String 1-2-6-1	161.871	160.110	321.981
298		String 1-2-6-2	147.373	145.612	292.985
299		String 1-2-6-3	132.875	131.114	263.989
300		String 1-2-6-4	118.377	116.616	234.993
301		String 1-2-6-5	103.879	102.118	205.997
302		String 1-2-6-6	89.381	87.620	177.001
303		String 1-2-6-7	74.883	73.122	148.005
304		String 1-2-6-8	60.385	58.624	119.009
305		String 1-2-6-9	45.887	44.126	90.013
306		String 1-2-6-10	31.389	29.628	61.017
307		String 1-2-6-11	16.891	15.130	32.021
308	DC Combiner 1-2-6	String 1-2-6-12	2.535	0.774	3.309
309		String 1-2-6-13	17.033	15.272	32.305
310		String 1-2-6-14	31.531	29.770	61.301
311		String 1-2-6-15	46.029	44.268	90.297
312		String 1-2-6-16	60.527	58.766	119.293
313		String 1-2-6-17	75.025	73.264	148.289
314		String 1-2-6-18	89.523	87.762	177.285
315		String 1-2-6-19	104.021	102.260	206.281
316		String 1-2-6-20	118.519	116.758	235.277
317		String 1-2-6-21	133.017	131.256	264.273
318		String 1-2-6-22	147.515	145.754	293.269
319		String 1-2-6-23	162.013	160.252	322.265
320		String 1-2-7-1	161.871	160.110	321.981
321		String 1-2-7-2	147.373	145.612	292.985
322		String 1-2-7-3	132.875	131.114	263.989
323		String 1-2-7-4	118.377	116.616	234.993
324		String 1-2-7-5	103.879	102.118	205.997
325		String 1-2-7-6	89.381	87.620	177.001
326		String 1-2-7-7	74.883	73.122	148.005
327		String 1-2-7-8	60.385	58.624	119.009
328		String 1-2-7-9	45.887	44.126	90.013
329		String 1-2-7-10	31.389	29.628	61.017
330		String 1-2-7-11	16.891	15.130	32.021
331	DC Combiner 1-2-7	String 1-2-7-12	2.535	0.774	3.309
332		String 1-2-7-13	17.033	15.272	32.305
333		String 1-2-7-14	31.531	29.770	61.301
334		String 1-2-7-15	46.029	44.268	90.297
335		String 1-2-7-16	60.527	58.766	119.293
336		String 1-2-7-17	75.025	73.264	148.289
337		String 1-2-7-18	89.523	87.762	177.285

	A	B	C	D	E
1	From	To	Cable length +, m	Cable length -, m	Extension, m
338		String 1-2-7-19	104.021	102.260	206.281
339		String 1-2-7-20	118.519	116.758	235.277
340		String 1-2-7-21	133.017	131.256	264.273
341		String 1-2-7-22	147.515	145.754	293.269
342		String 1-2-7-23	162.013	160.252	322.265
343		String 1-2-8-1	89.381	87.620	177.001
344		String 1-2-8-2	74.883	73.122	148.005
345		String 1-2-8-3	60.385	58.624	119.009
346		String 1-2-8-4	45.887	44.126	90.013
347		String 1-2-8-5	31.389	29.628	61.017
348		String 1-2-8-6	16.891	15.130	32.021
349		String 1-2-8-7	2.535	0.774	3.309
350		String 1-2-8-8	17.033	15.272	32.305
351		String 1-2-8-9	31.531	29.770	61.301
352	DC Combiner 1-2-8	String 1-2-8-10	46.029	44.268	90.297
353		String 1-2-8-11	60.527	58.766	119.293
354		String 1-2-8-12	75.025	73.264	148.289
355		String 1-2-8-13	89.523	87.762	177.285
356		String 1-2-8-14	104.021	102.260	206.281
357		String 1-2-8-15	118.519	116.758	235.277
358		String 1-2-8-16	133.017	131.256	264.273
359		String 1-2-8-17	147.515	145.754	293.269
360		String 1-2-8-18	162.013	160.252	322.265

5. Cálculos Cablagem Caso A

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
2	CF				CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO																	
3	ST	I _{SC} (Painel)	I _{mpp} (Painel)	V _{mpp} (Painel)	L _{Cabo1}	Designaç ão do Cabo	S _{Cabo1}	I _z	Método de Refª	k1	k2	k3	I _{z'}	I _{SC} x 1,25	I _n	I ₂ = I _n x 1,90	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _{z'}	I ₂ ≤ 1,45 x I _{z'}	R _{Cabo1} (70°C)	V _{mppst}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)
4	String 1-1-1-1	9.70	9.26	40.50	22.454		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.843	0.116
5	String 1-1-1-2	9.70	9.26	40.50	18.860		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.708	0.097
6	String 1-1-1-3	9.70	9.26	40.50	59.246		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.225	0.305
7	String 1-1-1-4	9.70	9.26	40.50	55.652		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.090	0.287
8	String 1-1-1-5	9.70	9.26	40.50	96.038		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.607	0.495
9	String 1-1-1-6	9.70	9.26	40.50	92.444		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.472	0.476
10	String 1-1-1-7	9.70	9.26	40.50	132.830		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.989	0.684
11	String 1-1-1-8	9.70	9.26	40.50	129.236		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.854	0.666
12	String 1-1-1-9	9.70	9.26	40.50	169.622		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.371	0.874
13	String 1-1-1-10	9.70	9.26	40.50	166.028		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.236	0.855
14	String 1-1-1-11	9.70	9.26	40.50	206.414		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.753	1.063
15	String 1-1-1-12	9.70	9.26	40.50	202.820		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.618	1.045
16	String 1-1-1-13	9.70	9.26	40.50	243.206		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	9.134	1.253
17	String 1-1-1-14	9.70	9.26	40.50	239.612		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	8.999	1.234
18	String 1-1-1-15	9.70	9.26	40.50	98.138		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.686	0.506
19	String 1-1-1-16	9.70	9.26	40.50	94.544		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.551	0.487
20	String 1-1-1-17	9.70	9.26	40.50	61.346		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.304	0.316
21	String 1-1-1-18	9.70	9.26	40.50	57.752		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.169	0.298
22	String 1-1-1-19	9.70	9.26	40.50	24.554		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.922	0.127
23	String 1-1-1-20	9.70	9.26	40.50	20.960		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.787	0.108
24	String 1-1-1-21	9.70	9.26	40.50	208.514		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.831	1.074
25	String 1-1-1-22	9.70	9.26	40.50	204.920		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.697	1.056
26	String 1-1-1-23	9.70	9.26	40.50	171.722		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.450	0.885
27	String 1-1-1-24	9.70	9.26	40.50	168.128		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.315	0.866
28	String 1-1-1-25	9.70	9.26	40.50	134.930		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.068	0.695
29	String 1-1-1-26	9.70	9.26	40.50	131.336		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.933	0.677
30	String 1-1-2-1	9.70	9.26	40.50	208.476		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.830	1.074
31	String 1-1-2-2	9.70	9.26	40.50	204.884		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.695	1.056
32	String 1-1-2-3	9.70	9.26	40.50	171.684		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.448	0.885
33	String 1-1-2-4	9.70	9.26	40.50	168.092		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.313	0.866
34	String 1-1-2-5	9.70	9.26	40.50	134.892		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.066	0.695
35	String 1-1-2-6	9.70	9.26	40.50	131.300		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.931	0.676
36	String 1-1-2-7	9.70	9.26	40.50	98.100		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.684	0.505
37	String 1-1-2-8	9.70	9.26	40.50	94.508		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.550	0.487
38	String 1-1-2-9	9.70	9.26	40.50	61.308		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.303	0.316
39	String 1-1-2-10	9.70	9.26	40.50	57.716		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.168	0.297
40	String 1-1-2-11	9.70	9.26	40.50	24.516		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.921	0.126
41	String 1-1-2-12	9.70	9.26	40.50	20.924		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.786	0.108
42	String 1-1-2-13	9.70	9.26	40.50	22.416		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.842	0.115
43	String 1-1-2-14	9.70	9.26	40.50	18.824		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.707	0.097
44	String 1-1-2-15	9.70	9.26	40.50	59.208		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.224	0.305
45	String 1-1-2-16	9.70	9.26	40.50	55.616		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.089	0.287
46	String 1-1-2-17	9.70	9.26	40.50	96.000		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.606	0.495
47	String 1-1-2-18	9.70	9.26	40.50	92.408		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.471	0.476
48	String 1-1-2-19	9.70	9.26	40.50	132.792		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.987	0.684
49	String 1-1-2-20	9.70	9.26	40.50	129.200		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.853	0.666

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
2	CF					CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO																
3	ST	I _{SC} (Painel)	I _{mpp} (Painel)	V _{mpp} (Painel)	L _{Cabo1}	Designaç ão do Cabo	S _{cabo1}	I _z	Método de Refª	k1	k2	k3	I _{z'}	I _{SC} x 1,25	I _n	I ₂ = I _n x 1,90	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _{z'}	I ₂ ≤ 1,45 x I _{z'}	R _{cabo1} (70°C)	V _{mppst}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)
50	String 1-1-2-21	9.70	9.26	40.50	169.584		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.369	0.874
51	String 1-1-2-22	9.70	9.26	40.50	165.992		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.234	0.855
52	String 1-1-2-23	9.70	9.26	40.50	206.376		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.751	1.063
53	String 1-1-2-24	9.70	9.26	40.50	202.784		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.616	1.045
54	String 1-1-2-25	9.70	9.26	40.50	243.168		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	9.133	1.253
55	String 1-1-2-26	9.70	9.26	40.50	239.576		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	8.998	1.234
56	String 1-1-3-1	9.70	9.26	40.50	208.476		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.830	1.074
57	String 1-1-3-2	9.70	9.26	40.50	204.884		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.695	1.056
58	String 1-1-3-3	9.70	9.26	40.50	171.684		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.448	0.885
59	String 1-1-3-4	9.70	9.26	40.50	168.092		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.313	0.866
60	String 1-1-3-5	9.70	9.26	40.50	134.892		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.066	0.695
61	String 1-1-3-6	9.70	9.26	40.50	131.300		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.931	0.676
62	String 1-1-3-7	9.70	9.26	40.50	98.100		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.684	0.505
63	String 1-1-3-8	9.70	9.26	40.50	94.508		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.550	0.487
64	String 1-1-3-9	9.70	9.26	40.50	61.308		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.303	0.316
65	String 1-1-3-10	9.70	9.26	40.50	57.716		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.168	0.297
66	String 1-1-3-11	9.70	9.26	40.50	24.516		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.921	0.126
67	String 1-1-3-12	9.70	9.26	40.50	20.924		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.786	0.108
68	String 1-1-3-13	9.70	9.26	40.50	22.416		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.842	0.115
69	String 1-1-3-14	9.70	9.26	40.50	18.824		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.707	0.097
70	String 1-1-3-15	9.70	9.26	40.50	59.208		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.224	0.305
71	String 1-1-3-16	9.70	9.26	40.50	55.616		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.089	0.287
72	String 1-1-3-17	9.70	9.26	40.50	96.000		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.606	0.495
73	String 1-1-3-18	9.70	9.26	40.50	92.408		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.471	0.476
74	String 1-1-3-19	9.70	9.26	40.50	132.792		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.987	0.684
75	String 1-1-3-20	9.70	9.26	40.50	129.200		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.853	0.666
76	String 1-1-3-21	9.70	9.26	40.50	169.584		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.369	0.874
77	String 1-1-3-22	9.70	9.26	40.50	165.992		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.234	0.855
78	String 1-1-3-23	9.70	9.26	40.50	206.376		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.751	1.063
79	String 1-1-3-24	9.70	9.26	40.50	202.784		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.616	1.045
80	String 1-1-3-25	9.70	9.26	40.50	243.168		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	9.133	1.253
81	String 1-1-3-26	9.70	9.26	40.50	239.576		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	8.998	1.234
82	String 1-1-4-1	9.70	9.26	40.50	208.476		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.830	1.074
83	String 1-1-4-2	9.70	9.26	40.50	204.884		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.695	1.056
84	String 1-1-4-3	9.70	9.26	40.50	171.684		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.448	0.885
85	String 1-1-4-4	9.70	9.26	40.50	168.092		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.313	0.866
86	String 1-1-4-5	9.70	9.26	40.50	134.892		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.066	0.695
87	String 1-1-4-6	9.70	9.26	40.50	131.300		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.931	0.676
88	String 1-1-4-7	9.70	9.26	40.50	98.100		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.684	0.505
89	String 1-1-4-8	9.70	9.26	40.50	94.508		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.550	0.487
90	String 1-1-4-9	9.70	9.26	40.50	61.308		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.303	0.316
91	String 1-1-4-10	9.70	9.26	40.50	57.716		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.168	0.297
92	String 1-1-4-11	9.70	9.26	40.50	24.516		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.921	0.126
93	String 1-1-4-12	9.70	9.26	40.50	20.924		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.786	0.108
94	String 1-1-4-13	9.70	9.26	40.50	22.416		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.842	0.115
95	String 1-1-4-14	9.70	9.26	40.50	18.824		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.707	0.097

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
2	CF				CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO																	
3	ST	I _{SC} (Painel)	I _{mpp} (Painel)	V _{mpp} (Painel)	L _{Cabo1}	Designaç ão do Cabo	S _{Cabo1}	I _z	Método de Refª	k1	k2	k3	I _{z'}	I _{SC} x 1,25	I _n	I ₂ = I _n x 1,90	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _{z'}	I ₂ ≤ 1,45 x I _{z'}	R _{Cabo1} (70°C)	V _{mppst}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)
96	String 1-1-4-15	9.70	9.26	40.50	59.208		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.224	0.305
97	String 1-1-4-16	9.70	9.26	40.50	55.616		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.089	0.287
98	String 1-1-4-17	9.70	9.26	40.50	96.000		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.606	0.495
99	String 1-1-4-18	9.70	9.26	40.50	92.408		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.471	0.476
100	String 1-1-4-19	9.70	9.26	40.50	132.792		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.987	0.684
101	String 1-1-4-20	9.70	9.26	40.50	129.200		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.853	0.666
102	String 1-1-4-21	9.70	9.26	40.50	169.584		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.369	0.874
103	String 1-1-4-22	9.70	9.26	40.50	165.992		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.234	0.855
104	String 1-1-4-23	9.70	9.26	40.50	206.376		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.751	1.063
105	String 1-1-4-24	9.70	9.26	40.50	202.784		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.616	1.045
106	String 1-1-4-25	9.70	9.26	40.50	243.168		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	9.133	1.253
107	String 1-1-4-26	9.70	9.26	40.50	239.576		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	8.998	1.234
108	String 1-1-5-1	9.70	9.26	40.50	208.476		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.830	1.074
109	String 1-1-5-2	9.70	9.26	40.50	204.884		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.695	1.056
110	String 1-1-5-3	9.70	9.26	40.50	171.684		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.448	0.885
111	String 1-1-5-4	9.70	9.26	40.50	168.092		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.313	0.866
112	String 1-1-5-5	9.70	9.26	40.50	134.892		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.066	0.695
113	String 1-1-5-6	9.70	9.26	40.50	131.300		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.931	0.676
114	String 1-1-5-7	9.70	9.26	40.50	98.100		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.684	0.505
115	String 1-1-5-8	9.70	9.26	40.50	94.508		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.550	0.487
116	String 1-1-5-9	9.70	9.26	40.50	61.308		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.303	0.316
117	String 1-1-5-10	9.70	9.26	40.50	57.716		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.168	0.297
118	String 1-1-5-11	9.70	9.26	40.50	24.516		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.921	0.126
119	String 1-1-5-12	9.70	9.26	40.50	20.924		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.786	0.108
120	String 1-1-5-13	9.70	9.26	40.50	22.416		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.842	0.115
121	String 1-1-5-14	9.70	9.26	40.50	18.824		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.707	0.097
122	String 1-1-5-15	9.70	9.26	40.50	59.208		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.224	0.305
123	String 1-1-5-16	9.70	9.26	40.50	55.616		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.089	0.287
124	String 1-1-5-17	9.70	9.26	40.50	96.000		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.606	0.495
125	String 1-1-5-18	9.70	9.26	40.50	92.408		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.471	0.476
126	String 1-1-5-19	9.70	9.26	40.50	132.792		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.987	0.684
127	String 1-1-5-20	9.70	9.26	40.50	129.200		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.853	0.666
128	String 1-1-5-21	9.70	9.26	40.50	169.584		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.369	0.874
129	String 1-1-5-22	9.70	9.26	40.50	165.992		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.234	0.855
130	String 1-1-5-23	9.70	9.26	40.50	206.376		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.751	1.063
131	String 1-1-5-24	9.70	9.26	40.50	202.784		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.616	1.045
132	String 1-1-5-25	9.70	9.26	40.50	243.168		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	9.133	1.253
133	String 1-1-5-26	9.70	9.26	40.50	239.576		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	8.998	1.234
134	String 1-1-6-1	9.70	9.26	40.50	208.476		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.830	1.074
135	String 1-1-6-2	9.70	9.26	40.50	204.884		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.695	1.056
136	String 1-1-6-3	9.70	9.26	40.50	171.684		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.448	0.885
137	String 1-1-6-4	9.70	9.26	40.50	168.092		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.313	0.866
138	String 1-1-6-5	9.70	9.26	40.50	134.892		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.066	0.695
139	String 1-1-6-6	9.70	9.26	40.50	131.300		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.931	0.676
140	String 1-1-6-7	9.70	9.26	40.50	98.100		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.684	0.505
141	String 1-1-6-8	9.70	9.26	40.50	94.508		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.550	0.487

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
2	CF				CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO																	
3	ST	I _{SC} (Painel)	I _{mpp} (Painel)	V _{mpp} (Painel)	L _{Cabo1}	Designaç ão do Cabo	S _{Cabo1}	I _z	Método de Refª	k1	k2	k3	I _{z'}	I _{SC} x 1,25	I _n	I ₂ = I _n x 1,90	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _{z'}	I ₂ ≤ 1,45 x I _{z'}	R _{Cabo1} (70°C)	V _{mppst}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)
142	String 1-1-6-9	9.70	9.26	40.50	61.308		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.303	0.316
143	String 1-1-6-10	9.70	9.26	40.50	57.716		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.168	0.297
144	String 1-1-6-11	9.70	9.26	40.50	24.516		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.921	0.126
145	String 1-1-6-12	9.70	9.26	40.50	20.924		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.786	0.108
146	String 1-1-6-13	9.70	9.26	40.50	22.416		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.842	0.115
147	String 1-1-6-14	9.70	9.26	40.50	18.824		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.707	0.097
148	String 1-1-6-15	9.70	9.26	40.50	59.208		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.224	0.305
149	String 1-1-6-16	9.70	9.26	40.50	55.616		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.089	0.287
150	String 1-1-6-17	9.70	9.26	40.50	96.000		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.606	0.495
151	String 1-1-6-18	9.70	9.26	40.50	92.408		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.471	0.476
152	String 1-1-6-19	9.70	9.26	40.50	132.792		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.987	0.684
153	String 1-1-6-20	9.70	9.26	40.50	129.200		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.853	0.666
154	String 1-1-6-21	9.70	9.26	40.50	169.584		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.369	0.874
155	String 1-1-6-22	9.70	9.26	40.50	165.992		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.234	0.855
156	String 1-1-6-23	9.70	9.26	40.50	206.376		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.751	1.063
157	String 1-1-6-24	9.70	9.26	40.50	202.784		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.616	1.045
158	String 1-1-6-25	9.70	9.26	40.50	243.168		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	9.133	1.253
159	String 1-1-6-26	9.70	9.26	40.50	239.576		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	8.998	1.234
160	String 1-1-7-1	9.70	9.26	40.50	208.476		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.830	1.074
161	String 1-1-7-2	9.70	9.26	40.50	204.884		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.695	1.056
162	String 1-1-7-3	9.70	9.26	40.50	171.684		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.448	0.885
163	String 1-1-7-4	9.70	9.26	40.50	168.092		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.313	0.866
164	String 1-1-7-5	9.70	9.26	40.50	134.892		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.066	0.695
165	String 1-1-7-6	9.70	9.26	40.50	131.300		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.931	0.676
166	String 1-1-7-7	9.70	9.26	40.50	98.100		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.684	0.505
167	String 1-1-7-8	9.70	9.26	40.50	94.508		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.550	0.487
168	String 1-1-7-9	9.70	9.26	40.50	61.308		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.303	0.316
169	String 1-1-7-10	9.70	9.26	40.50	57.716		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.168	0.297
170	String 1-1-7-11	9.70	9.26	40.50	24.516		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.921	0.126
171	String 1-1-7-12	9.70	9.26	40.50	20.924		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.786	0.108
172	String 1-1-7-13	9.70	9.26	40.50	22.416		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.842	0.115
173	String 1-1-7-14	9.70	9.26	40.50	18.824		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	0.707	0.097
174	String 1-1-7-15	9.70	9.26	40.50	59.208		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.224	0.305
175	String 1-1-7-16	9.70	9.26	40.50	55.616		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.089	0.287
176	String 1-1-7-17	9.70	9.26	40.50	96.000		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.606	0.495
177	String 1-1-7-18	9.70	9.26	40.50	92.408		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.471	0.476
178	String 1-1-7-19	9.70	9.26	40.50	132.792		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.987	0.684
179	String 1-1-7-20	9.70	9.26	40.50	129.200		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.853	0.666
180	String 1-1-7-21	9.70	9.26	40.50	169.584		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.369	0.874
181	String 1-1-7-22	9.70	9.26	40.50	165.992		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	6.234	0.855
182	String 1-1-7-23	9.70	9.26	40.50	206.376		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.751	1.063
183	String 1-1-7-24	9.70	9.26	40.50	202.784		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.616	1.045

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE AZAMBUJA
NOTA DE CÁLCULO ELÉTRICO DC

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
2	CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO																	CABO CAIXA DE JUNÇÃO - INVERSOR																				
3	L _{Cabo1}	Designação do Cabo	S _{Cabo1}	I _z	Método de Ref#	k1	k2	k3	I _z	I _{sc} x 1,25	I _n	I _z = I _n x k ₂	I _{mppt} ≤ I _n ≤ I _z	I _z ≤ 1,45 x I _z	R _{Cabo1} (70°C)	V _{mppt}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)	L _{Cabo2}	Designação do Cabo	S _{Cabo2}	I _z	Método de Ref#	k4	k5	I _z	I _{sc} x 1,25	I _n	I _{mppt}	I _z = I _n x 1,60	I _{mppt} ≤ I _n ≤ I _z	I _z ≤ 1,45 x I _z	R _{Cabo2} (90°C)	I _{mppt} CI	ΔU ₂ (V)	ΔU ₂ (%)	ΔU _{TOTAL} (%)	
4	130.21	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	6.471	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	0.199	0.027	0.70			
5	130.19	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	16.292	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	0.502	0.069	0.74			
6	130.19	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	26.094	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	0.804	0.110	0.78			
7	130.19	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	35.897	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	1.106	0.152	0.82			
8	130.19	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	45.700	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	1.408	0.193	0.86			
9	130.19	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	55.503	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	1.710	0.235	0.91			
10	112.84	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.238	0.581	65.306	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	291.00	315	222.2	504.0	OK	OK	0.128	222.24	1.858	0.255	0.84			
11	130.15	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.888	0.671	74.662	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	2.301	0.316	0.99			
12	130.19	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	84.427	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	2.602	0.357	1.03			
13	130.19	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	94.230	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	2.904	0.398	1.07			
14	130.19	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	104.033	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	3.206	0.440	1.11			
15	130.20	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	113.836	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	3.508	0.481	1.15			
16	130.19	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	123.638	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	3.810	0.523	1.19			
17	112.86	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.239	0.581	133.423	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	3.479	0.477	1.06			
18	93.41	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.508	0.481	6.071	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	0.236	0.032	0.51			
19	106.04	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.983	0.546	15.980	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	0.621	0.085	0.63			
20	89.74	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.371	0.462	25.676	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	0.999	0.137	0.60			
21	107.83	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.050	0.556	35.586	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.384	0.190	0.75			
22	89.74	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.371	0.462	45.282	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.761	0.242	0.70			
23	101.24	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.802	0.522	64.976	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	2.527	0.347	0.87			
24	82.65	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.104	0.426	74.779	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	2.908	0.399	0.82			
25	101.17	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.800	0.521	84.512	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.287	0.451	0.97			
26	93.41	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.508	0.481	94.296	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.667	0.503	0.98			
27	107.97	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.055	0.556	104.198	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	4.052	0.556	1.11			
28	89.64	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.367	0.462	114.060	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	4.436	0.609	1.07			
29	106.04	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.983	0.546	123.863	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	4.817	0.661	1.21			
30	81.53	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.062	0.420	133.560	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.194	0.713	1.13			
31	124.12	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.662	0.639	143.362	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.576	0.765	1.40			
32	82.80	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.110	0.427	153.365	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.965	0.818	1.24			
33	108.32	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.068	0.558	172.789	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	6.720	0.922	1.48			
34	207.22	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.783	1.068	182.618	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	7.102	0.974	2.04			
35	88.41	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.221	0.455	192.377	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	7.482	1.026	1.48			
36	207.96	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	7.811	1.071	8.507	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	0.222	0.030	1.10			
37	89.93	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.378	0.463	18.544	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.128	185.20	0.440	0.060	0.52			
38	108.32	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.068	0.558	28.454	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.107	0.152	0.71			
39	89.56	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.364	0.461	37.973	1x185																			

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE AZAMBUJA
NOTA DE CÁLCULO ELÉTRICO DC

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
2	CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO																		CABO CAIXA DE JUNÇÃO - INVERSOR																			
3	L _{Cabo1}	Designação do Cabo	S _{Cabo1}	I _z	Método de Ref#	k1	k2	k3	I _z	I _{sc} x 1,25	I _n	I _z = I _n x k ₂	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _z	I _z ≤ 1,45 x I _z	R _{Cabo1} (70°C)	V _{mppst}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)	L _{Cabo2}	Designação do Cabo	S _{Cabo2}	I _z	Método de Ref#	k4	k5	I _z	I _{sc} x 1,25	I _n	I _{mppst}	I _z = I _n x 1,60	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _z	I _z ≤ 1,45 x I _z	R _{Cabo2} (90°C)	V _{mpp} CI	ΔU ₂ (V)	ΔU ₂ (%)	ΔU _{TOTAL} (%)	
94	86.03	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.231	0.443	72.234	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	2.809	0.385	0.83			
95	106.56	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.002	0.549	81.819	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.182	0.437	0.99			
96	101.69	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.819	0.524	91.703	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	2.826	0.388	0.91			
97	86.82	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.261	0.447	111.278	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	218.25	250	166.7	400.0	OK	OK	0.210	166.68	3.895	0.534	0.98			
98	87.66	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.293	0.452	121.099	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	218.25	250	166.7	400.0	OK	OK	0.210	166.68	4.239	0.581	1.03			
99	95.09	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.572	0.490	130.884	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	218.25	250	166.7	400.0	OK	OK	0.210	166.68	4.581	0.628	1.12			
100	90.03	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.381	0.464	140.687	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	218.25	250	166.7	400.0	OK	OK	0.210	166.68	4.924	0.676	1.14			
101	84.98	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.192	0.438	150.509	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	218.25	250	166.7	400.0	OK	OK	0.210	166.68	5.268	0.723	1.16			
102	89.52	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.362	0.461	160.312	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	218.25	250	166.7	400.0	OK	OK	0.210	166.68	5.611	0.770	1.23			
103	112.98	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.243	0.582	170.115	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	6.616	0.908	1.49			
104	92.91	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.490	0.479	179.940	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	5.545	0.761	1.24			
105	70.38	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.643	0.363	7.145	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	291.00	315	222.2	504.0	OK	OK	0.128	222.24	0.203	0.028	0.39			
106	69.78	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.621	0.360	26.751	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.040	0.143	0.50			
107	70.38	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.643	0.363	46.357	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	291.00	315	222.2	504.0	OK	OK	0.128	222.24	1.319	0.181	0.54			
108	148.68	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.584	0.766	65.962	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	1.720	0.236	1.00			
109	148.68	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.584	0.766	75.765	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	1.976	0.271	1.04			
110	148.68	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.584	0.766	85.568	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	2.231	0.306	1.07			
111	130.29	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.893	0.671	95.371	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.709	0.509	1.18			
112	130.29	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.893	0.671	105.174	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	3.241	0.445	1.12			
113	128.95	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.843	0.664	115.274	1x120	425	D	1.00	0.55	233.8	169.75	200	129.6	320.0	OK	OK	0.324	129.64	4.842	0.664	1.33			
114	130.29	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.893	0.671	124.591	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	4.846	0.665	1.34			
115	130.29	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.893	0.671	134.394	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	3.504	0.481	1.15			
116	122.08	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.585	0.629	144.197	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.608	0.769	1.40			
117	113.41	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.260	0.584	154.000	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.989	0.822	1.41			
118	104.75	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.934	0.540	163.802	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	6.371	0.874	1.41			
119	114.48	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.300	0.590	173.605	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	6.752	0.926	1.52			
120	106.24	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.990	0.547	183.408	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	291.00	315	222.2	504.0	OK	OK	0.128	222.24	5.217	0.716	1.26			
121	86.70	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.256	0.447	193.558	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	7.528	1.033	1.48			
122	89.54	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.363	0.461	81.202	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.158	0.433	0.89			
123	93.39	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.507	0.481	71.427	1x120	425	D	1.00	0.55	233.8	169.75	200	129.6	320.0	OK	OK	0.324	129.64	3.000	0.412	0.89			
124	93.39	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.508	0.481	61.615	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	1.607	0.220	0.70			
125	52.93	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	1.988	0.273	42.009	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.634	0.224	0.50			
126	86.03	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.231	0.443	53.617	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	315.25	355	240.8	568.0	OK	OK	0.128	240.76	1.652	0.227	0.67			
127	74.98	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.816	0.386	73.223	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	2.848	0.391	0.78			
128	86.03	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.231	0.443	83.026	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	2.165	0.297	0.74			
129	76.05	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729																							

CENTRAL FOTOVOLTAICA DE AZAMBUJA
NOTA DE CÁLCULO ELÉTRICO DC

2	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
3	L _{Cabo1}	Designação do Cabo	S _{Cabo1}	I _z	Método de Ref#	k1	k2	k3	I _z	I _{sc} x 1,25	I _n	I ₂ = I _n x k ₂	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _z	I ₂ ≤ 1,45 x I _z	R _{Cabo1} (70°C)	V _{mppst}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)	L _{Cabo2}	Designação do Cabo	S _{Cabo2}	I _z	Método de Ref#	k4	k5	I _z	I _{sc} x 1,25	I _n	I _{mppst}	I ₂ = I _n x 1,60	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _z	I ₂ ≤ 1,45 x I _z	R _{Cabo2} (90°C)	I _{mpp} CI	ΔU ₂ (V)	ΔU ₂ (%)	ΔU _{TOTAL} (%)	
278	141.64	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.320	0.730	259.083	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	10.076	1.382	2.11			
279	141.17	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.302	0.727	268.686	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	10.450	1.433	2.16			
280	76.16	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.860	0.392	352.394	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	13.705	1.880	2.27			
281	112.71	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.233	0.581	119.945	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	3.128	0.429	1.01			
282	130.19	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	129.618	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.041	0.692	1.36			
283	137.64	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.169	0.709	139.691	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.433	0.745	1.45			
284	144.71	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.435	0.746	139.421	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.422	0.744	1.49			
285	94.46	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.548	0.487	149.206	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.803	0.796	1.28			
286	137.55	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.166	0.709	159.209	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	6.192	0.849	1.56			
287	144.71	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	5.435	0.746	159.036	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	6.185	0.848	1.59			
288	126.54	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.753	0.652	168.812	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	6.565	0.901	1.55			
289	94.44	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.547	0.487	178.633	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	6.947	0.953	1.44			
290	119.66	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.494	0.617	190.419	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	4.965	0.681	1.30			
291	119.44	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.486	0.615	200.198	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	7.786	1.068	1.68			
292	119.66	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.494	0.616	210.019	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	8.168	1.120	1.74			
293	126.65	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.757	0.652	210.201	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	8.175	1.121	1.77			
294	107.92	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.053	0.556	219.734	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	218.25	250	166.7	400.0	OK	OK	0.210	166.68	7.691	1.055	1.61			
295	126.54	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.753	0.652	229.518	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	8.926	1.224	1.88			
296	94.44	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.547	0.487	239.348	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	9.309	1.277	1.76			
297	94.43	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.547	0.486	249.160	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	9.690	1.329	1.82			
298	119.35	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.483	0.615	258.927	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	10.070	1.381	2.00			
299	104.60	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.929	0.539	3.897	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	291.00	315	222.2	504.0	OK	OK	0.128	222.24	0.111	0.015	0.55			
300	93.41	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.508	0.481	20.388	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	0.793	0.109	0.59			
301	101.26	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	3.803	0.522	40.100	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.560	0.214	0.74			
302	111.72	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.196	0.576	49.884	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.940	0.266	0.84			
303	126.32	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.744	0.651	59.617	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	2.319	0.318	0.97			
304	71.13	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	2.672	0.366	69.420	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	2.700	0.370	0.74			
305	119.57	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.491	0.616	89.026	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.462	0.475	1.09			
306	111.81	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.199	0.576	98.811	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.843	0.527	1.10			
307	126.32	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.744	0.651	108.632	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	4.225	0.580	1.23			
308	108.14	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.062	0.557	119.906	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	291.00	315	222.2	504.0	OK	OK	0.128	222.24	3.411	0.468	1.03			
309	126.32	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.744	0.651	129.727	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.045	0.692	1.34			
310	108.14	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.062	0.557	139.512	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.426	0.744	1.30			
311	130.49	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.901	0.672	152.908	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.947	0.816	1.49			
312	130.21	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	729.0	4.890	0.671	159.118	1x185	541	D	1.00</																

6. Cálculos Cablagem Caso B

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
2	CF				CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO																	
3	ST	I _{sc} (Painel)	I _{mpp} (Painel)	V _{mpp} (Painel)	L _{Cabo1}	Designaç ão do Cabo	S _{Cabo1}	l _z	Método de Refª	k1	k2	k3	l _{z'}	I _{sc} x 1,25	I _n	I ₂ = I _n x 1,90	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _{z'}	I ₂ ≤ 1,45 x I _{z'}	R _{Cabo1} (70°C)	V _{mppst}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)
4	String 1-1-1-1	9.70	9.26	40.50	61.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.294	0.202
5	String 1-1-1-2	9.70	9.26	40.50	32.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.205	0.106
6	String 1-1-1-3	9.70	9.26	40.50	119.08		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.473	0.394
7	String 1-1-1-4	9.70	9.26	40.50	90.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.384	0.298
8	String 1-1-1-5	9.70	9.26	40.50	206.07		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.740	0.683
9	String 1-1-1-6	9.70	9.26	40.50	177.07		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.651	0.586
10	String 1-1-1-7	9.70	9.26	40.50	148.08		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.562	0.490
11	String 1-1-1-8	9.70	9.26	40.50	322.05		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	12.096	1.067
12	String 1-1-1-9	9.70	9.26	40.50	293.06		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	11.007	0.971
13	String 1-1-1-10	9.70	9.26	40.50	264.06		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	9.918	0.875
14	String 1-1-1-11	9.70	9.26	40.50	235.07		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.829	0.779
15	String 1-1-1-12	9.70	9.26	40.50	334.95		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	12.580	1.109
16	String 1-1-1-13	9.70	9.26	40.50	305.95		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	11.491	1.013
17	String 1-1-1-14	9.70	9.26	40.50	276.96		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	10.402	0.917
18	String 1-1-1-15	9.70	9.26	40.50	247.96		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	9.313	0.821
19	String 1-1-1-16	9.70	9.26	40.50	218.97		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.224	0.725
20	String 1-1-1-17	9.70	9.26	40.50	3.38		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	0.127	0.011
21	String 1-1-1-18	9.70	9.26	40.50	32.38		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.216	0.107
22	String 1-1-1-19	9.70	9.26	40.50	61.37		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.305	0.203
23	String 1-1-1-20	9.70	9.26	40.50	90.37		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.394	0.299
24	String 1-1-2-1	9.70	9.26	40.50	119.37		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.483	0.395
25	String 1-1-2-2	9.70	9.26	40.50	148.36		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.572	0.491
26	String 1-1-2-3	9.70	9.26	40.50	177.36		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.661	0.587
27	String 1-1-2-4	9.70	9.26	40.50	206.35		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.750	0.683
28	String 1-1-2-5	9.70	9.26	40.50	235.35		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.839	0.779
29	String 1-1-2-6	9.70	9.26	40.50	264.35		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	9.928	0.876
30	String 1-1-2-7	9.70	9.26	40.50	293.34		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	11.018	0.972
31	String 1-1-2-8	9.70	9.26	40.50	135.06		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.073	0.447
32	String 1-1-2-9	9.70	9.26	40.50	164.06		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.162	0.543
33	String 1-1-2-10	9.70	9.26	40.50	193.05		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.251	0.639
34	String 1-1-2-11	9.70	9.26	40.50	222.05		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.340	0.735
35	String 1-1-2-12	9.70	9.26	40.50	251.05		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	9.429	0.831
36	String 1-1-2-13	9.70	9.26	40.50	280.04		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	10.518	0.928
37	String 1-1-2-14	9.70	9.26	40.50	309.04		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	11.607	1.024
38	String 1-1-2-15	9.70	9.26	40.50	338.03		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	12.696	1.120
39	String 1-1-2-16	9.70	9.26	40.50	3.38		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	0.127	0.011
40	String 1-1-2-17	9.70	9.26	40.50	32.38		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.216	0.107
41	String 1-1-2-18	9.70	9.26	40.50	61.37		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.305	0.203
42	String 1-1-2-19	9.70	9.26	40.50	90.37		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.394	0.299
43	String 1-1-2-20	9.70	9.26	40.50	32.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.205	0.106
44	String 1-1-3-1	9.70	9.26	40.50	116.66		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.382	0.386
45	String 1-1-3-2	9.70	9.26	40.50	87.67		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.293	0.290
46	String 1-1-3-3	9.70	9.26	40.50	58.67		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.204	0.194
47	String 1-1-3-4	9.70	9.26	40.50	348.63		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	13.094	1.155
48	String 1-1-3-5	9.70	9.26	40.50	319.64		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	12.005	1.059
49	String 1-1-3-6	9.70	9.26	40.50	290.64		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	10.916	0.963

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
2	CF				CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO																	
3	ST	I _{SC} (Painel)	I _{mpp} (Painel)	V _{mpp} (Painel)	L _{Cabo1}	Designaç ão do Cabo	S _{Cabo1}	I _Z	Método de Refª	k1	k2	k3	I _{Z'}	I _{SC} x 1,25	I _n	I ₂ = I _n x 1,90	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _{Z'}	I ₂ ≤ 1,45 x I _{Z'}	R _{Cabo1} (70°C)	V _{mppst}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)
50	String 1-1-3-7	9.70	9.26	40.50	261.64		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	9.827	0.867
51	String 1-1-3-8	9.70	9.26	40.50	232.65		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.738	0.771
52	String 1-1-3-9	9.70	9.26	40.50	203.65		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.649	0.675
53	String 1-1-3-10	9.70	9.26	40.50	174.66		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.560	0.578
54	String 1-1-3-11	9.70	9.26	40.50	145.66		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.471	0.482
55	String 1-1-3-12	9.70	9.26	40.50	291.43		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	10.946	0.965
56	String 1-1-3-13	9.70	9.26	40.50	262.43		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	9.857	0.869
57	String 1-1-3-14	9.70	9.26	40.50	233.44		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.767	0.773
58	String 1-1-3-15	9.70	9.26	40.50	204.44		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.678	0.677
59	String 1-1-3-16	9.70	9.26	40.50	175.44		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.589	0.581
60	String 1-1-3-17	9.70	9.26	40.50	146.45		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.500	0.485
61	String 1-1-3-18	9.70	9.26	40.50	117.45		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.411	0.389
62	String 1-1-3-19	9.70	9.26	40.50	88.46		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.322	0.293
63	String 1-1-3-20	9.70	9.26	40.50	59.46		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.233	0.197
64	String 1-1-4-1	9.70	9.26	40.50	32.29		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.213	0.107
65	String 1-1-4-2	9.70	9.26	40.50	61.29		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.302	0.203
66	String 1-1-4-3	9.70	9.26	40.50	90.28		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.391	0.299
67	String 1-1-4-4	9.70	9.26	40.50	119.28		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.480	0.395
68	String 1-1-4-5	9.70	9.26	40.50	148.28		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.569	0.491
69	String 1-1-4-6	9.70	9.26	40.50	177.27		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.658	0.587
70	String 1-1-4-7	9.70	9.26	40.50	206.27		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.747	0.683
71	String 1-1-4-8	9.70	9.26	40.50	235.26		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.836	0.779
72	String 1-1-4-9	9.70	9.26	40.50	264.26		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	9.925	0.875
73	String 1-1-4-10	9.70	9.26	40.50	293.26		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	11.014	0.971
74	String 1-1-4-11	9.70	9.26	40.50	3.31		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	0.124	0.011
75	String 1-1-4-12	9.70	9.26	40.50	32.31		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.213	0.107
76	String 1-1-4-13	9.70	9.26	40.50	61.30		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.302	0.203
77	String 1-1-4-14	9.70	9.26	40.50	90.30		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.391	0.299
78	String 1-1-4-15	9.70	9.26	40.50	119.29		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.480	0.395
79	String 1-1-4-16	9.70	9.26	40.50	148.29		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.570	0.491
80	String 1-1-4-17	9.70	9.26	40.50	177.29		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.659	0.587
81	String 1-1-4-18	9.70	9.26	40.50	206.28		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.748	0.683
82	String 1-1-4-19	9.70	9.26	40.50	235.28		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.837	0.779
83	String 1-1-4-20	9.70	9.26	40.50	264.27		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	9.926	0.875
84	String 1-1-5-1	9.70	9.26	40.50	383.91		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	14.419	1.272
85	String 1-1-5-2	9.70	9.26	40.50	354.92		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	13.330	1.176
86	String 1-1-5-3	9.70	9.26	40.50	325.92		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	12.241	1.079
87	String 1-1-5-4	9.70	9.26	40.50	343.17		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	12.889	1.137
88	String 1-1-5-5	9.70	9.26	40.50	314.17		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	11.800	1.041
89	String 1-1-5-6	9.70	9.26	40.50	285.18		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	10.711	0.945
90	String 1-1-5-7	9.70	9.26	40.50	369.03		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	13.860	1.222
91	String 1-1-5-8	9.70	9.26	40.50	340.03		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	12.771	1.126
92	String 1-1-5-9	9.70	9.26	40.50	311.04		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	11.682	1.030
93	String 1-1-5-10	9.70	9.26	40.50	296.93		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	11.152	0.983
94	String 1-1-5-11	9.70	9.26	40.50	267.93		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	10.063	0.887
95	String 1-1-5-12	9.70	9.26	40.50	256.18		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	9.622	0.848

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
2	CF				CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO																	
3	ST	I _{sc} (Painel)	I _{mpp} (Painel)	V _{mpp} (Painel)	L _{Cabo1}	Designaç ão do Cabo	S _{Cabo1}	I _z	Método de Refª	k1	k2	k3	I _{z'}	I _{sc} x 1,25	I _n	I ₂ = I _n x 1,90	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _{z'}	I ₂ ≤ 1,45 x I _{z'}	R _{Cabo1} (70°C)	V _{mppst}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)
96	String 1-1-5-13	9.70	9.26	40.50	227.19		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.533	0.752
97	String 1-1-5-14	9.70	9.26	40.50	198.19		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.444	0.656
98	String 1-1-5-15	9.70	9.26	40.50	169.19		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.355	0.560
99	String 1-1-5-16	9.70	9.26	40.50	140.20		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.266	0.464
100	String 1-1-5-17	9.70	9.26	40.50	111.20		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.177	0.368
101	String 1-1-5-18	9.70	9.26	40.50	82.21		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.088	0.272
102	String 1-1-5-19	9.70	9.26	40.50	53.21		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.998	0.176
103	String 1-1-5-20	9.70	9.26	40.50	24.21		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	0.909	0.080
104	String 1-1-6-1	9.70	9.26	40.50	177.27		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.658	0.587
105	String 1-1-6-2	9.70	9.26	40.50	206.27		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.747	0.683
106	String 1-1-6-3	9.70	9.26	40.50	235.26		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.836	0.779
107	String 1-1-6-4	9.70	9.26	40.50	264.26		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	9.925	0.875
108	String 1-1-6-5	9.70	9.26	40.50	90.30		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.391	0.299
109	String 1-1-6-6	9.70	9.26	40.50	119.29		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.480	0.395
110	String 1-1-6-7	9.70	9.26	40.50	148.29		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.570	0.491
111	String 1-1-6-8	9.70	9.26	40.50	177.29		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.659	0.587
112	String 1-1-6-9	9.70	9.26	40.50	206.28		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.748	0.683
113	String 1-1-6-10	9.70	9.26	40.50	235.28		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.837	0.779
114	String 1-1-6-11	9.70	9.26	40.50	3.31		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	0.124	0.011
115	String 1-1-6-12	9.70	9.26	40.50	32.31		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.213	0.107
116	String 1-1-6-13	9.70	9.26	40.50	61.30		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.302	0.203
117	String 1-1-6-14	9.70	9.26	40.50	206.00		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.737	0.682
118	String 1-1-6-15	9.70	9.26	40.50	177.00		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.648	0.586
119	String 1-1-6-16	9.70	9.26	40.50	148.01		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.559	0.490
120	String 1-1-6-17	9.70	9.26	40.50	119.01		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.470	0.394
121	String 1-1-6-18	9.70	9.26	40.50	90.01		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.381	0.298
122	String 1-1-6-19	9.70	9.26	40.50	61.02		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.292	0.202
123	String 1-1-6-20	9.70	9.26	40.50	32.02		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.203	0.106
124	String 1-1-7-1	9.70	9.26	40.50	3.38		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	0.127	0.011
125	String 1-1-7-2	9.70	9.26	40.50	32.38		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.216	0.107
126	String 1-1-7-3	9.70	9.26	40.50	61.37		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.305	0.203
127	String 1-1-7-4	9.70	9.26	40.50	90.37		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.394	0.299
128	String 1-1-7-5	9.70	9.26	40.50	119.37		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.483	0.395
129	String 1-1-7-6	9.70	9.26	40.50	351.05		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	13.185	1.163
130	String 1-1-7-7	9.70	9.26	40.50	322.05		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	12.096	1.067
131	String 1-1-7-8	9.70	9.26	40.50	293.06		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	11.007	0.971
132	String 1-1-7-9	9.70	9.26	40.50	264.06		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	9.918	0.875
133	String 1-1-7-10	9.70	9.26	40.50	235.07		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	8.829	0.779
134	String 1-1-7-11	9.70	9.26	40.50	206.07		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.740	0.683
135	String 1-1-7-12	9.70	9.26	40.50	177.07		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.651	0.586
136	String 1-1-7-13	9.70	9.26	40.50	148.08		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.562	0.490
137	String 1-1-7-14	9.70	9.26	40.50	119.08		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.473	0.394
138	String 1-1-7-15	9.70	9.26	40.50	90.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.384	0.298
139	String 1-1-7-16	9.70	9.26	40.50	61.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.294	0.202
140	String 1-1-7-17	9.70	9.26	40.50	32.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.205	0.106
141	String 1-1-7-18	9.70	9.26	40.50	380.47		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	14.290	1.260

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
2	CF				CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO																	
3	ST	I _{SC} (Painel)	I _{mpp} (Painel)	V _{mpp} (Painel)	L _{Cabo1}	Designaç ão do Cabo	S _{Cabo1}	I _Z	Método de Refª	k1	k2	k3	I _{Z'}	I _{SC} x 1,25	I _n	I ₂ = I _n x 1,90	I _{mpp} ≤ I _n ≤ I _{Z'}	I ₂ ≤ 1,45 x I _{Z'}	R _{Cabo1} (70°C)	V _{mppst}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)
142	String 1-1-7-19	9.70	9.26	40.50	409.46		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	15.379	1.356
143	String 1-1-7-20	9.70	9.26	40.50	438.46		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	16.468	1.452
144	String 1-1-8-1	9.70	9.26	40.50	89.87		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.376	0.298
145	String 1-1-8-2	9.70	9.26	40.50	60.88		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.286	0.202
146	String 1-1-8-3	9.70	9.26	40.50	31.88		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.197	0.106
147	String 1-1-8-4	9.70	9.26	40.50	3.17		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	0.119	0.010
148	String 1-1-8-5	9.70	9.26	40.50	32.17		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.208	0.107
149	String 1-1-8-6	9.70	9.26	40.50	61.16		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.297	0.203
150	String 1-1-8-7	9.70	9.26	40.50	136.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.111	0.451
151	String 1-1-8-8	9.70	9.26	40.50	107.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.022	0.355
152	String 1-1-8-9	9.70	9.26	40.50	78.10		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.933	0.259
153	String 1-1-8-10	9.70	9.26	40.50	49.10		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.844	0.163
154	String 1-1-8-11	9.70	9.26	40.50	41.92		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.574	0.139
155	String 1-1-8-12	9.70	9.26	40.50	70.91		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.663	0.235
156	String 1-1-8-13	9.70	9.26	40.50	99.91		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.752	0.331
157	String 1-1-8-14	9.70	9.26	40.50	128.90		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.841	0.427
158	String 1-1-8-15	9.70	9.26	40.50	157.90		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.930	0.523
159	String 1-1-8-16	9.70	9.26	40.50	58.71		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.205	0.194
160	String 1-1-8-17	9.70	9.26	40.50	71.06		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.669	0.235
161	String 1-1-8-18	9.70	9.26	40.50	100.05		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.758	0.331
162	String 1-1-8-19	9.70	9.26	40.50	129.05		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.847	0.427
163	String 1-1-8-20	9.70	9.26	40.50	158.04		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.936	0.523
164	String 1-1-9-1	9.70	9.26	40.50	139.55		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.241	0.462
165	String 1-1-9-2	9.70	9.26	40.50	110.55		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.152	0.366
166	String 1-1-9-3	9.70	9.26	40.50	81.56		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.063	0.270
167	String 1-1-9-4	9.70	9.26	40.50	52.56		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.974	0.174
168	String 1-1-9-5	9.70	9.26	40.50	116.25		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.366	0.385
169	String 1-1-9-6	9.70	9.26	40.50	87.25		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.277	0.289
170	String 1-1-9-7	9.70	9.26	40.50	58.25		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.188	0.193
171	String 1-1-9-8	9.70	9.26	40.50	33.78		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.269	0.112
172	String 1-1-9-9	9.70	9.26	40.50	62.78		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.358	0.208
173	String 1-1-9-10	9.70	9.26	40.50	91.77		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.447	0.304
174	String 1-1-9-11	9.70	9.26	40.50	90.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.384	0.298
175	String 1-1-9-12	9.70	9.26	40.50	61.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.294	0.202
176	String 1-1-9-13	9.70	9.26	40.50	32.09		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.205	0.106
177	String 1-1-9-14	9.70	9.26	40.50	3.38		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	0.127	0.011
178	String 1-1-9-15	9.70	9.26	40.50	32.38		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	1.216	0.107
179	String 1-1-9-16	9.70	9.26	40.50	61.37		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.305	0.203
180	String 1-1-9-17	9.70	9.26	40.50	90.37		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.394	0.299
181	String 1-1-9-18	9.70	9.26	40.50	112.75		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.235	0.373
182	String 1-1-9-19	9.70	9.26	40.50	83.75		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.146	0.277
183	String 1-1-9-20	9.70	9.26	40.50	54.75		1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	2.056	0.181

2	B	C	D	E	F	CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO															CABO CAIXA DE JUNÇÃO - INVERSOR																					
						G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS
3	CJ / CR	St	I ₁ (Painte)	I ₂ (Painte)	V ₁ (Painte)	V ₂ (Painte)	L _{cabos}	Designa ção do Cabo	S _{cabos}	l ₂	Método de Ref ¹	k1	k2	k3	l ₂	l ₁ x 1,25	I ₁	I ₂ = I ₁ x k ₂	I ₁ ≤ I _{1,5} I ₂	I ₂ ≤ 1,45 x I ₁	R _{cabos} (70°C)	V _{cabos}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₂ (%)	L _{cabos}	Designa ção do Cabo	S _{cabos}	l ₁	Método de Ref ¹	k4	k5	I ₁	I ₂	V ₁ x 1,25	I ₁	I ₂ = I ₁ x 1,60	I ₁ ≤ I _{1,5} I ₂	R _{cabos} (70°C)	V _{cabos}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₂ (%)	ΔU _{Tot} (%)
1	CJ.1.1.1	20	9.70	9.26	40.50	168.36	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	6.323	0.558	83.84	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.261	0.288	0.85	
2	CJ.1.1.2	20	9.70	9.26	40.50	169.90	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	6.381	0.563	93.53	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.637	0.321	0.88	
3	CJ.1.1.3	20	9.70	9.26	40.50	174.20	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	6.543	0.577	93.74	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.646	0.321	0.90	
4	CJ.1.1.4	20	9.70	9.26	40.50	147.51	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	5.540	0.489	103.25	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	4.016	0.354	0.84	
5	CJ.1.1.5	20	9.70	9.26	40.50	192.84	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	7.243	0.639	115.84	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	4.505	0.397	1.04	
6	CJ.1.1.6	20	9.70	9.26	40.50	133.01	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.996	0.461	122.63	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	4.769	0.421	0.86	
7	CJ.1.1.7	20	9.70	9.26	40.50	220.11	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	8.214	0.729	132.18	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.145	0.454	1.18	
8	CJ.1.1.8	20	9.70	9.26	40.50	79.90	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	3.001	0.265	172.63	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	10.604	0.925	1.20	
9	CJ.1.1.9	20	9.70	9.26	40.50	70.66	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	2.654	0.234	301.74	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	11.735	1.035	1.27	
10	CJ.1.2.1	23	9.70	9.26	40.50	162.05	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	6.086	0.537	5.47	1x1800	720	D	1.00	0.55	396.0	278.88	315	213.0	504.0	OK	OK	0.128	212.98	0.942	0.083	0.62	
11	CJ.1.2.2	23	9.70	9.26	40.50	162.01	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	6.085	0.537	15.19	1x1800	720	D	1.00	0.55	396.0	278.88	315	213.0	504.0	OK	OK	0.128	212.98	0.414	0.037	0.57	
12	CJ.1.2.3	23	9.70	9.26	40.50	162.01	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	6.085	0.537	24.88	1x1800	720	D	1.00	0.55	396.0	278.88	315	213.0	504.0	OK	OK	0.128	212.98	0.678	0.060	0.60	
13	CJ.1.2.4	23	9.70	9.26	40.50	162.01	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	6.085	0.537	34.57	1x1800	720	D	1.00	0.55	396.0	278.88	315	213.0	504.0	OK	OK	0.128	212.98	1.206	0.106	0.64	
14	CJ.1.2.6	23	9.70	9.26	40.50	162.01	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	6.085	0.537	54.26	1x1800	720	D	1.00	0.55	396.0	278.88	315	213.0	504.0	OK	OK	0.128	212.98	1.471	0.130	0.67	
15	CJ.1.2.7	23	9.70	9.26	40.50	162.01	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	6.085	0.537	63.63	1x1800	720	D	1.00	0.55	396.0	278.88	315	213.0	504.0	OK	OK	0.128	212.98	1.735	0.153	0.69	
16	CJ.1.2.8	18	9.70	9.26	40.50	162.01	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	6.085	0.537	73.32	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	218.25	250	166.7	400.0	OK	OK	0.210	166.68	2.566	0.236	0.76	
17	CJ.2.1.1	20	9.70	9.26	40.50	131.91	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.954	0.437	5.60	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	0.218	0.019	0.46	
18	CJ.2.1.2	20	9.70	9.26	40.50	132.70	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.984	0.440	15.30	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	0.595	0.052	0.49	
19	CJ.2.1.3	20	9.70	9.26	40.50	131.89	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.953	0.437	24.99	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	0.972	0.086	0.52	
20	CJ.2.1.4	20	9.70	9.26	40.50	132.68	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.983	0.439	34.70	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.349	0.119	0.56	
21	CJ.2.1.5	20	9.70	9.26	40.50	131.20	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.928	0.435	44.43	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.728	0.152	0.59	
22	CJ.2.1.6	20	9.70	9.26	40.50	142.37	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	5.347	0.472	54.07	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	2.103	0.185	0.66	
23	CJ.2.1.7	20	9.70	9.26	40.50	142.36	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	5.346	0.471	63.66	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	2.478	0.225	0.70	
24	CJ.2.1.8	20	9.70	9.26	40.50	118.52	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.451	0.393	83.14	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.233	0.285	0.68	
25	CJ.2.1.9	20	9.70	9.26	40.50	131.91	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.954	0.437	92.79	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.609	0.318	0.76	
26	CJ.2.2.1	22	9.70	9.26	40.50	131.91	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.954	0.437	101.58	1x1800	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	2.649	0.234	0.67	
27	CJ.2.2.2	20	9.70	9.26	40.50	131.91	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.954	0.437	120.95	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	4.704	0.415	0.85	
28	CJ.2.2.3	20	9.70	9.26	40.50	118.13	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.437	0.391	130.66	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.082	0.448	0.84	
29	CJ.2.2.4	20	9.70	9.26	40.50	127.86	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	0.056	1134.0	4.937	0.427	149.86	1x185	541	D	1.00	0.55	29.76	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.478	0.479	0.90	
30	CJ.2.2.5	20	9.70	9.26	40.50	131.86	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	0.80	40.3																												

2	B	C	D	E	F	CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO															CABO CAIXA DE JUNÇÃO - INVERSOR																			
						G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ
3	CJ / CR	St	I _{CF} (Painte)	V _{Imp} (Painte)	V _{Imp} (Painte)	L _{cabos}	Designa ção do Cabo	S _{cabos}	l ₂	Método de Ref ¹	k1	k2	k3	l ₂	l ₁ x 1,25	l ₁	I ₂ = I ₁ x k ₂	I ₁ ≤ 1,45 x I ₂	R _{cabos} (70°C)	V _{imp}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)	L _{cabos}	Designa ção do Cabo	S _{cabos}	l ₂	Método de Ref ¹	k4	k5	l ₂	I ₂ = I ₁ x 1,60	I ₁ ≤ 1,45 x I ₂	R _{cabos} (70°C)	V _{imp}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)	ΔU _{TOTAL}			
																																						l ₁	I ₁	I ₂
34	CJ 6.1.5	20	9,70	9,26	40,50	203,29	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	7,635	0,673	34,79	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	1,353	0,119	0,79
35	CJ 6.1.6	20	9,70	9,26	40,50	193,28	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	7,259	0,640	44,43	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	1,728	0,152	0,79
36	CJ 6.1.7	20	9,70	9,26	40,50	86,05	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	3,232	0,285	181,63	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	7,064	0,623	0,91
37	CJ 6.1.8	20	9,70	9,26	40,50	107,37	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	4,033	0,356	201,47	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	7,836	0,691	1,05
38	CJ 6.1.9	19	9,70	9,26	40,50	137,31	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	5,157	0,455	201,22	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	230,38	250	175,9	400,0	OK	OK	0,210	175,94	7,435	0,656	1,11
39	CJ 6.2.1	20	9,70	9,26	40,50	149,79	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	5,626	0,496	53,25	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	2,071	0,183	0,68
40	CJ 6.2.2	20	9,70	9,26	40,50	268,78	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	10,074	0,890	62,94	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	2,448	0,216	1,11
41	CJ 6.2.3	20	9,70	9,26	40,50	73,95	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	2,777	0,245	179,78	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	6,992	0,617	0,86
42	CJ 6.2.4	20	9,70	9,26	40,50	130,66	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	4,907	0,433	189,49	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	7,370	0,650	1,08
43	CJ 6.2.5	20	9,70	9,26	40,50	129,48	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	4,863	0,429	208,84	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	8,122	0,716	1,15
44	CJ 6.2.6	20	9,70	9,26	40,50	112,64	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	4,231	0,373	218,66	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	8,504	0,750	1,12
45	CJ 6.2.7	20	9,70	9,26	40,50	96,85	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	3,637	0,321	237,98	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	9,255	0,816	1,14
46	CJ 6.2.8	20	9,70	9,26	40,50	107,89	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	4,052	0,357	257,44	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	10,022	0,883	1,24
47	CJ 6.2.9	19	9,70	9,26	40,50	84,78	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	3,184	0,281	266,97	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	230,38	250	175,9	400,0	OK	OK	0,210	175,94	9,864	0,870	1,15
48	CJ 7.1.1	19	9,70	9,26	40,50	79,04	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	2,969	0,262	302,07	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	230,38	250	175,9	400,0	OK	OK	0,210	175,94	11,161	0,984	1,25
49	CJ 7.1.2	20	9,70	9,26	40,50	66,81	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	2,509	0,221	263,32	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	10,241	0,903	1,12
50	CJ 7.1.3	20	9,70	9,26	40,50	68,38	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	2,568	0,226	214,90	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	8,358	0,737	0,96
51	CJ 7.1.4	20	9,70	9,26	40,50	142,39	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	5,348	0,472	100,72	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	3,917	0,345	0,82
52	CJ 7.1.5	20	9,70	9,26	40,50	135,09	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	5,074	0,447	110,33	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	4,291	0,378	0,80
53	CJ 7.1.6	20	9,70	9,26	40,50	146,01	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	5,484	0,484	119,95	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	4,665	0,441	0,89
54	CJ 7.1.7	20	9,70	9,26	40,50	131,81	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	4,951	0,437	129,76	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	5,047	0,445	0,88
55	CJ 7.1.8	20	9,70	9,26	40,50	141,08	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	5,299	0,467	149,02	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	5,796	0,511	0,98
56	CJ 7.1.9	20	9,70	9,26	40,50	123,17	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	4,626	0,408	158,91	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	6,180	0,545	0,95
57	CJ 7.2.1	20	9,70	9,26	40,50	130,26	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	4,824	0,422	170,85	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	6,545	0,552	1,00
58	CJ 7.2.2	20	9,70	9,26	40,50	130,43	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	4,899	0,432	180,59	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	7,024	0,619	1,05
59	CJ 7.2.3	20	9,70	9,26	40,50	121,77	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	4,574	0,403	190,23	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	7,398	0,652	1,06
60	CJ 7.2.4	20	9,70	9,26	40,50	121,84	1x6	70	E/D	1	0,72	0,80	40,3	12,13	15	28,5	OK	OK	0,056	1134,0	4,576	0,404	209,80	1x185	541	D	1,00	0,55	29,76	242,50	250	185,2	400,0	OK	OK	0,210	185,20	8,160	0,720	

Z	B	C	D	E	F	CABO STRING - CAIXA DE JUNÇÃO														Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	CABO CAIXA DE JUNÇÃO - INVERSOR													
						G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T									U	V	W	X	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS		
3	CJ / CR	St	I _{app} (Painel)	V _{app} (Painel)	L _{cabo1}	Designação do Cabo	S _{cabo1}	l ₂	Método de Ref#	k1	k2	k3	l ₂	I ₂ x 1,25	I _n	I ₂ = I ₁ x k ₂	I _{app} ≤ I ₁ x I ₂	I ₂ ≤ 1,45 x I ₂	R _{cabo1} (70°C)	V _{app1}	ΔU ₁ (V)	ΔU ₁ (%)	L _{cabo2}	Designação do Cabo	S _{cabo2}	l ₁	Método de Ref#	k4	k5	I ₁	I ₂ x 1,25	I _n	I _{app1}	I ₂ = I ₁ x 1,60	I _{app} ≤ I ₁ x I ₂	I ₂ ≤ 1,45 x I ₂	R _{cabo2} (90°C)	I _{app} G	ΔU ₂ (V)	ΔU ₂ (%)	ΔU _{TOTAL} (%)
180	CJ 11.1.8	22	9.70	9.26	40.50	176.41	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.626	0.584	73.51	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	1.917	0.169	0.75	
191	CJ 11.1.9	22	9.70	9.26	40.50	176.41	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.626	0.584	83.20	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	266.75	315	203.7	504.0	OK	OK	0.128	203.72	2.169	0.191	0.78	
192	CJ 11.2.1	23	9.70	9.26	40.50	190.90	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.170	0.632	92.26	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	278.88	315	213.0	504.0	OK	OK	0.128	212.98	2.515	0.222	0.85	
193	CJ 11.2.2	23	9.70	9.26	40.50	190.19	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.143	0.630	102.03	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	278.88	315	213.0	504.0	OK	OK	0.128	212.98	2.782	0.245	0.88	
194	CJ 11.2.3	24	9.70	9.26	40.50	205.31	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.711	0.680	111.72	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	291.00	315	222.2	504.0	OK	OK	0.128	222.24	3.178	0.280	0.96	
195	CJ 11.2.4	23	9.70	9.26	40.50	205.31	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.711	0.680	121.41	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	278.88	315	213.0	504.0	OK	OK	0.128	212.98	3.310	0.292	0.97	
196	CJ 11.2.5	23	9.70	9.26	40.50	205.31	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.711	0.680	131.10	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	278.88	315	213.0	504.0	OK	OK	0.128	212.98	3.574	0.315	1.00	
197	CJ 11.2.6	20	9.70	9.26	40.50	181.82	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.829	0.602	140.78	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.475	0.483	1.09	
198	CJ 11.2.7	16	9.70	9.26	40.50	118.56	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.453	0.393	150.38	1x120	425	D	1.00	0.55	233.8	194.00	200	148.2	320.0	OK	OK	0.324	148.16	7.219	0.637	1.03	
199	CJ 11.2.8	23	9.70	9.26	40.50	187.92	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	7.058	0.622	160.07	1x300	720	D	1.00	0.55	396.0	278.88	315	213.0	504.0	OK	OK	0.128	212.98	4.364	0.385	1.01	
200	CJ 12.1.1	20	9.70	9.26	40.50	147.54	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.541	0.489	5.69	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	0.221	0.020	0.51	
201	CJ 12.1.2	20	9.70	9.26	40.50	131.91	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.954	0.437	15.37	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	0.598	0.053	0.49	
202	CJ 12.1.3	20	9.70	9.26	40.50	147.55	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.542	0.489	25.06	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	0.975	0.086	0.57	
203	CJ 12.1.4	20	9.70	9.26	40.50	131.91	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.954	0.437	34.75	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.351	0.119	0.56	
204	CJ 12.1.5	20	9.70	9.26	40.50	147.55	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.542	0.489	44.43	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.728	0.152	0.64	
205	CJ 12.1.6	20	9.70	9.26	40.50	132.00	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.958	0.437	54.43	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	2.117	0.187	0.62	
206	CJ 12.1.7	20	9.70	9.26	40.50	140.92	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.293	0.467	73.52	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	2.859	0.252	0.72	
207	CJ 12.1.8	20	9.70	9.26	40.50	126.86	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.765	0.420	83.19	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.235	0.285	0.71	
208	CJ 12.1.9	20	9.70	9.26	40.50	140.90	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.292	0.467	92.88	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.612	0.319	0.79	
209	CJ 12.2.1	20	9.70	9.26	40.50	133.05	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.997	0.441	102.62	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	3.991	0.352	0.79	
210	CJ 12.2.2	20	9.70	9.26	40.50	146.40	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.499	0.485	112.31	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	4.368	0.385	0.87	
211	CJ 12.2.3	20	9.70	9.26	40.50	133.01	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.996	0.441	122.03	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	4.746	0.419	0.86	
212	CJ 12.2.4	20	9.70	9.26	40.50	146.40	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.499	0.485	131.69	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.122	0.452	0.94	
213	CJ 12.2.5	20	9.70	9.26	40.50	133.05	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.997	0.441	151.06	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	5.875	0.518	0.96	
214	CJ 12.2.6	20	9.70	9.26	40.50	139.37	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.234	0.462	160.76	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	6.252	0.551	1.01	
215	CJ 12.2.7	20	9.70	9.26	40.50	126.49	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.751	0.419	170.53	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	6.632	0.585	1.00	
216	CJ 12.2.8	20	9.70	9.26	40.50	160.90	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	6.043	0.533	180.13	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	7.006	0.618	1.15	
217	CJ 12.2.9	20	9.70	9.26	40.50	102.91	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	3.865	0.341	189.82	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	7.382	0.651	0.99	
218	CJ 13.1.1	20	9.70	9.26	40.50	134.82	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	5.064	0.447	27.14	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	1.056	0.093	0.54	
219	CJ 13.1.2	20	9.70	9.26	40.50	108.58	1x6	70	E/D	1	0.72	0.80	40.3	12.13	15	28.5	OK	OK	4.056	1134.0	4.078	0.360	77.79	1x185	541	D	1.00	0.55	297.6	242.50	250	185.2	400.0	OK	OK	0.210	185.20	0.303	0.027		

7. Datasheet Módulo FV

SRP-XXX-BMA: Maximum System Voltage 1000 VDC
 -HV SRP-XXX-BMA-HV: Maximum System Voltage 1500 VDC

Electrical Characteristics

Module Type	SRP-365-BMA SRP-365-BMA-HV	SRP-370-BMA SRP-370-BMA-HV	SRP-375-BMA SRP-375-BMA-HV	SRP-380-BMA SRP-380-BMA-HV
	STC	STC	STC	STC
Maximum Power at STC (Pmp)	365	370	375	380
Open Circuit Voltage (Voc)	47.5	47.8	48.1	48.3
Short Circuit Current (Isc)	9.58	9.63	9.70	9.80
Maximum Power Voltage (Vmp)	39.9	40.2	40.5	40.8
Maximum Power Current (Imp)	9.15	9.20	9.26	9.32
Module Efficiency at STC(ηm)	18.43	18.69	18.94	19.19
Power Tolerance	(0,+4.99)			
Maximum System Voltage	1000 VDC / 1500 VDC			
Maximum Series Fuse Rating	20A			

STC: Irradiance 1000 W/m² module temperature 25°C AM=1.5;

Temperature Characteristics

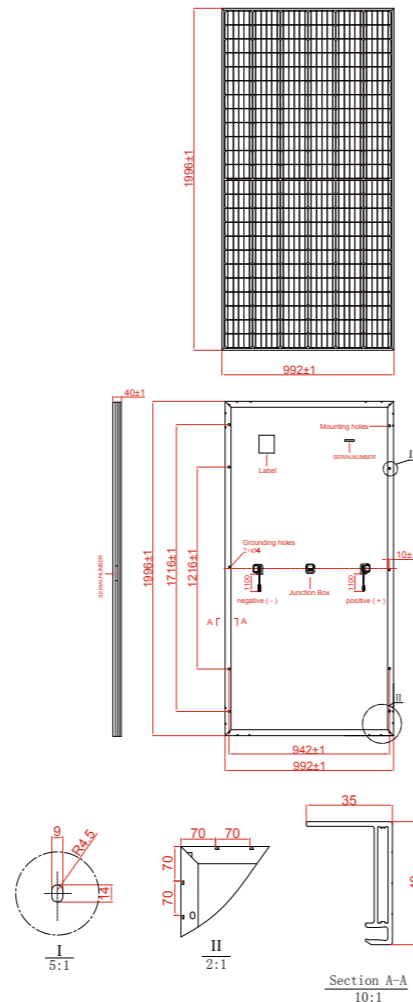
Pmax Temperature Coefficient	-0.38 %/°C
Voc Temperature Coefficient	-0.28 %/°C
Isc Temperature Coefficient	+0.05 %/°C
Operating Temperature	-40 ~ +85 °C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2 °C

Mechanical Specifications

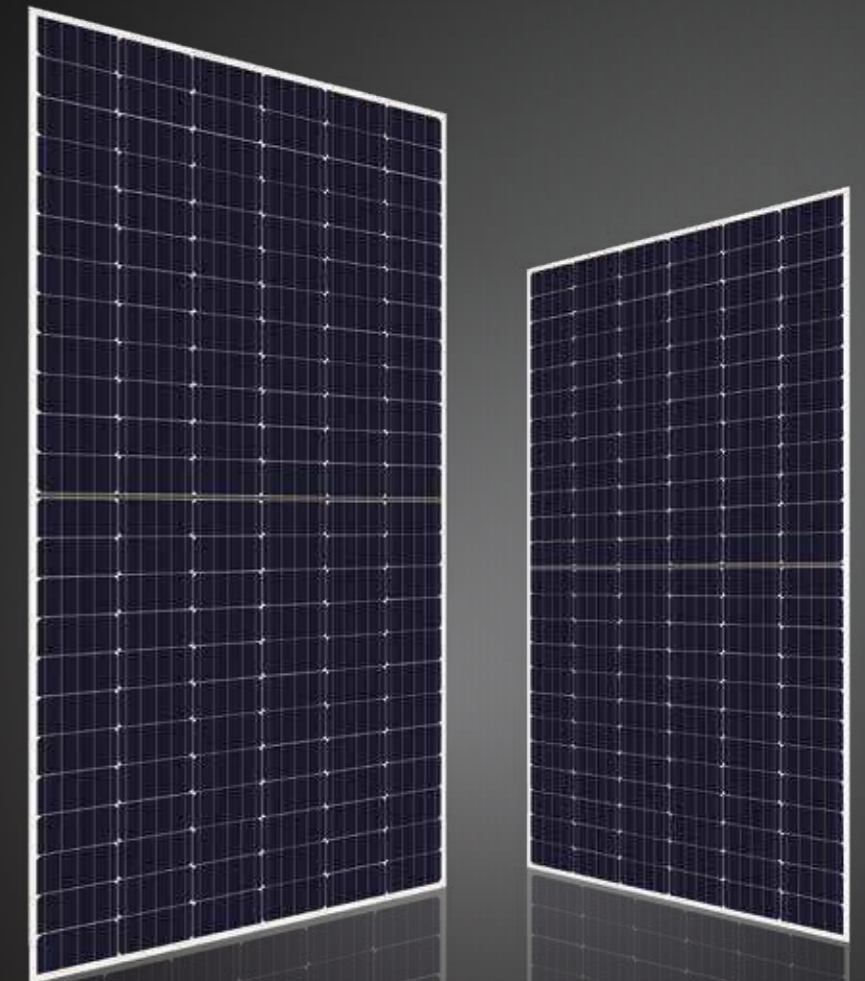
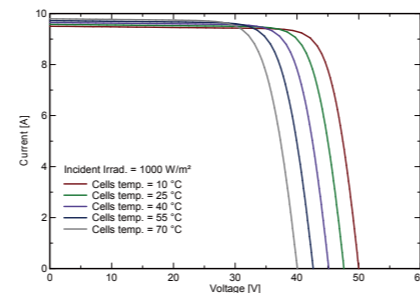
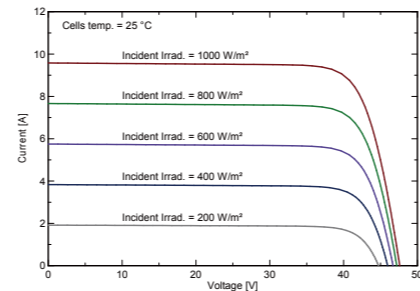
External Dimensions	1996x 992x 40 mm
Weight	22.5kg
Solar Cells	Mono crystalline
Front Glass	3.2 mm AR coating tempered glass, low iron
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP67
Output Cables	4.0 mm ² , cable length: 1100 mm
Connector	MC4 Compatible
Mechanical Load	5400 Pa

Packing Configuration

	1996x 992x 40 mm	
Container	20'GP	40'GP
Pieces per Pallet	27	27
Pallets per Container	10	22
Pieces per Container	270	594



I-V Curve (SRP-365-BMA(-HV))



BIADÉ™
 Cuts Night, Breaks Dawn.

365W-380W

Blade™ – A Module re-Modeled

Seraphim's Blade™ Series solar module boasts two identical parts, which are composed of cells that are half the size of ordinary solar cells. By cutting cells into halves, these smaller currents will help reduce "Cell To Module" loss, which means higher output.

In the meantime, the overall space between cells are doubled, and more light will be transferred into power through multiple reflections. Compared to mainstream standard modules, the Blade™ series module has lower current and series resistance which helps minimize mismatch loss, internal power loss, and shadow effect, etc. Once one cell has EL defect or appearance defect, such as black edge or V sharp. After cutting, one intact half can be reused.



More Output



Higher Efficiency



Higher ROI

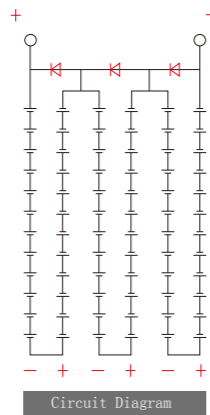
Less Mismatch loss

Instead of 6 internal strings of cells, the Blade series module has 2 x 6 shorter ones. This design effectively deals with the mismatch happened between cells caused by shadow, out of sync performance degradation, ect.

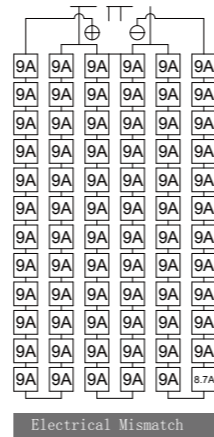
Standard Module / With 6 internal strings of cells



Design Sketch



Circuit Diagram



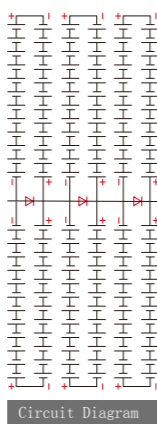
Electrical Mismatch

Module current output is 8.7A, current mismatch in series is **0.3A**.

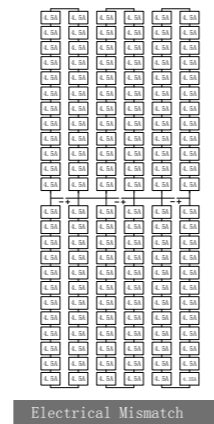
Blade™ / With 2 x 6 internal strings of cells



Design Sketch



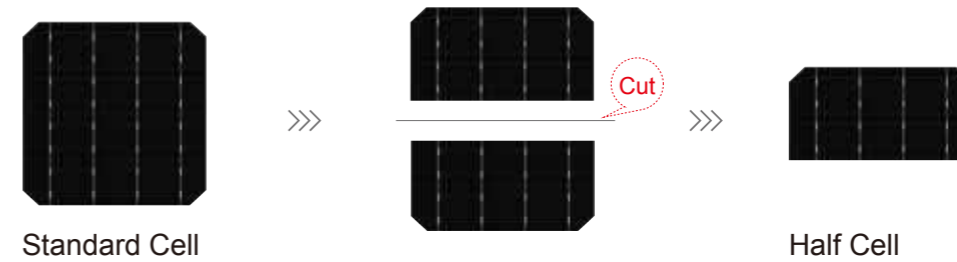
Circuit Diagram



Electrical Mismatch

Module current output is 4.5+4.35=8.75A, current mismatch in series is **0.15A**.

Less Internal Power Loss



Standard Cell

Half Cell

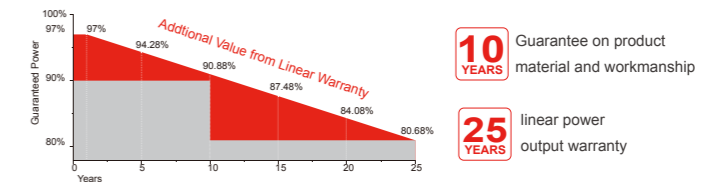
The ribbon length of half-cell is shorter than normal cell. Calculated by Joule's law and Ohm' law, the power loss reduction is nearly 6%.

Product Certificates



Insurance **PICC**

Warranty



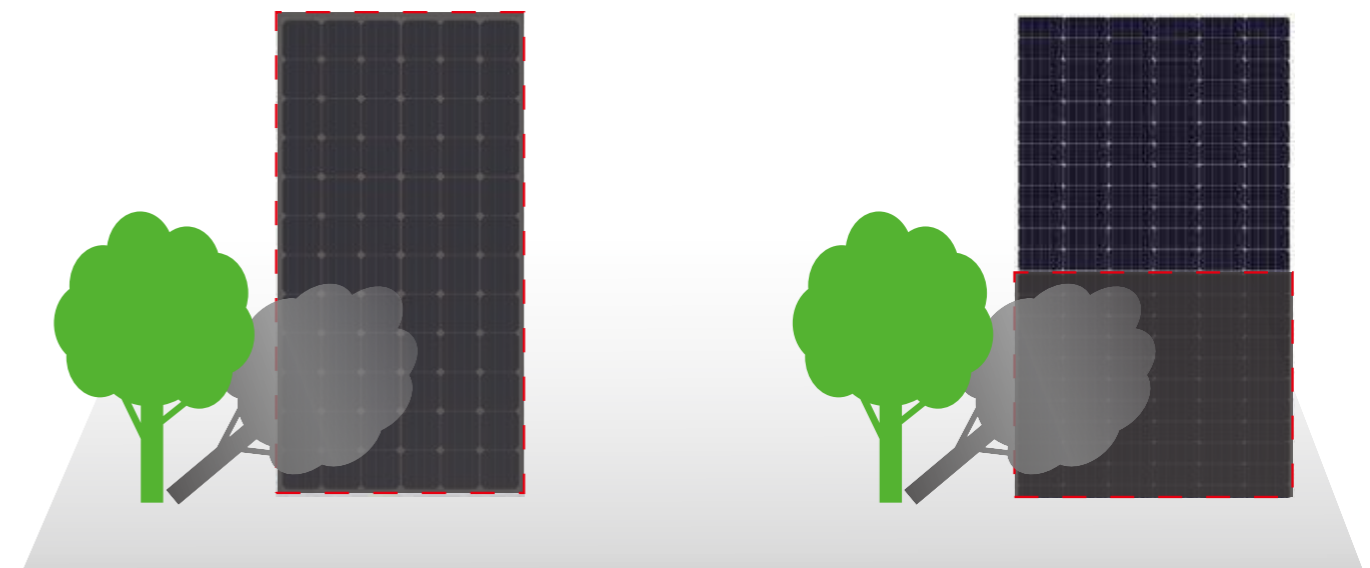
Higher Yield Due to Better Shading Response

Blade™ comprises two separated and identical solar cell arrays, which means the ordinary strings of cells are cut into halves, and these shorter strings compose arrays which has separated current paths. When a module is shaded, only one side shaded array's current will be impacted, while the other array will still be functionally producing power. Under this circumstance, when a module is shaded, the affected working areas of Blade™ will be 50% less.

By cutting solar cell into halves, the internal power loss will be lower and hot spot effect will also be reduced.

Standard Module

Blade™ Module



8. Datasheet Inversor 1000 V DC



EFASOLAR 1000

The **EFASOLAR 1000** is a 1 MVA solar inverter suitable for utility scale power plants with centralized architecture.

The **EFASOLAR 1000** has integrated an advanced control module with remote power controllability modes and grid support features that guarantees an excellent performance and authentic grid dispatch integration.

 **EFASOLAR 1000**

Customer Benefits

- 1 MVA solar inverter at 50 °C
- Maximum efficiency with harsh conditions
- High availability and reliability
- DC & AC protection
- Extended support using Efacec international structure

Key Benefits

- Designed for utility scale project
- Configurable DC inputs with current measurement
- Reactive power compensation at night
- Grid dispatch integration
- All protective devices and features included

Main Features



Grid Support

- Q, P control inbuilt
- Grid support features
- Grid code compliance
- IEC 62116, BDEW standards
- LVRT capability



Compact Design

- Optimized for PVStation
- Front access for enhanced O&M
- Robust design
- 600 mm depth
- Fast & easy field installation



PV Interface

- Wide MPPT range
- Input voltage up to 1000 V
- Configurable DC inputs
- Fuse protected
- Individual current measurements



Reliability Focus

- Extended temperature range
- High quality components
- Fast & easy replacement
- Fast troubleshooting
- Kaizen manufacturing



Power Plant Controller

- Dynamic P, Q control modes
- Grid dispatch integration
- Open communication protocol
- HMI remote access
- Integration in monitoring software solutions



After Sales

- Warranty extension options
- Service & availability contracts
- Customer service portal & hotline
- Extended support using Efacec international structure

Electrical	
Input	
Maximum power	1400 kW
Minimum voltage	595 V
Maximum voltage	1000 V
MPPT range	595 V - 850 V
Maximum current	1900 A
Number of independent MPP inputs	1
Number of DC inputs ¹	6 inputs equipped with fuses
Output	
Rated power (25 °C / 50 °C)	1100 kVA / 1000 kVA
Rated voltage ²	405 V
Rated current	1426 A
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Maximum current	1570 A
THD	< 3%
Power factor ³ /Displacement power factor ⁴	1,0 / 0,8 inductive to 0,8 capacitive
Required grid type	IT grid
Isolation transformer	No
Efficiency	
Maximum ⁵	98,7%
Euro-efficiency ⁵	98,5%
CEC efficiency ⁵	98,6%
Protective devices	
DC disconnect device	Motor-drive switch disconnecter
AC disconnect device	Circuit breaker
DC overvoltage protection	Type II surge arrester
AC overvoltage protection	Type I surge arrester
Auxiliaries overvoltage protection	Type II surge arrester
Ground fault monitoring	.
Overvoltage	.
Undervoltage	.
Overfrequency	.
Underfrequency	.
Anti-islanding	.
Reverse polarization	.
Short circuit on the output	.
Overtemperature	.
Asymmetrical current	.
General data	
Ambient temperature	-10 °C ... +50 °C / +14 °F ... +122 °F
Max. permissible value for relative humidity (noncondensing)	15% ... 95%
Cooling concept	Air forced cooling
Auxiliaries power supply	230 V
Max. self-consumption (operation) / self-consumption (night)	1300 W / <85 W
Color	RAL 7035
Altitude for rated conditions / Maximum operating altitude above sea level ⁶	1000 m / 3000 m
Dimensions (WxDxH)	2200 x 610 x 2000 mm / 86,6 x 24 x 78,7"
Weight	1800 kg / 3968 lb
Protection degree	IP20 / NEMA 2
Protective class	I
Standards	
CE marking	Yes
Safety/EMC	EN 62109-1, EN 62109-2 / EN 61000-6-2, EN 61000-6-4
Grid interface	IEC 62116, BDEW, P.O.12.3, Arrêté 23-04-2008, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, South African Grid code, Chilean Grid Code
Interfaces	
Local Human Machine Interface	4.3" Color, touch screen
Remote interface	Web Virtual HMI
Communication protocols	Modbus TCP/RTU
Data storage	Datalogger
Optionals	
	Remote monitoring software
	Reactive energy compensation module
	Maintenance service
	Warranty extension

• Base feature

- (1) Other configurations can be used.
- (2) Other AC voltage, DC voltage and power classes can be configured.
- (3) Power factor > 0,98 at rated output voltage and power load > 15%.
- (4) The adjustable range can be extended and other values can be configured.
- (5) Efficiency measured without auxiliary power supply consumption and at input and output rated voltage.
- (6) Please consult Efacec with the specific operating conditions in order to characterize an eventual derate with altitude.



9. Datasheet Inversor 1500 V DC



EFASOLAR 1500V Series

EFASOLAR 1500V SERIES

EFASOLAR 1500V Series with increased power density is especially tailored for multi-megawatt PV power plants. With innovative 1500 V technology and extended MPPT range, the inverters have more power and a higher efficiency allowing a truly secure return on investment.

1500V Series includes advanced grid support features ensuring an excellent performance and authentic grid dispatch integration.

Customer Benefits

- DC input voltage up to 1500 V
- Increased power density in the same cabinet
- Higher efficiency
- Compatible with 1500 V PV modules
- DC and AC protection

Key Benefits

- Flexible equipment for multi-megawatt power plants
- Reactive power compensation at night
- Grid dispatch integration
- All protective devices and features included
- Extend support through Efacec international structure

Main Features



Grid Support

- Q, P control inbuilt
- Grid support features
- Grid code compliance
- IEC 62116, BDEW standards
- LVRT capability



Compact Design

- Optimized for PVStation
- Increased power density in the same cabinet
- Robust design for enhanced O&M
- Fast & easy field installation



PV Interface

- Extended MPPT range
- Input voltage up to 1500 V
- Configurable DC fuse protected inputs
- Individual current measurements



Reliability Focus

- Extended temperature range
- High quality components
- Fast & easy replacement
- Fast troubleshooting
- Kaizen manufacturing



Power Plant Controller

- Dynamic P, Q control modes
- Grid dispatch integration
- Open communication protocol
- HMI remote access
- Integration in monitoring software solutions



After Sales

- Warranty extension options
- Service & availability contracts
- Customer service portal & hotline
- Extended support using Efacec international structure

Technical Information

Electrical - EFASOLAR 1500V Series		†EFASOLAR 1200HV	†EFASOLAR 1300HV	†EFASOLAR 1400HV	†EFASOLAR 1500HV
Input					
Maximum power	1520 kW	1641 kW	1763 kW	1915 kW	
Minimum voltage	740 V	795 V	855 V	930 V	
Maximum voltage	1500 V				
MPPT range	746 V - 1250 V	805 V - 1250 V	865 V - 1250 V	940 V - 1250 V	
Maximum current	1600 A				
Number of independent MPP inputs	1				
Number of DC inputs ⁽¹⁾	6 inputs equipped with fuses				
Output					
Rated power (30 °C / 50 °C)	1195 kVA / 1058 kVA	1291 kVA / 1142 kVA	1386 kVA / 1227 kVA	1500 kVA / 1334 kVA	
Rated voltage ⁽²⁾	500 V	540 V	580 V	630 V	
Rated current (30 °C / 50 °C)	1380 A / 1225 A				
Frequency	50 Hz / 60 Hz				
Maximum current	1380 A				
THD	< 3%				
Power factor ⁽³⁾ /Displacement power factor ⁽⁴⁾	1,0 / 0,8 inductive to 0,8 capacitive				
Required grid type	IT grid				
Isolation transformer	No				
Efficiency					
Maximum ⁽⁵⁾	98,7 %				
Euro-efficiency ⁽⁵⁾	98,5 %				
CEC efficiency ⁽⁵⁾	98,5 %				
Protective devices					
DC disconnect device	Motor-drive switch disconnecter				
AC disconnect device	Circuit breaker				
DC overvoltage protection	Type II surge arrester				
AC overvoltage protection	Type I surge arrester				
Auxiliaries overvoltage protection	Type II surge arrester				
Ground fault monitoring	•				
Overvoltage	•				
Undervoltage	•				
Overfrequency	•				
Underfrequency	•				
Anti-islanding	•				
Reverse polarization	•				
Short circuit on the output	•				
Overtemperature	•				
Asymmetrical current	•				
General data					
Ambient temperature	-10 °C ... +50 °C / +14 °F ... +122 °F				
Max. permissible value for relative humidity (noncondensing)	15% ... 95%				
Cooling concept	Air forced cooling				
Auxiliaries power supply	230 V				
Max. self-consumption (operation) / self-consumption (night)	1300 W / <85 W				
Color	RAL 7035				
Altitude for rated conditions / Maximum operating altitude above sea level ⁽⁶⁾	1000 m / 3000 m				
Dimensions (WxDxH)	2200 x 610 x 2000 mm / 86,6 x 24 x 78,7"				
Weight	1800 kg / 3968 lb				
Protection degree	IP20 / NEMA 2				
Protective class	I				
Standards					
CE marking	Yes				
Safety/EMC	EN 62109-1, EN 62109-2 / EN 61000-6-2, EN 61000-6-4				
Grid interface	IEC 62116, BDEW, P.O. 12.3, Arrêté 23-04-2008, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, South African Grid code, Chilean Grid Code				
Interfaces					
Local Human Machine Interface	4.3" Color, touch screen				
Remote interface	Web Virtual HMI				
Communication protocols	Modbus TCP/RTU				
Data storage	Datalogger				
Optionals					
	Remote monitoring software				
	Reactive energy compensation module				
	Maintenance service				
	Warranty extension				

• Base feature

(1) - Other configurations can be used.

(2) - Other AC voltage, DC voltages and power classes can be configured.

(3) - Power factor > 0,98 at rated output voltage and power load > 15%.

(4) - The adjustable range can be extended and other values can be configured.

(5) - Efficiency measured without auxiliary power supply consumption and at input and output rated voltage.

(6) - Please consult Efacec with the specific operating conditions in order to characterize an eventual derate with altitude.



Efacec Energia, Máquinas e Equipamentos Eléctricos, S.A.

Rua Eng. Frederico Ulrich - Ap. 3078 | 4471-907 Moreira Maia | Portugal | Tel: +351 229 402 000 | Fax: +351 229 403 209 | inverters@efacec.com | solarinverters.efacec.com



mod. CS33311606B1

10. Datasheet Cabo Solar 1x6 mm²



Beschreibung

Ummantelte Einzeladern für die Verkabelung von Photovoltaikanlagen

Verwendung

Diese Leitung wird speziell in Solaranlagen verwendet. Aufgrund des vernetzten Isolier- und Mantelmaterials der Kabel wird für eine hervorragende Beständigkeit gegen mechanische und klimatische Belastungen gesorgt. Zudem sind die Leitungen kurzschlussfest und UV-beständig und damit geeignet für die Verlegung in trockenen und feuchten Räumen, unter der Erde und auch im Freien unter direkter Sonneneinstrahlung.

Aufbau

Leiter Werkstoff	Kupfer, blank oder verzinkt
Leiterklasse	Klasse 5
Aderisoliationswerkstoff	Thermoplastischer Kautschuk
Au13nmantelwerkstoff	Thermoplastischer Kautschuk
Mantelfarbe	Schwarz (RAL 9005), Rot (RAL 3013) oder Blau (RAL 5015)
Nennspannung	0,6/1 kV AC 0,8/1,5 kV DC
Prüfspannung	0,7/1,2 kV AC 0,9/1,8 kV DC
Spannungsprüfungen	6,5 kV AC zufolge EN 50395
Maximale PV-Systemspannung	Bis an 2 kV DC
Isolationswiderstand	> 750 MΩ x km bei 20°C
kleinster Biegeradius fest	5 x d
kleinster Biegeradius bewegt	15 x d
Betriebstemp est min/max	-40°C bis +130°C
Betriebstemp bew. min/max	-40°C bis +120°C
Temperatur an Leiter max.	125°C
Brandverhalten	CEI EN 60332-1-2 Rule
Halogene Emissionsprüfung	IEC 60754-1, IEC EN 50267-2-1 Rule
Korrosiven Gasemissionstest	IEC 60754-2, IEC EN 50267-2-2 / 3 Rule
Rauchdichte	IEC EN 61034-2 Rule
Erwartet Kabel Life	> 20 Jahre IEC 60216 Rule
Elektrischer Widerstand	CEI EN 60228 CL5

TÜV Rheinland n. R 60023601



Description

Sheathed single core for cabling of photovoltaic systems

Application

Designed especially for application in solar generators. Due to the cross-linked insulating and sheathing materials an excellent resistance against mechanical and environmental stress is guaranteed. In addition, the cables are short-circuit proof and resistant against UV radiation and therefore suitable for use in dry and moist rooms, under earth and outdoors under direct solar irradiation. Most favourable cable in photovoltaic systems. Suitable for use in dry and humid rooms.

Construction

Conductor	Cooper, bare or tinned
Conductor class	Class 5
Wire insulation	Halogen free thermoplastic rubber
Outer sheath	Halogen free thermoplastic rubber
Sheath Colour	Black (RAL 9005), Red (3013) or Blue (RAL5015)
Working Voltage	0,6/1 kV AC 0,8/1,5 kV DC
Max. Voltage	0,7/1,2 kV AC 0,9/1,8 kV DC
Testing Voltage	6,5 kV AC according to EN 50395
Maximum PV system voltage	Up to 2 kV DC
Insulation resistance	> 750 MΩ x km at 20°C Min.
bending radius fixed	5 x d
Min. bending radius moved	15 x d
Working temp. fixed min/max	-40°C up to +130°C
Working temp. moved min/max	-40°C up to +120°C
Temp. at conductor max	125°C
Vertical flame test	CEI EN 60332-1-2 Rule
Halogens emission test	IEC 60754-1 ; CEI EN 50267-2-1 Rule
Corrosive Gas Emissions test	IEC 60754-2 ; CEI EN 50267-2-2/3 Rule
Smoke Density	CEI EN 61034-2 Rule
Expecting Cable Life	> 20 Years IEC 60216 Rule
Electric Resistance	CEI EN 60228 CL5

TÜV Rheinland n. R 60023601

Art Nr Part n°	Adern x Querschnitt N° of cores x cross section	Aussen Diam. Outer Diameter	CU Gewicht Cooper Weight	Gewicht Weight
	mm	Ca. mm	Kg/100m	Kg/100m
Solar	1 x 1,5	4.5	1.44	4.10
Solar	1 x 2,5	5.10	2.40	4.70
Solar	1 x 4	5.70	3.84	6.30
Solar	1 x 6	6.50	5.70	8.60
Solar	1 x 10	7.90	9.60	13.60
Solar	1 x 16	9.00	15.40	19.50
Solar	1 x 25	10.90	24.00	29.10
Solar	1 x 35	11.90	33.50	38.30
Solar	1 x 50	14.10	48.00	55.20
Solar	1 x 70	15.90	67.00	71.20
Solar	1 x 95	18.00	91.20	92.50
Solar	1 x 120	20.30	115.20	118.70
Solar	1 x 150	22.80	144.00	147.60
Solar	1 x 185	26.00	177.60	178.50
Solar	1 x 240	27.00	230.40	239.00

Art Nr Part n°	Adern x Querschnitt N° of cores x cross section	Eizen frei in der Luft verlegt Single cable free in air	Eizen frei an der oberfläche verlegt Single cable on surfaces	Mehrere leitungen an der oberfläche verlegt Two cables adjacent on	Spannungsverlust Voltage drop	Max leiterwiderstand bei 20°C Máx. conductor resistance at 20°C
	mm	A	A	A	V/A Km	Ohm/Km
Solar	1 x 1,5	30	29	24	38	13.7
Solar	1 x 2,5	41	39	33	23	8.21
Solar	1 x 4	55	52	44	14.3	5.09
Solar	1 x 6	70	67	57	9.49	3.39
Solar	1 x 10	98	93	79	5.46	1.95
Solar	1 x 16	132	125	107	3.47	1.24
Solar	1 x 25	176	167	142	2.23	0.795
Solar	1 x 35	218	207	176	1.58	0.565

Air Temp. (°C) up to Aussentemperatur	60°C	70°C	80°C	90°C	100°C	110°C
Factor / Faktor	1.00	0.91	0.82	0.71	0.58	0.41

Solar / Solar

SOLAR H1Z2Z2-K PV1-F TÜV/CE

Doppelt ummantelte Einzeladern für die Verkabelung von Photovoltaikanlagen
Double sheathed single core for cabling of photovoltaic systems



Verwendung:

Diese Leitung wird speziell in Solaranlagen verwendet. Aufgrund des vernetzten Isolier- und Mantelmaterials der Kabel wird für eine hervorragende Beständigkeit gegen mechanische und klimatische Belastungen gesorgt. Zudem sind die Leitungen kurzschlussfest, halogenfrei und UV-beständig und damit geeignet für die Verlegung in trockenen und feuchten Räumen, unter der Erde und auch im Freien unter direkter Sonneneinstrahlung. Die zu erwartende Lebensdauer beträgt 25 Jahre.

Aufbau:

Technische Daten:

Leiter Werkstoff	Kupfer, blank oder verzinkt
Leiterklasse	Klasse 5
Aderisolationwerkstoff	Vernetztes Polyolefincopolymer nach EN 50618
Aderkennung	
Verseilung	
Außenmantelwerkstoff	Vernetztes Polyolefincopolymer EN 50618
Mantelfarbe	Schwarz (RAL 9005), Rot (RAL 3013) oder Blau (RAL 5015)
Nennspannung [V]	AC: U _o /U 1/1kV, max. 1,2/1,2kV ; DC: 1,5kV, max. 1,8/1,8kV
Prüfspannung [V]	AC: 6,5kV DC: 15kv (5min)
Leiterwiderstand	
Isolationswiderstand	> 750 MΩ x km bei 20°C
Strombelastbarkeit	
kleinster Biegeradius fest [xd]	5 x d
kleinster Biegeradius bewegt [xd]	15 x d
Betriebstemp. fest min/max [C]	-40 °C bis +130°C
Betriebstemp. bew. min/mac [C]	-40 °C bis +120 °C
Temperatur am Leiter max.	125 °C
Brandverhalten	CEI EN 60332-1-2
Normen	EN 50618

Application:

Designed especially for application in solar generators. Due to the cross-linked insulating and sheathing materials an excellent resistance against mechanical and environmental stress is guaranteed. In addition, the cables are short-circuit proof, halogen free and resistant against UV radiation and therefore suitable for use in dry and moist rooms, under earth and outdoors under direct solar irradiation. Most favourable cable in photovoltaic systems. Suitable for use in dry and humid rooms. The cable has an expected service life of 25 years.

Construction:

Technical Data:

Conductor Material	Copper, bare or tinned
Conductor class	Class 5
core insulation	Cross linked polyolefin-copolymer acc. to EN 50618
core identification	
stranding	
outer sheath	Cross linked polyolefin-copolymer acc. to EN 50618
sheath colour	Black (RAL 9005), red (RAL 3013) or blue (RAL 5015)
rated voltage [V]	AC: U _o /U 1/1kV, max. 1,2/1,2kV ; DC: 1,5kV, max. 1,8/1,8kV
testing voltage [V]	AC: 6,5kV DC: 15kv (5min)
conductor resistance	
insulation resistance	> 750 MΩ x km at 20°C
current carrying capacity	
min. bending radius fixed [xd]	5 x d
min. bending radius moved [xd]	15 x d
working temp fixed min/max [C]	-40°C up to +130°C
working temp moved min/mac [C]	-40°C up to +120°C
temp at conductor max.	125 °C
burning behaviour	CEI EN 60332-1-2
Approvals	EN 50618

Kabel / Cable

Art Nr. Part No.	Adern x Querschnitt no. of cores x cross section	Außen Ø ca. mm outer Ø ca. mm	CU Gewicht kg/100m copper weight kg/100m	Gewicht kg/100m weight kg/100m
SOLAR	1 x 2,5	5.10	2.40	4.70
SOLAR	1 x 4	5.40	3.84	6.30
SOLAR	1 x 6	6.50	5.76	8.60
SOLAR	1 x 10	7.90	9.60	13.60
SOLAR	1 x 16	9.00	15.40	19.50
SOLAR	1 x 25	10.90	24.00	29.10
SOLAR	1 x 35	11.90	33.60	38.30
SOLAR	1 x 50	14.10	48.00	55.20
SOLAR	1 x 70	15.90	67.20	71.20
SOLAR	1 x 95	18.00	91.20	92.50
SOLAR	1 x 120	20.30	115.20	118.70
SOLAR	1 x 150	22.80	144.00	147.60
SOLAR	1 x 185	26.00	177.60	181.00
SOLAR	1 x 240	27.20	230.40	235.00

Kontakt:

11. Datasheet Cabo DC 1x120 mm²



**0.6/1 kV XLPE INSULATED
LIST OF GUARANTEED CHARACTERISTICS**

		GUARANTEED	
1.			
2.	Cable Code	:	NA2XH-O
3.	Applied Standards	:	IEC 60502-1(TS HD 604 S1)
4.	Rated Voltage (U0/U _m)	(kV) :	(AC 0.6/1) / (DC 0,9/1,8)
5.	Cross-sectional Area	(mm ²) :	1x120RM
6.	Conductor		
	a)Material	:	Aluminium
	b)Number of Wires	:	24± 1
	c)Type of Stranding	:	Circular (Compacted)
	d)Outer Diameter of strand	(mm) :	13,0 ± 0,5
7.	DC Current Carrying Capacity at 20 °C		
	a)In Air (Ambient Temperature 30 °C)	(A) :	376
	b)Under Ground at a depth of 70 cm (Ambient Temperature 20 °C)	(A) :	425
8.	Conductor DC Resistance at 20 °C	(Ω/km) :	0,2530
9.	Maximum Continuous Conductor Temperature	(°C) :	90
10.	Conductor AC Resistance at 70 °C	(Ω/km) :	0,3238
11.	Dielectric Losses (at 20 °C)	(kw/km) :	79,1
12.	Maximum Temperature of Conductor at SC Condition	(°C) :	250
13.	Maximum Short-Circuit Current for 1 second	(kA) :	11,28
14.	Type Of Insulation Material	:	XLPE(2X11)
15.	Nominal Thickness Of Insulation	(mm) :	1,2
16.	Diameter of Insulation	(mm) :	15,4 ± 1
17.	Nominal Thickness Of Filler	(mm) :	-
18.	Diameter of Filler	(mm) :	-
19.	Type Of Inner Sheath Material	:	-
20.	Nominal Thickness Inner Sheath	(mm) :	-
21.	Diameter of Inner Sheath	(mm) :	-
22.	Number & Diameter of Concentric Wires	(mm) :	-
23.	Thickness or Diameter of Armour Wires(**)	(mm) :	-
24.	Thickness of Zinc Coating of Armour Wires	(g/mm ²) :	-
25.	Type Of Outer Sheath Material	:	HFFR(HM4)
26.	Nominal Thickness Of Outer Sheath	(mm) :	1,5
27.	Outer Diameter of Cable (With Tolerance)	(mm) :	18 ±1
28.	Weight of Cable (*)	(kg/km) :	490
29.	Weight of Steel (*)	(kg/km) :	-
30.	Weight of Aluminium (**)	(kg/km) :	315
31.	Minimum Bending Radius	(mm) :	216
32.	Lowest Laying Temperature	(°C) :	+3
33.	Drums	:	
	. Flange (Wheel) Diameter	(mm) :	1200
	. Barrel Diameter	(mm) :	600
	. Barrel Length	(mm) :	620
	. Outside Width	(mm) :	720
	. Length of Cable (*)	(m) :	1000
34.	Gross(*) & Net Weight(*)	(kg) :	650 490
35.	Core Coluer	:	Black
36.	Outher Sheath Color	:	Black
	Cable Marking	:	NA2XH-O 1X120RM mm ² 0,6/1kV AC (0,9/1,8 kV DC) TS IEC
	Drum Marking	:	60502-1 10 2015 meter
		:	Producer-Length-Cable Code-Rated Voltage-Cross-sectional Area

* : ± 5 % tolerance is acceptable for these values

** : ± 2 % tolerance is acceptable for these values

12. Datasheet Cabo DC 1x150 mm²

**0.6/1 kV XLPE INSULATED
LIST OF GUARANTEED CHARACTERISTICS**

		GUARANTEED	
1.			
2.	Cable Code	:	NA2XH-O
3.	Applied Standards	:	IEC 60502-1(TS HD 604 S1)
4.	Rated Voltage (U0/U _m)	(kV) :	(AC 0.6/1) / (DC 0,9/1,8)
5.	Cross-sectional Area	(mm ²) :	1x150RM
6.	Conductor		
	a)Material	:	Aluminium
	b)Number of Wires	:	30± 1
	c)Type of Stranding	:	Circular (Compacted)
	d)Outer Diameter of strand	(mm) :	14,3 ± 0,5
7.	DC Current Carrying Capacity at 20 °C		
	a)In Air (Ambient Temperature 30 °C)	(A) :	431
	b)Under Ground at a depth of 70 cm (Ambient Temperature 20 °C)	(A) :	476
8.	Conductor DC Resistance at 20 °C	(Ω/km) :	0,2060
9.	Maximum Continuous Conductor Temperature	(°C) :	90
10.	Conductor AC Resistance at 70 °C	(Ω/km) :	0,2637
11.	Dielectric Losses (at 20 °C)	(kw/km) :	80,8
12.	Maximum Temperature of Conductor at SC Condition	(°C) :	250
13.	Maximum Short-Circuit Current for 1 second	(kA) :	14,10
14.	Type Of Insulation Material	:	XLPE(2X11)
15.	Nominal Thickness Of Insulation	(mm) :	1,4
16.	Diameter of Insulation	(mm) :	17,2 ± 1
17.	Nominal Thickness Of Filler	(mm) :	-
18.	Diameter of Filler	(mm) :	-
19.	Type Of Inner Sheath Material	:	-
20.	Nominal Thickness Inner Sheath	(mm) :	-
21.	Diameter of Inner Sheath	(mm) :	-
22.	Number & Diameter of Concentric Wires	(mm) :	-
23.	Thickness or Diameter of Armour Wires(*)	(mm) :	-
24.	Thickness of Zinc Coating of Armour Wires	(g/mm ²) :	-
25.	Type Of Outer Sheath Material	:	HFFR(HM4)
26.	Nominal Thickness Of Outer Sheath	(mm) :	1,6
27.	Outer Diameter of Cable (With Tolerance)	(mm) :	20 ±1
28.	Weight of Cable (*)	(kg/km) :	610
29.	Weight of Steel (*)	(kg/km) :	-
30.	Weight of Aluminium (**)	(kg/km) :	385
31.	Minimum Bending Radius	(mm) :	240
32.	Lowest Laying Temperature	(°C) :	+3
33.	Drums	:	
	. Flange (Wheel) Diameter	(mm) :	1200
	. Barrel Diameter	(mm) :	600
	. Barrel Length	(mm) :	620
	. Outside Width	(mm) :	720
	. Length of Cable (*)	(m) :	1000
34.	Gross(*) & Net Weight(*)	(kg) :	770 610
35.	Core Coluer	:	Black
36.	Outher Sheath Color	:	Black
	Cablo Marking	:	NA2XH-O 1X150RM mm ² 0,6/1kV AC (0,9/1,8 kV DC) TS IEC
	Drum Marking	:	60502-1 10 2015 meter Producer-Length-Cable Code-Rated Voltage-Cross-sectional Area

* : ± 5 % tolerance is acceptable for these values

** : ± 2 % tolerance is acceptable for these values

13. Datasheet Cabo DC 1x185 mm²



**0.6/1 kV XLPE INSULATED
LIST OF GUARANTEED CHARACTERISTICS**

		GUARANTEED	
1.			
2.	Cable Code	:	NA2XH-O
3.	Applied Standards	:	IEC 60502-1(TS HD 604 S1)
4.	Rated Voltage (U0/U _m)	(kV) :	(AC 0.6/1) / (DC 0,9/1,8)
5.	Cross-sectional Area	(mm ²) :	1x185RM
6.	Conductor		
	a)Material	:	Aluminium
	b)Number of Wires	:	37± 1
	c)Type of Stranding	:	Circular (Compacted)
	d)Outer Diameter of strand	(mm) :	16,0 ± 0,5
7.	DC Current Carrying Capacity at 20 °C		
	a)In Air (Ambient Temperature 30 °C)	(A) :	501
	b)Under Ground at a depth of 70 cm (Ambient Temperature 20 °C)	(A) :	541
8.	Conductor DC Resistance at 20 °C	(Ω/km) :	0,1640
9.	Maximum Continuous Conductor Temperature	(°C) :	90
10.	Conductor AC Resistance at 70 °C	(Ω/km) :	0,2099
11.	Dielectric Losses (at 20 °C)	(kw/km) :	83,1
12.	Maximum Temperature of Conductor at SC Condition	(°C) :	250
13.	Maximum Short-Circuit Current for 1 second	(kA) :	17,39
14.	Type Of Insulation Material	:	XLPE(2X11)
15.	Nominal Thickness Of Insulation	(mm) :	1,6
16.	Diameter of Insulation	(mm) :	19,3 ± 1
17.	Nominal Thickness Of Filler	(mm) :	-
18.	Diameter of Filler	(mm) :	-
19.	Type Of Inner Sheath Material	:	-
20.	Nominal Thickness Inner Sheath	(mm) :	-
21.	Diameter of Inner Sheath	(mm) :	-
22.	Number & Diameter of Concentric Wires	(mm) :	-
23.	Thickness or Diameter of Armour Wires(*)	(mm) :	-
24.	Thickness of Zinc Coating of Armour Wires	(g/mm ²) :	-
25.	Type Of Outer Sheath Material	:	HFFR(HM4)
26.	Nominal Thickness Of Outer Sheath	(mm) :	1,6
27.	Outer Diameter of Cable (With Tolerance)	(mm) :	22 ±1
28.	Weight of Cable (*)	(kg/km) :	730
29.	Weight of Steel (*)	(kg/km) :	-
30.	Weight of Aluminium (**)	(kg/km) :	480
31.	Minimum Bending Radius	(mm) :	264
32.	Lowest Laying Temperature	(°C) :	+3
33.	Drums	:	
	. Flange (Wheel) Diameter	(mm) :	1300
	. Barrel Diameter	(mm) :	650
	. Barrel Length	(mm) :	700
	. Outside Width	(mm) :	800
	. Length of Cable (*)	(m) :	1000
34.	Gross(*) & Net Weight(*)	(kg) :	930 730
35.	Core Coluer	:	Black
36.	Outer Sheath Color	:	Black
	Cable Marking	:	NA2XH-O 1X185RM mm ² 0,6/1kV AC (0,9/1,8 kV DC) TS IEC
	Drum Marking	:	60502-1 10 2015 meter Producer-Length-Cable Code-Rated Voltage-Cross-sectional Area

* : ± 5 % tolerance is acceptable for these values

** : ± 2 % tolerance is acceptable for these values

14. Datasheet Cabo DC 1x300 mm²