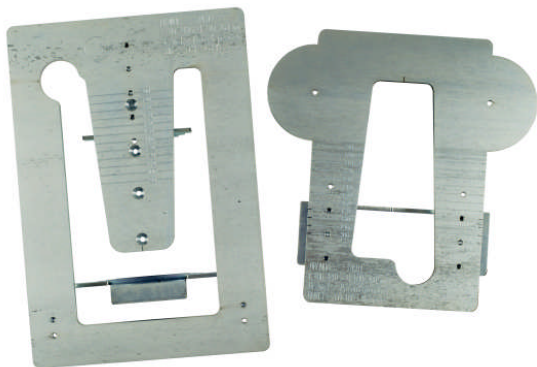


## Gabaritos para realizar conjuntos de estruturas em cauda de andorinha



## Manual de utilização

Português

Sumário	Página		
<b>1 Identificação do construtor</b>	2	5.32	Batente deslizante 7
<b>2 Material Arunda</b>	2	5.4	Posicionamento do gabarito macho 7
2.1 Descrição dos gabaritos	2	5.41	Gabarito macho fixado com grampo 7
2.11 Tipos de gabaritos	2	5.42	Gabarito macho fixado com um parafuso 8
2.2 Escarificadora	2	5.5	Posicionamento do gabarito fêmea 8
2.21 Máquina aconselhada	2	5.6	Fresagem do espigão 8
2.3 Placa de alargamento	2	5.61	Fresagem em passagem única 8
2.4 Fresa e lâminas	3	5.62	Fresagem em duas passagens 8
2.41 Substituição das lâminas	3	5.63	Fresagem no gabarito macho aparafusado 8
2.5 Casquilho de guiamento	3	5.7	Fresagem do entalhe 8
2.6 Calibrador	3	<b>6 Resultado da fresagem e modificação</b>	9
2.7 Grampos	3	6.1	Resultado da fresagem 9
<b>3 Preparação do material</b>	3	6.2	Afinação da força de aperto 9
3.1 Preparação dos gabaritos	3	6.3	Força de aperto em função da matéria 10
3.11 Preparação do gabarito macho	3	6.4	Força de aperto da madeira molhada 10
3.12 Preparação do gabarito fêmea	4	6.5	Madeira seca exposta às intempéries 10
3.2 Preparação da escarificadora	4	<b>7 Tipos de estrutura de vigamento</b>	10
3.21 Montagem do casquilho de guiamento	4	7.1	Montagem viga-suporte a 90° 10
3.22 Montagem da placa de alargamento	4	7.11	Viga aparente em suporte 10
3.23 Montagem da fresa	4	7.12	Viga desviada em suporte 10
3.24 Calibragem da fresa	4	7.2	Montagem de viga-suporte em viés 11
3.25 Bloqueamento de segurança da escarificadora	4	7.21	Viga a 45° em suporte 11
<b>4 Dimensionamento das estruturas</b>	4	7.3	Montagem em pilar 11
4.1 Altura espigão e entalhe	4	7.31	Suporte em pilar contínuo 11
4.2 Dimensionamento espigão/entalhe	4	7.32	Suporte em pilar parado 11
4.3 Largura das caudas de andorinha	5	7.4	Montagem de meia-viga 11
4.4 Cargas admissíveis	6	7.41	Meia-viga em viga de telhado esquadriado 11
4.5 Corte das madeiras	7	7.42	Meia-viga em viga de telhado desbastado 12
<b>5 Preparação e fresagem</b>	7	7.43	Meias-vigas fixadas em viga de sustentação 12
5.1 Segurança	7	7.5	Montagem de cavalete 12
5.2 Teste antes série: controlos	7	7.51	Montagem de cavalete-caleira/viga mestre do telhado 12
5.3 Afinação dos batentes nos gabaritos	7	7.6	Outras montagens e especialidades 12
5.31 Batentes fixos	7	<b>8 Problemas eventuais</b>	13
		<b>9 Tabela das cargas admissíveis</b>	14



### Cuidado !

Este manual de utilização contém explicações importantes para a segurança no trabalho com os gabaritos ARUNDA. Por favor, leia-a atentamente!

## 1 Identificação do construtor

ARUNDA Patrick Burli, Derrière la Cure, CH-1083 Mézières, Suisse - info@arunda.ch - www.arunda.ch

## 2 Material Arunda

### 2.1 Descrição dos gabaritos

Os gabaritos Arunda permitem realizar estruturas em cauda de andorinha.

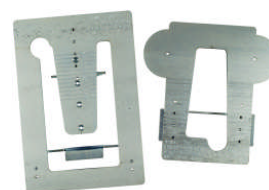


#### 2.1.1 Tipos de gabaritos

Tipo de gabarito	Por largura de viga (com espigão). mm	Por altura de viga. mm	Altura espigonalhe realizável. mm	Profundidade do espigão. mm	Profundidade do entalhe. mm
N° 60	60 a 80	90 a 260	90 a 200 (todos os 10)	26	28
N° 80	80 a 120 (+ 20)	90 a 260 (+ 20)	90 a 200 (todos os 10)	26	28
N° 100	100 a 140 (+ 20)	90 a 260 (+ 20)	90 a 200 (todos os 10)	26	28
N° 120	120 a 160 (+ 20)	90 a 260 (+ 20)	90 a 200 (todos os 10)	26	28

Estão disponíveis quatro tamanhos de gabaritos. A escolha de um gabarito é determinada por larguras correntes das vigas nas quais estão fresados os tampões (ex. viga espiga). O modelo está indicado em cada gabarito : 60, 80, 100 e 120.

A utilização de gabaritos Arunda está ligada ao uso de outras ferramentas como esscarificadora, fresa Arunda específica e outros acessórios que descrevemos abaixo.



Par de gabaritos Arunda

### 2.2 Escarificadora

A esscarificadora utilizada para trabalhar com o sistema Arunda deve responder às seguintes características técnicas:

Potência	Mínimo <u>2 200 Watts</u> (o ideal é 2 600 Watts)
Fixação da fresa	Adaptador ou eixo <u>M 12 x 1</u> mm (AG) externo para fresa a aparafusar com passo de rosca interna (IG) M 12 x 1 mm.
Anel	Possibilidade de montar o casquilho de guiamento Arunda perfeitamente centrado no eixo.
Escalas de segurança	1 pega de bloqueio do posicionamento. 1 escala alta impedindo a mesa da esscarificadora de subir e 1 escala baixa impedindo a mesa da esscarificadora de descer.
Construção	Massiva e robusta.
Peso	Permite uma utilização fácil em modo vertical e horizontal, < 7 kg.
Mesa	Plana e de um diâmetro mínimo de 190 mm. Montar, em todo o caso, uma placa de alargamento prevista para esse efeito na gama Arunda.



Escarificadora Mafell LO65 EC

#### 2.2.1 Máquina recomendada

Após numerosos testes efectuados com máquinas de marcas e potências diferentes, recomendamos a utilização de uma das duas esscarificadoras Mafell seguintes :

- **MAFELL, tipo LO 65 Ec, 230 V, 2600 W** ou LO 65 e, 230 V, 2200 W.

Duas outras esscarificadoras satisfizeram parcialmente mas não estão adaptadas para o sistema Arunda :

- SCHEER, modelo HM 25 e, 230 Voltes, 2500 Watts e

- FESTO, modelo OF 2000 E/1, 230 Voltes, 2000 Watts.

Outras máquinas que não foram objecto de teste pela Arunda são susceptíveis de responder às recomendações mencionadas acima. No entanto, alguns modelos testados foram excluídos devido a uma potência muito fraca, a uma segurança de utilização insuficiente ou a funcionalidades inadaptadas.

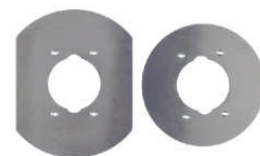
As indicações relativas às máquinas são indicadoras e não implicam a responsabilidade do construtor Arunda.

### 2.3 Placa de alargamento

Em função do diâmetro da mesa da esscarificadora, é necessário acrescentar uma placa de alargamento circular de maneira a garantir uma boa estabilidade da máquina aquando da utilização nos gabaritos. Mais precisamente aquando da utilização da máquina em posição horizontal (fresagem do espigão).

Arunda prevê duas placas específicas adaptadas às escarificadoras Mafell LO 65 Ec e LO 65 e.

- Placa 190 : placa circular Ø 190 mm recomendada para o trabalho com os gabaritos de modelo 60, 80 et 100.
- Placa 230 : placa circular truncada Ø 230 x 190 mm essencialmente recomendada para o trabalho com o gabarito de modelo 120 mas também 60, 80 e 100.



Placas de alargamento

## 2.4 Fresa e lâminas

A fresa Arunda é especialmente concebida e adaptada para a utilização dos gabaritos. As suas características respondem a todos os níveis às exigências e à compatibilidade requeridas para os diferentes acessórios do equipamento Arunda (escarificadora, placa de alargamento, casquilho de guiamento, etc.). A fresa Arunda tem uma haste com passo de rosca interna M12 x 1mm (IG). As lâminas Arunda são placas reversíveis em metal duro.



Fresa especial Arunda

### 2.4.1 Substituição das lâminas

Para substituir as lâminas, o cordão eléctrico da máquina deve estar desligado. Mantenha a máquina e boqueie o eixo. Com a chave Torx fornecida com a fresa Arunda, desaperte os pequenos parafusos situados nas lâminas. Dê meia-volta às lâminas para utilizar o gume não usado ou substitua as lâminas. Verifique que as lâminas estão posicionadas contra os encaixes previstos e aperte correctamente os parafusos. Em caso de desmontagem, remontagem ou substituição da fresa, calibre-a novamente (ver capítulo 3.2.4 *Calibragem da fresa*).



Lâminas Arunda

### 2.5 Casquilho de guiamento

O casquilho de guiamento Arunda (ou anel de copiagem) serve para guiar a escarificadora no contorno dos gabaritos. As suas características são :

- Ø exterior 30 mm
- Desbordo de baixo da placa de alargamento: 7,5 mm.



Anel Arunda

### 2.6 Calibrador

O calibrador Arunda está previsto para posicionar com precisão a fresa de baixo da escarificadora. O calibrador tem uma profundidade de 36 mm que corresponde à soma da espessura do espigão de cauda de andorinha de 26 mm e da placa do gabarito macho de 10 mm.



Calibrador Arunda

### 2.7 Grampos

São precisos 3 grampos para trabalhar com os gabaritos Arunda. Os grampos devem medir 30 cm de altura (ou mais) x 14 cm de profundidade. A altura de 30 cm permite apertar os gabaritos em vigas de 29 cm de altura (+ 1 cm de gabarito) e num suporte de 29 cm de espessura (a altura do suporte não está implicada). A largura útil de 14 cm é necessária para apertar o gabarito fêmea no suporte. De facto, quando um entalhe em cauda de andorinha de 200 mm (ou seja, o máximo) é realizado, a batente de apoio do gabarito fica afastada das « orelhas » nas quais os grampos são aplicados. Recomendamos a utilização de grampos de qualidade em aço com um sistema de aperto rápido com uma forma de pega para puxar (rapidez e robustez) tipo Bessey GH30 H.



Grampo de levantamento

## 3 Preparação do material

### 3.1 Preparação dos gabaritos

#### 3.1.1 Preparação do gabarito macho

(O gabarito macho é munido de uma abertura com forma de "U").

As gravuras (linhas, escritas) devem ser visíveis na face exterior do gabarito.

Aparafuse o batente de posicionamento (na face do gabarito oposto às escritas) na parte cônica do gabarito com os dois parafusos M6 x 12 mm.

Aparafuse depois o batente deslizante na outra extremidade do gabarito munido de 2 x 2 furos escolhendo os dois furos aproximados do interior do gabarito. Utilizar os dois parafusos M6 x 16 mm e as duas rodelas. É importante apertar os parafusos para que este batente possa deslizar.

Verifique que dois batentes são montados face a face.



Parafuso do gabarito macho

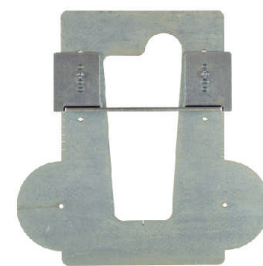
### 3.12 Preparação do gabarito fêmea

(O gabarito fêmea é munido de uma abertura central em forma de triângulo truncado)

As gravuras (linhas, escritas) devem estar visíveis na face exterior do gabarito.

Aparafuse a batente fêmea (na face do gabarito oposta às escritas) para que o encaixe em "V" fique situado no interior do gabarito.

Utilizar os dois parafusos M6 x 12.



Parafuso do gabarito fêmea

### 3.2 Preparação da esarificadora

#### 3.21 Montagem do casquilho de guiamento

Enrosque com firmeza o casquilho de guiamento especial Arunda Ø 30 mm debaixo da mesa da esarificadora. Se a esarificadora estiver munida, no seu centro, duma pequena placa sintética castanha correspondendo à forma e à posição do casquilho, esta deve ser cortada e retirada (só na parte central) antes da montagem do casquilho.



Placa, casquilho e fresa

#### 3.22 Montagem da placa de alargamento

Segundo as instruções do capítulo 2.3 *Placa de alargamento*, é indispensável dispôr de uma área de apoio para a esarificadora, de pelo menos Ø 190 mm, ou até Ø 230 mm para utilizar o gabarito N° 120. Se utilizar a esarificadora Mafell **LO 65** e apresente a placa de alargamento desejada debaixo da mesa da esarificadora posicionado-a no casquilho de guiamento. Fure quatro buracos de Ø 5,5 mm e fixe a placa com os parafusos e porcas de segurança. Quando furar, evite que limalhas se introduzam no rotor da máquina instalando uma protecção. Se quiser utilizar a esarificadora Mafell **LO65 Ec**, basta aparafusar a placa de alargamento nos quatro furos roscados já previstos na mesa da esarificadora.



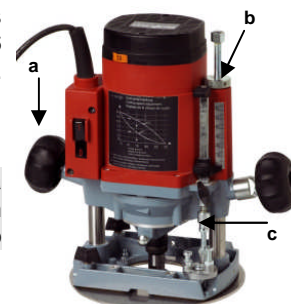
Posicionamento da fresa

#### 3.23 Montagem da fresa

Aproxime a mesa da esarificadora do motor e aparafuse a fresa apertando-a com uma chave de porca, bloqueando o eixo da máquina.

#### 3.24 Calibragem da fresa

Com o calibrador Arunda, afine a posição da fresa para que as lâminas pressionem a parte interior em "U" do calibrador. A fresa passará assim de 36 mm debaixo da mesa ou sob a placa de alargamento se esta estiver montada. Aperte firmamente a pega de bloqueio da máquina.



Bloqueio de segurança

#### 3.25 Bloqueamento de segurança da esarificadora

Bloqueie os batentes superiores e inferiores da mesa da esarificadora para impedir que ela monte ou desça por causa das vibrações ou dum desaparafusamento acidental da pega de bloqueamento principal. A fresa não deve entrar em contacto com o casquilho de guiamento.

## 4 Dimensionamento das estruturas

### 4.1 Altura espigão e entalhe

Os gabaritos Arunda permitem relizar espigões e entalhes com cauda de andorinha de 90 à 200 mm de altura, todos os 10 mm.

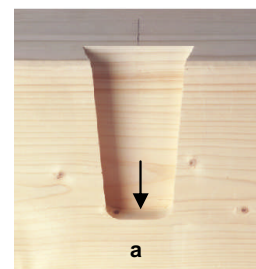
### 4.2 Dimensionamento espigão/entalhe

Uma estrutura com cauda de andorinha (espigão e entalhe) é dimensionada relativamente à altura das madeiras a montar: exemplo viga/suporte).

E preciso determinar um apoio entre 1/6 no **mínimo e 2/6** de altura da altura do suporte. Sendo o apoio (a) a parte de madeira situada entre o fundo interior pontegado do entalhe e o campo inferior da peça de madeira.

Para motivos de segurança, o apoio (a) mínimo de 1/6 do suporte deve ser respeitado, e não pode ser inferior. A regra de controlo é:

*Asup min = 1,2 · a espigão (altura mínima do suporte = 1, 2 x altura do espigão).*



a = pressão

**Exemplo 1**  
 Altura viga/suporte 180 mm  
 (Apoio 1/6 a 2/6 de altura suporte 180 mm)  
 Apoio **mínimo** 1/6 : 30 mm = Espigão 150 mm  
 Apoio : 40 mm = Espigão 140 mm  
 Apoio : 50 mm = Espigão 130 mm  
 Apoio 2/6 : 60 mm = Espigão 120 mm

**Exemplo 2**  
 Altura viga 180 mm / suporte 220 mm  
 (Apoio 1/6 a 2/6 de altura suporte 220 mm)  
 Apoio **mínimo** 1/6 : (36,6 mm) arredondado ao seu valor  
 superior = : 40 mm = Espigão 180 mm  
 Apoio : 50 mm = Espigão 170 mm  
 Apoio : 60 mm = Espigão 160 mm  
 Apoio ~.2/6 : 70 mm = Espigão 150 mm

**a = altura apoio/ t = altura espigão**

*Exemplo 1* : O cálculo para viga/suporte de 180 mm de altura determina as alturas seguintes:

- espigão de 150 mm para um apoio de 30 mm (ou)
- espigão de 140 mm para um apoio de 40 mm (ou)
- espigão de 130 mm para um apoio de 50 mm (ou)
- espigão de 120 mm para um apoio de 60 mm

*Exemplo 2* : o cálculo, para uma altura de viga/suporte de 220 mm, define um apoio entre 36,6 (mínimo 1/6 ) e 73,2 mm (2/6). Tendo em conta que os espigões possam ser realizados todos os 10 mm entre 90 e 200 mm, pode-se guardar para este exemplo, um apoio válido entre 40 mm e 70 mm (o valor mínimo de 36,6 mm é extrapolado a 40 mm).

O valor de apoio (40 a 70 mm) deduzido do suporte (220 mm) determina as alturas seguintes :

- espigão de 180 mm para um apoio de (36,6) 40 mm (ou)
- espigão de 170 mm para um apoio de 50 mm (ou)
- espigão de 160 mm para um apoio de 60 mm (ou)
- espigão de 150 mm para um apoio de 70 mm

Um espigão de 90 mm (altura mínima) pode ser realizado numa viga de 90 mm de altura. O espigão de 200 mm pode, em termos de cálculo, ser executado numa viga até um máximo de 300 mm de altura (limite do gabarito para a altura do espigão 260 mm, + 20 mm).

A altura do suporte determina o valor de apoio e a altura do entalhe. Esta regra é válida para vigas/suportes de altura similar ou diferente. No entanto, a altura da viga determina a altura máxima do espigão, sendo entedido que um espigão de 220 mm não poderá ser executado numa viga de 200 mm de altura.

#### 4.3 Largura das caudas de andorinha

O quadro seguinte apresenta as características essenciais dos gabaritos Arunda.

A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo gabarito	Para uma largura de viga. mm	Para uma altura de viga. mm	Altura espigão/entalhe realizável. mm	Largura do espigão com altura de 130 mm	Largura do espigão com altura de 200 mm	Profundidade e do espigão	Profundidade e do entalhe
<b>Nº 60</b>	60 a 80	90 a 260	90 a 200 (todos os 10)	57 mm	67 mm	26 mm	28 mm
<b>Nº 80</b>	80 a 120 (+ 20)	90 a 260 (+ 20)	90 a 200 (todos os 10)	80 mm	91 mm	26 mm	28 mm
<b>Nº 100</b>	100 a 140 (+ 20)	90 a 260 (+ 20)	90 a 200 (todos os 10)	100 mm	111 mm	26 mm	28 mm
<b>Nº 120</b>	120 a 160 (+ 20)	90 a 260 (+ 20)	90 a 200 (todos os 10)	120 mm	131 mm	26 mm	28 mm

Pode-se notar que na coluna E *Largura espigão com altura de 130 mm* que as larguras de 57, 80, 100 e 120 mm são válidas para uma altura de espigão de 130 mm. A coluna F *Largura com altura de 200 mm* dá valores de 67, 91, 111 e 131 mm para uma altura de espigão de 200 mm.

Explicação: A altura das peças do vigamento aumenta habitualmente em função da largura. Assim, uma viga de 80 mm de largura tem habitualmente uma largura de 120, 140, 160, 180 mm, mais raramente de 200 a 280 mm. Seguindo esta teoria, um espigão realizado com um gabarito 80 terá 80 mm de largura para uma altura de 130 mm (um espigão de 130 mm é aceitável para uma altura de suporte/viga até 160 mm). Se é necessário realizar uma cauda de andorinha de 180 mm de altura, esta terá então uma largura de 88 mm, ou seja 4 mm a mais à esquerda e à direita do que a largura da viga. A consequência é que as duas pontas superiores do espigão serão ligeiramente truncadas, o que não é visível uma vez o espigão e o entalhe montados e não tem nenhuma consequência desfavorável na carga admissível. Se as extremidades superiores do espigão com cauda de andorinha são truncadas, a parte traseira do espigão fica fixada lateralmente do entalhe. Não existe então nenhuma incidência na estabilidade da estrutura.

No entanto, esta situação oferece, ao contrário, uma cauda de andorinha mais larga logo que se afaste no mínimo de 80 mm (e respectivamente de 60,100 e 120 mm para os outros gabaritos). Assim, para o mesmo modelo de gabarito 80, a largura do espigão é de 91 mm – em vez de 80 mm – para uma altura de 200 mm. A vantagem é que a carga admissível aumenta com o aumento da largura (e da altura) da cauda de andorinha.

#### 4.4 Cargas admissíveis

O quadro seguinte apresenta a carga admissível variável em função da dimensão de estrutura.

##### Dimensionamento da estrutura com cauda de andorinha

<b>Vd1 : Dimensionamento pelo esforço cortante da espiga da viga</b>										
<b>Vd2 : Dimensionamento por pressão no suporte</b>										
Vd1 = $2/3 \cdot Az \cdot zultQ$ onde : $Az = ((b1+b2)/2 \cdot (he-12.5)) + p(12.5^2)/4 + ((b2-25) \cdot 12.5)^*$ zultQ = 0.9 N/mm2: tensão tangencial devida ao esforço cortante segundo DIN 1052-1 tabela 5										
Vd2 = $0.09 \cdot a$ onde: 0.09 (kN/mm)=coef.empírico, onde a = asup - ae + b2/2 "comprimento" resistente (mm) *12.5 = 12.5mm valor geométrico										
Os valores de Vd1 e Vd2 são valores indicativos. Correspondem a cargas reais, sem coeficiente. <b>Estes valores indicativos não implicam a responsabilidade do fabricante.</b>										
Espigão a : altura máxima espigão (mm)	ae : altura espigão ou entalhe contra viga (mm)					aviga max $\leq 2 \cdot he$				
aviga : altura da viga (mm)	b : largura da viga (mm)					hsup min = $1.2 \cdot$ espigão h				
hsup min : altura total mínima do suporte (mm)	b1 : largura máxima variável do espigão (mm)					b2 : largura mínima variável do espigão				
Largura mínima do bs: bs = 80 mm se entalhe dum lado bs = 120 mm se entalhe dos dois lados			Gabarito <b>Arunda n° 60</b> Largura viga 60 à 80 mm x Altura 90 a 260		Gabarito <b>Arunda n° 80</b> Largura viga 80 à 120 mm x Altura 90 a 260		Gabarito <b>Arunda n° 100</b> Largura viga 100 a 140 mm x Altura 90 a 260		Gabarito <b>Arunda n° 120</b> Largura viga 120 a 160 mm x Altura 90 a 260	
A mais baixa carga admissível entre Vd1 e Vd2 será retida para o cálculo das cargas <b>1 kN = 100 kg</b>										
Espigão h (mm)	aviga (mm)	asup min (mm)	Vd1 (kN)	Vd2 (kN)	Vd1 (kN)	Vd2 (kN)	Vd1 (kN)	Vd2 (kN)	Vd1 (kN)	Vd2 (kN)
200	260	260	4,49	7,33	7,24	8,34	9,56	9,24	11,87	10,14
200	200-240	240	4,49	5,53	7,24	6,54	9,56	7,44	11,87	8,34
190	240	240	4,17	6,43	6,79	7,44	8,98	8,34	11,17	9,24
190	200-220	228	4,17	5,35	6,79	6,36	8,98	7,26	11,17	8,16
180	240	240	3,87	7,33	6,34	8,34	8,41	9,24	10,48	10,14
180	180-220	220	3,87	5,53	6,34	6,54	8,41	7,44	10,48	8,34
170	220	220	3,57	6,43	5,89	7,44	7,85	8,34	9,80	9,24
170	180-200	204	3,57	4,99	5,89	6,00	7,85	6,90	9,80	7,80
160	200	200	3,27	5,53	5,46	6,54	7,29	7,44	9,13	8,34
160	160-180	192	3,27	4,81	5,46	5,82	7,29	6,72	9,13	7,62
150	200	200	2,99	6,43	5,04	7,44	6,75	8,34	8,46	9,24
150	160-180	180	2,99	4,63	5,04	5,64	6,75	6,54	8,46	7,44
140	180	180	2,72	5,53	4,62	6,54	6,21	7,44	7,81	8,34
140	140-160	168	2,72	4,45	4,62	5,46	6,21	6,36	7,81	7,26
130	140-160	160	2,45	4,63	4,21	5,64	5,69	6,54	7,16	7,44
120	160	160	2,19	5,53	3,81	6,54	5,17	7,44	6,52	8,34
120	120-140	144	2,19	4,09	3,81	5,10	5,17	6,00	6,52	6,90
110	120-140	140	1,94	4,63	3,42	5,64	4,65	6,54	5,89	7,44
100	100-120	120	1,70	3,73	3,04	4,74	4,15	5,64	5,27	6,54
90	100	108	1,47	3,55	2,66	4,56	3,66	5,46	4,65	6,36

Quando a altura do espigão for determinada, refira-se ao quadro para conhecer a carga admissível.

Precisão relativamente às três primeiras colunas :

- Espigão h (mm) : indica a altura do espigão.
- aviga(mm) : indica a altura da viga.
- asup min (mm) : indica a altura mínima do suporte.

As oito colunas seguintes indicam as cargas admissíveis Vd1 e Vd2 relativas aos modelos de gabaritos 60, 80, 100 e 120.

- Vd1 : indica o dimensionamento pelo esforço cortante da espiga de viga.
- Vd2 : indica o dimensionamento pela pressão no suporte.

A carga admissível mais baixa é retida para o cálculo das cargas.

**Importante** : Os valores VD1 e VD2 são valores indicativos. Correspondem às cargas reais sem coeficiente.

Estes valores indicativos não implicam a responsabilidade do fabricante Arunda.

Exemplo : Um espigão de 180 mm realizado com vigas/suportes de 220 mm de altura com o gabarito de modelo 100 dará os valores seguintes (da esquerda para a direita no quadro) :

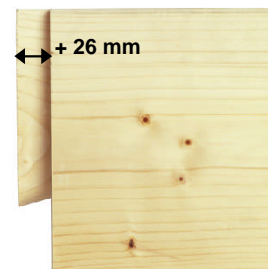
Espigão a (mm)	asup (mm)	asup <u>min</u> (mm)	Gabarito <i>Arunda n° 60</i>		Gabarito <i>Arunda n° 80</i>		Gabarito <i>Arunda n° 100</i>		Gabarito <i>Arunda n° 120</i>	
			Vd1 (kN)	Vd2 (kN)	Vd1 (kN)	Vd2 (kN)	Vd1 (kN)	Vd2 (kN)	Vd1 (kN)	Vd2 (kN)
180	180-220	220	3,87	5,53	6,34	6,54	8,41	7,44	10,48	8,34

A carga admissível é de 7,44 kN (744 kg) por estrutura. Se um vigamento conta 5 vigas e 10 estruturas, não se terá uma carga admissível de 7440 kg na área. Para conhecer a carga admissível por m<sup>2</sup>, este valor é dividido pelo número de m<sup>2</sup>.

Arunda põe à disposição dos utilizadores Arunda uma tabela que lhes permite dimensionar as madeiras relativamente ao enfraquecimento dos entalhes de cauda de andorinha. Este *Quadro de compensação do enfraquecimento dos suportes/avarias devido à presença de encaixes* está disponível no nosso site Internet [www.arunda.ch](http://www.arunda.ch) na rubrica "Carregamento".

#### 4.5 Corte das madeiras

As traves nas quais estão fresados os espigões (ex. viga) devem ser cortadas a + 26 mm por estrutura. Uma viga que possui um espigão a cada extremidade terá então um comprimento suplementar de 52 mm. Exemplo: uma viga afastada de 4000 mm dos suportes será cortada a 4052 mm.



Cumprimento do espigão = 26 mm

## 5 Preparação e fresagem

### 5.1 Segurança

**CUIDADO:** O uso de óculos de protecção e de protecções de ouvidos é indispensável!

### 5.2 Teste antes série: controles

Realize sempre um teste de montagem completo antes de fresar uma série de madeiras para verificar 3 critérios importantes:

- uma altura de espigão e ...
- uma altura de entalhes correctos, similares e correspondendo ao cálculo
- uma força de aperto adaptada à estrutura (espigão no entalhe).

### 5.3 Afição dos batentes nos gabaritos

#### 5.31 Batentes fixos

Em função da altura do espigão/entalhe escolhido, é necessário afinar os batentes fixos nos gabaritos.

Se a altura é, por exemplo, de 180 mm, o batente fixo do gabarito macho é colocado em 180 e o batente fixo do gabarito fêmea em 180. Os batentes fixos devem ser solidamente apertados.

#### 5.32 Batente deslizante

Não se esqueça que o batente inferior do gabarito macho deve ficar imóvel e não ser apertado para que se possa adaptar facilmente à trave e às variações de dimensões.

### 5.4 Posicionamento do gabarito macho

#### 5.41 Gabarito macho fixado com grampo

Coloque o gabarito macho verticalmente na extremidade da trave onde devem ser feitas as espigas (viga) pressionando o batente de posicionamento fixo no campo superior da trave.

Levante o batente deslizante debaixo da trava.

Centre o batente fixo superior na largura da trave com os cortes em forma de "escada" correspondendo às larguras usuais das madeiras (não é necessário nenhum traçado).

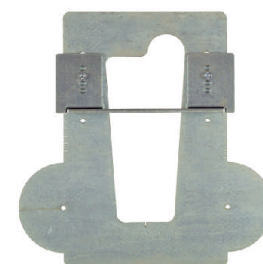
Com um grampo, aperte a trave entre os dois batentes. O quadro inteiro do gabarito macho é dessa forma firmemente mantido no cimo da trave e não pode dobrar sob a pressão da escarificadora.

Verifique que o gabarito se integra perfeitamente com o cimo da trave.

Verifique também que o batente fixo superior do gabarito está bem centrado na largura da trave.



Batente em gabaritos machos



Batente em gabarito fêmea



Fixação do gabarito macho

#### 5.42 Gabarito macho fixado com um parafuso

Uma alternativa consiste em aparafusar o gabarito macho contra o cimo da trave. Esta solução é unicamente aplicável em caso de fresagem em meia-viga (corte vertical em viés) que não permite um apoio dos batentes a 90° sobre e debaixo da meia-viga. O parafusamento do gabarito macho é necessário com uma meia-viga em viga de telhado ou meia-viga em viga de sustentação.

E necessário ficar atento ao facto do apoio da escarificadora no gabarito aparafusado poder provocar uma ligeira flexão da parte inferior do quadro do gabarito. É portanto necessário fresar pressionando a escarificadora unicamente na parte central do gabarito.

#### 5.5 Posicionamento do gabarito fêmea

O eixo das vigas é traçado no campo superior dos suportes (ou na face conforme os casos).

O gabarito fêmea está posicionado na face do suporte colocando o entalhe em "V" do batente no traço do eixo.

O gabarito é mantido por dois grampos situados na extremidade das duas « orelhas » do gabarito.

#### 5.6 Fresagem do espigão

É necessário prevêr peças de madeira para realizar uma estrutura de teste antes da série.

Respeite o sentido de rotação da fresa (indicado no gabarito).

Apresente a escarificadora – desligada – colocando a fresa no buraco previsto no gabarito macho (na parte superior à esquerda).

Frese o espigão numa única passagem ou em duas passagens em função da largura da madeira e da nitidez da topejadora desejada.

Entre a fresagem do espigão e a do entalhe, não modifique a posição da fresa na escarificadora. Pois, os gabaritos foram concebidos dessa forma e geram automaticamente uma diferença de profundidade de fresagem de 2 mm entre o espigão (26 mm) e o entalhe (28 mm).

#### 5.61 Fresagem em passagem única

No caso duma fresagem em passagem única, siga a parte central do gabarito (em cauda de andorinha) apoiando a máquina.

Comece a fresagem na parte superior, à esquerda, desça e acabe novamente na parte superior, à direita.

Pressione correctamente o casquilho de guiamento contra o campo do gabarito.

Desligue a máquina e retire a fresa, em baixo, na grande parte esvaziada do gabarito. cf. Desenho seguinte *Percurso da escarificadora*.

#### 5.62 Fresagem em duas passagens

No caso duma fresagem em duas passagens, realiza-se uma primeira fresagem (topejadora) do exterior da trave para diminuir em metade a largura do rebaixo.

Frese o exterior da madeira começando na parte superior à esquerda e descendo e acabando novamente na parte superior à direita.

Venha novamente ao ponto de partida ficando atento em seguir o mesmo caminho no exterior da madeira, por causa da presença de risco e de danos relativos à fresagem em contra-mão.

Na segunda passagem, frese seguindo a parte central do gabarito a partir da parte superior à esquerda, desça e acabe na parte superior à direita.

Pressione correctamente o casquilho de guiamento contra o campo do gabarito.

Desligue a máquina e retire a fresa em baixo na grande parte esvaziada do gabarito.

Retire o grampo e coloque o gabarito. Veja desenho seguinte *Percurso da escarificadora*.

#### 5.63 Fresagem no gabarito macho aparafusado

Em certos casos, é necessário aparafusar o gabarito macho no cimo da trave (veja capítulo 7.4 *Montagem de meia-viga*). Nesse caso, é necessário estar consciente que a passagem da escarificadora na parte inferior aparafusada pode provocar uma ligeira flexão do quadro do gabarito devido à pressão. É portanto indispensável fresar apoiando a escarificadora unicamente na parte central do gabarito macho.

#### 5.7 Fresagem do entalhe

É necessário prever peças de madeira para realizar uma estrutura de teste antes da série.

Respeite o sentido de rotação da fresa (indicado no gabarito).

Coloque a escarificadora - desligada- no gabarito fêmea no encaixe circular previsto.



Gabarito macho aparafusado



Fixação do gabarito fêmea



Ligue a máquina.

Frese entalhando o rebordo direito em 2-3 cm para evitar as estilhas de madeira e volte para trás.

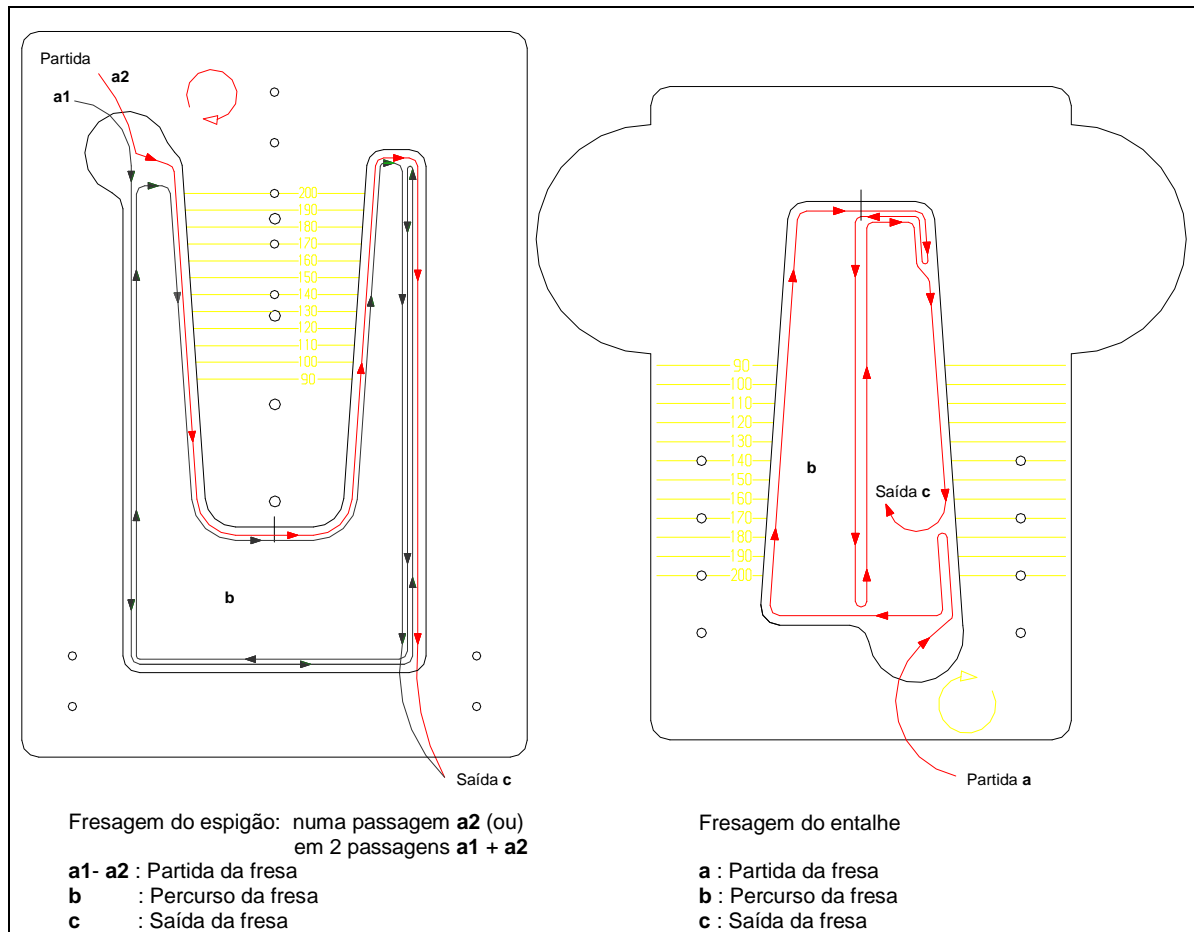
Desloque a máquina para a esquerda e fresa da esquerda para a direita colocando o esvaziamento do gabarito.

Volte de novo ao fundo do entalhe e frese o resto.

Desligue a máquina e retire a fresa em baixo, na grande parte esvaziada do gabarito.

Retire os grampos e coloque o gabarito.

Veja desenho seguinte *Percurso da esscarificadora*.



*Percurso da esscarificadora*

## 6 Resultado da fresagem e da modificação

### 6.1 Resultado da fresagem

Introduza o espigão no entalhe. O espigão insere-se facilmente no entalhe mas deve forçar nos últimos milímetros. Uma estrutura de cauda de andorinha não deve flutuar. Pode utilizar uma maceta para inserir com força os últimos milímetros do espigão no entalhe.

### 6.2 Ajuste da força de aperto

Para efectuar qualquer na fresa, deve desligar o cordão eléctrico.

É possível afinar a força de aperto da montagem.

Se a montagem estiver muito livre, retire a fresa de alguns décimos de mm à ~1 mm da esscarificadora, ajudando com os batentes altos e baixos da máquina. Verifique esta modificação comparando-a à altura padrão do calibrador que é de 36 mm. O aumento da profundidade de fresagem tem por efeito restringir a largura do entalhe e aumentar a largura do espigão por causa do cone da fresa.

Se a estrutura é muito difícil, faça o contrário e retire a fresa de alguns décimos de mm debaixo da mesa. Verifique esta modificação comparando-a com a altura padrão do calibrador de 36 mm.

Bloqueie todas as pegas de aperto e batentes da máquina após modificação da

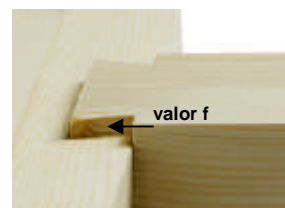
fresa.

Qualquer modificação da posição da fresa na escarificadora deve ser feita para toda a fresagem dos espigões e entalhes e não entre a fresagem dos espigões e o dos entalhes.

### 6.3 Força de aperto em função da matéria

É necessário considerar a qualidade da matéria a montar e a sua taxa de humidade para apreciar a força de aperto da montagem. Quanto mais seca for a matéria e constituída por camadas de madeira, (lamelas), mais elevada será a força de aperto. Respectivamente, quanto mais o material for húmido e maciço, mais a força de aperto será elevada.

Quando o espigão é manualmente e progressivamente introduzido no entalhe, nota-se a um certo momento, um aumento da força de aperto. Pode-se então constatar que o espigão, que ainda não está no fundo do entalhe, ultrapassa em alguns mm no cimo do entalhe. Escolhemos caracterizar esta margem de madeira do espigão que ainda não foi introduzida no entalhe como valor **f** (força de aperto)



Valor *f* da montagem

Com a nossa experiência, constatamos o seguinte, em função :

- do tipo de madeira
- da taxa de humidade da madeira
- baixa ou alta altura da montagem (de 90 a 200 mm)
- baixa ou alta largura da estrutura (de 57 a 131 mm em função do gabarito utilizado e da altura do espigão).

Tipo de madeira	Valor <i>f</i> : desbordo do espigão no entalhe antes de forçar
Madeira de lamelas – colada (epícea/pinho) 12-14% de humidade	~2 à ~5 mm
Madeira Duo ou Trio (madeira composta por 2 ou 3 camadas, epícea/pinho) 12-14% de humidade	~4 à ~7 mm
Madeira maciça (epícea/pinho) 15 à > 30 % de humidade	~6 à ~10 mm

Os dados seguintes têm um valor empírico. Não implicam a responsabilidade do construtor e não excluem os testes dos utilizadores dos gabaritos.

### 6.4 Força de aperto da madeira molhada

A força de aperto numa estrutura em madeira verde (com taxa de humidade elevada) pode ser antecipada aumentando o valor *f* mencionado acima. Durante o teste, pode-se revelar difícil introduzir o espigão no entalhe, por causa da força de aperto importante. No entanto, a força de aperto terá diminuído e será correcta quando a madeira tiver sido estocada algumas semanas e a sua taxa de humidade tiver diminuído antes da montagem na obra.

### 6.5 Madeira seca exposta às intempéries

Se algumas montagens foram realizadas com madeira seca, (de lamelas colada, traves em duas ou três camadas de madeira seca, etc.), é necessário cobrir esta madeira se estiver estocada no exterior, entregue às intempéries. Pois, pode-se revelar difícil até mesmo impossível introduzir montagens que encheram com a chuva.

## 7 Tipos de estruturas de vigeamento

### 7.1 Montagem viga-suporte a 90°

#### 7.11 Viga aparente em suporte

Também peça de contorno em meia-viga ou peça de contorno de escada. Nesses casos, as montagens são simples de realizar. Os gabaritos estão posicionados facilmente, os batentes estão apoiados a 90° contra a madeira. Os grampos são utilizados para manter os gabaritos. Ver capítulos 5.6 a 5.7.



Viga aparente em suporte

#### 7.12 Viga desviada em suporte

Se a viga deve ser desviada por cima ou por baixo do suporte, os batentes dos gabaritos macho e fêmea são também desviados. Exemplo: se as vigas estão previstas para estarem a 30 mm abaixo do nível do suporte, a altura do entalhe será, por exemplo, de 180 mm e o espigão de 150 mm.



Viga desviada em suporte

## 7.2 Montagem de viga-suporte em viés

### 7.21 Viga a 45° em suporte

Viga a 45° (ou outro ângulo) em suporte.

No traço de topejadora em viés (no campo superior da viga) correspondente à distância entre suportes, acrescenta-se 26 mm em paralelo a este traço (por montagem).

O eixo do traço de topejadora está traçado no interior da trave.

O gabarito macho está colocado no cimo da trave centrando o recorte em "V" do batente fixo superior no traço do eixo.

Segundo a largura da trave, a fresagem pode necessitar de uma operação suplementar por causa da largura mais importante devido ao viés.

Se for o caso, marca-se com um lápis, como marca, o contorno da cauda de andorinha do gabarito no cimo da trave.

Desvie depois o gabarito em direcção à ponta do cimo da trave.

Efectue uma primeira fresagem para diminuir a saliência de metade entre o bordo da ponta e o traço da cauda de andorinha.

Centre de novo o gabarito no traço do eixo e frese o espigão em uma ou duas passagens.



Viga em viés em suporte

## 7.3 Montagem em pilar

### 7.31 Suporte em pilar contínuo

A fresagem do espigão no cimo do suporte efectua-se como no cimo da viga. A altura do espigão será máxima em relação ao suporte (mas não terá mais do que 200 mm, segundo as características do gabarito).

No pilar, traça-se a localização exacta do suporte.

No gabarito fêmea, fura-se um buraco fresado, próximo do esvaziamento central (atenção à passagem da fresa!).

Coloca-se o gabarito no pilar mantendo-o com dois parafusos nos buracos realizados.

Com uma mecha de grande diâmetro, fura-se um ou alguns buracos para inserir a fresa e começar a fresagem.

É preciso de seguida, diminuir a altura do espigão na sua parte superior, de maneira a que este possa facilmente introduzir-se no entalhe: a largura exterior do espigão deve ser idêntica ou inferior à largura superior do entalhe.

Um corte de tesoura à esquerda e à direita na parte superior do entalhe (nas pontas) para diminuir um pouco a face facilitará a introdução do espigão no entalhe



Viga em pilar contínuo

### 7.32 Suporte em pilar parado

A fresagem do espigão no cimo do pilar efectua-se como no cimo da viga. A altura do espigão será máxima em comparação ao suporte (mas não terá mais do que 200 mm, segundo as características do gabarito).

O pilar, fresado da mesma maneira do entalhe num suporte, com a diferença de que é difícil apertar o gabarito fêmea com os dois grampos. No gabarito fêmea, fura-se um buraco fresado suplementar à esquerda e à direita perto do esvaziamento central (atenção à passagem da fresa!)

Coloca-se também o gabarito no pilar matendo-o com dois parafusos nos furos efectuados. Pode-se então fresar normalmente o entalhe.



Suporte em pilar fixo

## 7.4 Montagem de meia-viga

### 7.41 Meia-viga em viga de telhado esquadriado.

#### Alternativa 1

Acrescenta-se em paralelo 26 mm no traço de topejadora em viés no lado da meia-viga.

Efectua-se o corte em viés das meias-vigas.

Corta-se também a ponta das meias-vigas a 90° a direito do traço de topejadora

O gabarito macho, sem o batente deslizante inferior, é colocado e centrado no cimo da trave. É mantido com dois parafusos na sua parte central.

O espigão é fresado numa ou duas passagens. O entalhe é fresado normalmente.

#### Alternativa 2

Alternativa ao corte da ponta das meias-vigas a 90°.

Para evitar que este corte suplementar da ponta da meia-viga a 90° do traço de topejadora, aparafusa-se, debaixo do batente fixo superior do gabarito macho (após a ter furado com dois buracos), um triângulo rectângulo de madeira cujo ângulo corresponde ao da meia-viga. A instalação deste triângulo de madeira garante uma boa estabilidade do gabarito no cimo da trave em viés.

É, no entanto, necessário calcular o triângulo para que, na estrutura final, a meia-



Meia-viga em viga de telhado esquadriado

viga seja aparente na viga de telhado.

O gabarito macho, sem o batente deslizante, está colocado e centrado no cimo da trave. É mantido com dois parafusos na sua parte central.

O espigão é fresado numa ou duas passagens.

O entalhe também é fresado normalmente.

#### 7.42 Meia-viga em viga de telhado desbastado

Após ter determinado a altura da cauda de andorinha, incia-se a fresagem pelos entalhes na viga de telhado desbastada. Desbasta-se de seguida a viga de telhado dois lados. Com uma régua, mede-se a altura do entalhe desde o fundo ponteagudo do recorte até ao cimo, na viga de telhado desbastada (régua colocada no fundo do entalhe). A medida é retida para colocar o gabarito macho no cimo da meia-viga. Por exemplo, uma altura medida a 175 mm permitirá colocar o gabarito macho a 175 mm da meia-viga (na sua ponta). O gabarito macho é aparafusado nesta posição. O batente superior é aparafusado contra o gabarito no ponto mais próximo da meia-viga. Prepara-se um canto em madeira cujo ângulo corresponde ao ângulo da meia-viga. Aparafusa-se de seguida o canto de madeira no batente superior, após ter furado dois buracos. O batente, com o seu canto de madeira, pressiona assim, de maneira estável, a meia-viga e permite fresar todas as outras meias-vigas na mesma posição.



*Meia-viga em viga de telhado desbastado*

#### 7.43 Meias-vigas fixadas em viga de sustentação

É necessário prever peças de madeira para realizar uma estrutura de teste antes da série.

Este caso é idêntico ao que está apresentado no capítulo 7.41 *Meia-viga em viga de telhado esquadriado*.

Após ter furado dois pequenos buracos, aparafusa-se um triângulo rectângulo de madeira cujo ângulo corresponde ao da meia-viga sob o batente fixo superior.

É, no entanto, necessário calcular o triângulo para que, na estrutura final, a meia-viga seja aparente na viga de sustentação.



*Meias-vigas fixadas em viga de sustentação*

### 7.5 Montagem de cavalete

#### 7.51 Montagem de cavalete-caleira/viga mestre do telhado

Esta estrutura é mais difícil de realizar. O posicionamento dos gabaritos é complexo de efectuar e de reproduzir duma peça à outra (caleira e viga mestre). No entanto, se o posicionamento é realizado correctamente, a fresagem será tão simples como para qualquer outra estrutura. Não hesite em furar alguns buracos suplementares na placa do gabarito fêmea para o manter na viga mestre (respectivamente caleira). Alguns testes são indispensáveis.

#### 7.6 Outras montagens e especialidades

Existem muitas outras possibilidades de estrutura com os gabaritos Arunda. Só as técnicas mais correntes foram apresentadas. No entanto, o caso particular do vigamento duma torre realizada por um artesão merece ser apresentado. O vigamento compreendia na sua base, um suporte exterior em madeira de lamelas colada e curva (em duas partes) e um segundo suporte interior, também em madeira de lamelas colada e curva (em duas partes). As vigas dispostas em estrela montadas em cauda de andorinha ligaram o suporte exterior ao suporte interior. O autor deste documento realizou alguns testes antes de obter um resultado magnífico e tecnicamente perfeito.

## 8 Problemas eventuais

Problema	Causa	Resolução
O espigão flutua no entalhe	A força de aperto da estrutura é insuficiente	Aumente o rebordo da fresa debaixo da mesa da escarificadora (ver capítulo 6 <i>Resultado e afinação final</i> )
O espigão força demais no entalhe	A força de aperto da estrutura é muito importante	Diminua o rebordo da fresa debaixo da mesa da escarificadora (ver capítulo 6 <i>Resultado e afinação final</i> )
	O espigão custa a entrar no entalhe e parece bater no entalhe. O espigão e/ou o entalhe apresentam excrescência nas áreas de fresagem.	Fresa pressionando correctamente o anel da escarificadora contra os gabaritos. Siga atentamente as formas do gabarito. (ver: capítulo 5.6 a 5.7 <i>Fraisage ...</i> )
O espigão não está suficientemente aparente ao entalhe	Os batentes dos gabaritos não pressionaram correctamente nas madeiras a fresar	Preste uma grande atenção à pressão dos batentes, particularmente ao batente do gabarito fêmea na fixação do grampo.
O rebordo da fresa é demasiado importante em relação ao calibrador (> ~1mm) mesmo se a estrutura é realizada	O casquilho de guiamento está danificado: recebeu um choque que provocou uma amoladela no anel. O anel já não é completamente redondo.	Substitua o casquilho de guiamento, calibre a fresa e efectue um teste.

Consulte a rubrica "Questões/respostas" repletas de informações no nosso site [www.arunda.ch](http://www.arunda.ch) disponível em francês, alemão, inglês e italiano.

9 Tabela das cargas admissíveis

## Tabela das cargas admissíveis– Dimensionamento de montagem com cauda de andorinha

<b>Vd1 : Dimensionamento pelo esforço cortante do espigão de viga</b>
<b>Vd2 : Dimensionamento pela pressão no suporte</b>
$Vd1 = 2/3 \cdot Az \cdot zultQ$ onde: $Az = ((b1+b2)/2 \cdot (ae-12,5)) + p (12,5^2)/4 + ((b2-25) \cdot 12,5)^*$ $zultQ = 0.9 \text{ N/mm}^2$ : tensão tangencial devida ao esforço cortante segundo DIN 1052-1 tabela 5
$Vd2 = 0.09 \cdot a$ onde: $0,09 \text{ (kN/mm)} = \text{coef. empírico}$ , onde $a = \text{asup} - ae + b2/2$ "comprimento" resistente (mm) *12,5 = 12,5mm valor geométrico
<i>Os valores de Vd1 e Vd2 são valores indicativos. Correspondem a cargas reais, sem coeficiente.</i>
<b>Estes valores indicativos não implicam a responsabilidade do fabricante.</b>

<b>Espigão h</b> : altura máxima espigão (mm)	<b>he</b> : altura espigão ou entalhe contra viga(mm)	<b>aviga max</b> $\leq 2 \cdot ae$
<b>aviga</b> : altura viga (mm)	<b>b</b> : largura soliva (mm)	<b>asom min</b> = $1,2 \cdot \text{espiga altura}$
<b>asup min</b> : altura total mínima do suporte (mm)	<b>b1</b> : largura máxima variável do espigão (mm)	<b>b2</b> : largura mínima variável do espigão

Largura mínima do suporte bs: bs = 80 mm se recorte dum lado bs = 120 mm se entalhe dos dois lados			Gabarito <b>Arunda n° 60</b>		Gabarito <b>Arunda n° 80</b>		Gabarito <b>Arunda n° 100</b>		Gabarito <b>Arunda n° 120</b>	
			Largura viga 60 à 80 mm x Altura 90 à 260		Largura viga 80 à 120 mm x Altura 90 à 260		Largura viga 100 à 140 mm x Altura 90 à 260		Largura viga 120 à 160 mm x Altura 90 à 260	
<i>A carga admissível a mais pequena entre Vd1 e Vd2 será retida para o cálculo dos encargos 1 kN = 100 kg</i>										
Viga a (mm)	asol (mm)	asom min (mm)	Vd1 (kN)	Vd2 (kN)	Vd1 (kN)	Vd2 (kN)	Vd1 (kN)	Vd2 (kN)	Vd1 (kN)	Vd2 (kN)
200	260	260	4,49	7,33	7,24	8,34	9,56	9,24	11,87	10,14
200	200-240	240	4,49	5,53	7,24	6,54	9,56	7,44	11,87	8,34
190	240	240	4,17	6,43	6,79	7,44	8,98	8,4	11,17	9,24
190	200-220	228	4,17	5,35	6,79	6,36	8,98	7,26	11,17	8,16
180	240	240	3,87	7,33	6,34	8,34	8,41	9,24	10,48	10,14
180	180-220	220	3,87	5,53	6,34	6,54	8,41	7,44	10,48	8,34
170	220	220	3,57	6,43	5,89	7,44	7,85	8,34	9,80	9,24
170	180-200	204	3,57	4,99	5,89	6,00	7,85	6,90	9,80	7,80
160	200	200	3,27	5,53	5,46	6,54	7,29	7,44	9,13	8,34
160	160-180	192	3,27	4,81	5,46	5,82	7,29	6,72	9,13	7,62
150	200	200	2,99	6,43	5,04	7,44	6,75	8,34	8,46	9,24
150	160-180	180	2,99	4,63	5,04	5,64	6,75	6,54	8,46	7,44
140	180	180	2,72	5,53	4,62	6,54	6,21	7,44	7,81	8,34
140	140-160	168	2,72	4,45	4,62	5,46	6,21	6,36	7,81	7,26
130	140-160	160	2,45	4,63	4,21	5,64	5,69	6,54	7,16	7,44
120	160	160	2,19	5,53	3,81	6,54	5,17	7,44	6,52	8,34
120	120-140	144	2,19	4,09	3,81	5,10	5,17	6,00	6,52	6,90
110	120-140	140	1,94	4,63	3,42	5,64	4,65	6,54	5,89	7,44
100	100-120	120	1,70	3,73	3,04	4,74	4,15	5,64	5,27	6,54
90	100	108	1,47	3,55	2,66	4,56	3,66	5,46	4,65	6,36

1 kN = 100 kg

www.arunda.ch