

ESTRUTURAS METÁLICAS PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ROOF TOP

Manual de Instalação Para Perfil Leve Plano (PLP) em
Telha Metálica Trapezoidal



ÍNDICE

1.	APRESENTAÇÃO	3
2.	TELHAS METÁLICAS TRAPEZOIDAIS – CARACTERÍSTICAS E CUIDADOS	4
3.	CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DOS ACESSÓRIOS DA ESTRUTURA	5
3.1	Considerações Iniciais	5
3.2	Premissas	7
3.3	Compilação dos Resultados Obtidos	9
3.4	Conclusão Final:	10
4.	INSTRUÇÕES DE MONTAGEM DO PERFIL PLP	11
4.1	Considerações Iniciais	11
4.2	Materiais Necessários	12
4.3	Ferramentas Necessárias	14
4.4	Etapas de Montagem da Estrutura Metálica	16
5.	TERMO DE GARANTIA	20
5.1	Escopo da Garantia	20
5.2	Início da Garantia.....	20
5.3	Prazo de Vigência.....	20
5.4	Procedimento para Solicitação	20
5.5	Processo de Atendimento e das Obrigações	21
5.6	Perda da Garantia.....	21

1. APRESENTAÇÃO

Este Manual destina-se à orientação e auxílio para as equipes de campo que executarão a montagem da instalação, não apenas detalhando minuciosamente os procedimentos da montagem em si, mas também recomendando cuidados para manutenção da integridade da cobertura sobre a qual serão dispostos os módulos fotovoltaicos, pois o surgimento de infiltrações posteriormente à montagem, significa retrabalho demorado e dispendioso por parte do integrador.

Os critérios empregados no dimensionamento do perfil PLP e recomendações de segurança do trabalho também foram inseridos no contexto deste Manual.

2. TELHAS METÁLICAS TRAPEZOIDAIS – CARACTERÍSTICAS E CUIDADOS

A Figura 1 detalha de forma genérica as dimensões e partes de uma telha de perfil trapezoidal. O conhecimento do passo (P), por parte do montador, é o ponto de partida para escolha do comprimento do perfil a ser utilizado.

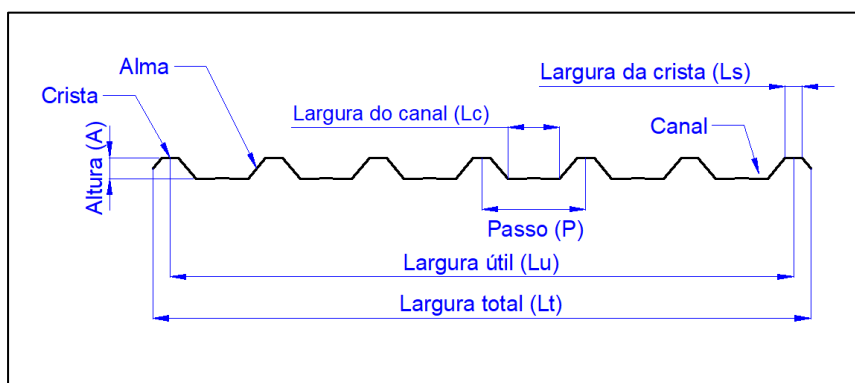


Figura 1 – Nomenclatura de uma telha trapezoidal

Por ocasião da montagem das estruturas, deve ser tomado extremo cuidado pela equipe de instalação, no tocante à integridade da fixação das telhas. Sugere-se a utilização de passarelas móveis de tábuas de madeira, o que permite a mobilidade necessária sem pisar diretamente na cobertura. A Figura 2 ilustra uma equipe utilizando-se deste recurso. A Figura 3 mostra o resultado decorrente da não observação deste procedimento, o que ocasionou o afastamento entre telhas na região de sobreposição transversal.



Figura 2 – Utilização de passarelas móveis de tábuas de madeira



Figura 3 – Afastamento entre telhas adjacentes decorrente do trânsito contínuo diretamente sobre as mesmas

3. CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DOS ACESSÓRIOS DA ESTRUTURA

3.1 Considerações Iniciais

O perfil PLP foi desenvolvido para a instalação de módulos fotovoltaicos sobre telhados metálicos trapezoidais. Serão oferecidos ao mercado em peças cortadas com 550mm de comprimento para serem furadas e aparafusadas às telhas metálicas.

As Figuras 4 e 5 a seguir, mostram respectivamente um arranjo típico de módulos fotovoltaicos e detalhes de ancoragem dos mesmos ao perfil PLP:

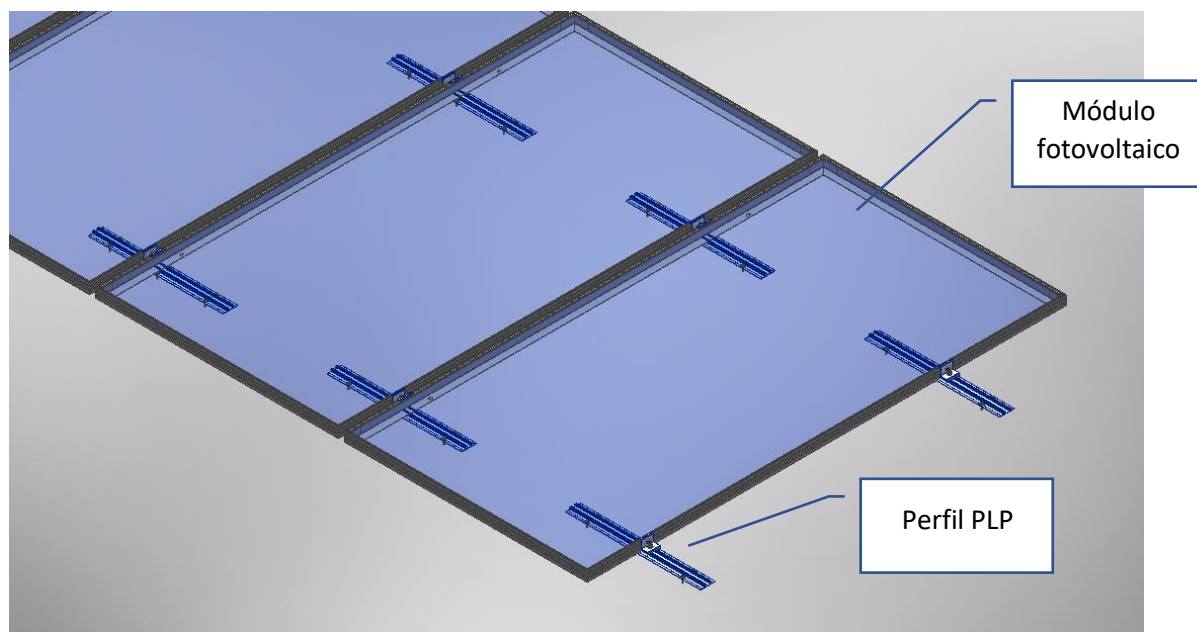


Figura 4 – Montagem típica em telha metálica trapezoidal

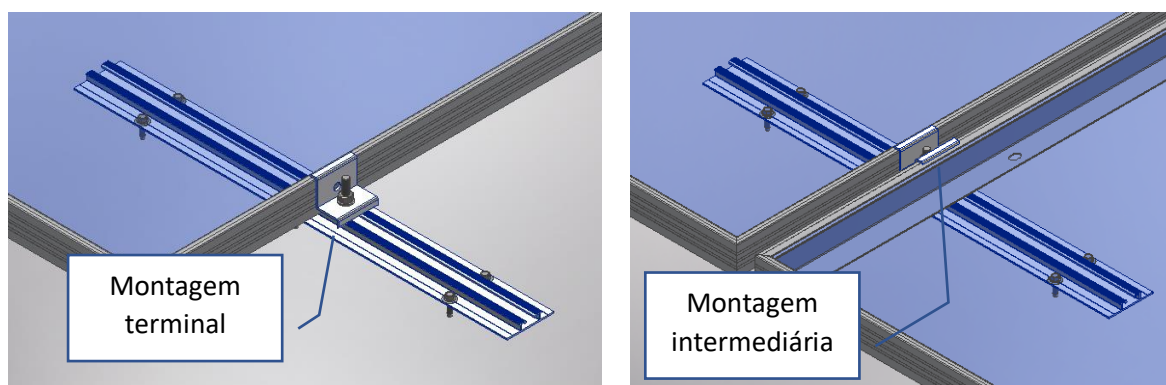


Figura 5 – Detalhes de ancoragem do módulo fotovoltaico ao perfil PLP

Os perfis, por sua vez, são afixados às telhas através de três pares de parafusos posicionados em furos simétricos à linha de centro do perfil (Figura 6):

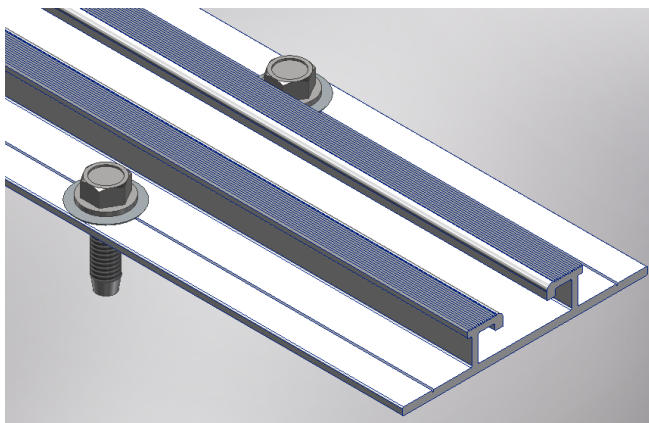


Figura 6 – Detalhe da ancoragem do perfil PLP

3.2 Premissas

Na sequência, são apresentados os critérios e condições de contorno adotados na análise da resistência mecânica do perfil, proporcionando uma base para a elaboração de instruções de montagem.

- Os perfis serão utilizados em telhados onde a pressão dinâmica efetiva de vento não ultrapasse 2.000 Pa sendo aplicada uniformemente na superfície do módulo fotovoltaico.
- A pressão efetiva de vento de 2.000 Pa ocorre em um telhado localizado em terrenos abertos em nível, com poucos obstáculos isolados, a 5m de altura sobre o solo em com a velocidade básica do vento de 45m/s (162 km/h);
- Material empregado: Os perfis serão extrudados na liga NBR-7000-6005 com a têmpera T6;
Limite de resistência à tração: 260 Mpa;
- Limite convencional de escoamento mínimo: 240 Mpa;

A Figura 7 mostra as dimensões do perfil PLP, enquanto na Tabela 1 constam as propriedades geométricas e peso linear.

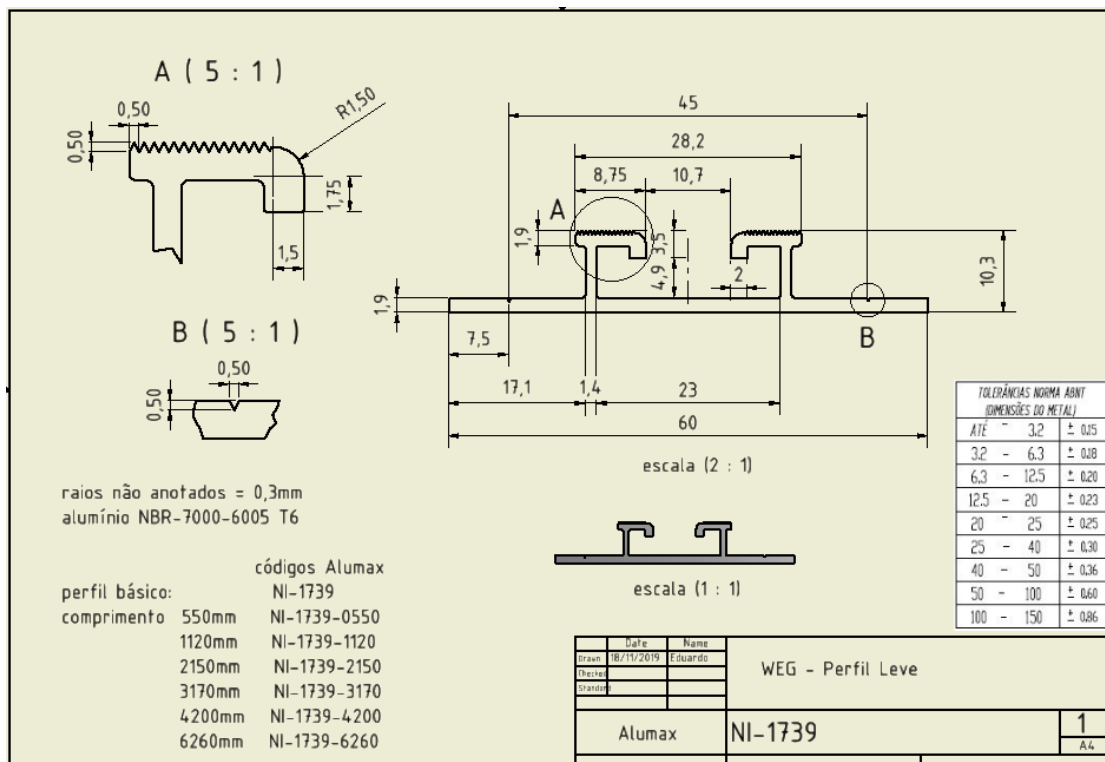


Figura 7 – Dimensões do perfil PLP

Altura do perfil	Y		mm	10,3
Largura do perfil	X		mm	60
Centroide y (da face alta)	Cy		mm	-7,317
Centroide x (da linha de centro)	Cx		mm	0
Seção	A		mm ²	166,43
Peso/m			kgf/m	0,453
Perímetro			mm	223,932
Momento de inércia	Ix		m ⁴	1,8859E-09
Módulo acima do centroide	Ma=	Ix/(Y-Cy)	m ³	2,5775E-07
Módulo abaixo do centroide	Mu	Ix/Cy	m ³	6,3224E-07
Momento de inércia	Iy		m ⁴	3,9890E-08
Módulo à esquerda do centroide	MI	Iy/Cx	m ³	1,3297E-06
Módulo à direita do centroide	Mr	Iy/(X-Cx)	m ³	1,3297E-06
Raio de giração	R1	Ix/A	R1 (Ix/A)	1,0645E-31
	R2	Iy/A	R2	4,8957E-02

Tabela 1 – Propriedades geométricas do perfil PLP

3.3 Compilação dos Resultados Obtidos

A Tabela 2 a seguir, resume os resultados para pressões positiva e negativa, obtidos mediante simulações em sete posições diferentes do ponto de ancoragem do grampo, relativamente ao centro do perfil PLP de 550 mm de comprimento.

	Pressão positiva				Pressão negativa			
	Tensão pico	Tensão máxima	Deformação máxima	Fs	Tensão pico	Tensão máxima	Deformação máxima	Fs
L (mm)	MPa	MPa	mm		MPa	MPa	mm	
0	118	90	0.16	2.67	118	97	0.07	2.47
30	100	93	0.47	2.58	157	106	0.41	2.26
60	139	127	0.71	1.89	215	178	0.77	1.35
97.5	125	118	0.75	2.03	243	181	0.91	1.33
135	146	118	0.69	2.03	216	181	0.79	1.33
165	118	111	0.49	2.16	183	127	0.49	1.89
195	141	87	0.4	2.76	129	81	0.07	2.96

Tabela 2 – Compilação dos resultados das simulações

Sendo:

- L = Distância do centro do grampo ao par central de furos NO perfil PLP, para ancoragem na telha;
- Tensão pico = Tensão encontrada em um único ponto do perfil;
- Tensão máxima = Maior tensão encontrada em uma área
- Deformação máxima = Máxima deformação encontrada em todo o perfil;
- Fs = Fator de segurança = Tensão de escoamento (240Mpa) / tensão máxima.

3.4 Conclusão Final:

Com uma pressão dinâmica efetiva de vento de 2000Pa, o perfil PLP resiste às forças devidas ao vento e ao peso dos módulos.

Com pressão negativa, quando o grampo for instalado na posição central entre os parafusos autobrocantes que fixam os perfis ao telhado, a tensão de pico é igual à tensão de escoamento do alumínio. Isso ocorre em um único ponto do perfil. Em toda a área adjacente, as tensões são menores.

As deformações são muito pequenas.

4. INSTRUÇÕES DE MONTAGEM DO PERFIL PLP

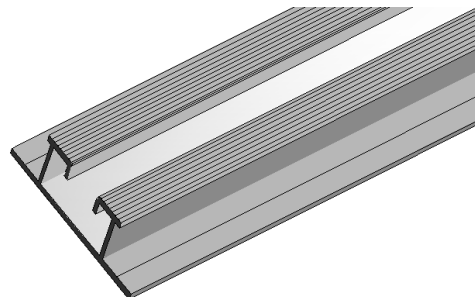
4.1 Considerações Iniciais

- A instalação do sistema deverá ser executada por profissionais habilitados do ponto de vista técnico, bem como para trabalhos em altura (habilitação pela NR-35);
- O local de trabalho deverá estar dotado de linha de vida e os montadores deverão utilizar cintos de segurança e talabartes;
- O responsável pela execução da obra deverá liberar o início da montagem, somente após certificar-se de que o local oferece as condições de trabalho em observância às normas de segurança vigentes;
- A empresa montadora, deverá certificar-se de que a estrutura da cobertura está apta a suportar as cargas adicionais decorrentes do sistema fotovoltaico e dos trabalhadores que compõem a equipe de instalação, atuando simultaneamente.

4.2 Materiais Necessários

PERFIL LEVE PLANO (PLP)

Material: Alumínio 6005 T6
Comprimento: 550 mm

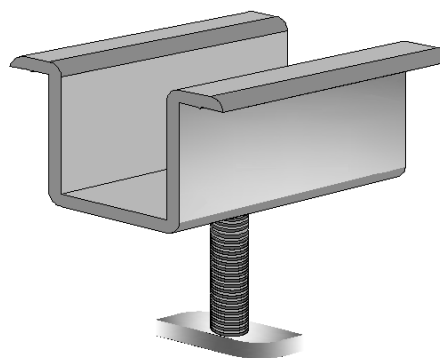


CONJUNTO GRAMPO INTERMEDIÁRIO

Comprimento: 50 mm

Fornecido com os itens abaixo montados:

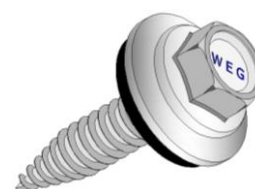
ITEM	MATERIAL
1 - Grampo intermediário	Alumínio 6005 T6
2 - Anel o'ring	Neoprene
3- Parafuso martelo M8 x 1,25 x 40	AISI 304
4 - Porca autotravante M8 x 1,25	AISI 304
5 - Arruela lisa	AISI 304



PARAFUSO TIPO AGULHA

Características

Material do corpo	Aço SAE 1018/1022 cementado
Material arruela	Alumínio e elastômero EPDM vulcanizado
Tratamento superficial	Organometálico
Resistência à corrosão	1.000 horas corrosão vermelha
Dimensões	Ø 5,5 x 25 mm



FITA DUPLA FACE

Características

Material	EPDM
Largura	30 mm
Espessura	02 mm
Comprimento do rolo	2.500 mm
Adesão	Dupla face



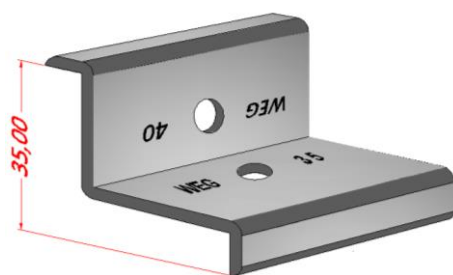
GRAMPO TERMINAL DUO

Comprimento: 50 mm

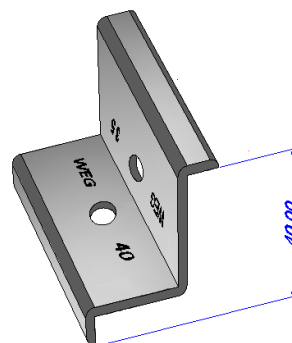
Este componente, fabricado em alumínio 6005 T6, diferencia-se dos demais disponíveis no mercado pela sua versatilidade, pois atende duas alturas de moldura de módulos fotovoltaicos, sem a necessidade de ajustes. O mesmo é fornecido com o conjunto de elementos de fixação separado, na mesma embalagem.

Para módulos fotovoltaicos com altura de 35 mm, o acessório deverá ser montado como ilustrado na POSIÇÃO 1, com o parafuso sendo introduzido no furo com a marcação "35".

Para módulos fotovoltaicos com altura de 40 mm, o acessório deverá ser montado como ilustrado na POSIÇÃO 2, com o parafuso sendo introduzido no furo com a marcação "40".



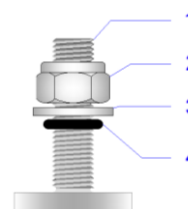
POSIÇÃO 1



POSIÇÃO 2

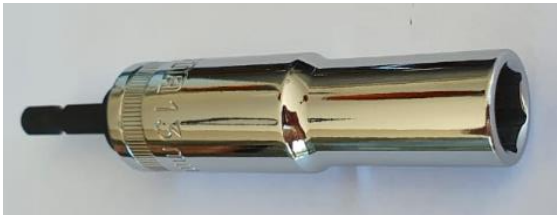
Fornecido com o kit abaixo

ITEM	MATERIAL
1- Parafuso martelo M8 x 1,25 x 30	AISI 304
2 - Porca autotravante M8 x 1,25	AISI 304
3 - Arruela lisa	AISI 304
4 - Anel o'ring	Neoprene



4.3 Ferramentas Necessárias

Linha de pedreiro	
Trena 5 metros	
Tesoura de tapeceiro	
Marreta leve de borracha ou silicone	
Parafusadeira	

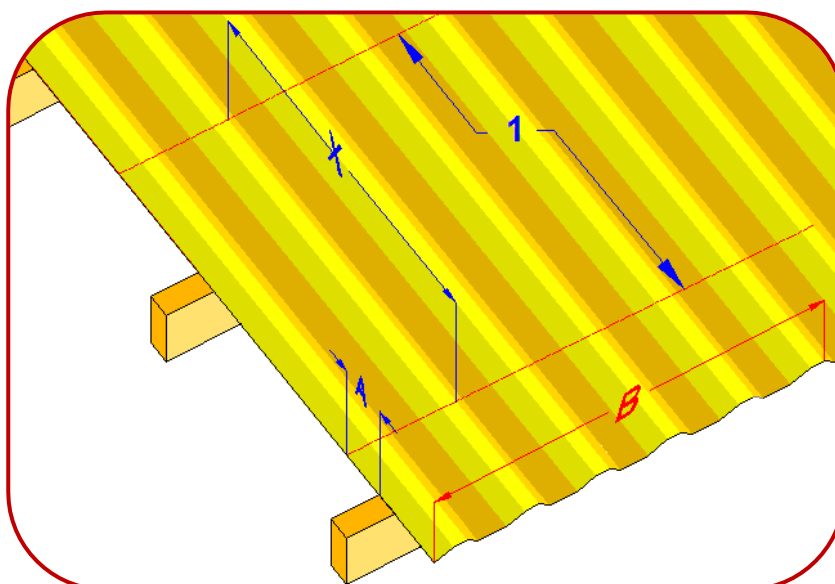
Soquete canhão magnético 5/16" com encaixe 1/4" para parafusadeira	
Soquete sextavado longo 13mm x 1/2" com adaptador para parafusadeira 1/2" x 1/4"	

4.4 Etapas de Montagem da Estrutura Metálica

1- Inicialmente, a equipe de montagem deverá certificar-se de que a área disponível para a instalação confere com as informações existentes no projeto executivo. Após as devidas conferências, marcar o alinhamento das fileiras de perfis com o uso da linha de pedreiro e auxílio da trena, observando:

- A distância "X" entre as fileiras dos perfis, deverá obedecer às especificações do fabricante dos módulos fotovoltaicos;
- A fileira mais próxima das extremidades das telhas deverá ser posicionada antes da primeira terça (dimensão A), alinhando-se o início da fileira preferencialmente na prumada da parede (dimensão "B");

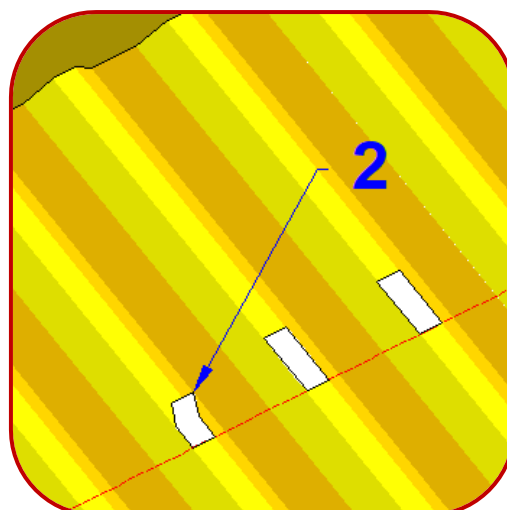
Cada linha de pedreiro determina a posição exata da aresta ("beirada") do perfil de alumínio (ver ilustração na etapa 4).

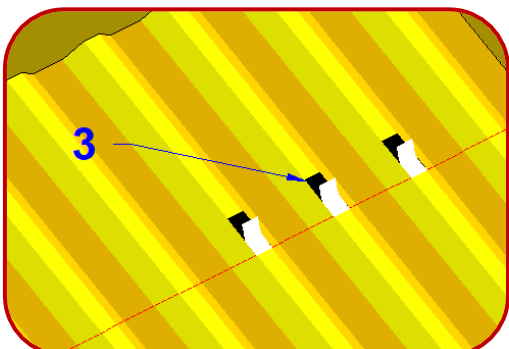
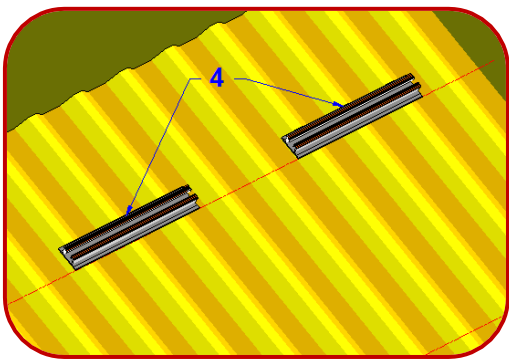
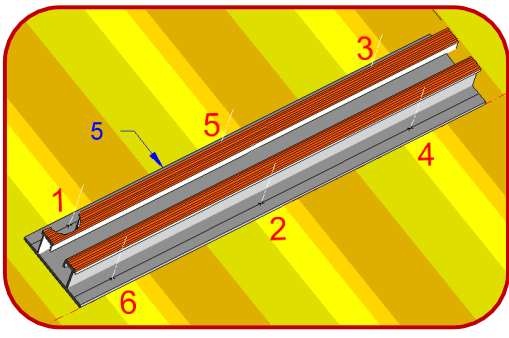


2- Após definido o alinhamento das fileiras e o posicionamento dos perfis no sentido longitudinal da fileira conforme projeto executivo, cortar, para cada perfil de alumínio, três pedaços de fita dupla face de 65 mm de comprimento, colando-os nas três cristas consecutivas das telhas onde o mesmo será ancorado.

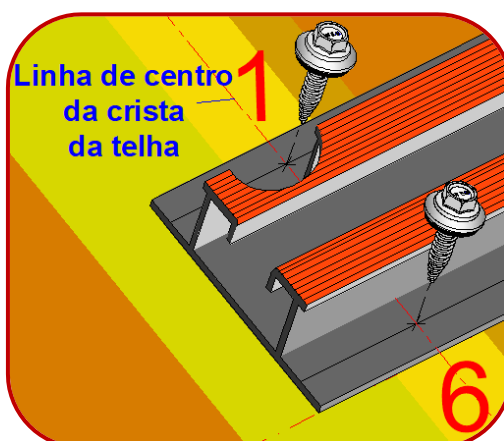
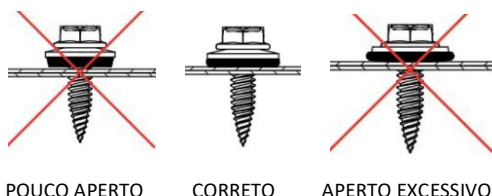
OBSERVAÇÕES IMPORTANTES:

- As superfícies das cristas das telhas onde as fitas serão coladas, deverão estar isentas de poeira e óleos/graxas;
- Após a colagem das fitas, bater levemente com a marreta de borracha sobre as mesmas;

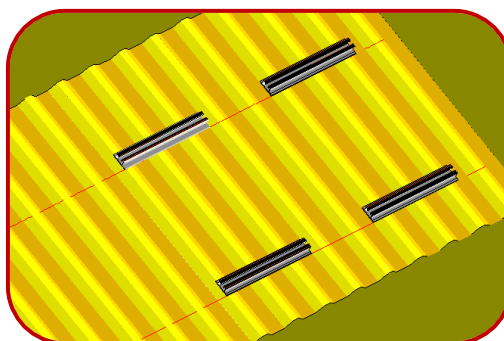


3- O papel de proteção da fita deverá ser removido apenas no momento da colocação do perfil de alumínio, para não haver deposição de poeira sobre a superfície exposta do adesivo.	
4- Posicionar os perfis PLP sobre os três pedaços de fita dupla face, seguindo as orientações do projeto executivo, respeitando o limite indicado pela linha de pedreiro, conforme já mencionado na etapa 1. OBSERVAÇÃO IMPORTANTE: Após o posicionamento dos perfis, bater levemente com a marreta de borracha sobre os mesmos.	
5- Executar a ancoragem de cada um dos perfis com seis parafusos tipo agulha Ø 5,5 x 25 mm, mediante auxílio de parafusadeira e soquete canhão magnético 5/16" com encaixe ¼". Aplicar torque de 5 N.m, verificando a compressão do anel de vedação, conforme indicado na etapa 6. Para fins de posicionamento dos parafusos, utilizar a linha guia existente em cada uma das abas do perfil PLP e o centro da crista da telha como referência. A sequência desta etapa deverá obedecer a indicação da figura ao lado, objetivando reduzir riscos de desvios de alinhamento e empenamento da base do perfil, contribuindo desta forma com melhor estanqueidade do conjunto.	

6- Detalhe do posicionamento e aperto dos parafusos de ancoragem.

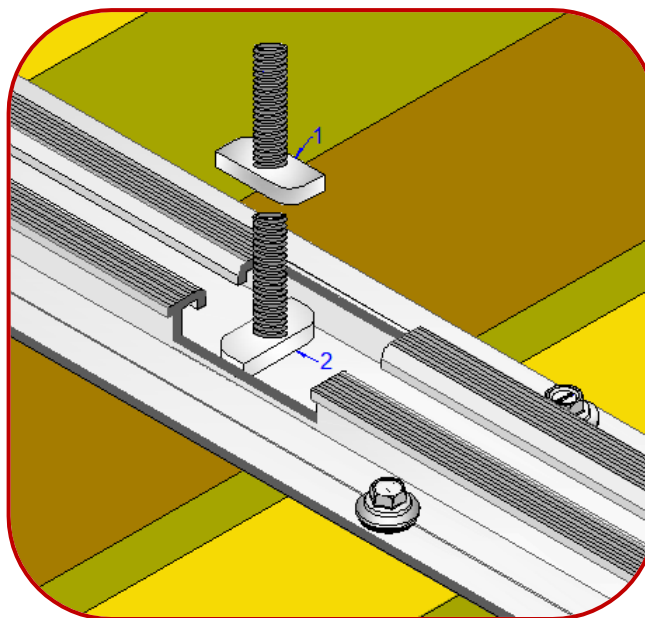


7- Aspecto dos perfis PLP após ancoragem, aptos à instalação dos módulos fotovoltaicos. É recomendado, para instalações maiores, a montagem de no mínimo uma fila de perfis suficientes para ancoragem de dez módulos, conferindo melhor alinhamento ao conjunto.

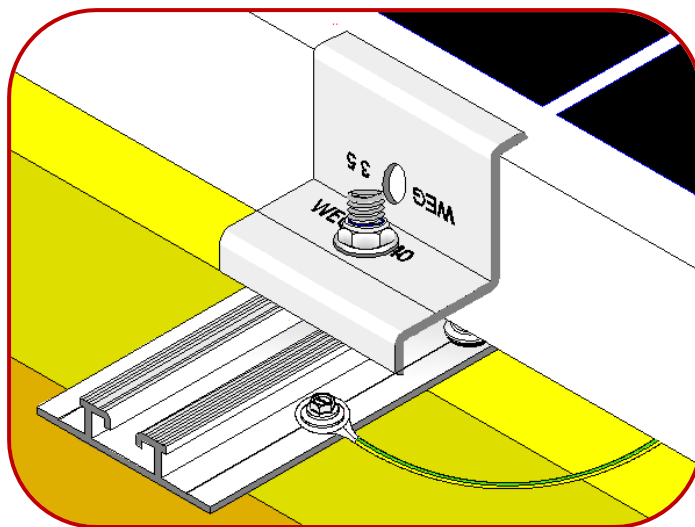


OBSERVAÇÕES:

- Nas etapas seguintes, tanto para colocação de grampos terminais DUO como intermediários, a cabeça do parafuso martelo deverá ser introduzida no perfil PLP de forma que seu eixo esteja paralelo ao eixo do canal de ancoragem (1), para, em seguida, sofrer um giro de 90° no sentido horário até travar por interferência (2);
- Antes de posicionar os módulos sobre a estrutura, os mesmos deverão ter um chicote de aterramento construído com cabo de 6 mm² e terminais de aço inoxidável tipo olhal, conectado à moldura de alumínio seguindo as instruções do fabricante.



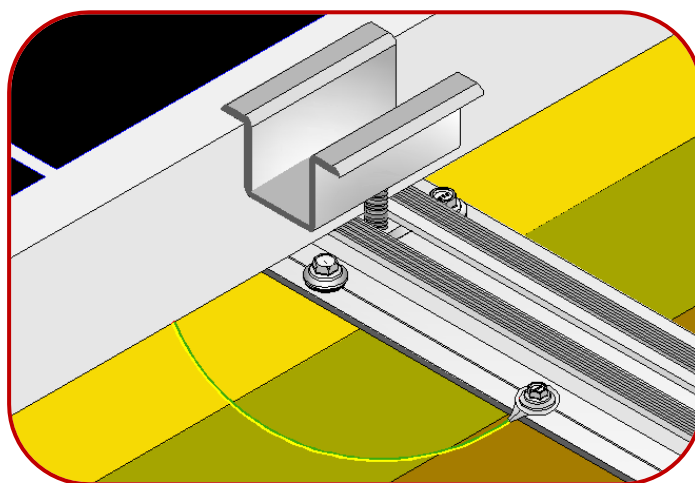
- 8-** Posicione corretamente o primeiro módulo da fila, observando o esquadrejamento do mesmo para, em seguida, colocar ambos os grampos terminais DUO. Se o módulo fotovoltaico possuir moldura com 40 mm de altura, o parafuso martelo deverá ser colocado no furo com indicação "40", conforme já mencionado na descrição deste acessório e mostrado na figura abaixo. Para módulos com altura de 35 mm, utilizar o furo com a indicação "35". O aperto da porca autotravante deverá ser realizado com soquete sextavado longo 13mm x ½" com adaptador para parafusadeira ½" x ¼", aplicando-se torque de 10 N.m.



Conectar o cabo de aterramento mencionado na etapa 1 a um ponto da estrutura, mediante parafuso de aço inoxidável.

Após posicionado o primeiro módulo da fila, recomenda-se ancorar também o último (ou o décimo módulo em instalações com filas mais extensas), para obtenção do alinhamento da fila completa, mediante auxílio de linha de pedreiro.

- 9-** Repetir o procedimento para os grampos intermediários, conferindo que os módulos fotovoltaicos posicionados em ambos os lados estejam em contato físico com as faces laterais dos mesmos.



5. TERMO DE GARANTIA

- Este Termo de Garantia ("Garantia") tem como objetivo garantir a estrutura para sistemas fotovoltaicos ("Estrutura") contra defeitos de fabricação que venham a afetar a integridade física e/ou o funcionamento da mesma.

5.1 Escopo da Garantia

Defeitos de fabricação ou uma falha do produto que venham a afetar a integridade física e/ou o funcionamento da Estrutura, conforme restrições aplicáveis ("Defeito Elegível"). A garantia não abrange partes e/ou componentes que, por sua natureza, sejam considerados como de desgaste (Norma Wear & Tear).

5.2 Início da Garantia

A Garantia aplica-se ao cliente/usuário final da estrutura e passará vigorar a partir da data de emissão da Nota Fiscal de venda.

5.3 Prazo de Vigência

A Garantia vigorará por um período total de 12 (doze) anos, o qual já inclui o período legal de 90 (noventa) dias ("Vigência").

5.4 Procedimento para Solicitação

A WEG será sempre a responsável por todo o processo e gestão de atendimento de eventual requisição de acionamento da Garantia, devendo a solicitação e/ou pedido ser encaminhado conforme o abaixo:

- a) Compra direta da WEG: Solicitar assistência diretamente ao do Departamento de Assistência Técnica da WEG, através do telefone 0800 701 0 701; ou
- b) Compra através de integrador WEG: A Garantia deverá ser acionada diretamente por meio do Integrador WEG, o qual terá respaldo da WEG no atendimento e será responsável pelas tratativas da Garantia junto ao Cliente.

5.5 Processo de Atendimento e das Obrigações

- O cliente final receberá a visita de um técnico WEG ou de um integrador, para verificação in loco acerca da causa do defeito e atestar a existência de um Defeito Elegível ou não.
- Uma vez constatado um Defeito Elegível, o item com defeito será, a critério do técnico em vistoria, reparado no local ou substituído por outra peça, sem qualquer custo para o cliente.
- A WEG envidará seus melhores esforços para que o início da manutenção e reparos se dê em até 15 (quinze) dias úteis após comprovada a existência de um defeito elegível.
- A WEG reserva o direito de alterar, modificar, melhorar ou realizar alterações que julgar necessário, em qualquer componente do equipamento, a qualquer tempo, sem aviso prévio, e não assume a responsabilidade de incorporar as alterações nos produtos já vendidos, desde que tais alterações não modifiquem ou alterem a funcionalidade do equipamento ou da Estrutura.
- A reposição ou conserto, em parte ou no todo, da Estrutura, não caracteriza nova compra nem novação do direito da Garantia, não sendo motivo, portanto, de extensão ou renovação da Vigência da Garantia.

5.6 Perda da Garantia

Perderá o direito de executar a Garantia e, portanto, liberará a WEG de qualquer obrigação de que trata este Termo, ainda que durante a Vigência, se o defeito ou falha é decorrente de:

- a) Por decurso do prazo da Vigência;

- b) Se for evidenciada instalação em desacordo com as instruções contidas no Manual de Instalação, incluindo adaptações por parte do cliente, ou incompatibilidade ocasionada por produtos adquiridos de terceiros e instalada junto com a Estrutura;
- c) Por motivo de força maior, provocado por causas naturais;
- d) Defeito proveniente de mau uso, perda das partes, transporte inadequado realizado pelo cliente fora das condições previstas, ou a constatação de sinais que evidenciam danos provocados por
- e) acidente ou por agente da natureza, tais como, queima, quedas, enchentes, furto, depredação, entre outros;
- f) Constatação de que o Sistema foi modificado, adaptado, alterado, violado, ou teve peças substituídas, por pessoas não autorizadas pela WEG; e
- g) Negligência ou imperícia no uso/manuseio inadequado do equipamento indevido aos fins que se destina ou em desacordo com a especificação do produto.

[illegible]

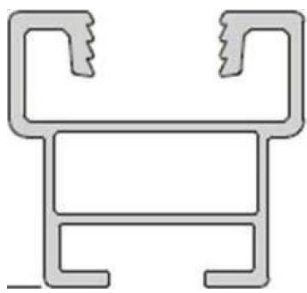
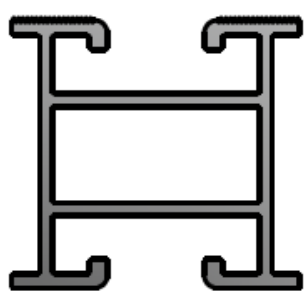
GUIA DE TRANSIÇÃO DE COMPONENTES PARA ESTRUTURAS METÁLICAS

Prezado integrador,

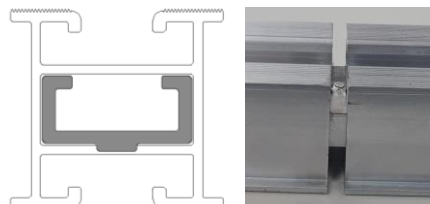
A WEG desenvolveu internamente parte dos componentes utilizados em estruturas metálicas do tipo *roof top*. Inicialmente, foram contemplados itens que compõem estruturas para telhas metálicas trapezoidais e também para coberturas com telhas cerâmicas ou de fibrocimento.

As tabelas a seguir trazem informações referentes à migração dos itens, mencionando códigos dos produtos que serão descontinuados e os equivalentes para os novos componentes substitutos.

1. PERFIL UNIVERSAL TIPO "H" – Empregado em estruturas para coberturas com telhas cerâmicas ou em fibrocimento.

Solar Group		WEG	
			
Compr. (mm)	Código Material	Compr. (mm)	Cód. Material
1.050	14841685	1.120	15301319
2.100	14784868	2.150	15301320
3.150	14540041	3.170	15301321
4.200	14144156	4.200	15301322
6.300	14841174	6.260	15301323

2. JUNÇÃO PARA PERFIL UNIVERSAL TIPO "H" – Utilizado para conectar Perfis Universal tipo H adjacentes.

Solar Group	WEG
	
	
Cód. Material	Cód. Material
14217972	15301324

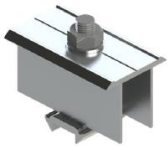
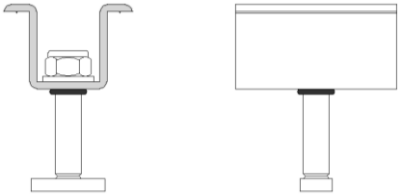
3. PERFIL PLANO (PP) – Empregado em estruturas para coberturas com telhas metálicas trapezoidais de passo > 260 mm

Solar Group		WEG	
			
Compr. (mm)	Cód. Material	Compr. (mm)	Cód. Material
		1.120	15293239
2.100	14103600	2.150	15293240
3.150	14103599	3.170	15293241
4.200	14182727	4.200	15293242
6.300	14674985	6.260	15293243

4. PERFIL LEVE PLANO (PLP) – Empregado em estruturas para coberturas com telhas metálicas trapezoidais de passo ≤ 260 mm.

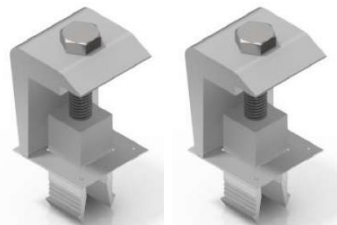
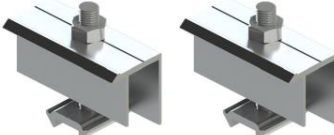
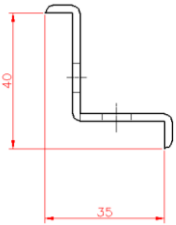
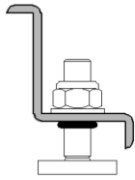
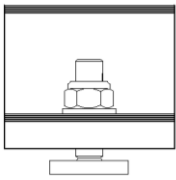
Ibrap		WEG	
			
Compr. (mm)	Cód. Material	Compr. (mm)	Cód. Material
550	14876797	550	15293238

5. GRAMPO INTERMEDIÁRIO 35/40MM – Empregado na fixação de módulos fotovoltaicos adjacentes – o estado da técnica atual disponibiliza um modelo único para ambos os casos.

Solar Group	Ibrap	WEG
		
Cód. Material		
14103378	14643322	14798382

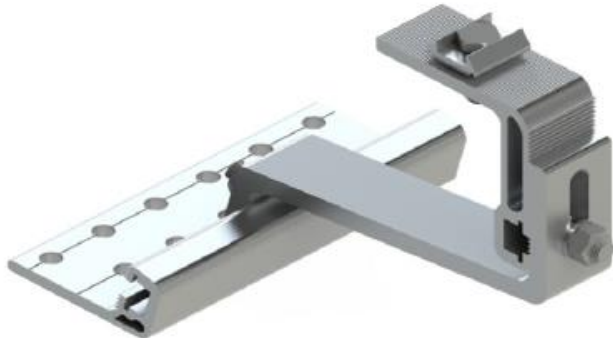
OBSERVAÇÃO: Uma vez iniciada a venda dos perfis tipo plano (PLP/PP) e Universal Tipo "H", poderá ser temporariamente fornecido o item 14058062 (Grampo Intermediário 35-42mm do fabricante Thesan), compatível com estes perfis.

6. GRAMPO TERMINAL 35/40MM – Empregado na fixação do lado externo módulos fotovoltaicos extremos – o estado da técnica atual disponibiliza um modelo específico para cada caso. A WEG desenvolveu um modelo único para ambas as aplicações.

Solar Group	Ibrap	WEG
		  
Cód. Material		
14261665 / 14103598	14714922 / 14643321	14798383

OBSERVAÇÃO: Uma vez iniciada a venda dos perfis tipo plano (PLP/PP) e Universal Tipo "H", poderão ser temporariamente fornecidos os itens 14058061 (Grampo terminal 35 mm) e 14058060 (Grampo terminal 40 mm), ambos do fabricante Thesan e compatíveis com estes perfis.

7. GANCHO DE FIXAÇÃO PARA TELHAS CERÂMICAS – Utilizado em instalações com coberturas dotadas de telhas cerâmicas.

Solar Group	Ibrap
	
Cód. Material	
14603901	15401499

Modelos das Telhas

Aplicação: Prisioneiro de 200mm.

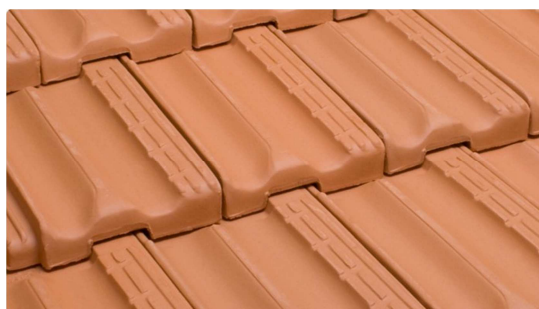
Telha Romana.



Telha Portuguesa.



Telha Francesa.



Aplicação: Prisioneiro de 295mm.

Telha Colonial Capa e Canal.



Telha Italiana.

Obs.: Telha maior e mais alta.



Telha Tégula.



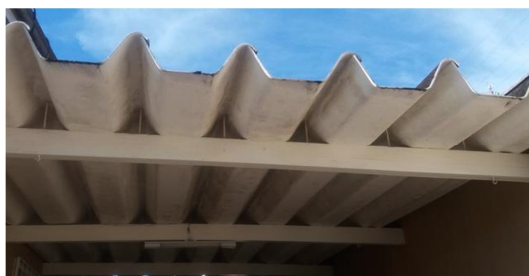
Aplicação: Prisioneiro de 200mm.

Telha Fibrocimento Ondulada. Eternit



Aplicação: Prisioneiro de 295mm.

Telha Fibrocimento Kalheta / Canaleta 49.



Telha Fibrocimento Kalheta / Canaleta 90.



Aplicação: Perfil Suporte do módulo Plano.

Telha Metálica Trapezoidal.

