

# Capítulo 3

## ELEMENTOS CONSTRUTIVOS - TRABALHOS PRÉVIOS

### 3.1 - Informações preliminares

Antes de montar uma cobertura em cobre deve-se considerar uma série de detalhes técnicos que poderão comprometer o seu desempenho. Dentre eles destacam-se: **a impermeabilização, a aplicação de elementos betuminosos, a colocação de feltro e fixações e ancoragens.**

#### a) Impermeabilização

As madeiras utilizadas no suporte base, devem ser devidamente impermeabilizadas antes da colocação das chapas de cobre nas coberturas. Quando não vierem previamente tratadas, devem ser submetidas a uma impermeabilização após a execução do madeiramento "in loco". A técnica utilizada consiste na aplicação de 2 (duas) ou 3 (três) demãos de substâncias impermeabilizantes, podendo ser: óleo de linhaça, verniz e elementos betuminosos, aplicados com rolos ou pincéis. Se os elementos e / ou substâncias impermeabilizantes não contiverem fungicidas, recomenda-se aplicá-los antes de se processar a impermeabilização.

#### b) Aplicação de elementos betuminosos

Os elementos betuminosos por serem viscosos são mais difíceis de serem aplicados. Quando o clima estiver quente pode ser feito em temperatura ambiente, sendo que em climas frios recomenda-se aquecê-los antes de serem aplicados com brochas ou rolo específico.

#### c) Colocação de feltro asfalto

O feltro asfalto é colocado para agir como barreira de vapor e também como isolante térmico entre a chapa de cobre e a superfície de madeira caracterizada pelo suporte base. Sua adoção resulta numa superfície macia, permitindo que as chapas de cobre trabalhem com facilidade quando houver dilatação e contração das mesmas devido às trocas de calor pela variação da temperatura ambiente, pois o cobre apresenta uma dilatação linear em torno de **0,017mm por grau de temperatura**. Exemplificando, uma cobertura de cobre pode facilmente

numa temperatura de **60 °C ou mais, dilatar 1,02mm por metro linear** de comprimento. Assim sendo, numa chapa de 10 metros, a dilatação alcançaria 10,2mm. A colocação do feltro asfalto se faz necessária não só pela dilatação térmica, mas também para evitar o processo de condensação e dar proteção ao madeiramento contra a umidade conforme enfatizou-se anteriormente.

#### d) Fixações e ancoragens

Nos sistemas de coberturas em cobre, existem **elementos e / ou componentes** de fixação e ancoragens para permitir uma execução com o necessário desempenho técnico. São utilizados nas fixações das chapas, calhas, condutores, cumeeiras, cobrejuntas e outros pormenores.

Diferentes tipos de fixações e ancoragens são utilizados para dar a esses elementos condições de trabalho; dentre eles tem-se: rebites, pregos, parafusos, porcas, arruelas e buchas (plásticas e metálicas). Estes devem ser de cobre, bronze ou latão face às condicionantes explicitadas no item 1.2.4 - *Pares galvânicos*.

Para se fixar as pranchas / lâminas ou bandejas de cobre, constituintes das coberturas, usa-se plaquetas (patillas) de encaixe, cujo material deve ser de cobre. Para isto, é de boa postura técnico-econômica utilizar os retalhos, representados pelas sobras durante a produção e / ou fabricação das calhas, telhas, etc.

**Observação:** Os detalhes construtivos alusivos aos itens **a, b, c e d** enfatizados, serão pormenorizados durante o desenvolvimento deste Capítulo.

Dentre a gama de considerações técnicas vinculadas aos **Elementos Construtivos - Trabalhos prévios**, para execução das coberturas em cobre, tem-se também: **a estrutura para montagem da cobertura e os suportes base (de concreto, de madeira maciça, aglomerados e compensados)**. Fazem parte destes trabalhos, os elementos complementares vinculados aos: **feltros, pregos, parafusos, plaquetas de encaixe, soldagem geral e branda, calafetação das juntas e ventilação das coberturas**, conforme seguem.

### 3.2 - Estrutura para montagem

Para se executar a montagem das chapas de cobre nas coberturas, deve-se observar a sua estrutura principal que é composta pela estrutura propriamente dita e a trama da cobertura. Estas por sua vez podem ser de metal (ferro), madeira, concreto armado comum ou protendido, argamassa armada e outros materiais conforme a região, tradição e disponibilidade em que a cobertura irá ser executada.

Sobre a estrutura principal e a trama (terças, caibros), deve-se definir o **suporte base**, sobre o qual serão colocadas as chapas e / ou lâminas de cobre, seus elementos construtivos e acessórios complementares.

Segundo referências bibliográficas, estudos e pesquisas de campo realizadas em nível local, estadual, nacional e também internacional, com ênfase para a cidade de Santiago de Chile; o **suporte base** pode ser de **concreto armado, madeira maciça tipo macho e fêmea, aglomerados e compensados** tratados com resina fenólica. Este suporte base deve apresentar uma superfície extremamente lisa e nivelada (plana), uniforme, com acabamento esmerado para evitar a aparição de defeitos, que normalmente são retratados na parte superior das pranchas e / ou lâminas de cobre, comprometendo o bom desempenho técnico das coberturas.

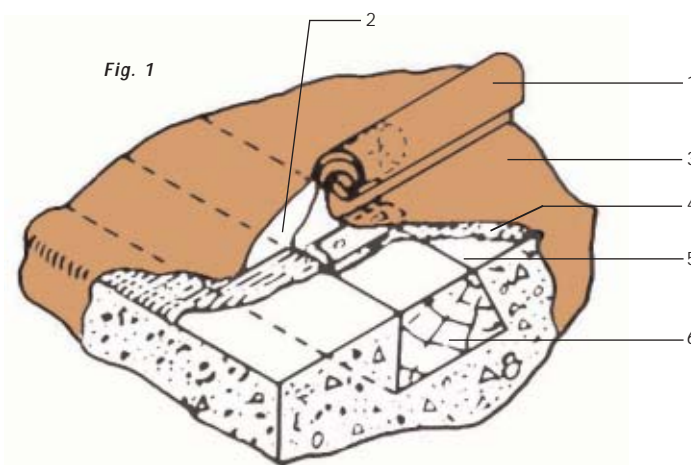
### 3.3 - Suporte base de concreto armado

Nestes suportes, conforme Figs. 1 (ao lado) e 2 (página seguinte), deve-se inserir o entarugamento, o qual é composto de sarrafos corridos de madeira maciça (peroba seca), tipo asa de andorinha. Estes sarrafos são colocados perpendicularmente à linha de máxima declividade da cobertura, com distância entre eles em torno de 40 a 50cm, de forma a assegurar a colocação das plaquetas de fixação e encaixe. Estas atendem uma dupla finalidade: fixar o papel kraft alcatroado ou feltro asfalto e encaixar e fixar o metal ao longo de suas juntas.

A colocação do feltro asfalto é considerada indispensável para evitar o atrito indesejável e incompatível das lâminas de cobre com a superfície abrasiva deste suporte base, bem como absorver a unidade do concreto armado e possíveis vazamentos do exterior ao interior do sistema de cobertura e os efeitos da condensação.

Sua aplicação também se justifica pelo fato de contribuir sobremaneira para amortecer o ruído pela ação do vento e da chuva forte, bem como diminuir as desigualdades e rugosidades da infra-estrutura (suporte base), devendo inclusive ser do tipo seco para que não se funda pela ação do calor.

Nos casos das juntas elevadas, tipo "listones" (caibros corridos), este feltro pode ser fixado mediante pregos de bronze ou outros derivados do cobre resistentes à corrosão, principalmente em observância aos feitos galvânicos.

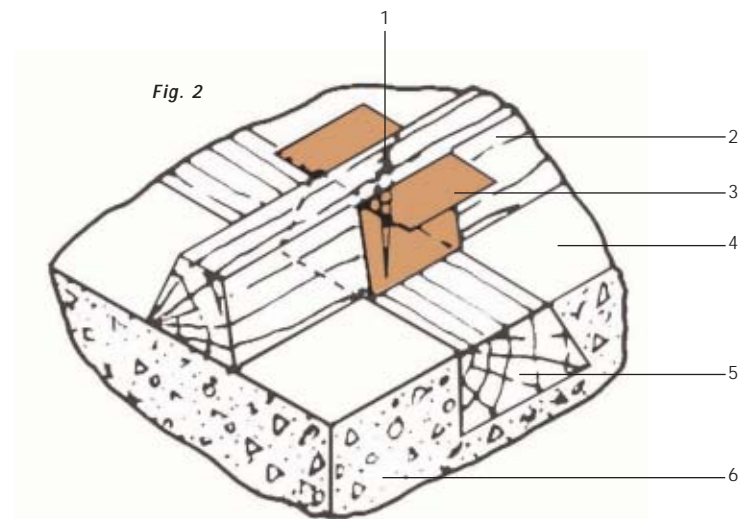


**Fig. 1 - Suporte base de concreto (sarrafo embutido).**

1. junta elevada simples
2. aba lateral da prancha de cobre
3. lâmina de cobre
4. feltro asfalto
5. superfície lisa da laje de concreto
6. sarrafo de madeira embutido

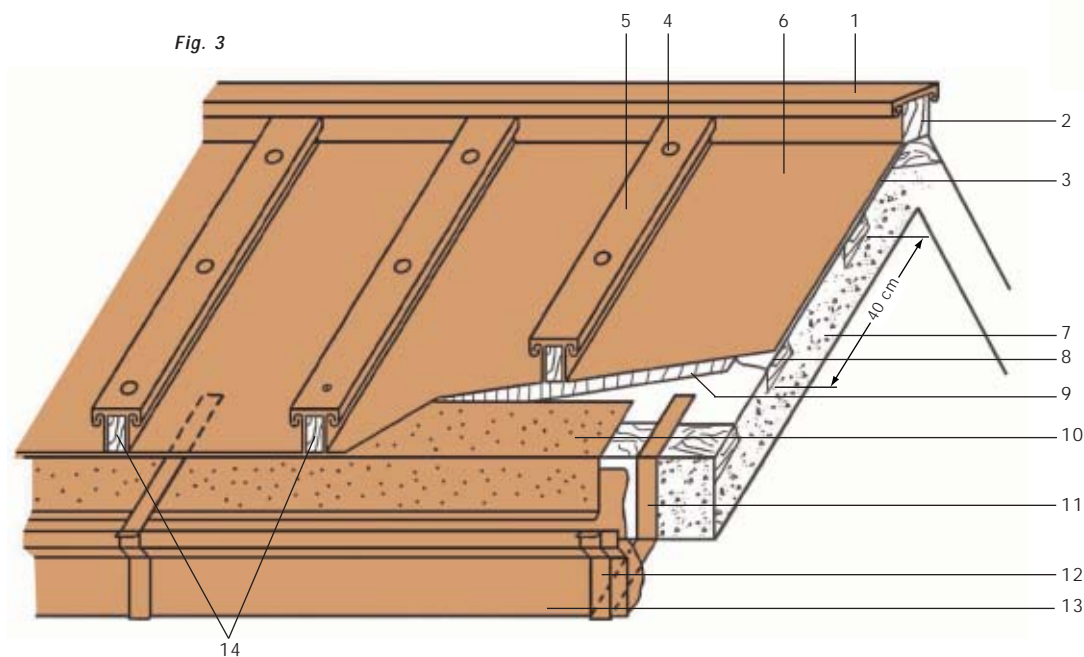
A Fig. 2 mostra a aplicação dos sarrafos perpendiculares àqueles inseridos diretamente no suporte base de concreto.

A distância entre eles está em torno de 40 a 50cm, cuja fixação se faz mediante parafusos de latão e / ou, fixados por meio de buchas metálicas no concreto. A Fig. 3, explicita pormenores de uma cobertura de cobre com juntas de caibros sobre suporte base de concreto armado.



**Fig. 2 -** Suporte base de concreto (sarrafos embutidos e elevados).

1. parafuso de fixação do sarrafo elevado
2. sarrafo de madeira "asa de andorinha"
3. plaqueta de fixação das lâminas de cobre
4. superfície lisa da laje de concreto
5. sarrafo de madeira embutido
6. laje de concreto armado



**Fig. 3 -** Cobertura com chapa de cobre, junta elevada com caibros. Detalhes de fixação das lâminas de cobre.

- |  |  |
|--|--|
| 1. cobrejunta / cumeeira   | 8. sarrafo embutido de madeira             |
| 2. sarrafo de madeira / cumeeira   | 9. feltro asfalto (manta)                  |
| 3. suporte base da cobertura (compensado e / ou aglomerado de madeira com resina fenólica) | 10. rufo de cobre sobre a calha            |
| 4. prego de cobre para fixação da cobrejunta   | 11. tirante de cobre para fixação da calha |
| 5. cobrejunta de cobre sobre sarrafo   | 12. presilha de cobre                      |
| 6. lâmina / bandeja de cobre   | 13. calha corrida de cobre                 |
| 7. estrutura portante da cobertura (laje de concreto)                                      | 14. sarrafos de madeira / juntas elevadas  |

### 3.4 - Suporte base de madeira

É de boa técnica adotar para esse suporte base, madeira maciça de boa qualidade (tipo macho e fêmea) com espessura em torno de 1", devidamente impermeabilizada e tratada com substâncias fungicidas para evitar ataques de insetos xilófagos, associadas com resina fenólica, devendo inclusive estar perfeitamente seca.

Se a madeira não estiver suficientemente seca, a secagem posterior à sua colocação, deixará frouxo (com folgas) os pregos de fixação das plaquetas de encaixe e dos caibros corridos, possibilitando que a cobertura seja arrancada e / ou danificada por um vento mais forte. Qualquer madeira, exceto o cedro, pinho e os de baixa densidade, portanto madeiras com pouca nobreza, não devem ser utilizadas como suporte base de coberturas em cobre.

Construtivamente, no sentido inclinado e / ou perpendicular às vertentes, dispõe-se os caibros corridos, cuja seção é trapezoidal (tipo asa de andorinha para otimizar o sistema de fixação), fixação esta já enfatizada anteriormente.

Quando o comprimento da vertente (pano de cobertura e / ou telhado) for superior a 4 metros, os caibros poderão ser emendados com juntas em diagonal, utilizando-se quantas sejam necessárias, de forma alinhada, e com 5mm de separação entre os topos das suas cabeças, possibilitando a sua dilatação linear, evitando assim possíveis e indesejáveis deformações.

A separação e / ou distância entre eixos destes caibros dependerá da espessura do tablado onde serão fixadas as lâminas de cobre. Face a estes pormenores, para tábuas corridas maciças, aglomerados e / ou compensados de madeira, com 12mm de espessura, a distância mínima entre caibros recomendada é de 45cm. Esta distância poderá alcançar 75cm para madeiras maciças e outras com espessuras de 18mm, e de 1,40m para aquelas com espessura de 27mm.

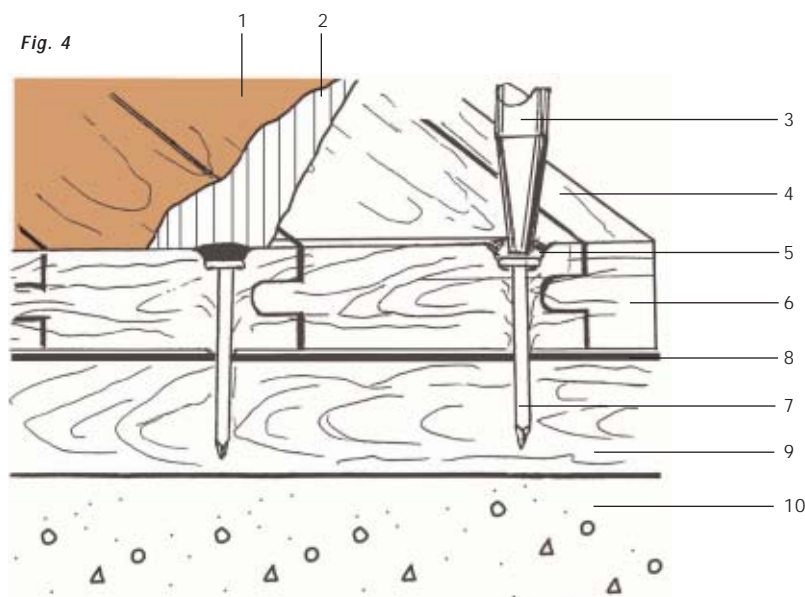
Quando forem utilizadas madeiras maciças corridas, tipo macho e fêmea, suas larguras não deverão ser superiores a 15cm.

A fixação deste suporte base sobre os caibros, se fará mediante pregos de aço cujas cabeças deverão ficar totalmente rebaixadas na madeira. É de boa prática utilizar também parafusos de aço com cabeça fresada. As Figs. 4 e 4A, exemplificam em detalhes o suporte base de madeira, sendo que as Figs. 5 e 5A (página 24) os complementam.

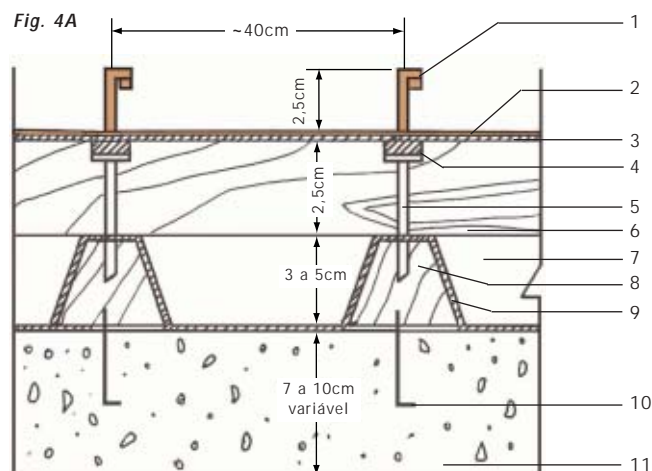
Nas Figs. 4 (abaixo) e 4A (página seguinte) nota-se detalhes como a inserção dos pregos e / ou parafusos de latão, com seus rebaixos executados por ponteiro de aço; bem como das medidas do madeiramento e especificações dos materiais componentes.

**Fig. 4 - Suporte base de madeira maciça sobre laje de concreto armado.**

1. lâmina de cobre
2. feltro asfalto
3. ponteiro de aço para rejuntamento de pregos
4. madeira - suporte base
5. área de rebaixo na madeira
6. madeira maciça (macho e fêmea) com resina fenólica
7. prego de cobre ou latão para fixação do suporte base
8. impermeabilização asfáltica entre lajes e sarrafos
9. sarrafo corrido embutido para receber a fixação do suporte base
10. laje de concreto armado da cobertura

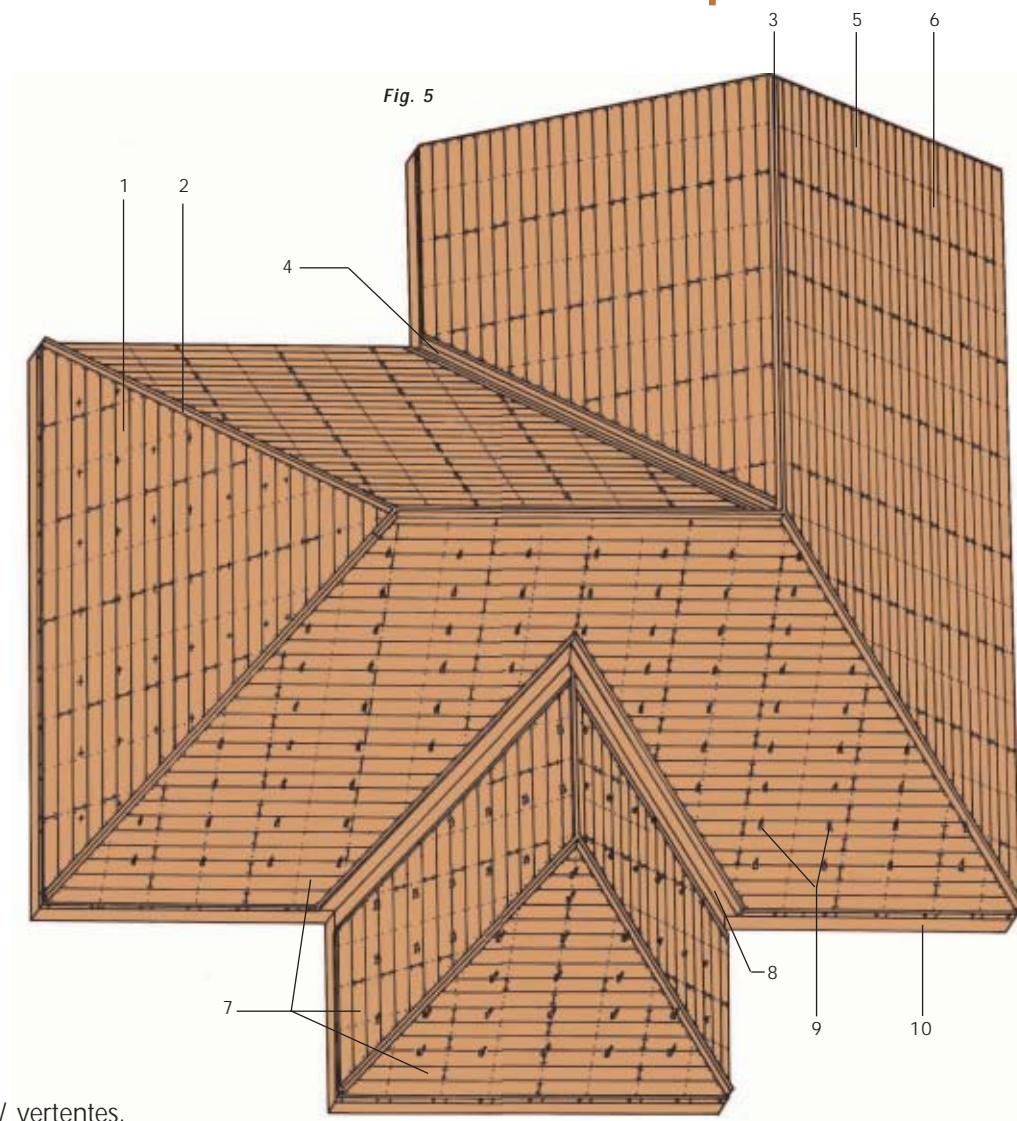






**Fig. 4A** - Suporte base de madeira maciça - Corte transversal.

1. junta elevada simples
2. lâmina / bandeja de cobre
3. feltro asfalto
4. rebaixo da madeira para inserção do prego de cobre / latão
5. prego de cobre ou latão
6. suporte base de madeira maciça com resina fenólica
7. vazio
8. sarrafo de madeira (podendo ser embutido na laje)
9. impermeabilização asfáltica
10. pregos para fixação dos sarrafos no concreto
11. laje de concreto armado



**Fig. 5** - Perspectiva de um suporte base de madeira.

1. pranchas de madeira maciça do suporte base com resina fenólica
2. rincão da cobertura
3. cumeeira da cobertura
4. água furtada para captação das águas pluviais
5. pranchas horizontais de madeira maciça
6. pregos de cobre ou latão - fixação da madeira
7. panos de vertente da cobertura
8. zona da água furtada
9. plaquetas de fixação de cobre a cada 60cm
10. testeira da cobertura para receber a calha de cobre

A Fig. 5 representa uma cobertura com 8 (oito) panos / vertentes. Seu suporte base é de madeira maciça, tipo macho e fêmea fixado em caibros corridos retangulares, cuja medida dependerá do espaçamento entre terças apoiadas na laje de concreto armado. Destaque para o sistema de fixação por meio de pregos rebaixados, e plaquetas de cobre para fixação das lâminas e / ou pranchas de cobre. Na Fig. 5A outros detalhes estão destacados, cujos pormenores técnicos serão enfatizados posteriormente.

Nesta Fig. 5A (abaixo), nota-se a existência dos caibros fixados diretamente na laje de concreto, componente da estrutura da cobertura. Outro detalhe a destacar é o espaço existente entre caibros, suporte base de madeira (macho / fêmea) e a laje estrutural de concreto armado. Este espaço forma uma câmara de ar para ventilação, bem como possibilita a inserção de manta de lã de rocha ou de vidro, ou isopor, para o isolamento térmico do sistema.

Fig. 5A

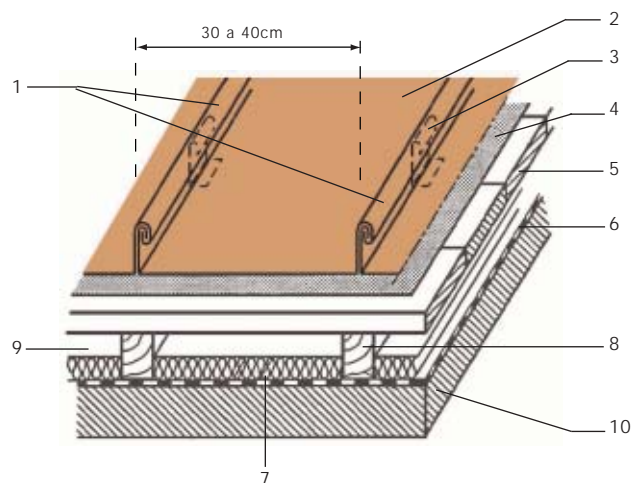


Fig. 5A - Suporte base de madeira maciça (macho e fêmea) sobre sarrafos corridos, fixados sobre estrutura de concreto armado da cobertura.

1. juntas elevadas encaixadas simples
2. lâmina / bandeja de cobre
3. plaquetas de cobre de fixação
4. feltro asfalto (camada separadora)
5. suporte base de madeira maciça (macho e fêmea) com resina fenólica
6. barreira de vapor (papel kraft alcatroado e / ou)
7. isolante térmico (lã de vidro, de rocha e / ou isopor)
8. distanciador (caibros de madeira de apoio do suporte base)
9. vazio (câmara de ventilação)
10. laje de concreto armado da cobertura

A Fig. 5B (abaixo) pormenoriza elementos tradicionais de uma cobertura cuja estrutura básica de madeira é composta por caibros, terças e tesouras. O suporte base de madeira, destinado a receber as pranchas de cobre se apoia nos caibros cujas dimensões dependem do espaçamento das terças.

Os demais detalhes são os mesmos, já enfatizados, sendo que neste caso, as juntas de cobre são elevadas e encaixadas.

### 3.5 - Aglomerados e compensados

As pranchas de cobre devem ser aplicadas e / ou fixadas sobre uma superfície plana de madeira, podendo esta ser de

Fig. 5B

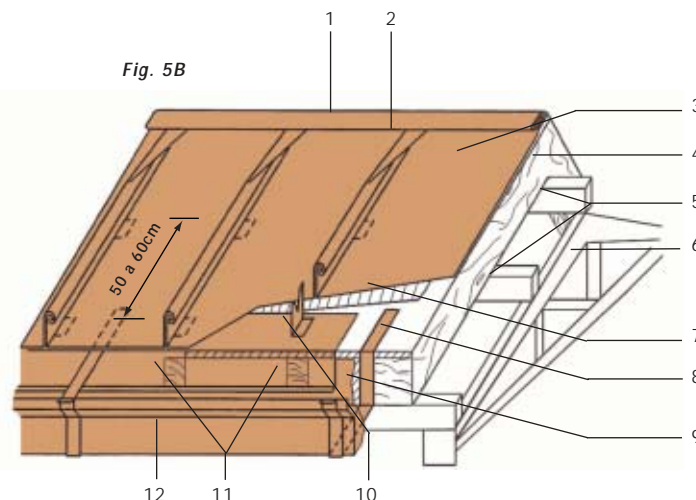


Fig. 5B - Suporte base de madeira (aglomerado / compensado) sobre estrutura de madeira (tesouras / terças).

1. cumeeira da cobertura - junta encaixada abatida
2. junta encaixada simples elevada (terminação junto à cumeeira)
3. lâmina / bandeja de cobre
4. caibros de madeira - armação da estrutura da cobertura
5. terças de madeira
6. estrutura da cobertura - tesouras de madeira
7. feltro asfalto (barreira de vapor)
8. suporte base de compensado / aglomerado de madeira de 12 a 15cm com resina fenólica
9. presilhas de cobre - sustentação da calha
10. plaqueta de fixação das lâminas de cobre
11. caibros para suporte do aglomerado / compensado (a cada 50 a 60cm)
12. calha corrida de cobre

tábuas corridas maciças, compensados ou aglomerados, cujas espessuras dependem do espaçamento do entarugamento formado pelo sistema de caibros corridos (tipo asa de andorinha), conforme exposto anteriormente.

Tanto os aglomerados como os compensados, devidamente tratados com resina fenólica e substâncias fungicidas, são utilizados como suporte base, devendo oferecer resistência suficiente ao arranque dos pregos e / ou parafusos.

Recomenda-se que no projeto deste suporte base da cobertura, se verifique as dimensões (comprimento, largura, espessura) dos aglomerados e / ou compensados existentes no mercado de forma que sua utilização seja dotada de racionalidade, evitando perda de material, inclusive com relação às lâminas de cobre.

### 3.6 - Feltro asfalto

Em complementação ao item 3.1.c - *Elementos Construtivos - Informações Preliminares*, a colocação de feltro asfalto não é dispensável quando o suporte base é constituído por tábuas macho e fêmea, bem como quando o suporte for de aglomerado ou compensado.

Como exemplo de uso e aplicação em nível internacional, têm-se que na Bélgica se utiliza um feltro betuminado impregnado de 2kg/m<sup>2</sup> ou um feltro betuminoso liso. Na França se utiliza feltro dos tipos 27I ou 27S, segundo norma específica. Para tanto os técnicos envolvidos nesta área, devem conhecer estas Normas Técnicas Internacionais, bem como as Nacionais.

### 3.7 - Pregos e parafusos

Também em complementação ao item 3.1.d - *Fixações e Ancoragens*, os pregos serão de cobre ou ligas de cobre resistentes à corrosão, com cabeça grande plana, de seção circular, retorcidos e dentados, ou de seção quadrada e arestas dentadas.

Os pregos lisos devem ser absolutamente proscritos, eliminados definitivamente de qualquer tipo de uso. Somente se utilizam pregos de aço para a colocação e fixação do madeiramento. Os parafusos serão de bronze ou ligas de cobre resistentes à corrosão.

### 3.8 - Plaquetas de ancoragem

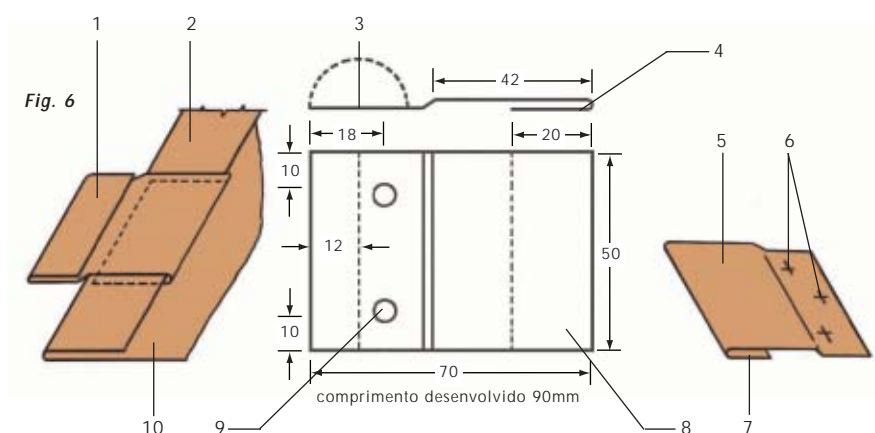
As plaquetas de ancoragem das pranchas ou lâminas de cobre, também são chamadas de patillas, nos países de língua espanhola, mais especificamente no Chile, onde existe significativa tradição do uso deste metal.

As chapas e / ou lâminas de cobre se fixam ao suporte base, da cobertura quer ele seja de concreto ou de madeira, por meio de plaquetas de ancoragem, mediante pregos de cobre ou parafusos cujos pormenores foram enfatizados no item anterior. Estas plaquetas devem ser de cobre, numa espessura mínima de 0,6mm de forma apropriada ao tipo de junta a que a chapa de cobre estará sujeita.

Para maior orientação e conhecimento específico destas plaquetas, as mesmas deverão ser enumeradas de forma a auxiliar os projetistas e construtores das coberturas em cobre.

A seguir, tomando-se como fonte de referência o item 2.6 **Patillas de Anclaje - Tejados de Cobre - Centro Español de Informacion Del Cobre - Madri - Espanha (3)**, segue uma série de figuras dos tipos de **plaquetas de ancoragem** vinculadas também a uma série de engates (encaixes) e **juntas de pranchas** e / ou lâminas de cobre utilizadas nas coberturas.

**Observação:** As medidas a seguir assinaladas nas figuras, são em mm (milímetros).



**Fig. 6 - Junta por encaixe simples e plaquetas de fixação.**

1. plaqueta de fixação de cobre
2. lâmina / bandeja de cobre encaixada
3. vista em corte - rebaixo da plaqueta de fixação
4. dobradura da aba da plaqueta
5. parte superior da plaqueta
6. furos na plaqueta para receber pregos e / ou parafusos de cobre ou latão
7. dobra inferior da plaqueta
8. vista em planta da plaqueta
9. furos em planta (2 ou 3) da plaqueta de fixação
10. lâmina / bandeja de cobre

Fig. 7

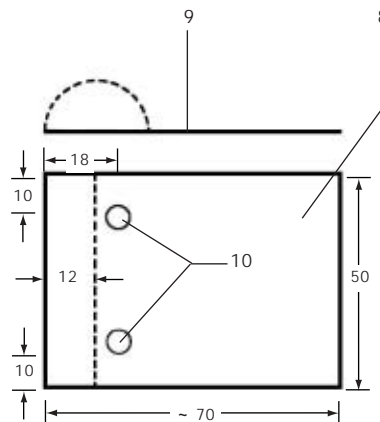
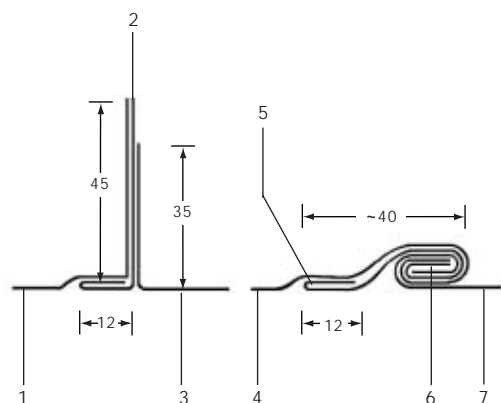


Fig. 7 - Detalhe em corte e planta do encaixe plano de dupla dobradura - plaqueta e lâminas / bandejas de cobre.

1. lâmina / bandeja de cobre (lado esquerdo)
2. plaqueta de fixação de cobre
3. lâmina / bandeja de cobre (lado direito)
4. lâmina / bandeja de cobre - plana
5. plaqueta de fixação
6. encaixe plano de dupla dobradura
7. lâmina / bandeja de cobre - plana
8. plaqueta vista em planta
9. plaqueta vista em corte
10. furos nas plaquetas para receber os pregos de cobre ou latão

Fig. 8 - Detalhe de uma junta de solapa / encaixada e plaqueta de encaixe.

1. área da dobradura da plaqueta de cobre
2. área complementar da dobradura da plaqueta
3. furos para receber os pregos e / ou parafusos de cobre / latão
4. perspectiva da plaqueta de fixação
5. dobradura superior da plaqueta - encaixe
6. dobradura para encaixe, garra inferior
7. vista em planta do sistema de junta de solapa encaixada

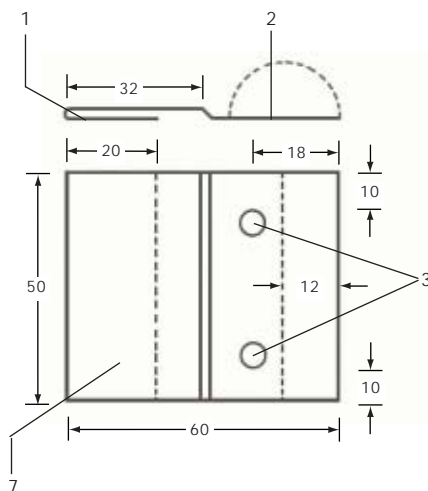


Fig. 8

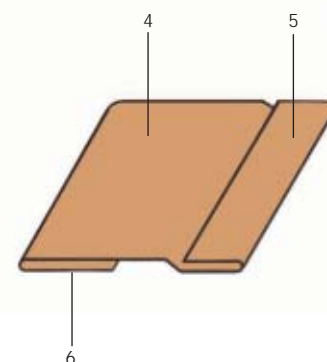


Fig. 9

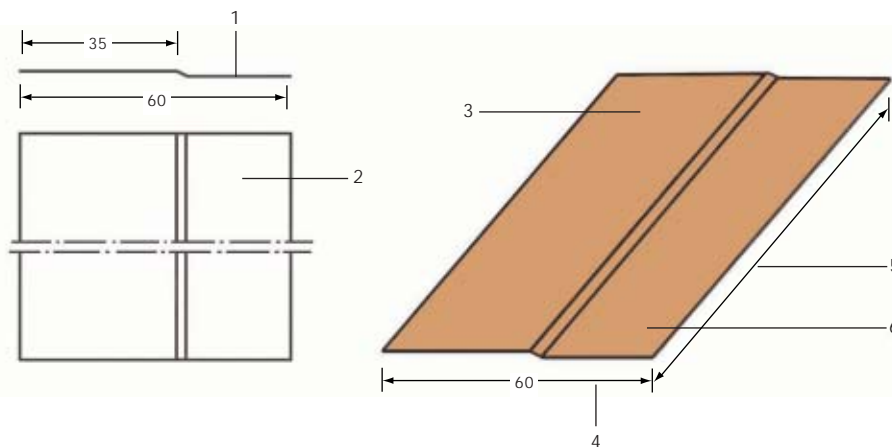


Fig. 9 - Banda de encaixe.

1. lâmina de cobre com ressalto - corte
2. lâmina de cobre em planta
3. banda de cobre - detalhe em perspectiva
4. largura da banda
5. comprimento variável segundo a largura
6. lâmina de cobre da banda em perspectiva



Fig. 10

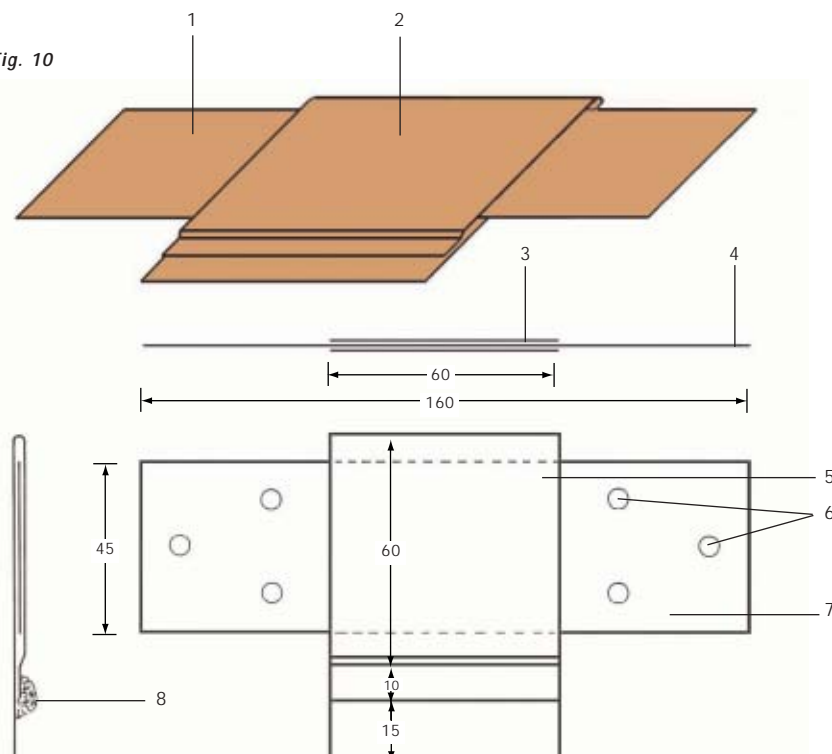


Fig. 10 - Detalhe de junta soldada e plaqueta deslizante.

1. chapa ou banda de cobre
2. plaqueta de fixação deslizante de cobre
3. plaqueta de fixação em corte
4. chapa ou banda de cobre em corte
5. plaqueta com medidas (em planta)
6. furos para fixação
7. chapa ou banda de cobre
8. soldadura entre a banda e plaqueta de cobre (área a ser soldada)

Fig. 11

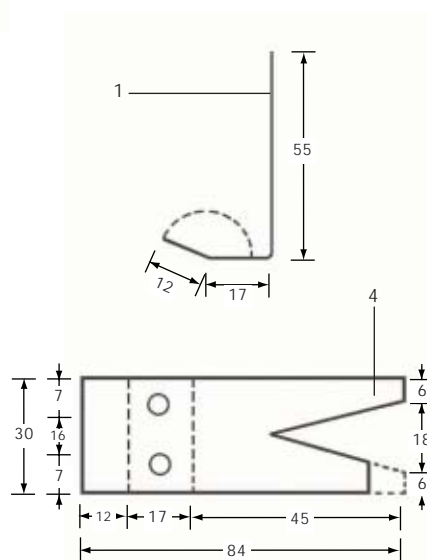


Fig. 11 - Junta elevada e plaqueta de encaixe.

1. lâmina de cobre constituinte da plaqueta (em corte)
2. plaqueta de encaixe das lâminas de cobre (dobrada)
3. vista em planta da plaqueta de encaixe com medidas em mm
4. plaqueta de encaixe para fixação das lâminas / pranchas de cobre

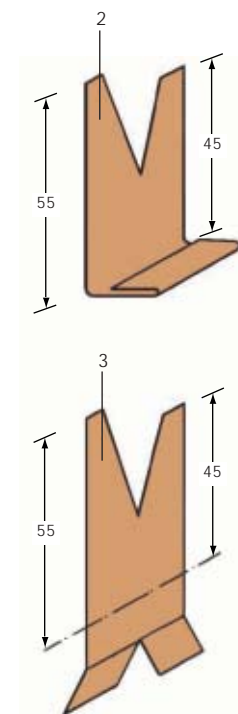


Fig. 12 - Plaqueta do pé da vertente e de encaixe.

1. vista em planta da plaqueta de cobre
2. furos para fixação
3. parte superior da plaqueta
4. dobra superior para encaixe das lâminas de cobre
5. parte inferior da plaqueta de encaixe

Fig. 12

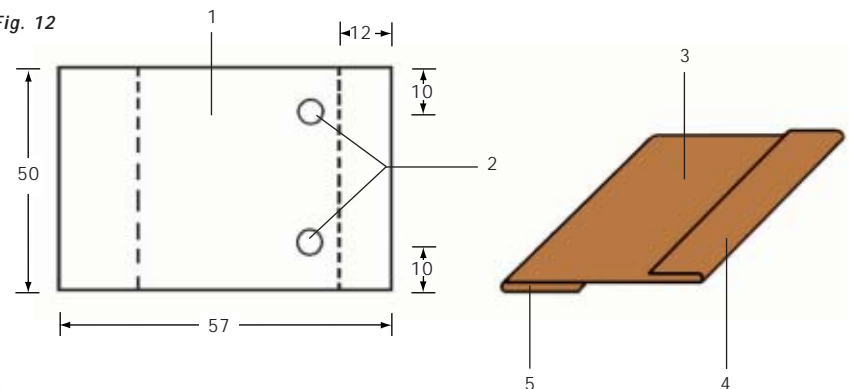


Fig. 13

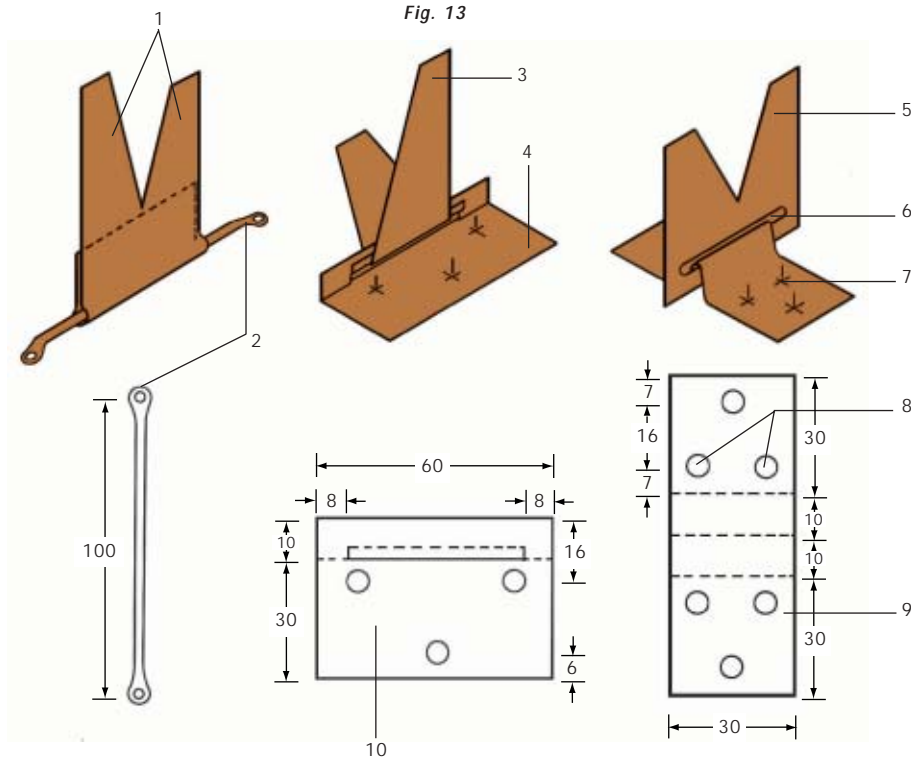


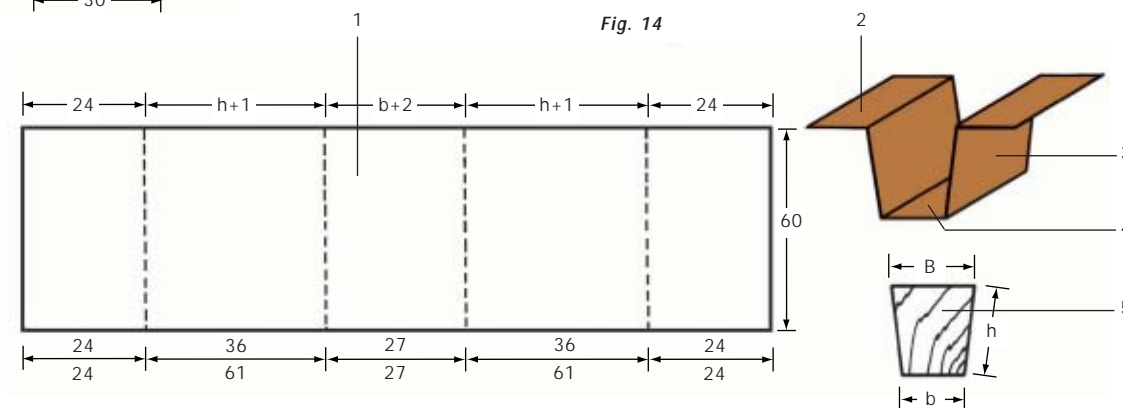
Fig. 13 - Plaquetas móveis de encaixe para fixação das lâminas / bandejas de cobre.

1. plaquetas de abas superiores desiguais
2. haste de fixação de cobre
3. plaqueta móvel / abas (contínuas)
4. plaqueta para fixação e movimentação da plaqueta superior
5. plaqueta móvel fixada em plaqueta contínua
6. rasgo para passagem e movimentação da plaqueta
7. furos para fixação
8. vista em planta da plaqueta de fixação - furos
9. plaqueta de fixação com medidas em mm
10. variante de plaqueta para fixação

Fig. 14 - Plaqueta de encaixe para fixação de juntas com caibros.

1. vista em planta da superfície desenvolvida da plaqueta para encaixe dos caibros
2. plaqueta de encaixe - dobra superior
3. parte inclinada da dobra da plaqueta
4. base da plaqueta para caibro
5. caibro trapezoidal para junta elevada

Fig. 14



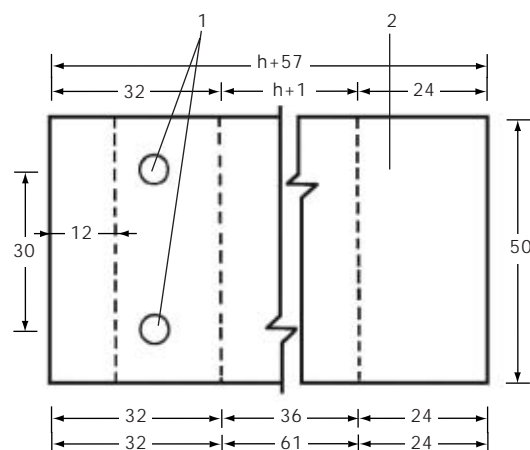


Fig. 15

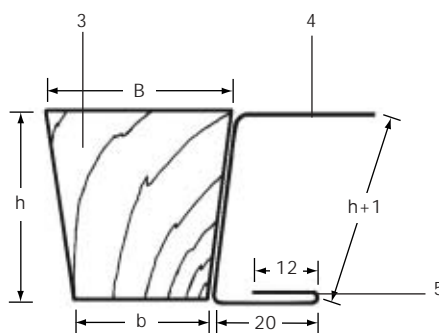


Fig. 15 - Plaqueta para encaixe de caibros formadores das juntas elevadas.

1. plaqueta para caibros (furos)
2. vista em planta da plaqueta
3. caibro para junta elevada
4. dobradura superior da plaqueta para encaixe
5. dobradura inferior da plaqueta para encaixe das lâminas / bandejas de cobre

Fig. 16 - Plaqueta para a cabeça dos caibros formadores de juntas elevadas.

1. vista em planta da plaqueta para a cabeça dos caibros
2. furos para fixação da plaqueta no suporte base
3. parte superior da plaqueta dobrada (corte)
4. perfil em "z" da plaqueta para cabeça dos caibros

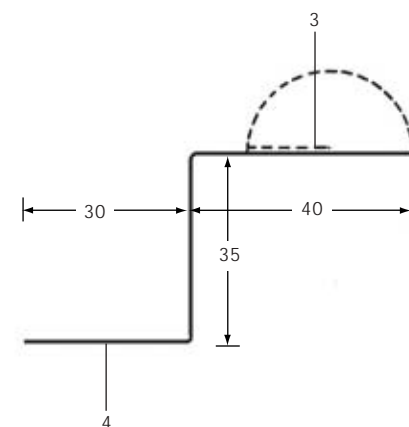
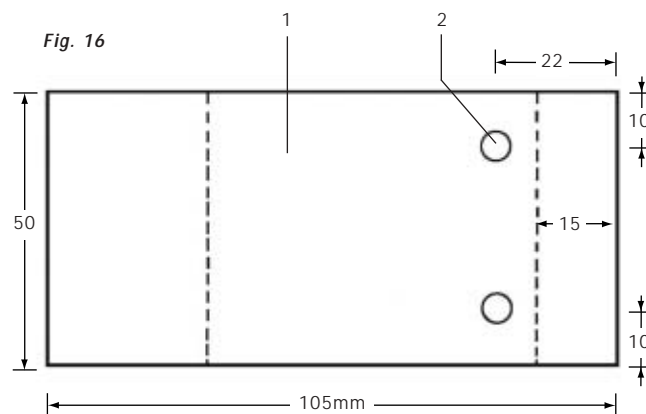


Fig. 17

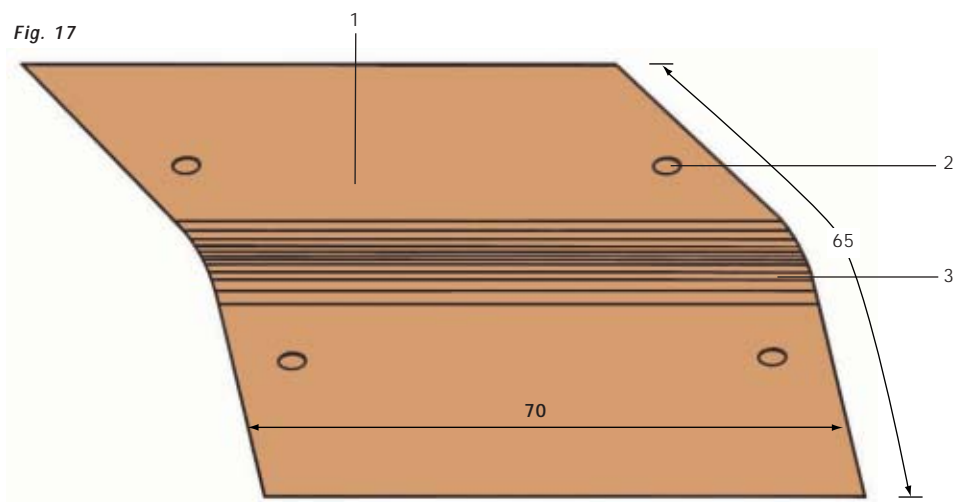


Fig. 17 - Plaqueta sobre caibros especiais para juntas elevadas.

1. plaqueta de cobre de 70 x 65mm
2. furos para fixação no suporte base de madeira
3. área em curvatura da plaqueta para adaptação e fixação de caibros especiais

A seguir outros pormenores técnicos a serem incorporados pelos arquitetos e profissionais da área, nos projetos e nas especificações técnicas.

### 3.9 - Soldagem

A união entre as chapas ou lâminas de cobre deve ser feita, sempre que possível, pelo processo de engate ou encaixe. Este processo tem a vantagem de permitir a livre dilatação do metal, sendo um dos princípios básicos que os projetistas e construtores de coberturas devem respeitar.

Em alguns países, entre eles a Bélgica, utilizam para coberturas, com vertentes de pequena declividade, juntas soldadas. Estas tecnicamente devem ser executadas com o cuidado devido para que resultem estanques e resistentes à ação do meio ambiente.

Existem a soldagem branda e a forte; ambas são utilizadas nos trabalhos de união entre as chapas de cobertura, bem como na execução dos acessórios, elementos e componentes das coberturas. Além destes, utilizam-se também os estanhados, sendo que a ênfase maior é para a soldagem branda.

### 3.10 - Estanhado

Também é de boa postura técnica que determinadas superfícies de metal a serem unidas sejam cuidadosamente estanhadas. Este processo consiste em recobrir as áreas em questão com uma delgada camada de estanho ou liga de estanho, cuja operação pode ser feita em oficina, submergindo as bordas a cobrir em um banho com os materiais acima referidos.

Geralmente o estanhado, seja executado na obra, ou na oficina, se realiza com o emprego do ferro de soldar com o metal de aporte Sn-Pb, ou mediante uma pasta comercial, própria para a execução do estanhado. O estanhado das bordas a soldar cobrirá uma largura em torno de 1,5cm das bordas em contato.

### 3.11 - Soldagem branda

O metal fundente é o mesmo que o utilizado no estanhado, este é constituído por uma liga que se funde a uma temperatura em

torno de 200 °C. Para realizar uma solda correta, a forma do ferro de solda tem uma significativa importância, sendo os melhores aqueles que tem a ponta com desenho específico. Sua massa deve ser suficiente para armazenar grande quantidade de calor para que a solda líquida penetre sob a área sobreposta. Antes da operação, a ponta do ferro de soldar deve receber o estanho, utilizando-se para isto resina ou sal amoníaco.

Uma vez bem estanhada a área a ser soldada, o ferro é aquecido, até que fique avermelhado. Posteriormente se processa lentamente a união de maneira que o cobre se aqueça convenientemente e completamente, e que a solda penetre sob a junta e se una perfeitamente com a zona estanhada. É também de boa técnica evitar o reaquecimento das partes a serem soldadas pois poderá queimar o cobre ou o estanho.

Quando for realizar uma junta sobreposta, esta não deverá ser menor que 25mm em qualquer parte onde a união esteja submetida a alguma tensão, especialmente na área de encontro. No entanto, quando se tratar de obter apenas estanqueidade pode-se reduzir a sobreposição para 12mm. As chapas a serem unidas por engate (encaixe) soldado devem ser estanhadas numa largura mínima correspondente à do encaixe.

Experimentalmente uma união de duas chapas de cobre soldadas pode resistir tensões de cisalhamento de 25 kg/cm<sup>2</sup> de superfície soldada; no entanto recomenda-se a adoção de um coeficiente de segurança face às possíveis imperfeições de soldagem. As Figs. 18 e 18A explicitam detalhes de soldagem com e sem o estanhado prévio.

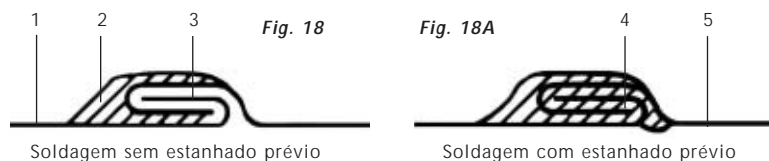


Fig. 18 e 18A - Juntas de encaixe das lâminas de cobre soldadas.

1. lâmina de cobre
2. junta sem estanhado prévio
3. lâmina dobrada encaixada
4. junta com estanhado prévio
5. lâmina de cobre formadora da junta encaixada soldada



Face aos detalhes explicitados, conclui-se que se deve proceder o estançamento prévio na área das lâminas de cobre a serem soldadas, pois melhora sobremaneira a resistência e a estanqueidade, por meio da soldagem branda propriamente dita.

### 3.12 - Calafetação das juntas

Sempre que possível, deverá substituir a união soldada, pela união por engate e / ou encaixe, cuja ação de estanqueidade se processa mediante aplicação de uma pasta à base de carbonato de chumbo e óleo de linhaça.

A união calafetada apresenta também excelentes qualidades de estanqueidade, podendo ser utilizada para coberturas em cobre com declividades pequenas, onde a união das pranchas e / ou calhas se processam por um simples encaixe permitindo inclusive uma livre dilatação.

Em comparação com a união soldada, a união calafetada tem como vantagem principal o fato de ser mais econômica, apresentar melhor aspecto e, sobre tudo suportar melhor as variações de temperatura e por não apresentar defeitos de rigidez absoluta, tão característica das uniões soldadas.

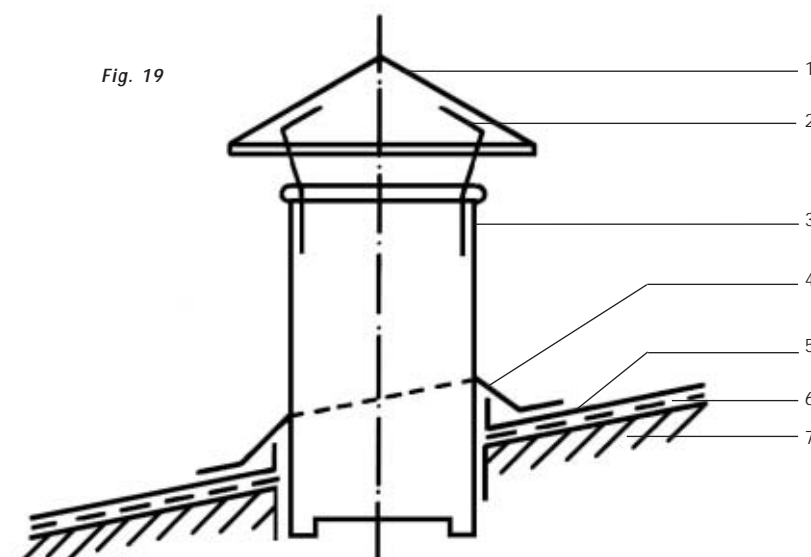
A pasta apropriada para a calafetação das juntas é aquela que contém 8% de óleo de linhaça e 92% de carbonato de chumbo. Essa mistura se aplica de forma generosa sobre as bordas das chapas a serem unidas, que posteriormente se dobras e se encaixam entre si segundo os métodos e processos específicos, ficando as juntas totalmente recheadas pela pasta.

### 3.13 - Ventilação sob a cobertura

Devido às variações de temperatura nas estações do ano, chegam-se a formar gotículas de água ou manchas de umidade sobre o suporte base. Estas gotículas, quase sempre, são formadas pela água de condensação e não pela água da chuva, resultando numa patologia construtiva indesejada.

Para evitar o surgimento dessas manchas, bem como obter uma boa conservação de todo o sistema de madeiramento da cobertura, é necessário assegurar a sua ventilação, ou do espaço compreendido entre as chapas de cobre e a camada de isolamento térmico (barreira de vapor).

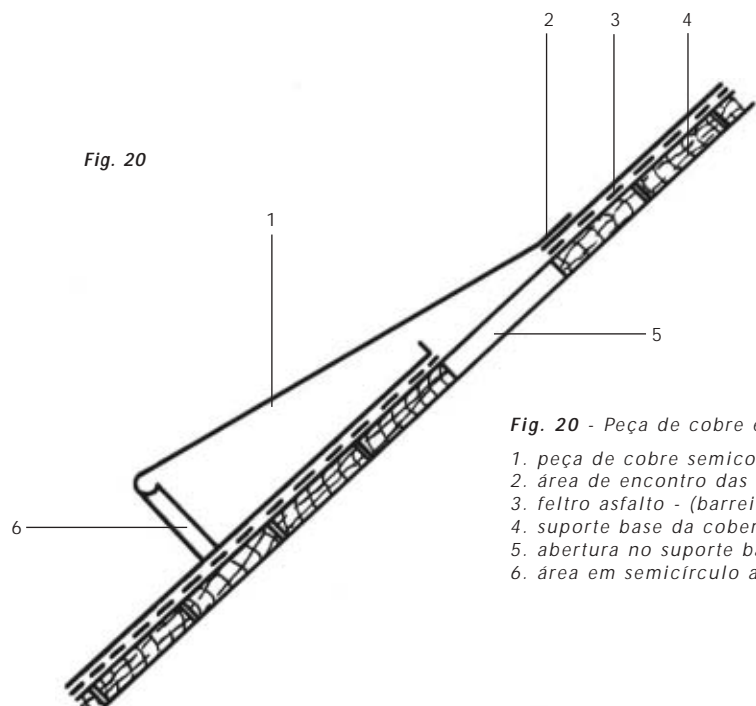
Para tanto, várias soluções podem ser adotadas, segundo o sistema construtivo e o tamanho dos panos (vertentes) da cobertura, cujos detalhes estão representados nas Figs. 19, 20 e 21. Em coberturas com pouca declividade se utilizam chaminés de aeração, formadas por tubos de Ø 150 a 200mm e altura em torno de 250mm, arrematadas com chapéu e proteção de cobre (Vide Fig. 19).



**Fig. 19 - Chaminé de aeração para cobertura de cobre com pouca declividade.**

1. chapéu de proteção
2. elemento de fixação do chapéu à chaminé
3. chaminé de aeração em cobre - Ø 150 a 200mm
4. rufo / chapa de arremate entre chaminé e pano da vertente da cobertura
5. lâminas / chapas de cobre da cobertura
6. feltro asfalto / barreira de vapor
7. suporte base da cobertura de cobre

Fig. 20



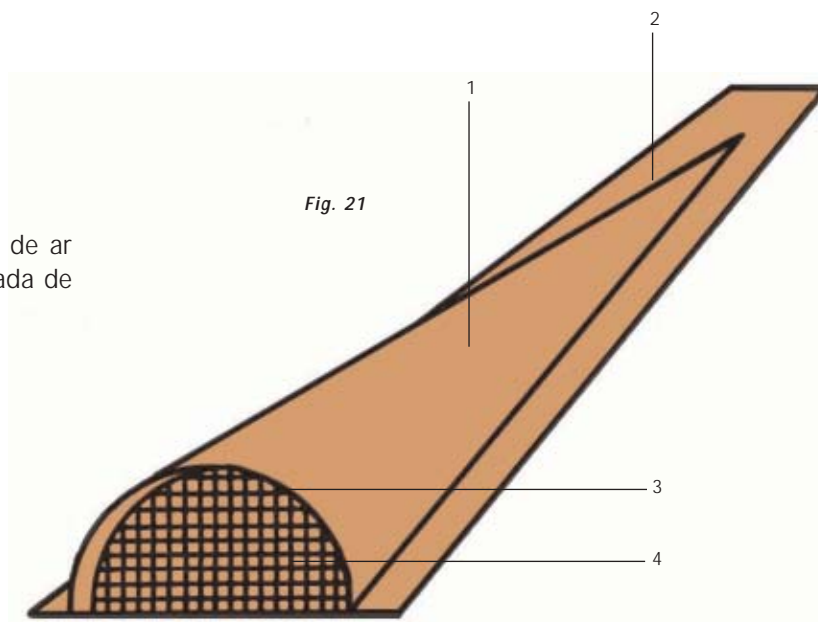
Em coberturas com maior declividade se utilizam aberturas, formadas por um semicone soldado às chapas da cobertura, conforme desenho da Fig. 20.

**Fig. 20** - Peça de cobre em semicone para aeração das coberturas com maior declividade.

1. peça de cobre semicone
2. área de encontro das lâminas de cobre a serem soldadas
3. feltro asfalto - (barreira de vapor)
4. suporte base da cobertura em madeira maciça
5. abertura no suporte base para aeração
6. área em semicírculo abertura para aeração

Em ambos os casos, as aberturas (vazios) para a passagem de ar devem estar protegidas com telas de cobre que impeçam a entrada de pássaros, insetos e roedores conforme explicitado na Fig. 21.

Fig. 21



**Fig. 21** - Detalhe em perspectiva do semicone de aeração para coberturas em cobre.

1. semicone de aeração em cobre
2. abas laterais para arremate junto às lâminas de cobre da cobertura
3. semicírculo da peça de aeração
4. rede de cobre, malha de 12 x 12mm para proteção contra insetos/pássaros e/ou