

MEMORIAL DESCRITIVO

SISTEMA FOTOVOLTAICO 75 kWp CONECTADO A REDE

Prefeitura Municipal de Porto Mauá
Recinto Alfandegado

Responsável: Eng. Eletricista Pedro da Costa Petry
Data: 02/05/2023
ART: 12545239

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	DADOS DO CLIENTE	3
3.	LOCAL DE INSTALAÇÃO.....	3
4.	EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PROJETO.....	3
5.	NORMAS e REGULAMENTAÇÃO	3
6.	DESCRIÇÃO DO SISTEMA	4
8.	INVERSOR SOLAR.....	5
9.	ESTRUTURA METÁLICA.....	6
10.	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO (STRINGS)	6
11.	DIMENSIONAMENTO DO CIRCUITO CA E QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	8
14.	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	10
15.	OBRAS CIVIS.....	11
16.	LISTA DE MATERIAIS EMPREGADOS	11
17.	BOAS PRÁTICAS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	13
18.	OBSERVAÇÕES RELEVANTES AO PROJETO	14

1. INTRODUÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar a descrição técnica dos equipamentos utilizados para implantação do sistema fotovoltaico com a finalidade de suprir grande parte da demanda energética requerida pelo cliente abaixo mencionado.

O sistema fotovoltaico possui potência de 75 kWp. A conexão será efetuada em uma rede trifásica na cidade de Porto Mauá - RS e será conectado em baixa tensão na rede da concessionária local.

2. DADOS DO CLIENTE

Nome / Razão Social:	Prefeitura Municipal de Porto Mauá
CPF / CNPJ:	93.845.519/0001-51
Cidade / UF:	Porto Mauá - RS
Rua:	Rua Uruguai, 155
Telefone:	(55) 3545-1146
CEP:	98947-000
E-mail:	contratos@portomaua.rs.gov.br

3. LOCAL DE INSTALAÇÃO

Cidade / UF:	Porto Mauá - RS
Nº Unidade Consumidora:	
Rua:	Rua Uruguai, 664
CEP:	98.974-000
Latitude:	27°34'13.28"S
Longitude:	54°40'2.76"O

4. EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PROJETO

Nome / Razão Social:	Petry Costel Engenharia & Cia. LTDA.
CPF / CNPJ:	07.766.502/0001-77
Cidade / UF:	Santo Ângelo - RS
Rua:	Avenida Brasil, 390 - Centro
Telefone:	(55) 3313-3001
CEP:	98801-590
Responsável Técnico:	Eng. Eletricista Pedro da Costa Petry
E-mail:	engenharia@petrycostel.com.br
Nº do CREA ou CFT:	RS236504

5. NORMAS e REGULAMENTAÇÃO

- NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão
- Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL 482/12 e 687/15;

6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema fotovoltaico a ser instalado é composto pelos seguintes componentes:

- 161 Módulos Fotovoltaicos 88.55kWp;
- 01 Inversor Solar Grid- Tie 75kW;
- Suportes Metálicos (trilhos, grampos e emendas);
- Grampo de aterramento;
- Cabos solares 4mm² (CC)
- Cabos de cobre 6mm² (CA)
- Cabos de cobre 16mm² (CA)
- Cabos de cobre 35mm² (CA)
- Cabos de Alumínio/Cobre 50mm² (CA)

Os módulos solares serão ligados em série. Os módulos serão montados sobre estruturas metálicas que por sua vez serão fixadas sobre o telhado de forma adequada. O inversor poderá ser instalado em área externa ou interna da edificação, sempre em local de fácil acessibilidade.

7. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Com classificação energética A no INMETRO e testado conforme conformidade com as normas: IEC 61215 / IEC 61730, o módulo solar fotovoltaico monocristalino utilizado como referência de projeto apresenta as seguintes características elétricas e mecânicas citadas abaixo:

- Fácil manuseio durante a instalação
- Paineis de alta eficiência e durabilidade
- Rigoroso controle de qualidade na fabricação

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO MÓDULO	
Fabricante	Sunova
Tecnologia	Silício monocristalino
Potência máxima	550W(+3%)
Rendimento	21,3%
Tensão nominal (Vmpp)	46,82V
Tensão em circuito aberto (Voc)	49,60V
Corrente nominal (Impp)	11,35A
Corrente de curto-circuito (Isc)	14,04A
Material da estrutura	Liga de alumínio anodizado
Dimensões (AxLxP)	2279 x 1134 x 35mm
Peso	27,6Kg
Diodo de by-pass	3
Conector	Compatível com MC4
Coef. de temperatura máxima	-0,35%/C
Coef. de temperatura (Voc)	-0,27%/C
Coef. de temperatura (Isc)	+0,048%/C

As informações acima são referentes a performance padrão STC.

8. INVERSOR SOLAR

O inversor solar utilizado como parâmetro de projeto possui performance de 98,8% de máxima e 99,9% nas MPPT's, marca Growatt. Projetado para receber a energia em Corrente Contínua - CC gerada pelos arranjos fotovoltaicos, tem a função de transformar em energia Corrente Alternada - CA para ser consumida por equipamentos elétricos e eletrônicos, proporcionando ao usuário energia limpa, renovável e ecologicamente correta.

O inversor utilizado possui efeito anti-ilhamento o qual evita que ele trabalhe ilhado. Na eventual falta de energia da rede elétrica ou anomalias na tensão e frequência, o inversor se desligará garantindo a segurança dos trabalhadores da companhia elétrica. Ao retorno da energia ou retorno das condições nominais de frequência e tensão, o inversor irá se conectar automaticamente a rede.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
ENTRADA – CC	
Marca	Growatt
Máxima tensão de entrada CC	1100V
Máxima corrente de entrada	50A
Faixa de tensão MPPT (Vdc)	195V-1000V
Faixa de tensão de máxima eficiência (Vdc)	600V
Tensão de inicialização CC	250V
Número de rastreadores MPPT	7
Quantidade de strings por rastreador MPPT	2
SAÍDA – CA	
Potência máxima CA	75000 VA
Faixa de tensão (Vac)	380V
Tensões de operação (Vac)	220/380V
Frequência de rede CA; tolerância	60; ±5
Corrente alternada máxima	112,7 A
Distorção harmônica total (THD)	<3%
EFICIÊNCIA	
Eficiência MPPT	99.9%
Máxima eficiência	98,8%
LIMITES DO MEIO AMBIENTE	
Proteção	IP65
Altitude (m)	4000
Emissão de ruído	<25 dB(A)
GERAL	
Tipo de refrigeração	Forçada com cooler
Interface de comunicação	RS485/USB/WIFI
Dimensões (L x A x P)	860 x 600 x 300 mm
Peso	82 kg

O inversor deverá ficar em local interno e de fácil acessibilidade.

9. ESTRUTURA METÁLICA

As estruturas de fixação para sistemas fotovoltaicos deverão respeitar os arranjos conforme sua instalação em TELHADO METÁLICO e TELHADO FIBROCIMENTO, eficientes e robustas. Desenvolvidas em material de excelente qualidade, foram projetadas para suportar as mais diversas condições climáticas (chuva, calor, vento).

Os fixadores (grampos) são em alumínio de alta resistência e os parafusos de aço, porcas e arruelas em Aço galvanizado.

A análise de carga sobre a estrutura do telhado fica a responsabilidade da Prefeitura municipal de Porto Mauá, caso haja intervenção deverá ser analisado o projeto para que haja adequações dos suportes se for alterado o modelo das telhas empregadas no local.

10. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO (STRINGS)

O dimensionamento das string's deve seguir conforme as características elétricas do inversor utilizado para este projeto, então conforme as mesmas e o padrão citado para se enquadrar em microgeração distribuída utilizamos os seguintes arranjos.

10.1. Quantidade de Módulos

A quantidade de módulos do projeto foi determinada em três etapas:

- 1- Potência para enquadramento em microgeração distribuída: que conforme as normas da Aneel detêm-se que para se enquadrar nesta modalidade a usina não pode passar de 75kWp de potência. Para isto utilizamos os cálculos abaixo:

$$Nm = \frac{Pot(kWp)}{Potm(W)} \quad (1) \quad Nm = \frac{112.5kWp}{550W} \quad (2) \quad Nm = 204,54 \text{ módulos} \quad (3)$$

- 2- Tipo de estrutura utilizado: para este projeto vamos utilizar uma linha de suporte que acomodará 204 módulos, em modo retrato (vide projeto).
- 3- Definição das Strings: esta definição se dá pela tensão de inicialização do inversor e corrente de entrada de cada string, no caso deste inversor possuímos 7 (sete) rastreadores MPPT e 2 strings, podendo ser criado até 7 arranjos com até duas strings, respeitando o número admissível de módulos pela característica elétrica do inversor. E também utilizamos as características das estruturas metálicas para definir a melhor situação de implantação.

$$V_{occ} = 51,47V \quad I_{mp} = 13,5A$$

$$Nm2 = \frac{1100V}{51,47v} \quad (1) \quad Nm2 = 21,37 \text{ módulos} \quad (2)$$

Para melhor arranjo dos módulos chegamos a seguinte definição de:

5 MPPT's com 2 String's de numeração de placas conforme o projeto Voc limite por string uma tensão de 978,023V que encontra-se dentro do limite de 1100V da entrada MPPT, a corrente de entrada por string será de 13,48A totalizando 26,96A de entrada na MPPT que também encontra-se dentro do limite de 50A.

DIMENSIONAMENTO DA INSTALAÇÃO	
Número de Inversores	01
Potência do inversor	75 kW (ac)
Número de entrada MPPT	07
Quantidade de módulos na String 1A	19
Quantidade de módulos na String 1B	19
Quantidade de módulos na String 2A	19
Quantidade de módulos na String 2B	19
Quantidade de módulos na String 3A	17
Quantidade de módulos na String 3B	0
Quantidade de módulos na String 4A	15
Quantidade de módulos na String 4B	15
Quantidade de módulos na String 5A	19
Quantidade de módulos na String 5B	19
Quantidade de módulos na String 6A	0
Quantidade de módulos na String 6B	0
Quantidade de módulos na String 7A	0
Quantidade de módulos na String 7B	0

Esta instalação está contemplada conforme a disponibilidade os arranjos dispostos sobre o telhado da edificação com 161 placas de 550W dispostas em 5 (seis) MPPT's com 2 (duas) Strings, conforme a tabela acima. A potência total de Geração em CC (Corrente Contínua) será de 88.55kWp, que se encontra dentro do limite de instalação CC (Corrente Contínua) do Inversor que é de 112,5kWp.

A Carga exercida na estrutura por MPPT será de:

MPPT 1	1080 kg
MPPT 2	1080 kg
MPPT 3	540 kg
MPPT 4	940 kg
MPPT 5	1080 kg
MPPT 6	0 kg
MPPT 7	0 kg
Total	4720 kg

11. DIMENSIONAMENTO DO CIRCUITO CA E QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

Segue abaixo características técnicas dos itens utilizados para dimensionamento do circuito corrente alternada até o quadro de distribuição local.

Para o dimensionamento do sistema foi utilizado o cálculo padrão para potências elétricas para determinar os cabos e disjuntores de proteção.

$$I = \frac{P}{V} \quad (1) \qquad I = \frac{75000W}{380\sqrt{3}} \quad (2) \qquad I = 113,95 \text{ A} \quad (3)$$

Conforme a corrente obtida de 113,95 A foi determinado a utilização de um disjuntor padrão DIN de 125A tripolar e DPS classe 275V/45kA, cabeamento flexível de 50mm² para fase e neutro, e aterramento de 35mm².

Para a conexão com o poderá ser usado dois tipos de cabos, sendo eles de alumínio ou cobre, conforme os cálculos de queda de tensão apresentados abaixo. Somente é utilizado este cálculo quando a distância entre o quadro de CA e a medição encontram-se a mais de 50m distância entre si, neste caso calculamos esta distância para 66m.

Cálculo para Cabo de Alumínio com seção de 50mm² e resistividade elétrica de 0,0282 Ω:

Resistencia elétrica (mm²/m):

$$R = \frac{\rho \cdot (Lm \cdot \sqrt{3})}{Smm^2} \quad (1) \qquad R = \frac{0,0282 \cdot (66m \cdot \sqrt{3})}{50mm^2} \quad (2) \qquad R = 6,45e^{-2} \Omega \quad (3)$$

Tensão de Queda em relação a resistência elétrica:

$$V_{queda} = R \cdot I(inversor) \quad (1) \quad V_{queda} = 6,45e^{-2} \Omega \cdot 112,7A \quad (2) \quad V_{queda} = 7,27V \quad (3)$$

Perdas Totais em Voltagem:

$$Vc\#0 = 220V - V_{queda} \quad (1) \qquad Vc\#0 = 220V - 7,27V \quad (2) \qquad Vc\#0 = 212,73V \quad (3)$$

Porcentagem de comprometimento:

$$\Delta E\% = 100 \cdot \frac{V_{queda}}{220V} \quad (1) \qquad \Delta E\% = 100 \cdot \frac{7,27V}{220V} \quad (2) \qquad \Delta E\% = 3,31\% \quad (3)$$

Cálculo para Cabo de Cobre com seção de 50mm² e resistividade elétrica de 0,0172 Ω:

Resistencia elétrica (mm²/m):

$$R = \frac{\rho \cdot (Lm \cdot \sqrt{3})}{Smm^2} \quad (1) \qquad R = \frac{0,0172 \cdot (66m \cdot \sqrt{3})}{50mm^2} \quad (2) \qquad R = 3,93e^{-2} \Omega \quad (3)$$

Tensão de Queda em relação a resistência elétrica:

$$V_{queda} = R \cdot I(invers.) \quad (1) \quad V_{queda} = 3,93e^{-2} \Omega \cdot 112,7A \quad (2) \quad V_{queda} = 4,43V \quad (3)$$

Perdas Totais em Voltagem:

$$V_{c\#0} = 220V - V_{queda} \quad (1) \quad V_{c\#0} = 220V - 4,43V \quad (2) \quad V_{c\#0} = 215,57V \quad (3)$$

Porcentagem de comprometimento:

$$\Delta E\% = 100 * \frac{V_{queda}}{220V} \quad (1) \quad \Delta E\% = 100 * \frac{4,43V}{220V} \quad (2) \quad \Delta E\% = 2,01\% \quad (3)$$

Conforme a NBR 5410 são admissíveis para queda de tensão nos padrões 220/380V até 5%, então conforme cálculos apresentados para a escolha da bitola do cabo seja ele cobre ou alumínio ficarão dentro da faixa admissível do sistema elétrico nacional, não prejudicando qualquer funcionamento dos equipamentos.

Para este projeto estabelecemos pela confiabilidade e mais baixa perda os cabos de 50mm² em cobre.

12. ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

Conforme as normativas vigentes como a NBR5410 e ANEEL 482/12 e 687/15, deve-se fazer a alteração do padrão de entrada de energia elétrica dos locais para o Padrão C11 conforme tabela de demanda apresentada no GED13 – para instalações de baixa tensão (até 1000V) onde está caracterizado todos os requisitos que determinam este padrão.

Como estamos trabalhando com usinas de base 75kWp de demanda, todas as entradas devem ser adequadas para o mesmo padrão GED13 - Tabela 1B - C11 (Medição indireta em baixa tensão).

Este padrão, bem como sua instalação e sua conexão com a unidade consumidora não constam neste orçamento.

É extremamente necessário trocar a localização do padrão de entrada existente pois o mesmo encontra-se posicionado em meio ao passeio da Travessa Riachuelo.

13. ATERRAMENTO

O aterramento do sistema fotovoltaico será constituído uma malha de equipotencialização, conectada a todas as estruturas metálicas utilizada na usina de solo, nas suas respectivas extremidades será implantado hastes de aterramento cobreadas de 5,8" e 2,4m, ambas conectadas com cabos de cobre nú de 35mm² e suas emendas se darão por meio de solda exotérmica. É necessário a equipotencialização com o sistema de aterramento já existente no padrão de entrada de energia da concessionária, este podendo ser com cabos de cobre ou alumínio com seção de 35mm². Será aterrado os painéis fotovoltaicos em conjuntos conforme os arranjos e estruturas com cabos de 6mm² entre as placas e 16mm² da caixa de seccionamento de eletrodutos até o barramento, os suportes metálicos e os dispositivos eletrônicos, como inversor e DPS também devem ser conectados à mesma malha.

Todas as peças condutoras que não fazem parte da instalação elétrica, mas que eventualmente possa ficar sob tensão, deve ser aterrada.

14. SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Junto ao padrão de entrada, deverá ser fixada uma ou mais placas de advertência com os seguintes dizeres impressos na placa

“CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA”.



15. OBRAS CIVIS

As obras civis para criação do posto de geração, e materiais inclusos nele como portas e janelas de alumínio não estão cotadas em orçamento, o modelo apresentado em projeto é apenas uma sugestão de como montar a cabine de geração e suas dimensões.

Devendo assim ser revista pelo(a) engenheiro(a) responsável pelo setor de engenharia do Município de Porto Mauá para orçamento e possíveis alterações caso necessário.

16. LISTA DE MATERIAIS EMPREGADOS

Quant.	Unid.	Descrição
1	un	Inversor Fotovoltaico 75kWp
161	un	Módulos Fotovoltaicos de 550W Monocristalino HalfCell
22	un	Pares Conector MC4 (Macho/Fêmea)
500	m	Cabo Solar 4mm ² Isolação 1.8kV Preto
500	m	Cabo Solar 4mm ² Isolação 1.8kV Vermelho
300	m	Cabo Flexível 6mm ² cobre verde 0,6/1kV
20	m	Cabo Flexível 16mm ² cobre verde 0,6/1kV
12	m	Cordoalha de Cobre nú 35mm ²
85	m	Cabo de Cobre 50mm ² Vermelho isolação 0,6/1kV
85	m	Cabo de Cobre 50mm ² Cinza isolação 0,6/1kV
85	m	Cabo de Cobre 50mm ² Branco isolação 0,6/1kV
85	m	Cabo de Cobre 50mm ² Azul isolação 0,6/1kV
5	m	Cabo de Cobre 35mm ² Verde isolação 0,6/1kV
3	un	String Box CC 1100V 50A 4E/4S
1	un	String Box CA 75kV – Disjuntor 125 ^a + DPS 45kA/275V
19	un	Kit Fixação para Telhado Metálico (4 placas em Retrato), Suporte e Fixação (4 grampos finais, 6 grampos intermediários, 10 mini trilho e parafuso de fixação)
22	un	Kit Fixação para Telhado Metálico (4 placas em Retrato), Suporte e Fixação (4 grampos finais, 6 grampos intermediários, 2 trilhos 4600mm 6 suporte e parafusos de fixação)
26	m	Eletroduto Corrugado PEAD/SealTube 1"
36	m	Eletroduto Corrugado PEAD/SealTube 1 1/4"
15	m	Eletroduto Rígido Rosqueavel/ Soldável Preto 2"
11	un	Luva Rosqueavel/Soldável Preto 2"
3	un	Curva 90° Rosqueavel/Soldável Preto 2"
1	un	Acoplador 2" para Eletroduto Rígido / SealTube
2	un	Bucha Metálica 2"
26	un	Abraçadeira tipo D Metálica com Chaveta 1"
36	un	Abraçadeira tipo D Metálica com Chaveta 1 1/4"
13	un	Abraçadeira tipo D Metálica com Chaveta 2"

1	un	Caixa Metálica de passagem com tampa metálica 30x30x10cm
3	un	Haste de Aterramento 5/8" x 2,4m de cobre
3	un	Caixa de inspeção para aterramento
100	un	Parafuso autobrocante sextavado com anel de vedação 8x35mm
10	un	Parafuso Philips 6x45mm
10	un	Bucha plástica 6mm
1000	un	Abraçadeira plástica 5x300mm Preta
8	un	Rolo de Fita Isolante 20m
4	un	Rolo de Fita Autofusão 5m
14	un	Conector Olhal 6-10mm de compressão
3	un	Splitbolt 16mm ²
2	un	Splitbolt 35mm ²

Os materiais aqui demonstrados podem obter variações de até 15% nas quantidades dependendo como a empresa ganhadora utiliza para seu padrão de instalação. As mesmas estarão lançadas na tabela Sinapi conforme solicitado pelo contratante.

Os valores de mão de obra estão inclusos na tabela Sinapi.

17. BOAS PRÁTICAS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Recomendamos algumas boas práticas para um bom funcionamento do sistema fotovoltaico que devem ser levadas em consideração, porém não se limitando a apenas a elas.

- ✓ É necessária uma ART assinada por um engenheiro eletricista com registro no CREA para o projeto do sistema fotovoltaico.
- ✓ É necessária uma ART assinada por um engenheiro eletricista com registro no CREA para a instalação do sistema fotovoltaico.
- ✓ Fazer o levantamento das reais condições da infraestrutura do cliente. Se o quadro de distribuição possui espaço reserva, calhas ou eletrodutos possuem espaço para descida de cabos, seção de condutores e disjuntores do quadro são adequados para receber a potência do sistema fotovoltaico, assegurar a qualidade do telhado onde será instalado, entre outros fatores...
- ✓ Verificar se o cliente possui um bom sistema de aterramento.
- ✓ Os módulos devem ser fixados por ganchos simetricamente localizados nas extremidades conforme indicação do fabricante.
- ✓ Todos componentes elétricos devem estar identificados com rótulos indicando o risco para choque elétrico.
- ✓ Cabos devem ser perfeitamente fixados e aparafusados para evitar sobreaquecimento.
- ✓ Os cabos CC de mesma String devem estar fisicamente o mais próximo possível um do outro de modo a reduzir o tamanho dos loops.
- ✓ Não colocar peso sobre os módulos.
- ✓ Os módulos devem ser transportados e instalados em boas condições para evitar danos aos mesmos.
- ✓ Não posicionar módulos de mesma string em angulo ou orientação diferente.
- ✓ Efetuar a limpeza dos módulos periodicamente.
- ✓ O instalador deverá possuir no mínimo NR 10 e NR 35, não se limitando somente a elas.

18. OBSERVAÇÕES RELEVANTES AO PROJETO

A lista de material é apenas uma referência aos principais produtos a serem utilizados no projeto, salientando que alguns itens como DPS e Disjuntores se encontram listados nos kits específicos do sistema fotovoltaico como: StringBox CA e CC

Os demais documentos referentes ao cronograma físico financeiro, cronograma de obras e demais documentos financeiros estão sendo apresentados juntamente na tabela SINAPI em anexo.

Os inversores e placas estão descritos no projeto em DWG como genérico e no memorial descritivo com marca e modelo pois, para confeccionar o mesmo é necessário ter os padrões de geração, tensão e corrente de todos os componentes pertinentes para base de cálculo, não podendo usar valores sem critérios de testes em laboratórios.