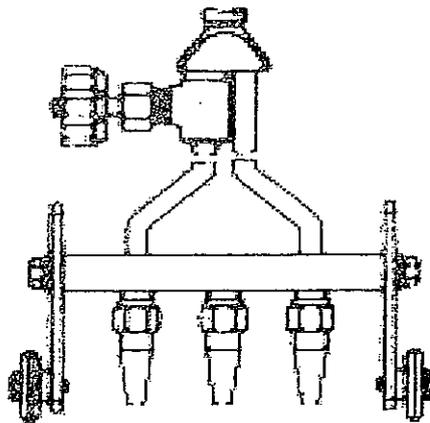
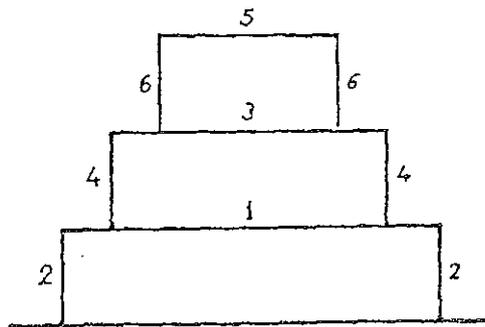


TEORIA DO DESEMPENO



4	1.1 - Desempeno a frio
4	1.2 - Desempeno a calores
5	2- CONTRACÇÕES E TENSÕES NA SOLDADURA
6	2.1 - DEFORMAÇÕES DEVIDAS CONTRACÇÃO
7	a - Contracção transversal
7	b - Contracção longitudinal
8	c - Contracção angular
8	3 - PRINCIPIO DO DESEMPENO POR CHAMA
9	3.1 - Regulacção da chama do maçarico de desempenho
9	3.2 - Principios básicos no aquecimento
9	a - Temperatura de desempenho
9	b - Meios auxiliares no calculo da temperatura
9	c - A temperatura de 650° C é quando o aço começa a ficar vermelho escuro
10	d - Distancia do bico à superficie da chapa
11	e - Aquecimento superficial
12	f - Disto resulta que a camada superficial ai encalca
12	g - Aquecimento em profundidade
13	4 - TIPOS DE CALORES
13	4a) Calores em linha, aquecimento em profundidade com uma só chama
16	4b.1 - Exemplos desempenho de uma mossa (Bochecha)
16	4b.2 - Para o desempenamento de mossas grandes
18	4c - Cunha de calor (calores em V)
18	4c.1 - Desempeno de uma barra encurvada segundo o seu plano
19	4c.2 - Desempeno de chapas grossas
19	4c.3 - Desempeno de chapas em hélice
19	4c.4 - Desempeno de tubos
20	4c.5 - Desempeno de cantoneiras
20	4c.6 - Desempeno de perfis em U
20	4c.7) Desempeno de perfis em T
21	4c.8 - Desempeno de perfis em I
21	4c.9 - Desempeno de perfis torcidos
22	5 - DESEMPENO DE PAINÉIS COM REFORÇO
23	Exemplo 1 - Empenos sinéticos do painel
23	Exemplo 2 - Empenos para vários lados
24	Exemplo 3 - Empenos para vários lados
25	Exemplo 4 - Empenos para vários lados
25	Exemplo 5 - zona empenada para fora
26	Exemplo 6 - Empeno para ambos os lados
27	

6 - DESEMPENO MISTO	28
a) Desempeno de montantes	28
b) Desempeno dos topos soldados	29
c) Correção de grandes deformações	30
d) Desempeno das restantes deformações	31
e) Desempeno de zonas com aberturas de portas	32
○ 6.1 - Desempenos do costado fundo de alguns pavimentos	33
7 - MAÇARICOS DE DESEMPENO	35
a) Maçarico de uma só chama	35
b) Maçaricos de várias chamas comutáveis	36
8 - MÉTODOS DESEMPENAR POR MEIO DE CHAMA	36
8.1 - Primeiramente desempenar os reforços	36
8.2 - Depois desempenar os reforços actua-se nas zonas entre estes	39
8.3 - Rectificações repetidas no caso de grandes abaulamentos	41
9 - TRABALHOS DE DESEMPENO POR MEIO DE CALORES NA PRÉ-MONTAGEM E EM ESTRUTURAS SEPARADAS	42
○ 10 - MEDIÇÕES E TOLERÂNCIAS	43

1 - DESEMPENO

O desempeno consiste em deformar plasticamente o material, este pode introduzir novas tensões; no entanto, o que se pretende é aliviar as tensões internas localizadas, pela introdução de novas tensões, e se consiga gerar um estado geral de tensões internas que compense as que foram introduzidas localmente durante a manufactura, pré-fabricação, montagem etc.

Para conseguir isto temos essencialmente dois meios ao nosso dispor, meios mecânicos e meios térmicos, que dão origem a dois tipos de desempeno: desempeno a frio e desempeno a calores; a utilização conjunta dos dois meios, dá origem ao terceiro, desempeno misto.

Para qualquer destes três tipos convem não esquecer certas regras fundamentais que devem ser seguidas e que são:

Por exemplo, o desempeno de uma anteparo ou divisória deve ser feita por fases e pela seguinte forma ou ordem: desempeno dos montantes, desempeno dos topos soldados, correcção das grandes deformações e desempeno das restantes deformações.

O desempeno deve efectuar-se sempre compensando as deformações introduzidas nas estruturas procurando contrariar a verdadeira origem do empeno, em regra as soldaduras.

O material cede sempre na sua parte mais fraca, o mesmo é dizer que os empenos podem surgir bastante afastados das origens que os causaram.

1.1 - Desempeno a frio

O desempeno a frio é utilizado sempre que o material se encontra com grandes deformações permanentes impossíveis de compensar a quente.

Nestas condições, por percussão e estancamento pode forçar-se o material a tomar a forma desejada, ver figura.

A percussão provoca, por acção de pancada, uma flexão localizada do material que o deforma plasticamente.

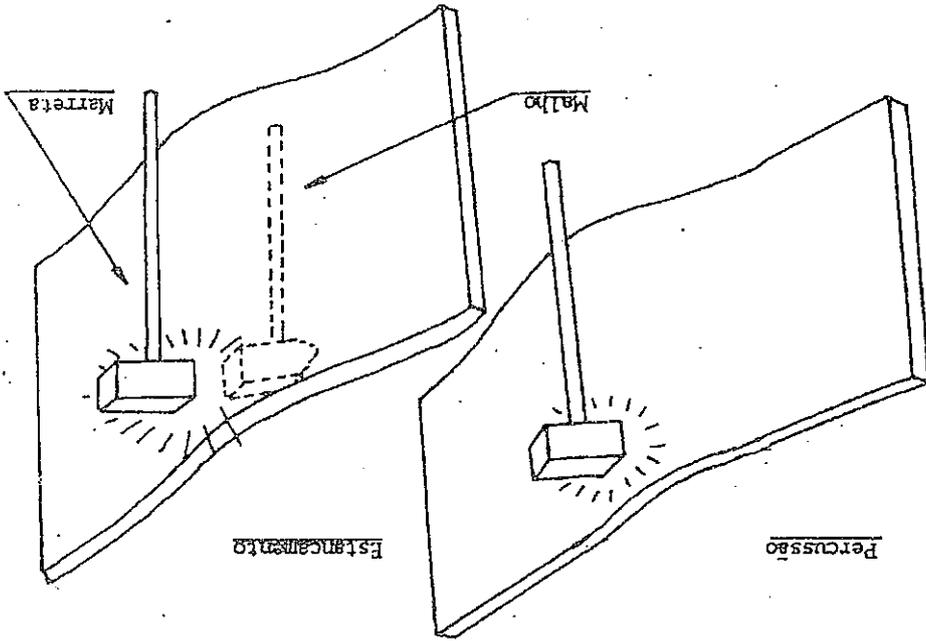


Figura 1

O estancamento consegue-se utilizando normalmente a compressão, também através da pancada, do material entre uma marteta (instrumento percutor e o malho, instrumento de suporte de pancada). Enquanto que na percussão há, em regra, o aparecimento de tensão final, devido a redução de área, no estancamento há um aumento de área provocando também uma tensão final de compressão.

A pancada tanto na percussão como no estancamento, deve ser sempre aplicada do lado da convexidade do defeito. Outras ferramentas podem ser também utilizadas com êxito no desempenho a frio, como grampas de enforcamento, palmetas e escoras com macacos.

No entanto, a necessidade mais frequente no desempenho consiste na contracção substancial do material pelo que o desempenho a frio, não sendo suficientemente enérgico para este efeito, é relativamente pouco utilizado em construção naval.

Para além da utilização da marreta como meio de estancamento, poder-se-á utilizar, para solicitar a zona chapa localizada entre dois montantes, uma barra montada entre os montantes a uma distância tal do painel que permita a introdução duma palmeta, por percussão entre a barra e a chapa (fig. 1.1).

Este processo deve ser desenvolvido com muito cuidado pois que uma pressão exagerada da palmeta contra a chapa poderá provocar uma deformação superior à conveniente. Outro processo de desempenho a frio, consiste em utilizar uma escora cuja compressão contra o elemento a desempenar se faz mediante utilização de um macaco.

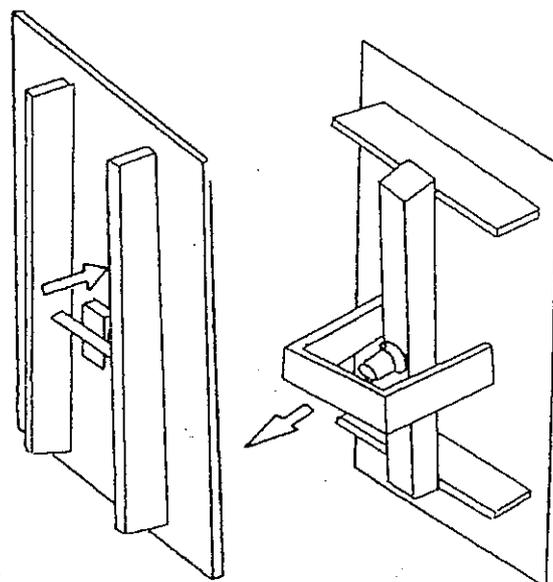


Fig 1.1

1.2 - Desempeno a calores

A aplicação dos calores numa peça a desempenar é sempre um processo delicado uma vez que pode provocar alterações metalúrgicas no aço, e a introdução de tensões internas podem reduzir substancialmente a capacidade de resistência do material.

O aço é constituído por pequenos grãos, também chamados cristais. Estes são tão pequenos que só podem ser observados ao microscópio com grande aplicação, e em preparações especiais.

O tamanho e a forma desses cristais têm uma importância decisiva nas propriedades de dureza do aço, quer dizer, ductilidade, maleabilidade à tracção e ao choque.

2 - CONTRACÇÕES E TENSÕES NA SOLDADURA

Se uma peça metálica estiver completamente livre e for aquecida uniformemente, ela dilata-se proporcionalmente em todos os sentidos e regressa as suas dimensões iniciais após o arrefecimento.

Se considerarmos duas peças, uma maciça A, em forma de c, e outra B encaixada sem folga como mostra a figura 2.1 e se aquecermos somente a peça B, a dilatação desta no sentido vertical será dificultada pela resistência oposta pela peça A, que está fria.

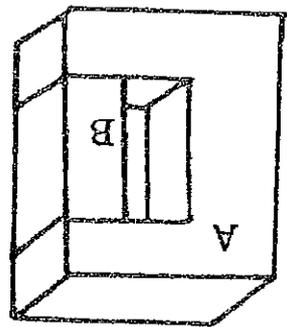
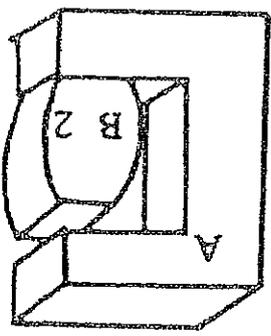
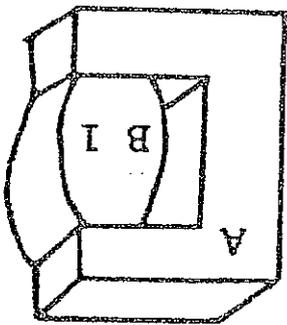


Figura 2.1



Sabemos com efeito que a resistência mecânica diminui rapidamente quando se eleva a temperatura do metal, ao ponto que este último se torna plástico, tendo sido ultrapassado o seu limite de elasticidade. A peça B não pode portanto dilatar-se senão segundo a largura tomando a forma B1. Se a deixarmos arrefecer ela contrair-se-á em todos os sentidos e tornará a forma B2.

Aparece então uma folga, devido à contracção. Imaginemos agora que A e B são monoblocos, tal como indicado na figura. 2.2

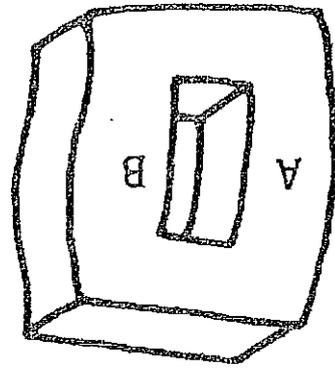


Figura 2.2

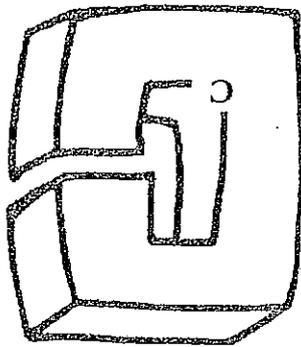


Figura 2.3

Se aquecermos o lado B até ultrapassar o limite de elasticidade esse lado sofre um encalçamento.

No arrefecimento B vai contrair-se e tenderá a aproximar as faces superior e inferior da peça A. Esta deformar-se-á elasticamente ficando sujeita a um estado de tensões internas.

Se fizermos um corte pelo meio de B, permitimos que a peça A retorne a sua forma inicial libertando assim a peça dessas tensões internas residuais C (fig.2.3).

Na soldadura, as zonas aquecidas comportam-se como B, as zonas mais frias como A, a medida que a soldadura vai prosseguindo uma zona passa sucessivamente por zona fria, a zona quente e por fim zona fria.

2.1 - Deformações devidas à contracção

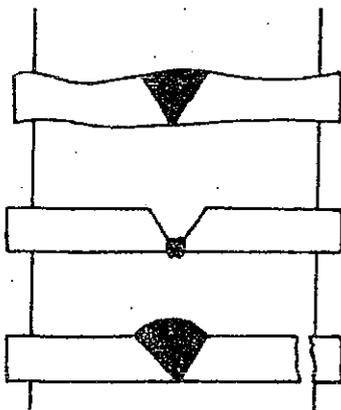
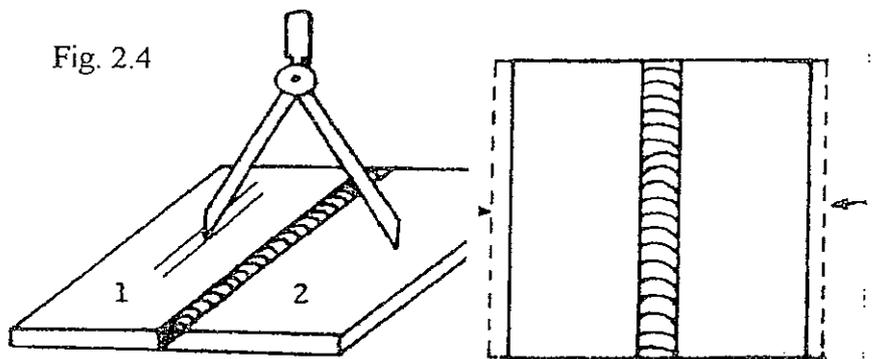
As contracções das peças soldadas podem-se produzir em todos os sentidos mas, excepto em certos casos especiais, as deformações no sentido da espessura são fracas e de efeito desprezível pelo que consideramos apenas três tipos de contracção.

- a- Contracção transversal
- b- Contracção longitudinal
- c- Contracção angular

a - Contracção transversal

Pretende-se soldar uma chapa 1 fixa, com uma chapa 2 livre de se deslocar no seu plano, (fig.2. 4).

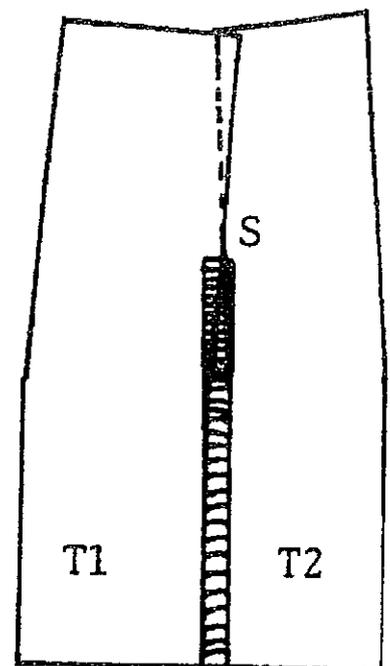
O metal de adição ao contrair-se aproxima ligeiramente a chapa 2 da chapa 1.



Este efeito não é uniforme (varia com o comprimento já soldado) e é acompanhado de um empeno especialmente se as chapas forem relativamente finas.

Se soldarmos topo a topo duas chapas T1 e T2 (fig.2.5). A zona em fusão S não pode portanto dilatar-se livremente.

Ao arrefecer ela tenderá como a peça B do referido exemplo) a aproximar as partes das chapas por soldar, isto é, sobrepor os topos. Este



A maior ou menor contracção transversal depende:

Do processo de soldadura, do modo operativo, do comprimento dos cordões, das formas e dimensões das peças. No caso de peças encastradas, maciças ou muito presas, podem aparecer as seguintes dificuldades devidas a contracção transversal:

Tensões residuais susceptíveis de criar deformações elásticas ou mesmo permanentes das chapas. Ruptura dos primeiros passos de soldadura.

Ruptura duma peça num ponto fraco situado fora da soldadura.

Figura 2.5

b - Contração longitudinal

Esta contração é devida a existência em torno do metal em fusão no decurso da soldadura de partes frias que se opõem a livre dilatação no sentido longitudinal. Esta contração é relativamente fraca mas os seus efeitos são muito aborrecidos e as tensões residuais que provocam são muito importantes.

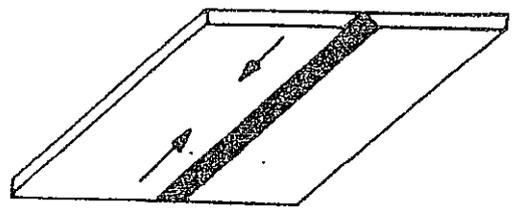
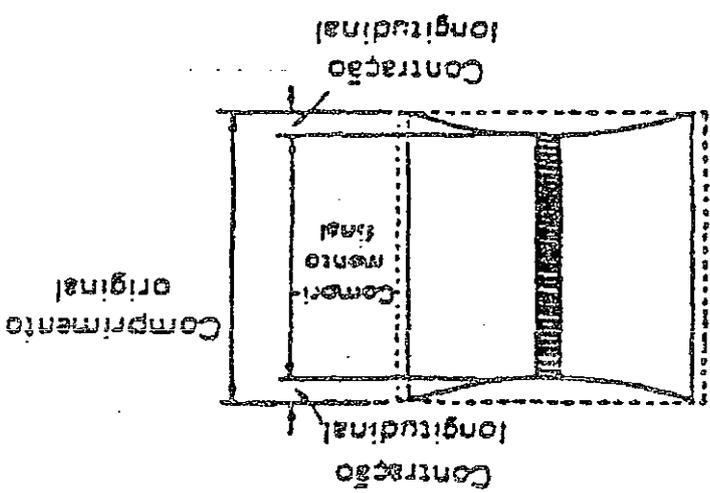


Fig. 2.6



c - Contração angular

Na soldadura de chapas com chanfro em V, dado que os últimos cordões são mais largos que os primeiros, maior aquecimento e mais metal de adição, no arrefecimento contraem-se mais, surgindo então o efeito de dobragem fig. 2.8, o mesmo acontecendo em soldaduras ao canto fig. 2.8.

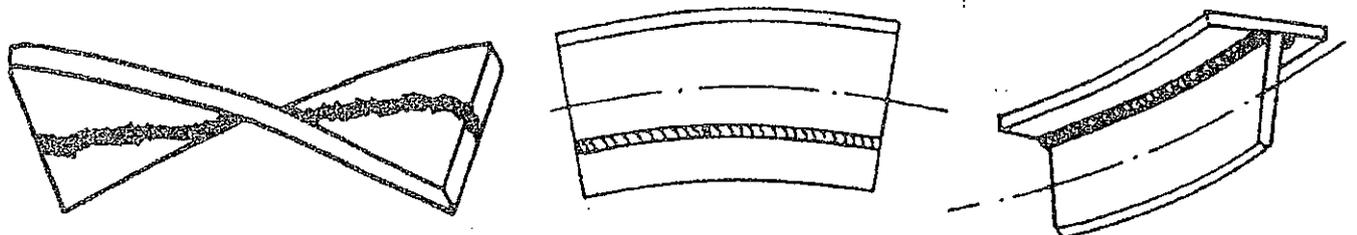
Este efeito será tanto maior quanto maiores forem as espessuras das chapas a soldar, caso de soldadura com chanfro em V.

fig. 2.8



Se soldarmos chapas ou perfis simples para constituir perfis compostos, estes tomarão uma forma curva sempre que a soldadura for realizada fora da linha neutra fig. 2.7.

Fig. 2.7



Assim por exemplo, duas chapas finas e simétricas deformam-se em hélice

3 - PRINCÍPIO DO DESEMPENO POR CHAMA

As contrações da soldadura provocam um encurtamento da zona imediatamente vizinha.

Este fenómeno provoca forçosamente nas zonas afastadas, empenos e encurtamentos e, no caso de cordões de ângulo da origem ainda a contrações angulares.

As zonas encurtadas, ao lado do cordão de soldadura, encontram-se também zonas compridas de material não soldado. Por isso esses espaços demasiado compridos são empolados, visto que, geralmente não é possível um alongamento das zonas encurtadas.

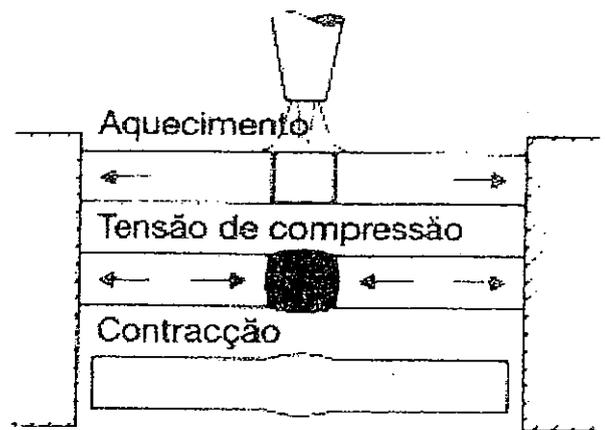


Figura 3

O princípio fundamental do desempenho à chama, baseia-se no aquecimento duma zona ligada ou soldada e um impedimento de dilatação (Fig 3). Este processo provoca um empolamento das zonas aquecidas e, com arrefecimento, uma contração das zonas demasiado compridas. Em cada método de desempenho devem observar-se regras fundamentais que conjuntamente com o raciocínio do operador pode levar a bons resultados.

3.1 - Regulação da chama do maçarico de desempenho

Para um bom desempenho é importante que a zona do material, seja levada muito rapidamente a uma temperatura de cerca de 600 a 650° C. Isto é possível com a chama oxi-acetileno, que comparada com as outras misturas de gás, combustível com oxigénio possui uma temperatura mais elevada. Com base nos conhecimentos mais recentes, activa-se a chama de oxi-acetileno com um excedente de oxigénio de cerca de 30 a 40 %. Deste modo aumenta-se nitidamente o rendimento da chama, obtendo-se uma temperatura mais elevada.

3.2 - Princípios básicos no aquecimento

Aquecendo o aço pode-se alterar a forma e o tamanho do grão do aço, e assim alterar as propriedades de dureza do aço. A estrutura começa a alterar-se por volta dos 720° C.

Ao atingir cerca de 900° C deu-se já uma completa alteração da estrutura, e por volta dos 1000° C começam os cristais (ou grão) a aumentar rapidamente de tamanho. A 1530° C o aço funde.

a - Temperatura de desempenho

Deduz -se da alteração de estrutura acima referida que o trabalho de desempenho não deve ser feito a uma temperatura demasiado alta.

Procura uma temperatura de 600 – 650 -700° C nunca ultrapasse os 750° c.

b - Meios auxiliares no cálculo da temperatura

Por razões práticas torna-se muito difícil medir a temperatura durante um trabalho prático de desempenho.

Um dos meios auxiliares mais simples é o chamado giz de temperatura ou giz térmico, que nos indica, por uma mudança de cor, quando é que se atingiu uma certa temperatura. Há uma grande quantidade de gizes à escolha, mas deve-se usar aquele que está marcado 600° C, (Faber Castel). A cor azul do giz muda para branco se a temperatura da chapa for de 600° C ou mais.

Ao usar os termogizes é preciso ter atenção ao seguinte:

1- O giz deve aplicar-se na superfície da chapa depois de retirar o magarico, senão queima-se o giz.

2 - O giz deve aplicar-se imediatamente depois de se retirar chama.

Caso contrário a temperatura do aço baixa muito e a medição pode já não estar correcta.

A medição por dispositivos electrónicos, ou aparelhos digitais, actualmente é mais aconselhável.

“O olho humano é, em certas condições, um excelente termómetro”

c - A temperatura de 650° C é quando o aço começa a ficar vermelho escuro

Podemos tirar partido deste facto desde que nos encontremos num compartimento relativamente escuro. Trabalhando ao ar livre, com luz forte, e especialmente à luz directa do sol, é então impossível confiar na vista.

Só quando o aço começa a fundir, quer dizer pelos 1500° C, é que se começa a notar que a temperatura está alta - altíssima.

Usando óculos de protecção coloridos é claro que se dificulta ainda mais a possibilidade de ver a cor do aço. Use por isso óculos ligeiramente coloridos, ou - melhor ainda - tire os óculos quando quiser avaliar a temperatura do aço.

O próprio coração da chama tem uma luz branca e intensa e impossível avaliar correctamente a cor vermelho escuro do aço vindo ao mesmo tempo a luz intensa do coração da chama. Por isso, vire a chama para o lado para calcular a temperatura.

Por vezes é preciso aplicar vários calores para obter o efeito de desempenho desejado. Pense então, que a tensão se mantém activa durante o arrefecimento. Por isso é preciso que o material "possa puxar completamente", arrefecer até cerca de 50° C antes de se aplicar mais calor. Evite "regar" o aço ao rubro com água. Aparece então aquilo a que se chama têmpera o que traz consigo riscos de acedamento do material.

Ajuste a chama com um excesso de oxigénio. Desta forma aumenta a acção da chama e a sua temperatura. Com este excesso de oxigénio que deve ser de 30 a 40%, a chama torna uma cor azulada.

AVALIAÇÃO DE TEMPERATURAS POR CORES			
Graus Centigrados	Cor	Graus Centigrados	Cor
550	Castanho-escuro	200	Amarelo pálido
630	Castanho avermelhado	220	Amarelo palha
680	Rubro escuro	240	Castanho
740	Rubro cereja escuro	280	Violeta
770	Rubro cereja	290	Azul
800	Rubro cereja	300	Azul claro
850	Rubro claro	350	Cinzento
900	Rubro muito claro	400	Azul-escuro
950	Laranja		
1000	Amarelo		
1200	Branco amarelado		
1300	Branco		

d - Distância do bico à superfície da chapa

O bico deve manter-se de tal modo que a chapa fique a uma distância do bico de $1/3$ do comprimento total da chama. Ver fig. 3.2d.

Com a ajuda de uma chama oxi-acetilénica pode-se em princípio aquecer o material de duas maneira distintas. Podemos efectuar tanto um aquecimento superficial como em profundidade, isto é, na sua espessura total. Isto dá dois efeitos de desempenamento totalmente distintos, que passamos a apresentar.

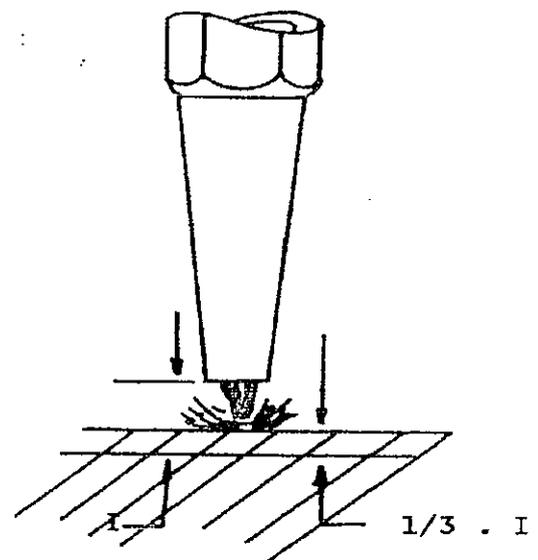
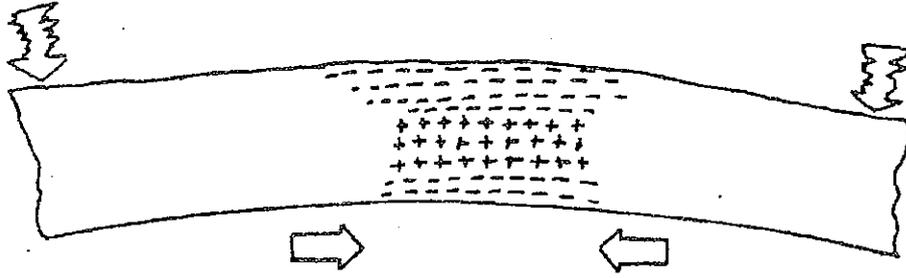


figura 3.2d

A camada superficial da chapa aquecida tende a dilatar-se, ao mesmo tempo que o material a sua volta oferece resistência. Além disso o material quente torna-se muito mais macio, a sua solidez diminui pelo que ele facilmente encala.

Quando a seguir a arrefece já não pode retornar a sua forma primitiva, pois a sua camada superficial pura e simplesmente tornou-se mais curta. As tensões de compressão passam a tensões de tracção e puxam a chapa no sentido indicado pelas setas, conforme mostra a fig. 3.2f.

figura 3.2f

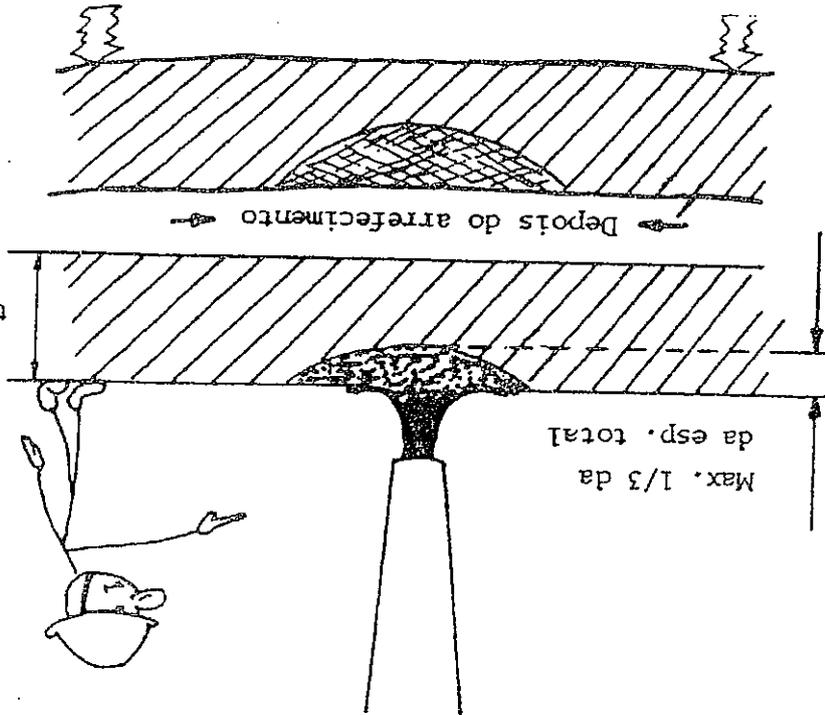


Durante o arrefecimento que se segue obtém-se então um encurvamento como as setas indicam. Em certa medida obtém-se uma contracção na direcção indicada pelas setas mais pequenas. Podemos também ilustrar isto de outra maneira. Ver a figura 3.2f.

O sinal (+) indica tensões de compressão, e o sinal (-) indica tensões de tracção.

F - Disto resulta que a camada superficial ai encala.

figura 3.2e



A figura 3.2e mostra como se aquece apenas a camada superficial da chapa, quer dizer o máximo, 1/3 da espessura do material.

Isto significa que a camada superficial tende a dilatar-se, enquanto o material frio que esta por baixo oferece resistência.

e) Aquecimento superficial

g - Aquecimento em profundidade

Com um aquecimento prolongado consegue-se que todo o material fique quente, quer dizer que vamos obter um encalcamento da chapa em toda a sua espessura.

Isto supondo que a chapa tem espessura suficiente para oferecer resistência.

O resultado é que assim encurtamos o material no sentido indicado pelas setas.

Não se nota um encurvamento tão acentuado como no caso anterior.

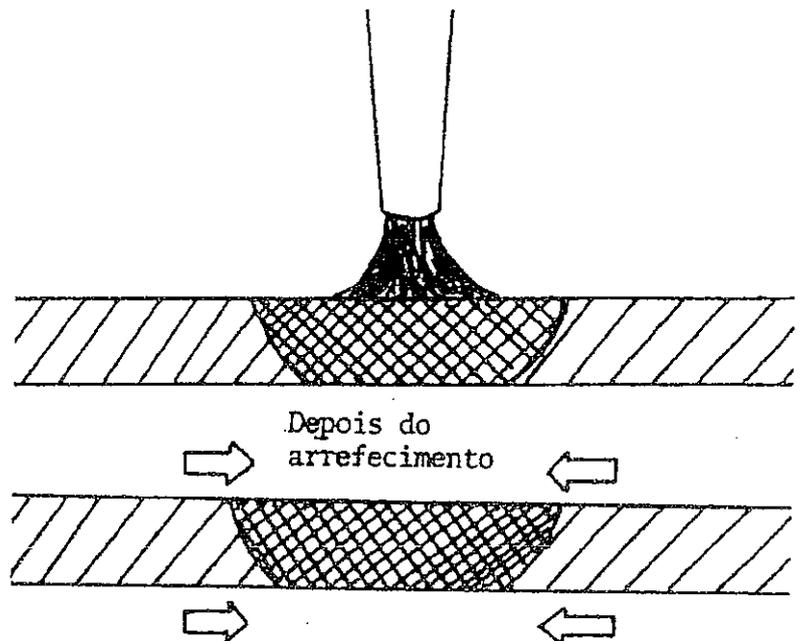


figura. 3.2g

4 - TIPOS DE CALORES

No desempenho é costume aplicar-se três tipos de calores, cada um, com a sua função específica:

- a) Faixa de calor (calores em linha)
- b) Ponto de calor (calores em ventosa)
- c) Cunha de calor (calores em V)

Em princípio pode qualquer destes ser aplicado como aquecimento superficial ou aquecimento em profundidade, dependendo do efeito de desempenho que se deseja atingir.

O maçarico de um só bico usa-se no processo primitivo de desempenamento, que exige a aplicação das faixas de calor segundo um padrão determinado.

4a) Calores em linha, aquecimento em profundidade com uma só chama.

A faixa de calor aplica-se com pequenos movimentos circulares como nos mostra a figura 4a, depois de a chapa arrefecer, as forças de contracção actuarão perpendicularmente a faixa de calor.

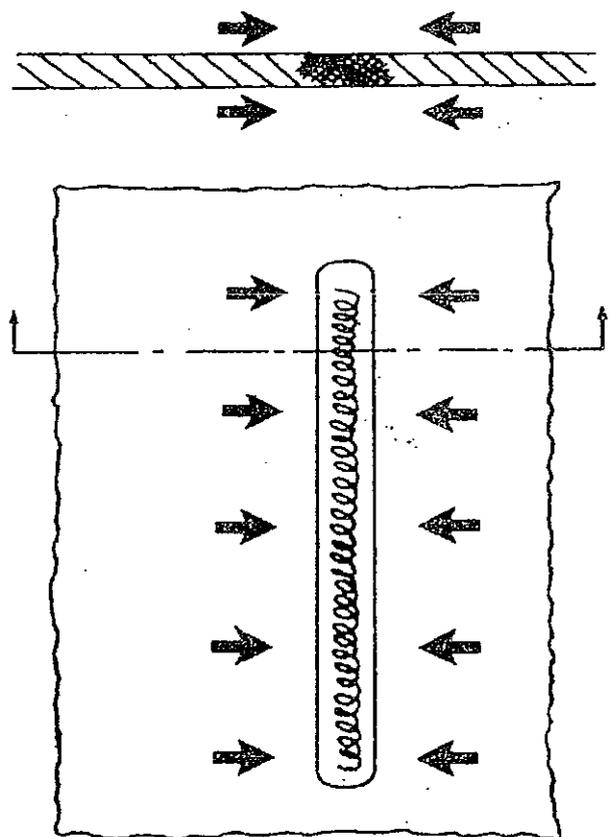


figura. 4a

As forças de contracção geradas serão mais ou menos iguais de ambos os lados da chapa, embora ligeiramente maior do lado onde se aplicou o calor.

O comprimento e a largura da faixa de calor são determinados pela espessura da chapa. Para uma espessura de material de cerca de 10 a 30 mm, a largura deve ser de 20 - 30 mm e o comprimento de 130 - 200 mm.

As faixas de calor podem aplicar-se segundo diversos padrões, conforme o efeito do desempenamento que se deseja.

Na aplicação dos calores não é conveniente aplicar calores a menos de 35 mm de uma soldadura a topo:

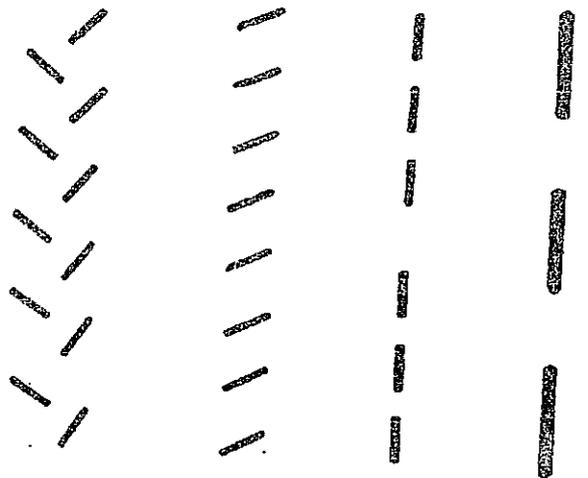


figura 4a 1

Não é também conveniente aplicar calores paralelos à soldadura e muito próximo destas pelas mesmas razões.

Y- Zona onde não é conveniente a aplicação de calores

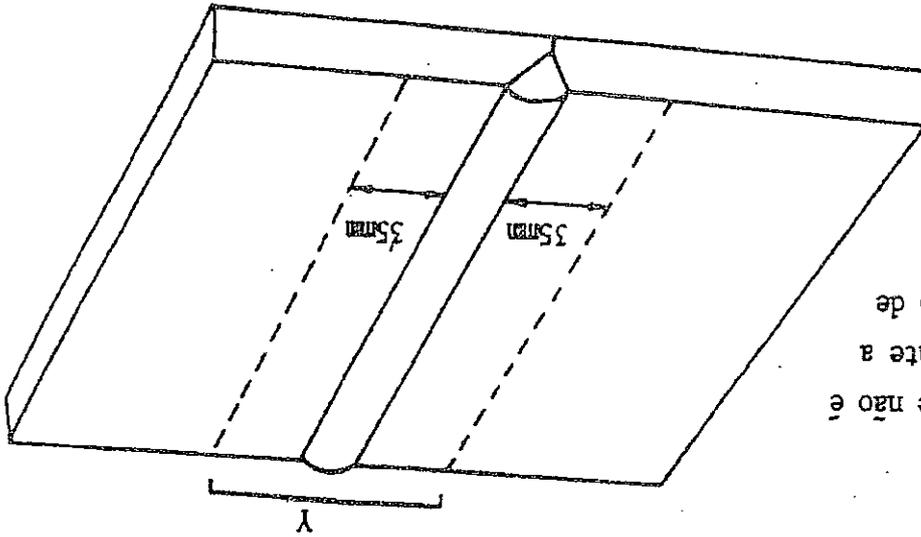


figura 4 a 2

Em casos de necessidade absoluta podem aplicar-se calores sobre a soldadura mas nunca com ângulo de inclinação inferior a 25° (fig. 4 a3). Sendo as tensões internas de soldadura já muito elevadas corre-se o risco de partir a soldadura sempre que este pormenor não for respeitado.

O factor do material ceder sempre na zona mais fraca permite dizer que não tem grande interesse aplicar calores nas zonas onde as chapas estão fixas rigidamente como, por exemplo, na zona de soldadura de cantos.

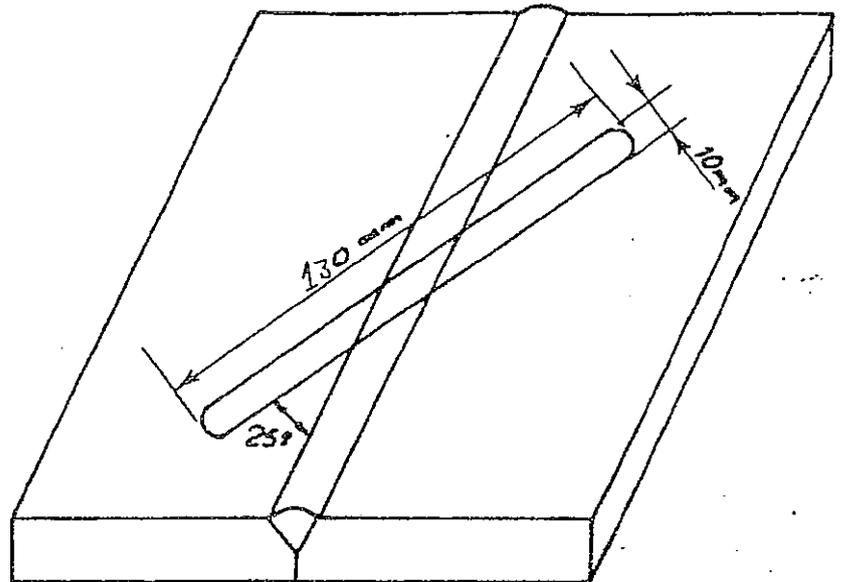
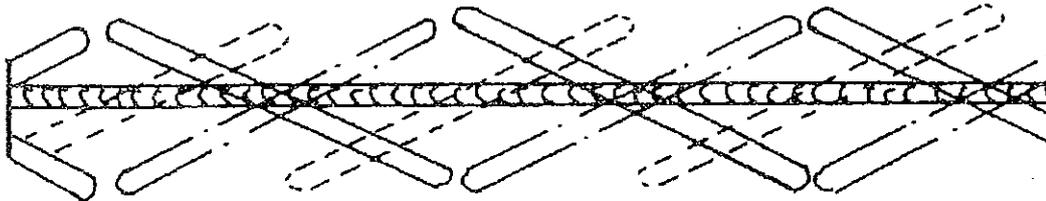


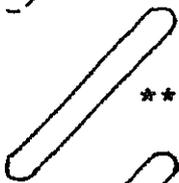
figura 4a 3



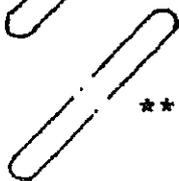
Deve evitar-se a aplicação de tais calores em zonas de rigidez porque além de não se conseguirem efeitos apreciáveis introduzem-se tensões no material sem qualquer contrapartida.



***** Primeira passagem de calores



***** Segunda passagem de calores

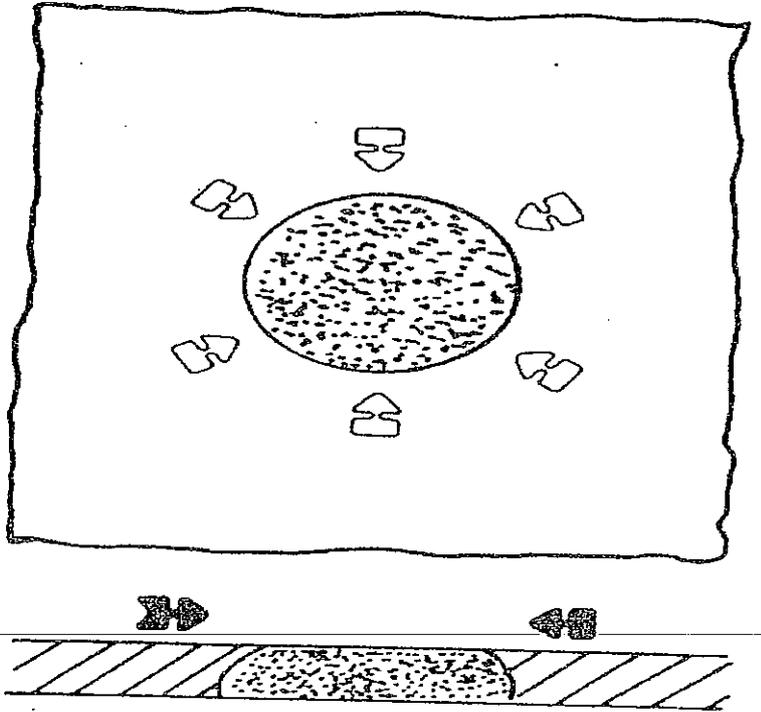


***** Terceira passagem de calores

Se uma passagem de calores não chegar pode aplicar-se uma segunda e terceira passagem de calores, segundo indica a figura 4a 4).

figura 4a 4

figura 4b.1



As partes frias que contornam a zona aquecida opõem-se à sua dilatação no sentido do plano da chapa, de tal modo que no arrefecimento a contração faz puxar a zona aquecida, reduzindo assim a profundidade da mossa.

A chama de aquecimento é dirigida para o centro da mossa e todo o metal desta é levado à temperatura de vermelho cerjea.

4b.1 - Exemplos desempenho de uma mossa (Bochecha)

Os pontos de calor usam-se principalmente no desempenho de chapa fina e pertis empenados. Veja fig.4b)

4b) Pontos de calor aquecimento em profundidade

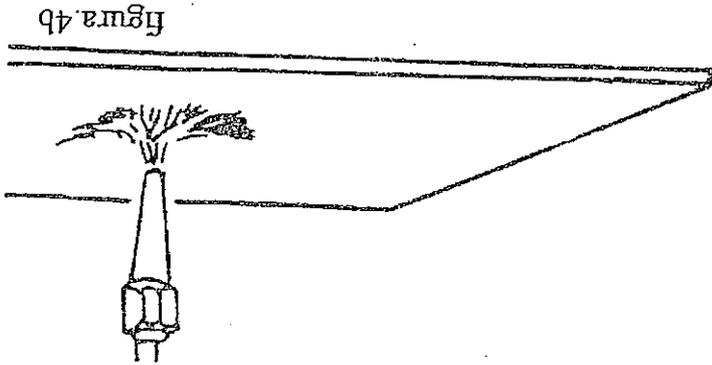
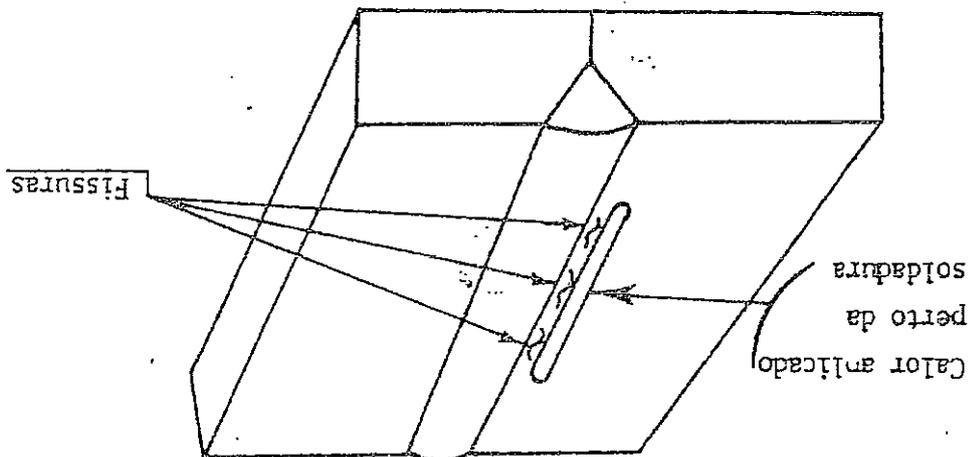


figura.4b

figura 4a 5



Geralmente serão necessários vários calores para eliminar completamente a moessa. Este método utiliza-se para moessas localizadas, isto é de dimensões pequenas - fig. 4b.1a.

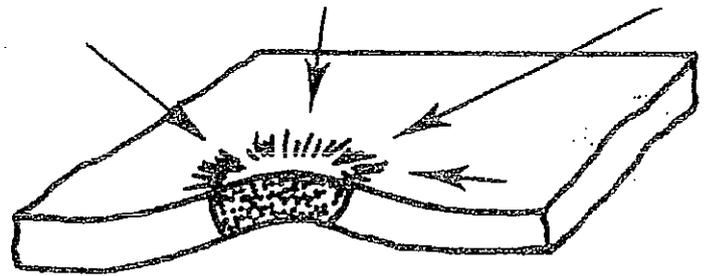


figura 4b.1a

Um outro método de dar calores pode ser utilizado para se obter os mesmos resultados:

consiste em dar calores com o maçarico inclinado, seguindo a sequência ilustrada na fig. 4b.1b.

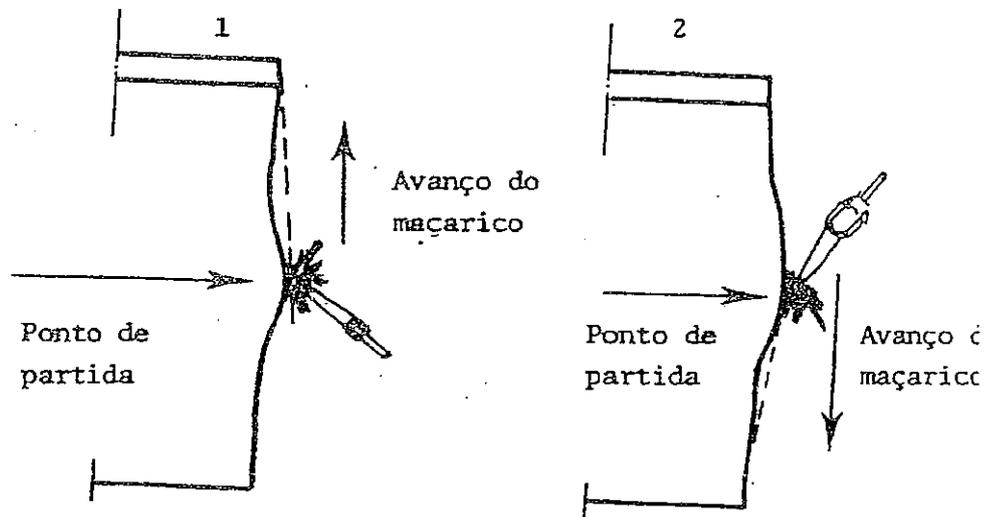
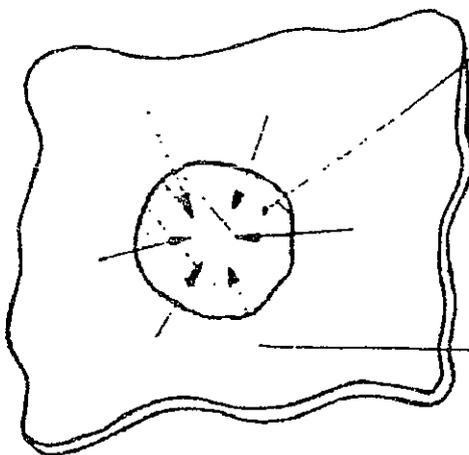


fig. 4b.1b



Calor tipo ventosa

Este tipo de calor destina-se essencialmente a desempenar ou a enformar áreas a meio da chapa (área vã).

Como o efeito de contracção é proporcional à área aquecida, a contracção é maior do lado da aplicação do calor e a chapa no final apresenta a curvatura indicada na figura 4b.1c.

Este calor é dado ao rubro escuro (sem ultrapassar a espessura do lado mais conveniente, ou seja, sem que a cor rubro escuro chegue ao lado oposto da chapa).

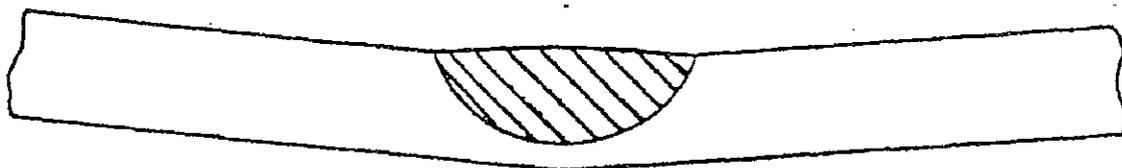


figura 4b.1d

As cunhas de calor usam-se frequentemente para desempenar perfis em T e em L, ver figura 4c.

profundidade.

Cunhas de calor, aquecimento em

calor em V

4c- Cunha de calor ou

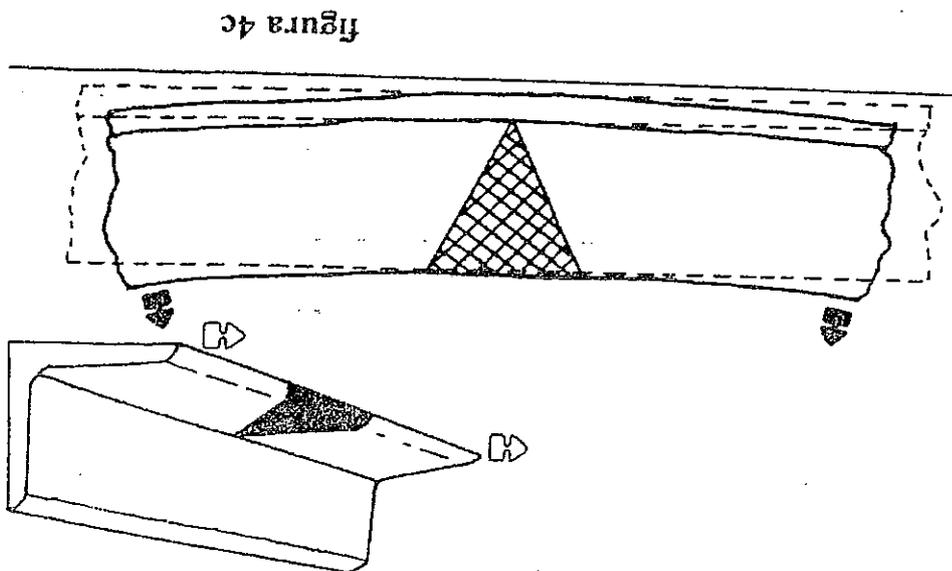
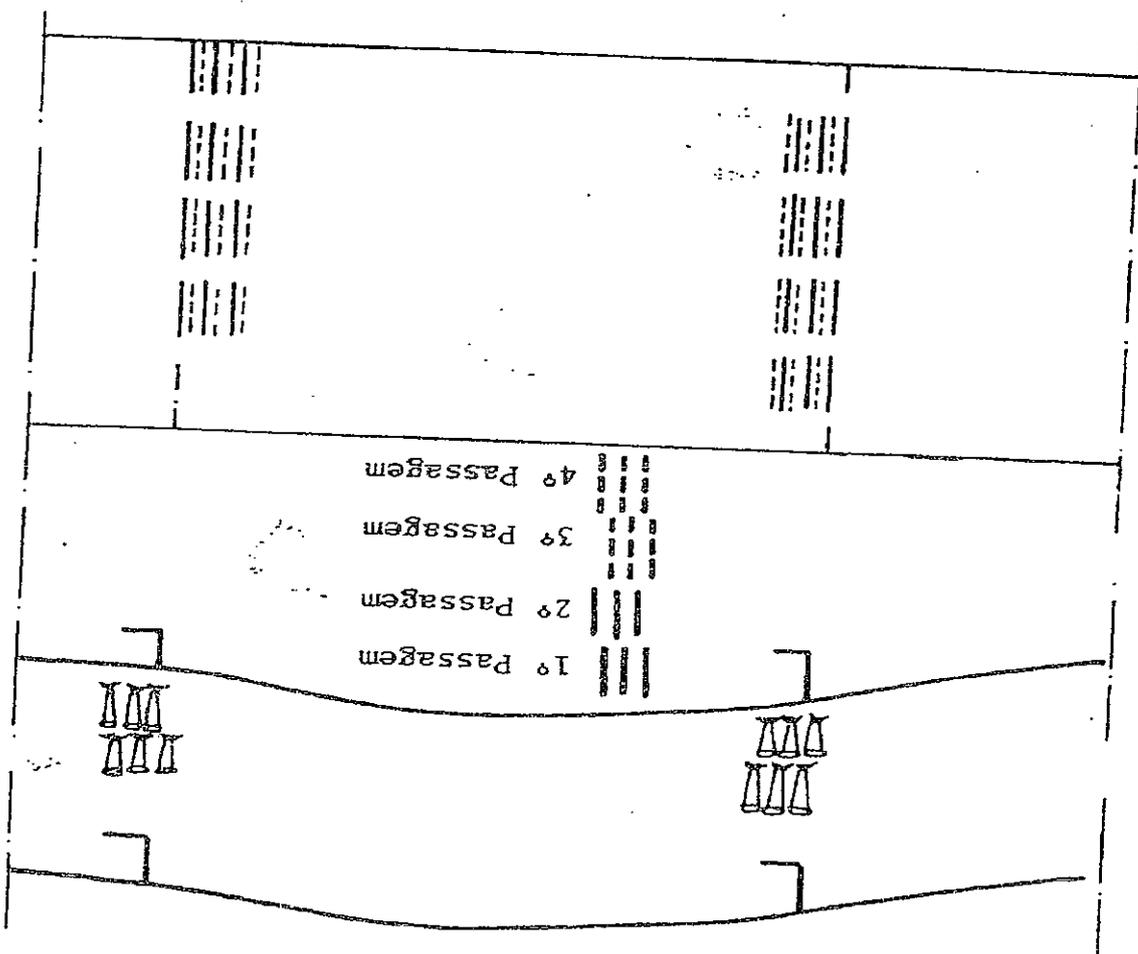


figura 4c

figura 4b.2



4b.2 - Para o desempenamento de mossas grandes, deve-se utilizar o método apresentado na figura 4b.2

4c.1 -) Desempeno de uma barra encurvada segundo o seu plano

A contracção deverá ser máxima entre A e B diminuindo progressivamente até se anular em C. Aplicando calores em V, em toda a espessura da chapa, na zona triangular A'e B', fica assegurado o desempenho pretendido.

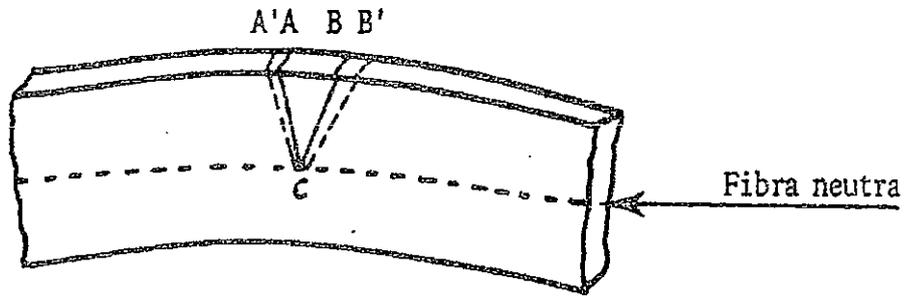


figura 4c.1

Se a barra for espessa e o empeno atingir um determinado comprimento, podemos recorrer a uma solução como é indicada na figura 4c2, tendo em atenção a sequência de calores indicado.

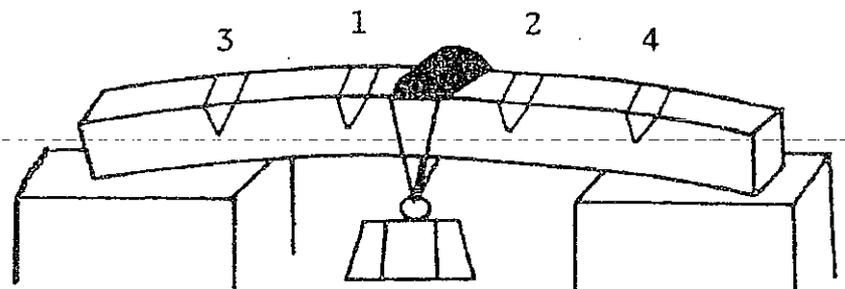


figura 4c.1a

4c.2) Desempeno de chapas grossas

O desempenho faz-se aplicando faixas de calor, pela ordem indicada na figura, e a penetração do calor deve atingir a fibra neutra. Se a primeira série de calores (1,2 e 3) não for suficiente pode-se recorrer a uma segunda série (4 e 5) intercalada com a primeira.

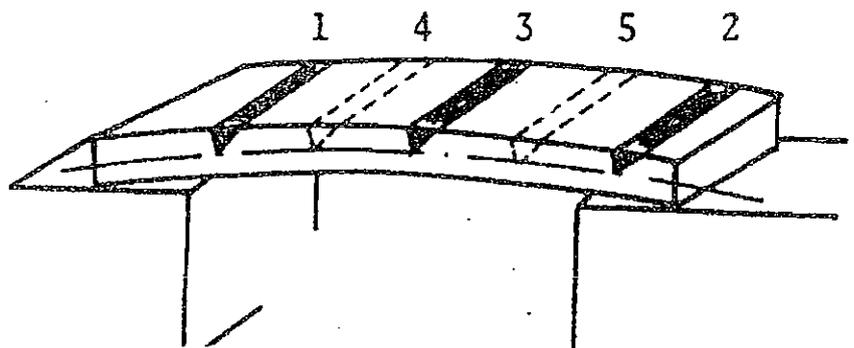


figura 4c.2

4c.3) Desempeno de chapas em hélice

Se a espessura da chapa é pequena o desempenho pode fazer-se quer por meios mecânicos (tentando alongar a zona central), quer por calores. Se a chapa for grossa, o desempenho é feito aplicando calores simultaneamente nas duas faces das chapas mas desfasados.

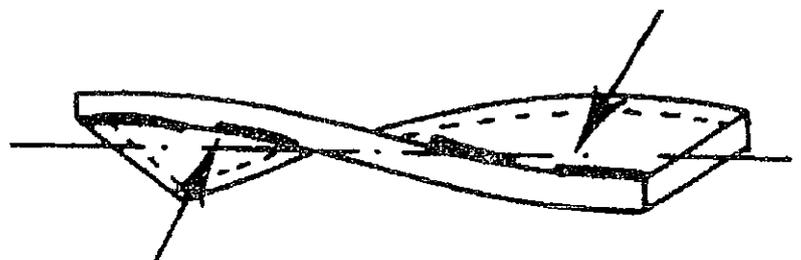


figura 4c.3

4c.4) Desempeno de tubos

Para tubos de parede fina pode-se aplicar uma faixa de calores estreita, ou por uma sucessão de calores em ventosa. Se a parede é grossa dão-se calores em V no sentido perpendicular ao eixo do tubo.

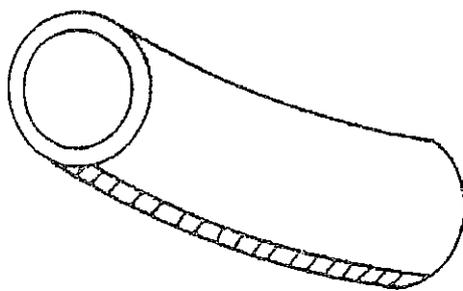
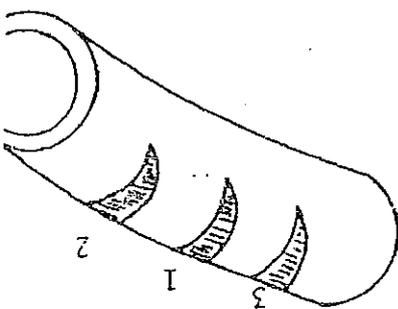


figura 4c.4



4c.5) Desempeno de cantoneiras

Se a cantoneira esta empenada no plano de uma das suas abas, aplicam-se calores em V nessa aba e uma faixa de calor na outra, tal como se indica na figura 4c.5.

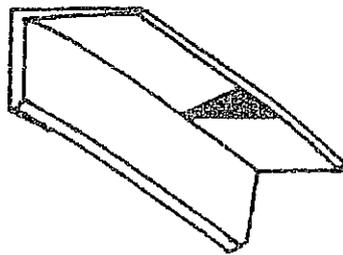


figura 4c.5

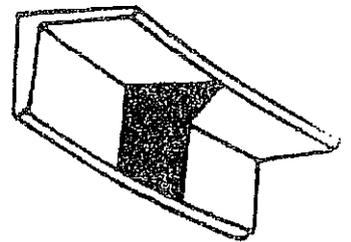
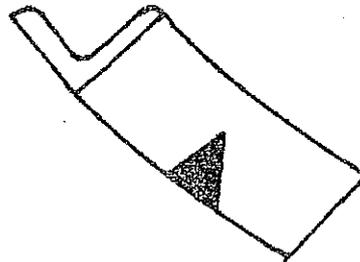


figura 4c.5a

Se o empeno se verifica segundo um plano bissectriz as duas abas, conforme indica figura 4c.5a, podemos dar calores em V no vértice. Saliente-se no entanto que a orientação dos calores é oposta num caso em relação ao outro.



4c.6) Desempeno de perfis em U

O empeno pode ser côncavo ou convexo. O primeiro caso corrige-se aplicando uma larga faixa de calor na alma e calores em V nas abas (figura 4c.6). No segundo caso dão-se também calores em V nas abas (figura 4c.6) mas com a orientação inversa ao caso anterior. Se o empeno for segundo o plano da alma, os calores são aplicados como indica a (figura 4c.6a).

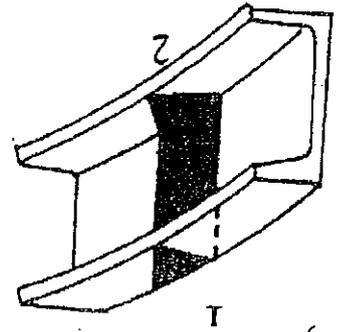


figura 4c.6

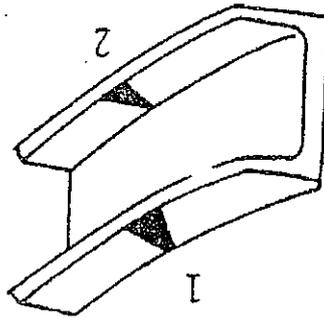
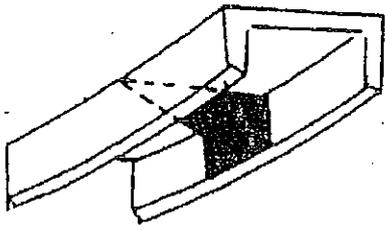


figura 4c.6a



4c.7) Desempeno de perfis em T

A figura 4c.7 mostra as zonas a aquecer conforme se trata de um empeno côncavo ou convexo no plano da alma.

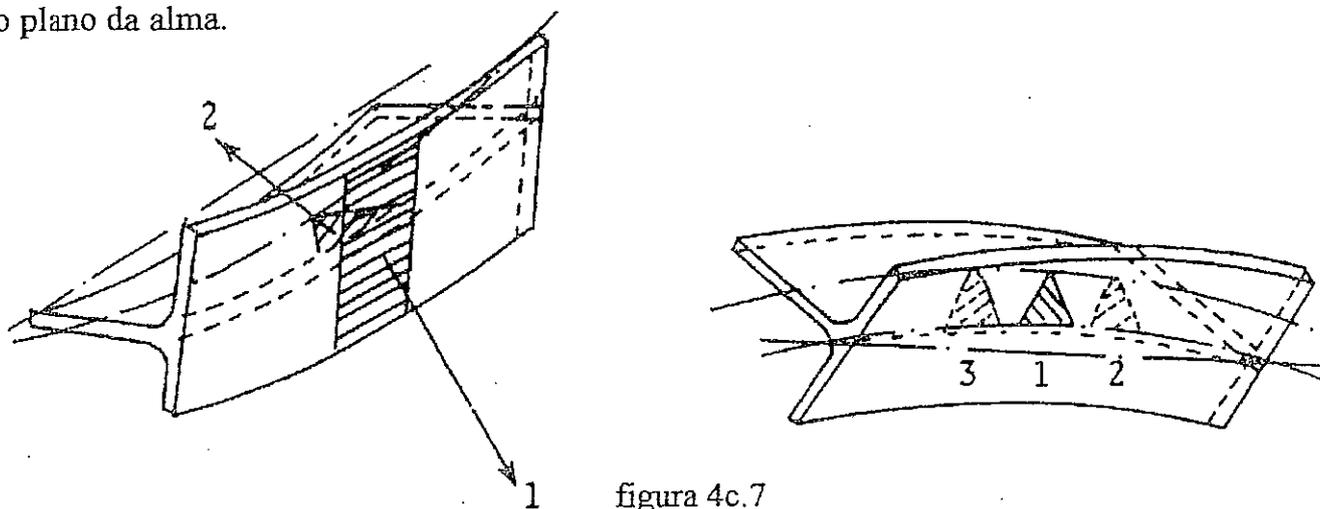


figura 4c.7

Se o empeno se verificar no plano do banzo segue-se a sequência figura 4c.7a.

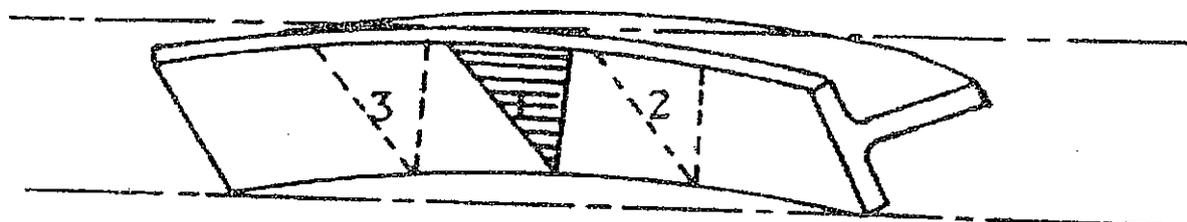


figura 4c.7a.

4c.8 - Desempeno de perfis em I

Se o perfil está empenado segundo o plano da alma aplicam-se simultaneamente uma faixa de calores no banzo e calores em V na alma figura 4c.8.

Se o empeno é segundo os planos dos banzos, é necessário dar simultaneamente calores em V nos banzos e uma faixa de calor na alma

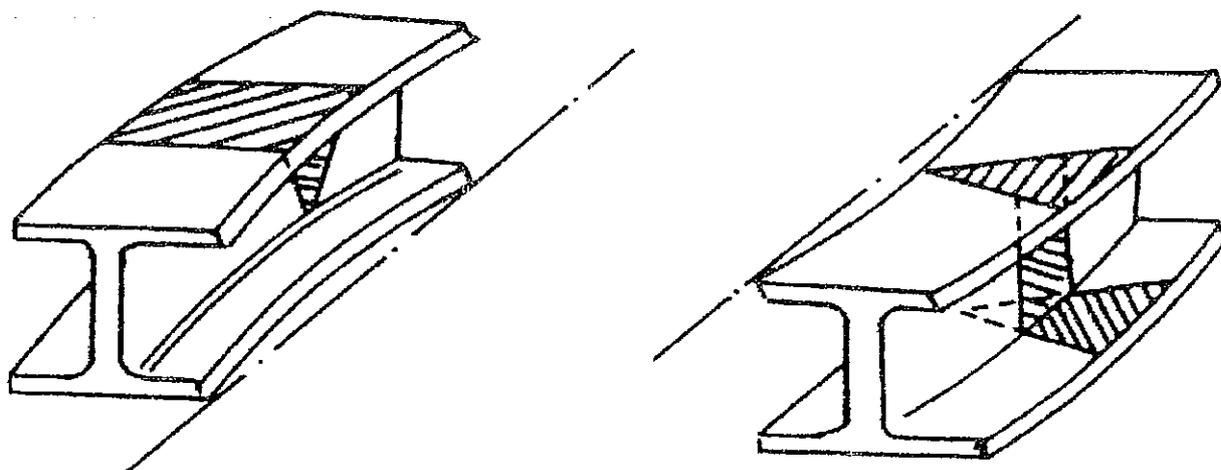


figura 4c.8

4c.9) Desempeno de perfis torcidos

Quando uma cantoneira está torcida, é porque os seus bordos livres estão mais compridos que a sua aresta. O seu desempenho far-se-á encurtando os bordos seguindo uma técnica idêntica à utilizada no desempenho de chapas torcidas ver figura 4c3). No caso de perfis em T (figura 4c.9), despena-se primeiro a alma e só depois o banzo, utilizando a mesma técnica

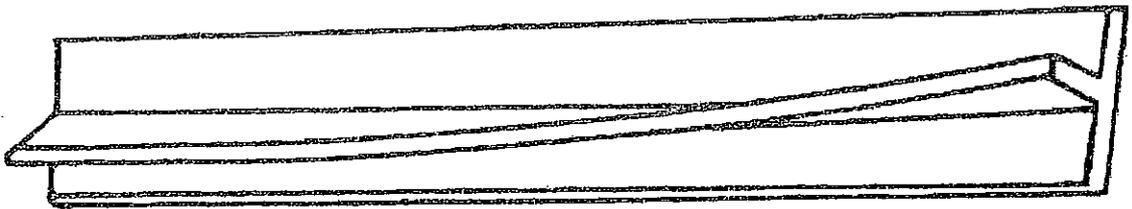


figura 4c.9

No caso de perfis em I (figura 4c.9a), o seu desempenho só será possível se tiver pouco torcido, neste caso dão-se calores em ambos os lados de cada um dos banzos.

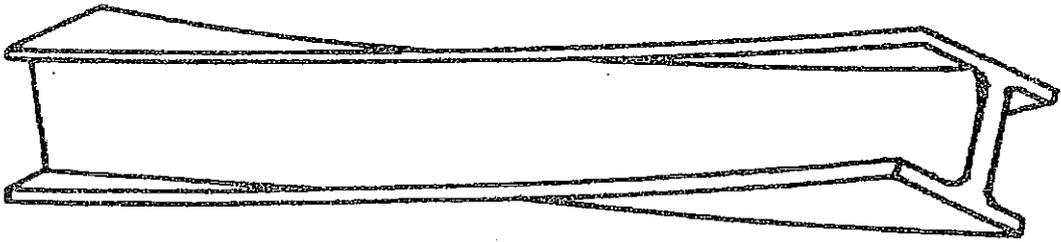


figura 4c.9a

Para perfis em U, começaremos por desempenar as abas, se no final subsistir empeno no plano da alma utilizamos o processo.

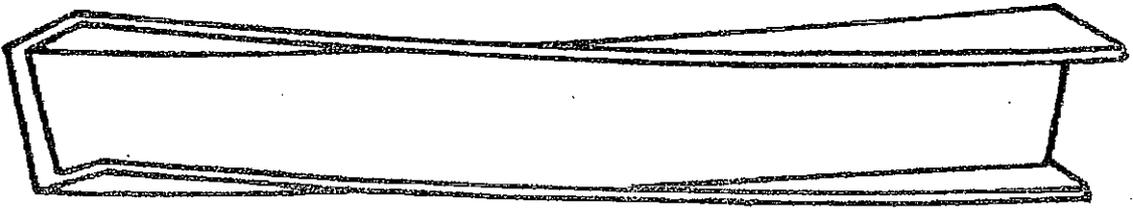


figura 4c.9b

5 - DESEMPENO DE PAINÉIS COM REFORÇO

O melhor método de trabalho consiste muitas vezes no uso combinado de um maçarico simples e um múltiplo.

No trabalho com o maçarico múltiplo a regra fundamental é que uma das chamas deve ocorrer sempre em linha entre as duas soldaduras, sobre o reforço; (figura 5).

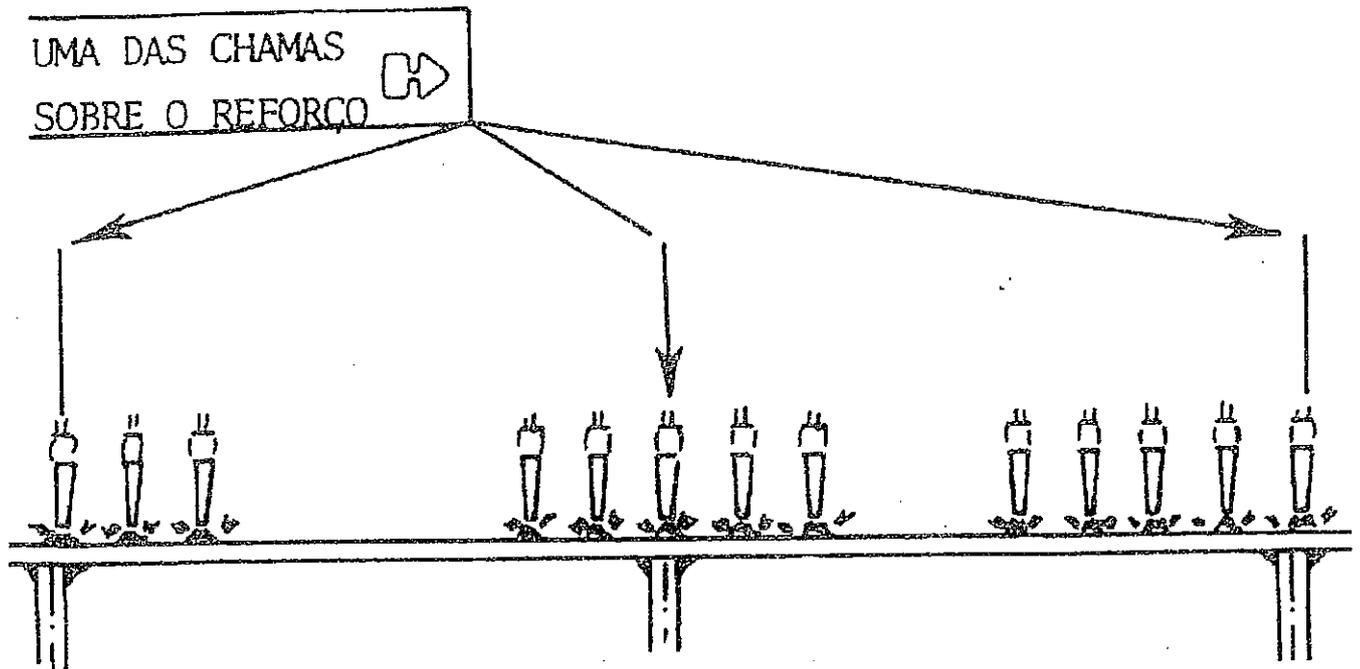


figura 5

Quando as zonas aquecidas tiverem arrefecido controla-se de novo o desempenamento com a régua.

Lembre-se que a chapa deve arrefecer convenientemente, ou seja, deve poder pôr-lhe a mão em cima sem se queimar (máx. 50 ° c)

Exemplo 1

Empenas simétricas do painel

Aqui a chapa encurvou simetricamente, caso A (-), caso B (+) figura 5.1

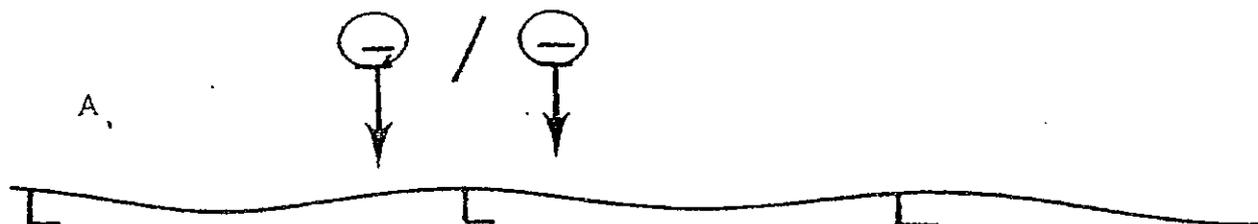
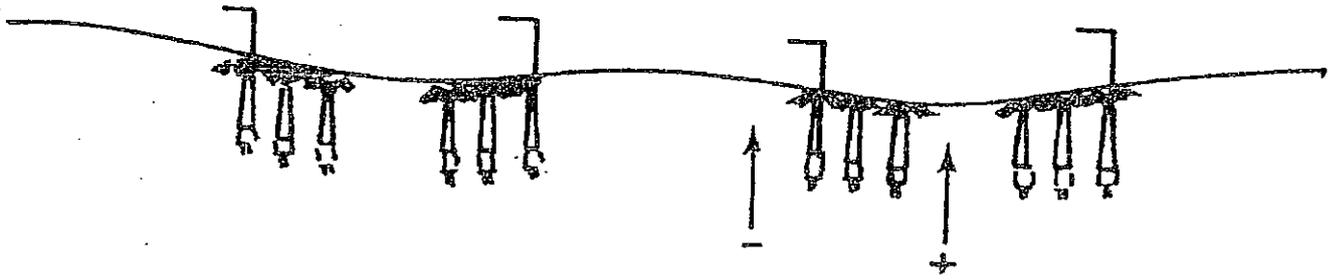


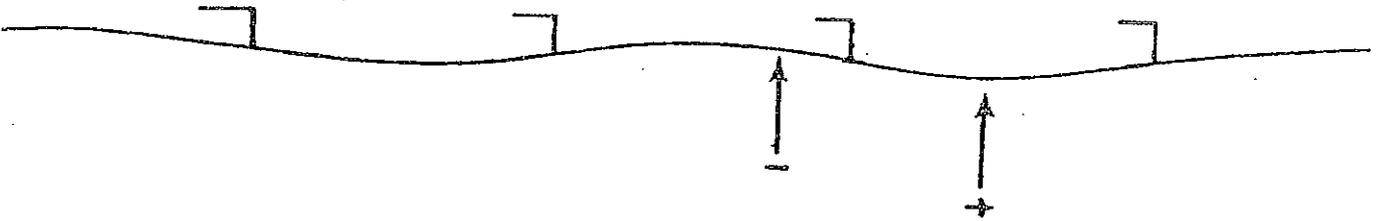
figura 5.1

figura 5.2 a



Vamos encurtar as zonas positivas. Isto consegue-se deslocando o magarico de forma excêntrica e aplicando o calor nas zonas levantadas figura 5.2 a.

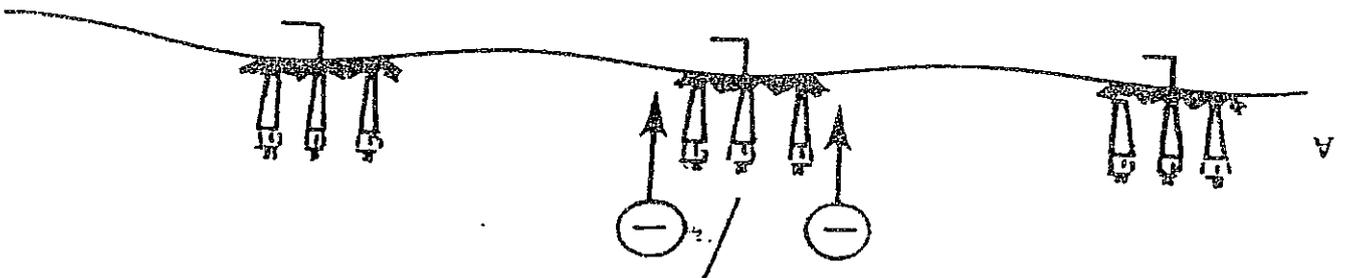
Proposta de solução:



Empenos para vários lados. A chapa empenou parte para cima (+), parte para baixo (-) figura 5.2

Exemplo 2

figura 5.1a



Em ambos os casos se deseja um encurtamento da chapa, O magarico de desempenamento deve transportar-se simetricamente em relação ao respectivo reforço figura 5.1 a.

Proposta de solução:

Exemplo 3

Empenos diversos figuram 5.3

A zona 1 empenou para cima (+), a zona 3 empenou para baixo (-) ver figura 5.3.

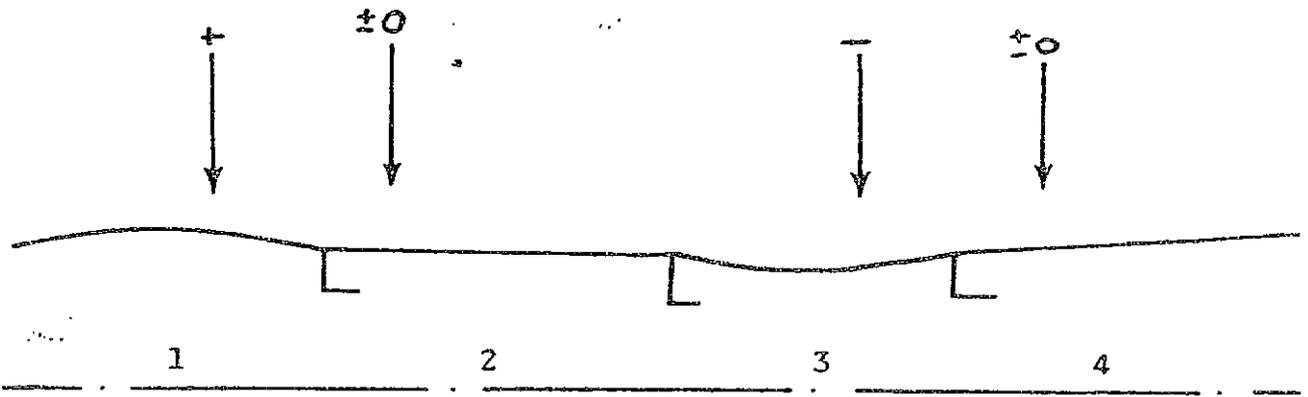


figura 5.3

Proposta de solução:

Tendo em conta a zona 3 aplicam-se os calores de forma excêntrica.

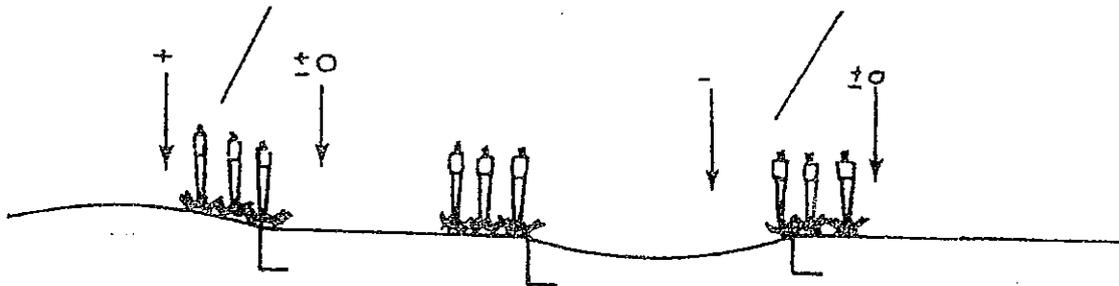


figura 5.3 a

Exemplo 4

Empenos para vários lados - veja a figura 5.4

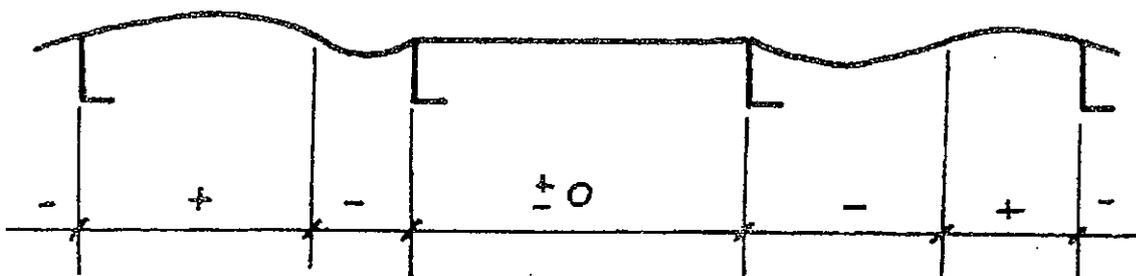
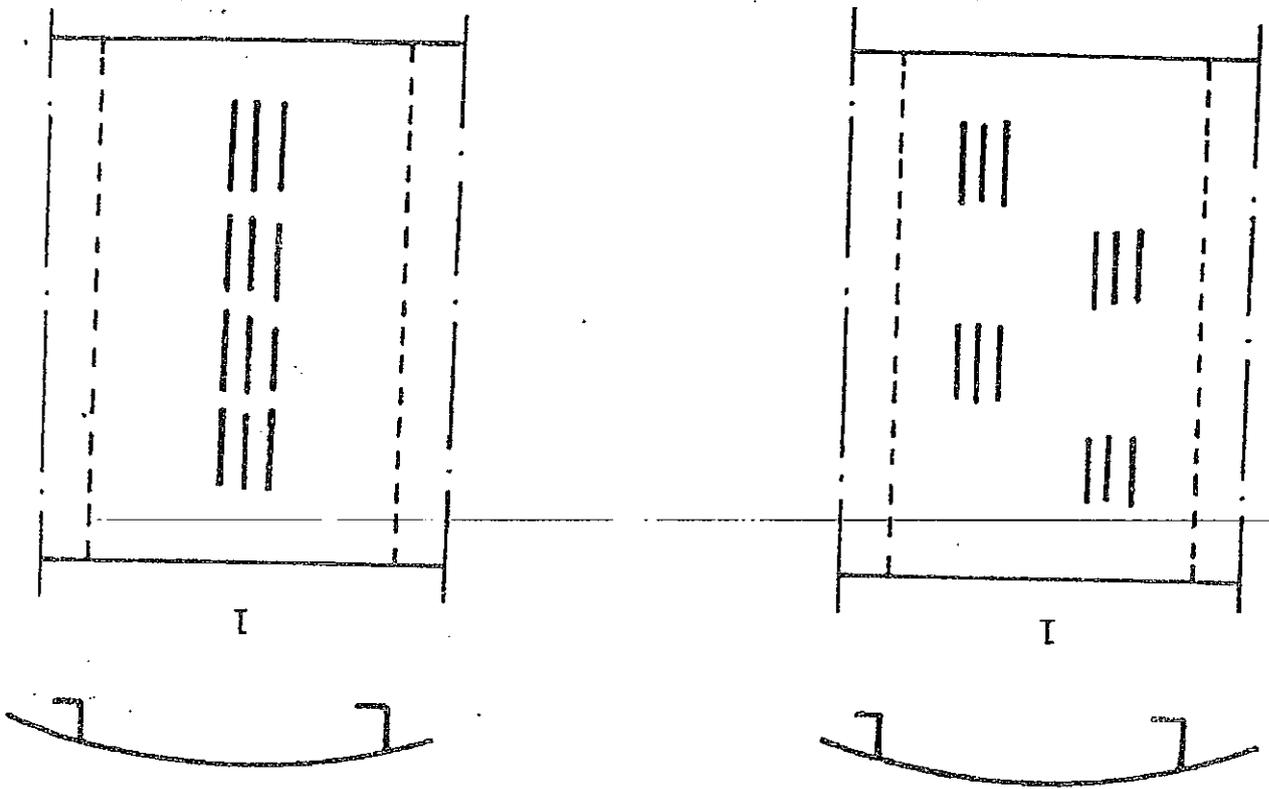


figura 5.4

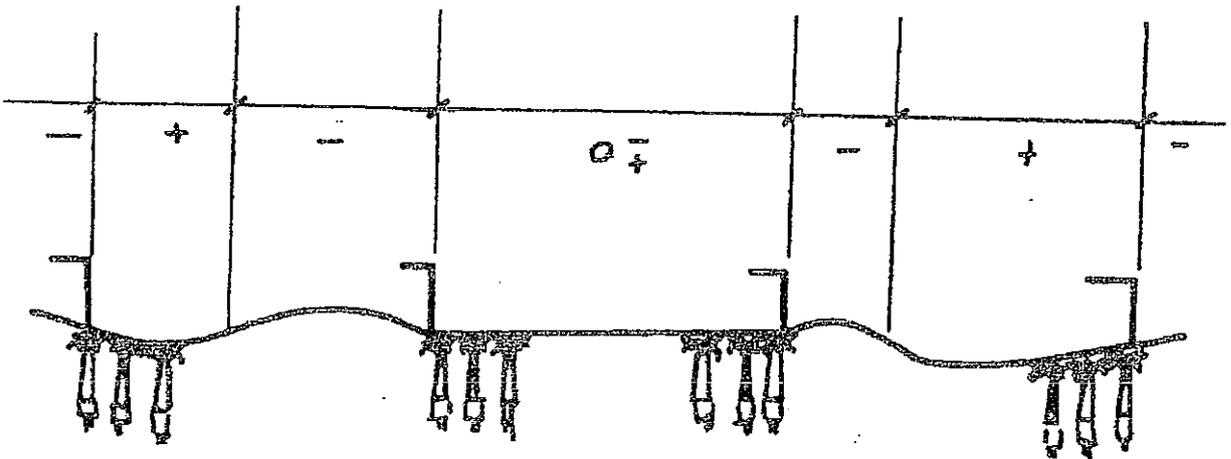
figura 5.5



Trata-se de conseguir encurtamento desta chapa.
Aquecendo de segundo uma ou outra das alternativas da figura 5.5

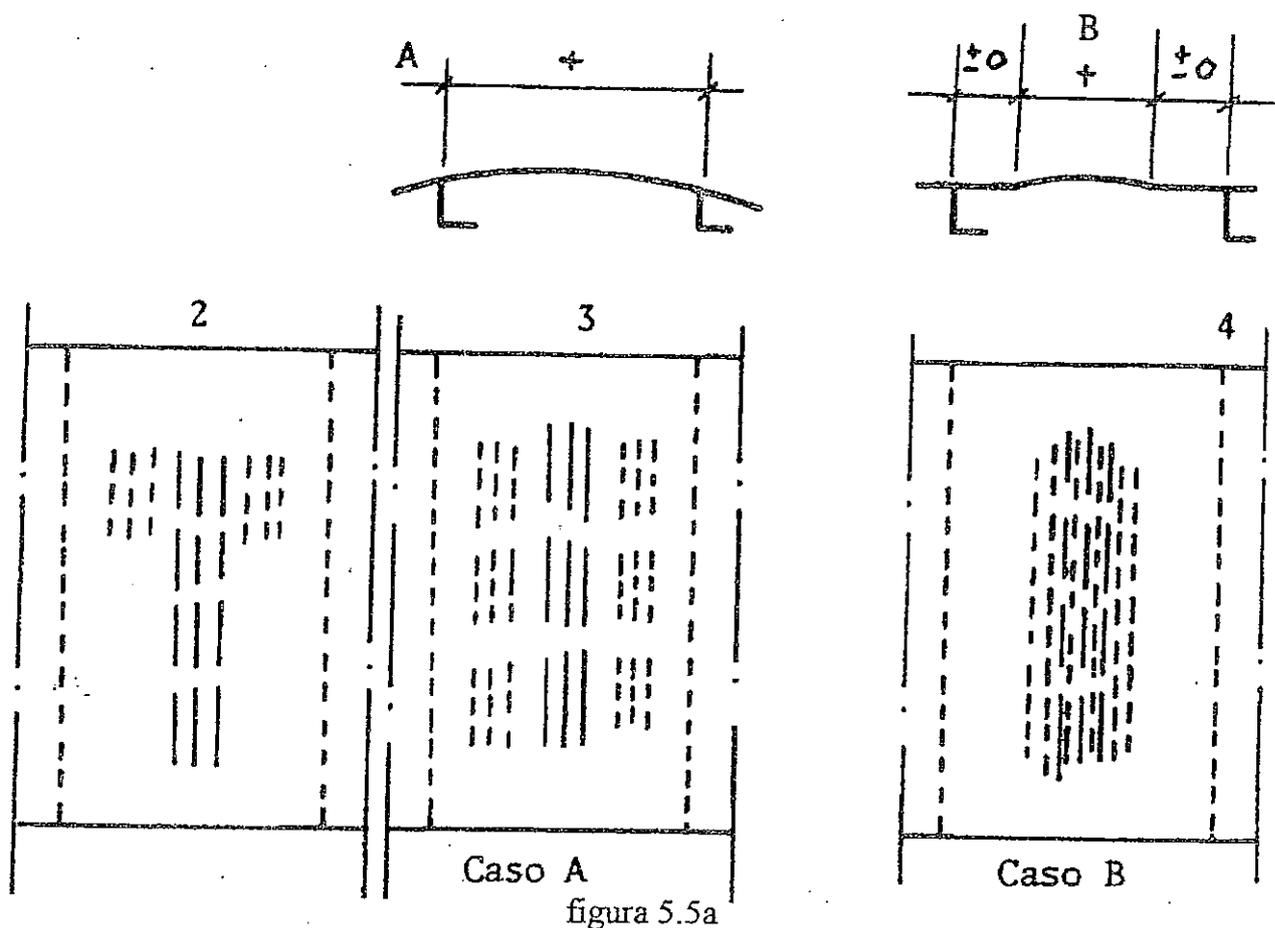
Exemplo 5 - zona empenada para fora

figura 5.4 a



Proposta de solução:
Tome atenção se a zona do meio se empena quando as tensões diminuem.

Se chegar à conclusão de que ainda é preciso mais calor, aqueça segundo a figura 5.5 a.



Exemplo 6 - Empeno para ambos os lados

A figura 5.6 mostra o aquecimento de chapas que empenaram para ambos os lados.

Na zona (+) dá-se calor do lado de fora, e na zona (-) do lado de dentro da chapa.

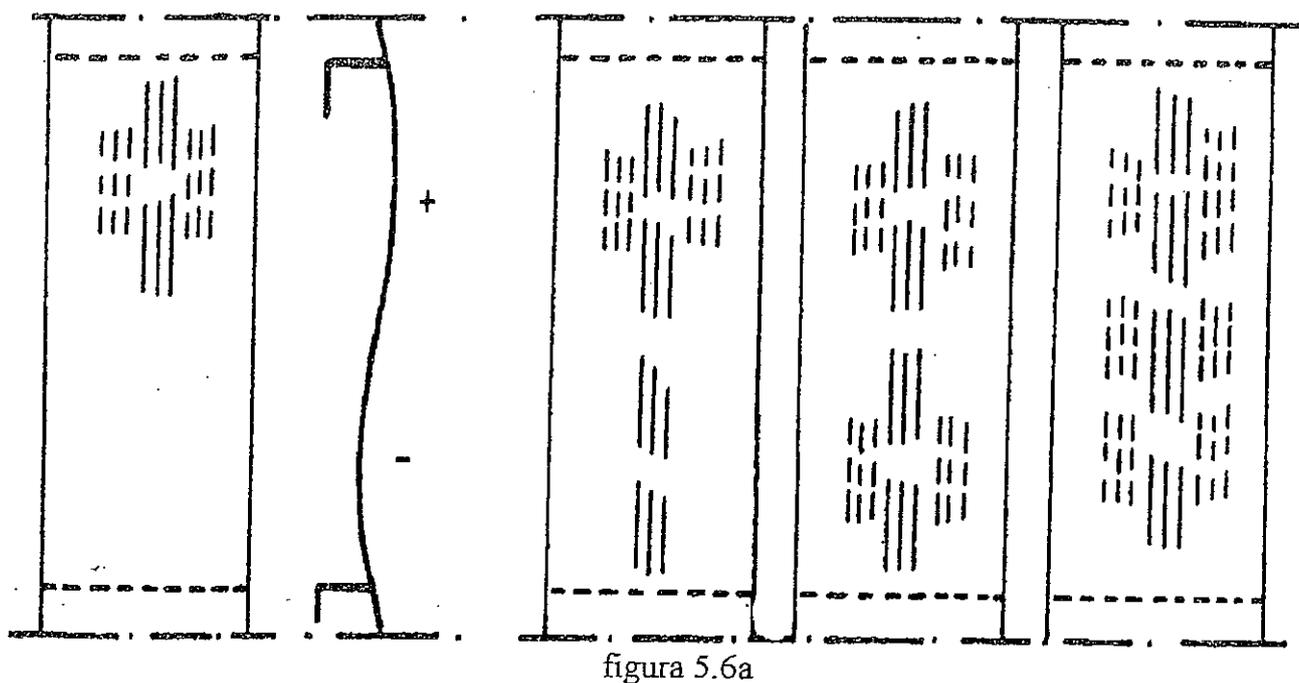


figura 5.6a

O desempenho misto consiste o na utilização conjunta de meios mecânicos e térmicos. Vamos agora dar alguns exemplos práticos, deste tipo de desempenho. Daremos essencialmente dois exemplos:

- 1 - Uma sequência de desempenho de artefatos, divisórias e pavimentos.
- 2 - Uma sequência de desempenho de costado e fundo.

a) Desempeno dos montantes

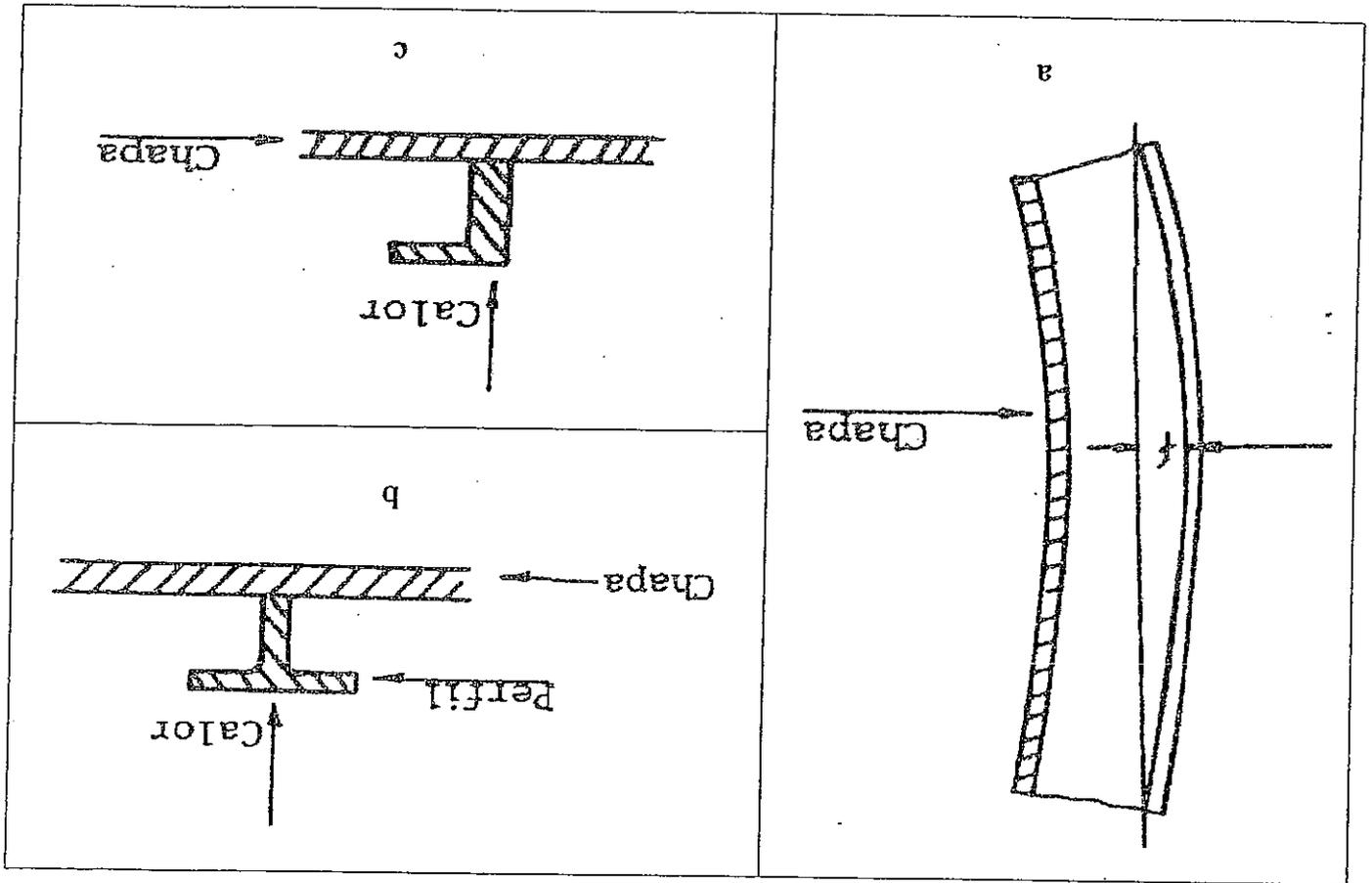


figura 6

O empeno mais vulgarmente observado nos montantes é o indicado na figura 6 a. Elimina-se este empeno dando um calor ao longo da aba junto à "raiz" do perfilado figura 6 b e c. Caso o montante apresente um ligeiro empeno no sentido contrário ao indicado na Fig. 6 a não devemos desempenar nesta fase pois os calores a dar para desempenho das deformações da chapa terão tendência para endireitar o perfilado.

Se os calores não forem dados rigorosamente sobre a "raiz" do perfilado pode aparecer um ligeiro empeno transversal conforme mostra a figura 6a.

Os calores a dar para eliminar esse empeno vão indicados no próprio esquema.

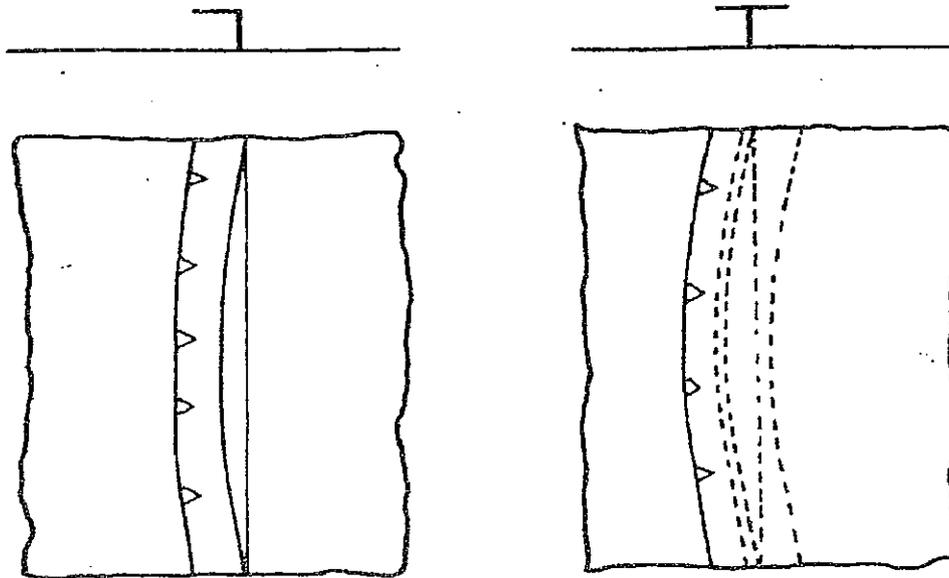
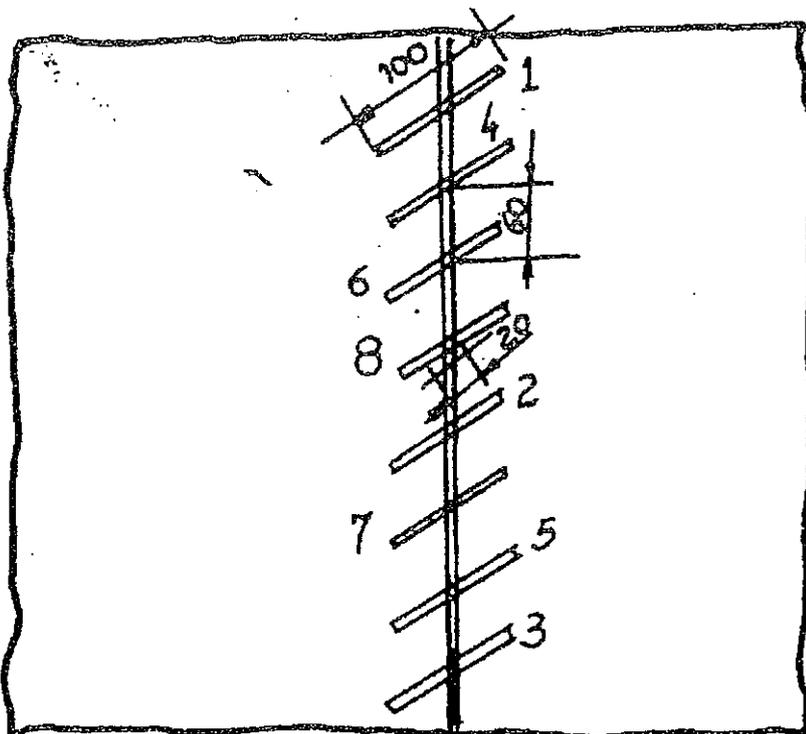


figura 6.a

b) Desempeno dos topos soldados



Para o desempenho de topos soldados verificou-se durante as experiências ser muito eficiente o seguinte método:

Dar calores indicados a cerca de 30° sobre o topo soldado conforme mostra a Fig. 6b. Os calores são dados ao rubro sempre do lado convexo mas saltando com o maçarico sobre a soldadura, isto é interrompendo o calor 10 mm antes do cordão e recomeçando 10 mm depois.

O comprimento do traço aquecido é de 100 mm e o afastamento, medido na direcção da soldadura, entre os traços é de

cerca de 60 mm ver figura 6b.

A finalidade de alternar os calores é deixar zonas entre eles. Após o aquecimento aumenta-se o efeito com um, ligeiro martelamento executado com uma marreta de mão. Na maioria dos casos uma só fiada de calores acompanhada de martelamento é suficiente para desempenar os topos soldados.

O desempenador deve montar o número de grammas suficientes para a chapa ficar apianada de encontro à aba do perfilado. A montagem destes perfilados deve ser feita em pelo menos 4 vãos de cada vez dados na fase oposto conforme mostra a Fig. 6 c

O cruzamento dos calores deve ser feito ao meio das marcas dos pingos das grammas. Daremos tantos calores em X quantas as grammas montadas. Deve haver o cuidado de não exagerar o aquecimento pois poderá originar a " quebra " de chapa na zona de calor.

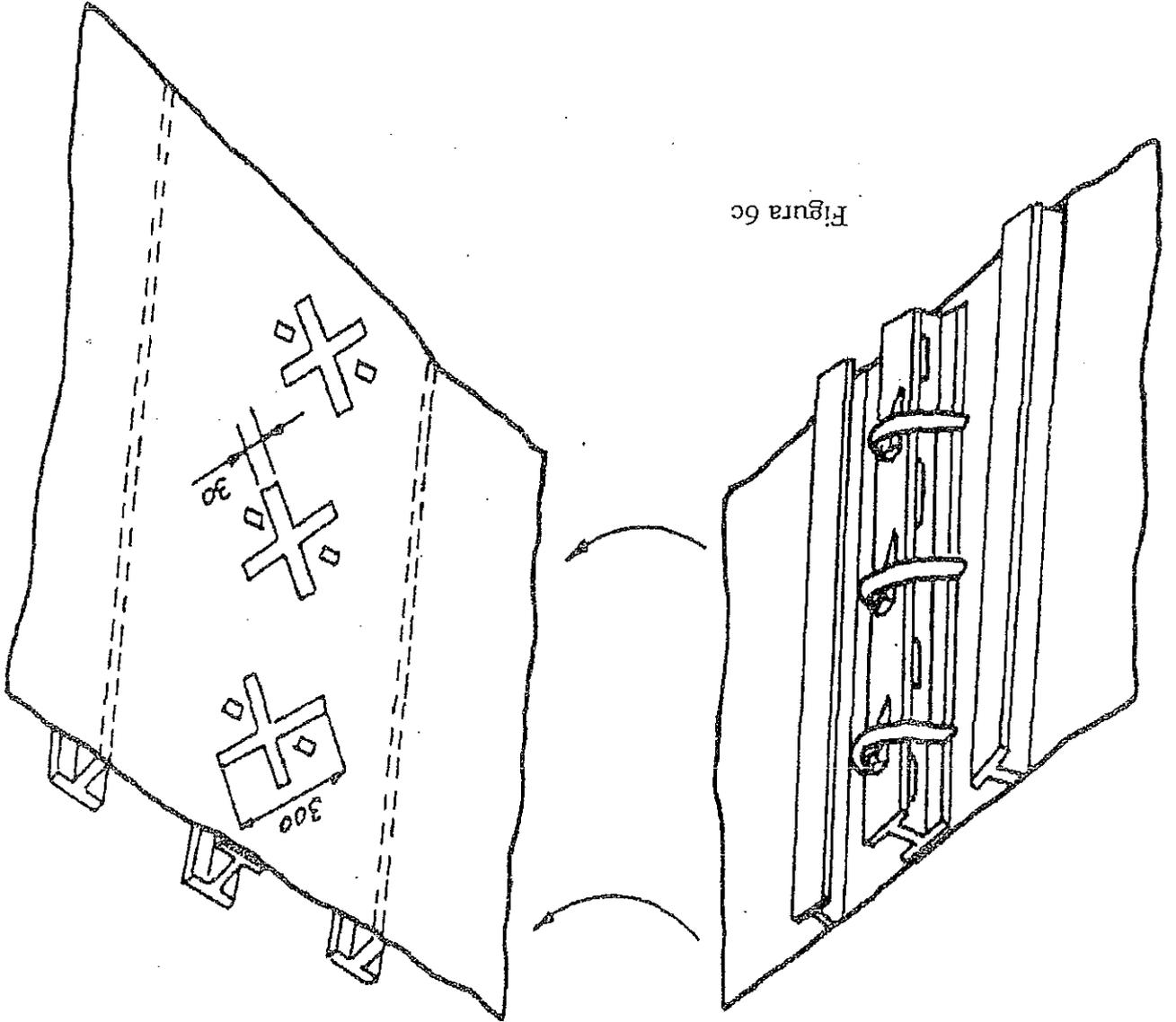


Figura 6c

Reconhecida a vantagem de introduzir tensões nas chapas para aumentar o efeito conseguido com os calores localizados, experimentaram-se vários sistemas tendo sido reconhecido como mais eficaz o a seguir descrito. Montam-se em cada vão, cujas deformações o justifiquem (flecha entre reforços da ordem de duas vezes a tolerância admissível) um perfilado dos que constam na lista do equipamento. O perfilado e montado do lado dos montantes e a chapa do painel apertado de contra a ele por meio de grammas e palmetas (Fig. 6c).

c) Correção de grandes deformações

d) Desempeno das restantes deformações.

Para todas as deformações cuja flecha entre reforços não ultrapasse em mais 2 ou 3 mm a tolerância admissível não se justifica a introdução de tensões mecânicas, razão porque aplicaremos somente calores em linha. Na aplicação destes calores teremos em atenção os seguintes pontos:

1) Os calores são dados ao rubro escuro e o comprimento dos traços aquecidos será de 100 a 120 mm. O maçarico deverá ser deslocado em ziguezague sempre no mesmo sentido apanhando uma largura total de cerca de 20 mm.

2) Os calores devem ser espaçados (. alternando-os) de modo a nunca dar um calor numa zona quente.

3) Os calores serão dados primeiro junto aos reforços e depois deslocam-se gradualmente para o centro.

4) A orientação dos traços aquecidos é em função do tipo de curvatura do vão a desempenar.

5) Não é feito arrefecimento forçado nas zonas aquecidas.

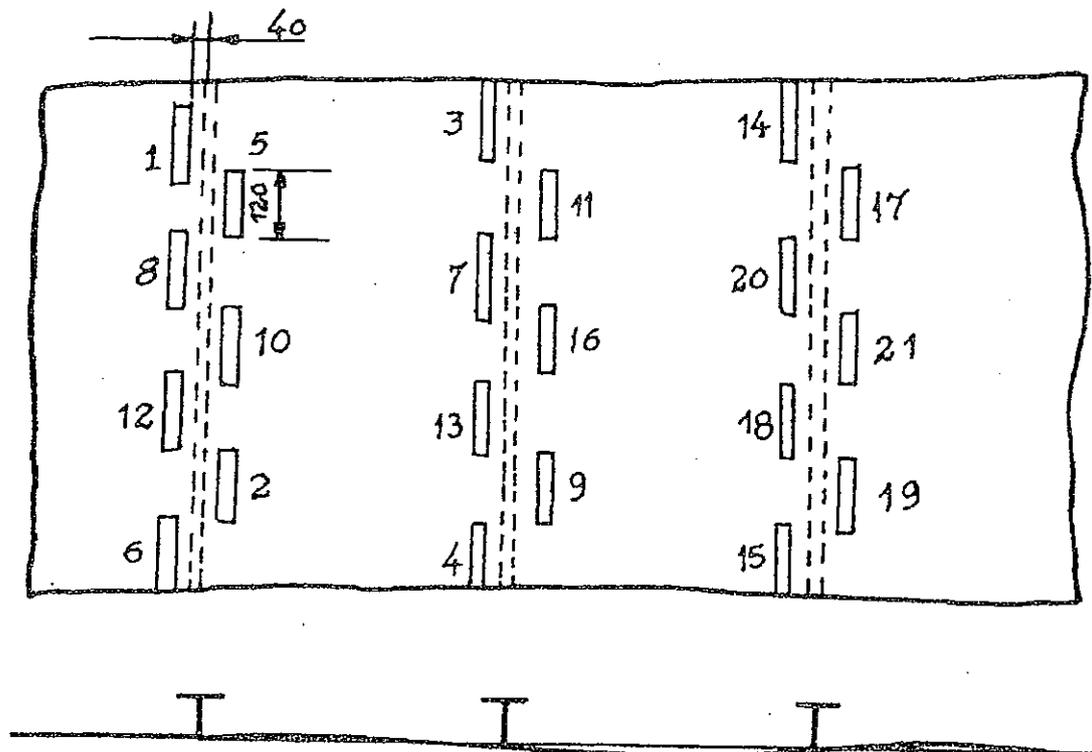


figura 6d

Dá-se uma fiada de calores de cada lado do reforço conforme indica a figura. Estes calores são dados sempre do lado oposto aos reforços (qualquer que seja o lado para onde a chapa esteja empenada). Os calores devem ser dados alternadamente para respeitar a condição 2. (Ver na figura a ordem seguida através da numeração).

Ter em atenção que se os calores junto aos reforços são dados sempre do lado oposto aos mesmos, sendo os restantes dados do lado da curvatura da chapa. O número de calores a aplicar será em função do empeno da chapa e portanto após cada fiada de calores mediremos a flecha (medir somente depois da chapa estar fria). Caso a flecha esteja ainda fora das tolerâncias estabelecidas daremos nova fiada de calores deslocando-os dos reforços para o centro da chapa.

e) Desempeno de zonas com aberturas de portas

Apresentando-se normalmente os vãos com aberturas bastante empenadas, o processo a seguir para introduzir tensões é montar cantoneiras junto aos bordos da abertura e apertar contra elas, por meio de grampos de aperto, a chapa. Os calores em volta da abertura são dados conforme indica a fig. 6e, sendo a sua quantidade função do empeno da chapa.

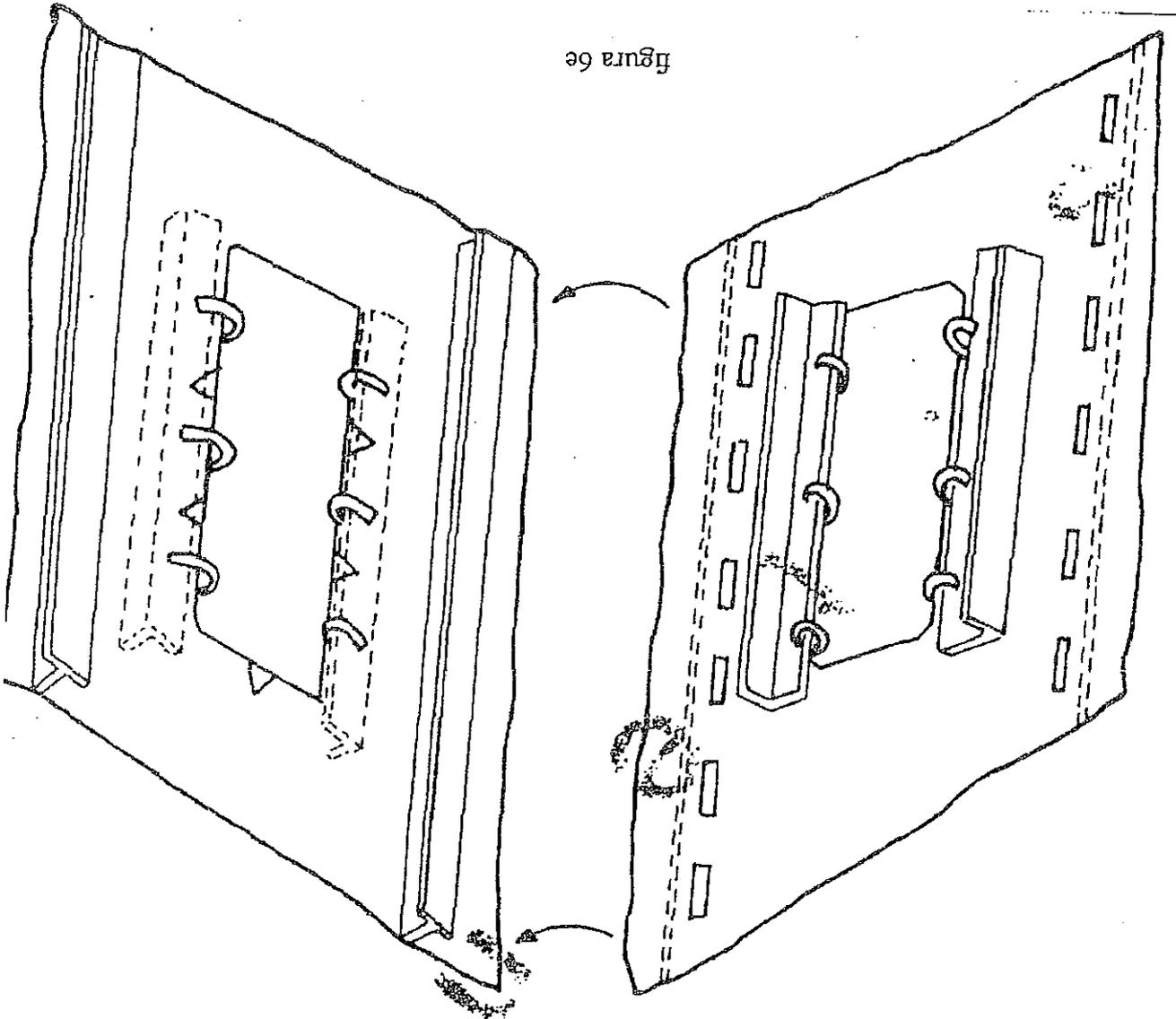


figura 6e

Também neste caso é preciso ter cuidado para não quebrar a chapa, não podendo o aquecimento ser intenso em chapas finas.

Será melhor sistema dar bastantes calores mas pouco intensos. A restante chapa do vão é desempenada segundo o sistema já apresentado. Em casos de grande abertura ou de chapas finas pode ser necessário montar reforços nos quatro lados da abertura.

6.1 - Desempenos do costado fundo de alguns pavimentos

Incluimos neste processo operativo os pavimentos e outras zonas do navio cujo acesso só seja fácil de um dos lados.

Para a introdução de tensões deve usar-se o sistema de travessões e puxar ou empurrar a chapa com a ajuda de macacos ou manualmente conforme a espessura da mesma.

Optando da montagem dos travessões, é principalmente e particularmente importante apoiar os mesmos sobre as balizas para não dar origem a novas deformações

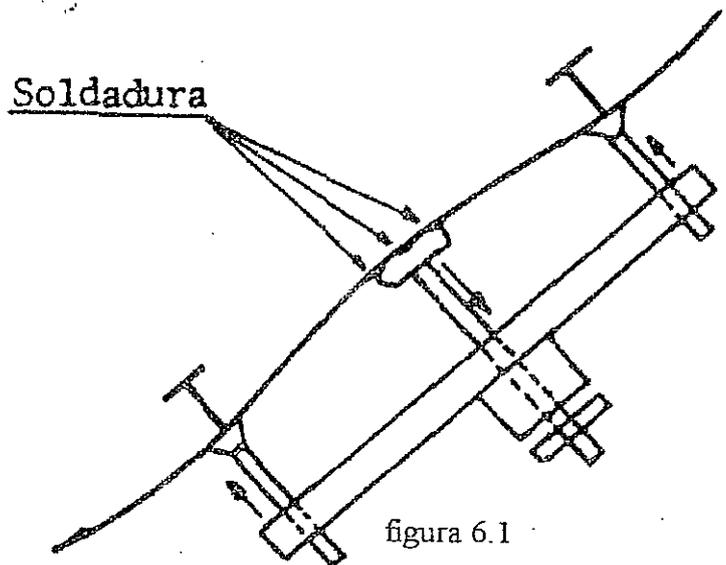


figura 6.1

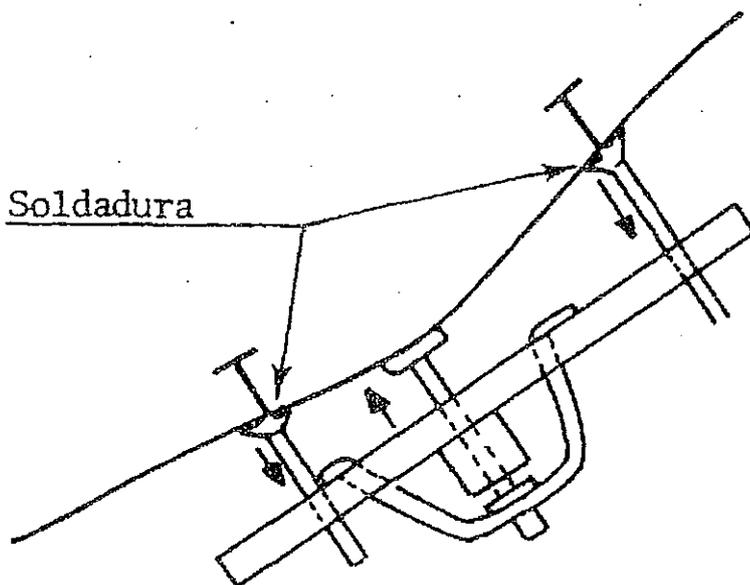


figura 6.1a

O macaco deve ser protegido por uma placa de amianto que se enfia no grampo. Os esquemas de montagem do conjunto, travessão-macaco, são apresentados nas figs.6.1 e 6.1a.

Deformação com o travessão montado do lado côncavo, figura 6.1

Deformação com o travessão montado do lado convexo, fig. 6.1a.

Após a montagem do travessão dá-se pressão ao macaco tentando levar a chapa a posição de desempenada.

travessão.

Ter em atençaõ que apesar de termos um tipo de calor idêntico ao da correçãõ das grandes deformações das anteparas ele é dado no lado em que se exerça a pressãõ, uma vez que a ida ao lado oposto pode apresentar dificuldades. Temos na Fig. 6. 1c, um exemplo da applicaçãõ de três travessões a três calores em X. Nestes casos que é necessário applicar mais de um travessão e até o mesmo muido de uma força no eixo central que se destina a manter a tensãõ imposta pelo macaco, podendo girar o macaco e colocá-lo no outro travessão.

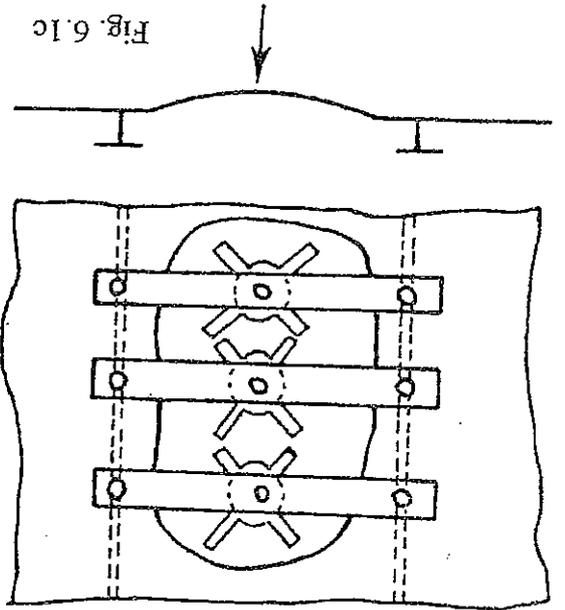


Fig. 6. 1c

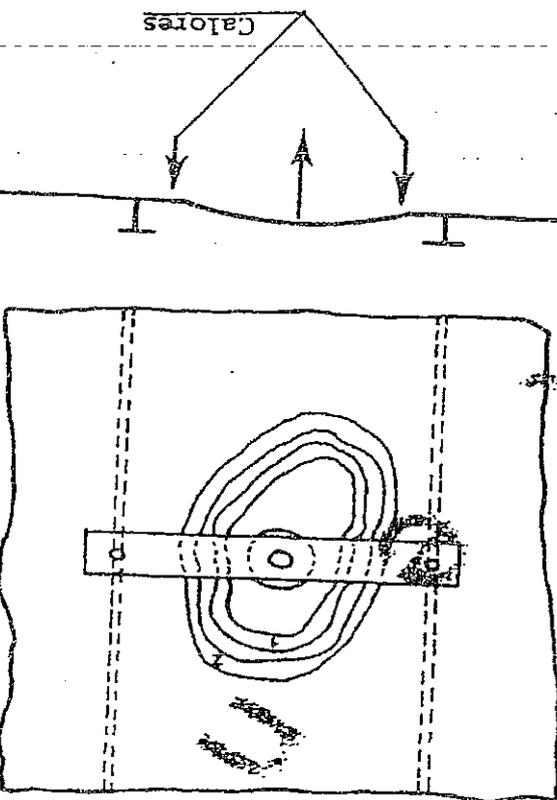
Nestes casos que são necessário applicar mais de um travessão e até o mesmo muido de uma força no eixo central que se destina a manter a tensãõ imposta pelo macaco, podendo girar o macaco e colocá-lo no outro

Temos na figura 6. 1c, um exemplo da applicaçãõ de três travessões a três calores em X.

Ter em atençaõ que apesar de termos um tipo de calor idêntico ao da correçãõ das grandes deformações das anteparas ele é dado no lado em que se exerça a pressãõ, uma vez que a ida ao lado oposto pode apre-

sentar dificuldades. Assim, se montarmos o macaco do lado convexo da deformação, a técnica a seguir é a que indicamos para a correçãõ das grandes deformações das anteparas. Travessões montados do lado convexo da deformação.

fig. 6. 1b



Sempre que possível deve manter-se o macaco do lado côncavo da deformação. Se, porém, tal não for possível ou muito difícil, pode montar-se do lado convexo mas tendo em atençaõ que a técnica a seguir é

Travessão montado do lado côncavo da deformação. Durante o aquecimento, que é feito por um dos desempenadores, o outro vai dando a bomba do macaco de maneira a manter a tensãõ a que esta sujeita a chapa, acelerando assim o processo. Este ciclo repete-se tantas vezes as que forem necessãrias deslocando-se a linha de aquecimento de periferia para o centro conforme mostra fig. 6. 1b.

- 1ª Linha de calor
- 2ª Linha de calor
- 3ª (se necessário)

Os calores a dar são do seguinte tipo:

7- MAÇARICOS DE DESEMPENO

Para um bom desempenho é importante que a zona do material, tão nitidamente limitada quando possível, seja levada muito rapidamente a uma temperatura de cerca de 600 a 650° Centígrados.

Isto só é possível com a chama oxi-acetileno no que comparada com as outras misturas de gás combustível oxigénio possui a temperatura mais elevada. Com base nos conhecimentos mais recentes, activa-se a chama de oxi-acetileno com um excedente de oxigénio de cerca de 30 a 40%. Deste modo aumenta-se nitidamente o rendimento da chama, obtendo-se uma temperatura mais elevada. Decisiva para o rendimento do desempenho é também a pressão do acetileno que deve ser pelo menos de 0,3 atmosferas relativas. Conforme o trabalho de desempenho, assim se empregam vários maçaricos.

a) Maçarico de uma só chama

Os maçaricos de soldar normal com chama de aquecimento eficaz, por exemplo, com peça intermédia de 14 a 20 mm, ou 20 a 30 mm. Estes maçaricos são utilizados para espessuras de chapas superiores a 12 mm a fim de ser eliminada a contraceno angular, como por exemplo no caso de cordões de ângulo duplo. Isto pode conseguir-se guiando os maçaricos de uma só chama ao longo de linhas de calor exactamente entre os cordões de ângulo, no lado oposto.

Espessura da chapa (mm)	1 - Chama	3 - Chama	5 - Chama
5 - 10 (mm)	3 - 5	3	3
Superior a 10 (mm)	7	5	5

Espessura da chapa em (mm)	Bico		Punho
	Caudal L/H	Diâmetro (mm)	
3	800	2,15	1
4	1000	2,35	
5	1250	2,6	2
6	1600	2,8	
8	2000	3,1	
10	2500	3,4	
12 ou mais	3150	3,8	

b) Magaricos de várias chammas comutáveis

Na construção naval têm provado muito bem os magaricos de várias chammas. Estes aparelhos podem trabalhar 3 ou 5 chammas isoladas, umas ao lado; das outras. Uma destas chammas fica sempre entre os cordões de ângulo. A dimensão dos, bicos podem ser pequenos ou grandes, com 3 ou 5 chammas, depende do grau de contracção angular, da espessura da chapa e da espessura do reforço.

8 - METODOS DESEMPENAR POR MEIO DE CHAMA

No que se refere ao desempenho com o magarico de várias chammas, existem regras de trabalho bem definidas o que se encontram em prática há, muitos anos, com bons resultados. Na construção naval há a distinguir fundamentalmente os tipos de chapa a desempenar (casco, convés e superestruturas) de baixa espessura (menos de 8 mm) ou espessuras altas (mais de 8 mm). Neste desempenho por meio de chama não se deve trabalhar irreflexivamente e sem plano. Para cada método de desempenho é necessário observar as regras fundamentais que em conjunto com o raciocínio do operador, levam a bons resultados. Seguidamente descreve-se o método de trabalho na sequência correcta. Ele é válido para convés e divisórias.

8.1 - Primeiramente desempenar os reforços

A contracção angular nos reforços tem de ser eliminada, introduzindo do lado de trás dos cordões de ângulo, linhas de calor. Estes podem ser percorridos com 5 ou 3 chammas, conforme, a espessura da chapa. No caso de espessuras de chapa inferior a 8 mm introduzem-se calores interrompidos a fim de impedir uma deformação de reforços. O comprimento das linhas de calores é de cerca de 130 a 150 mm, sendo as interrupções em cerca de 100 mm. Aqui e de atender a que uma chama e sempre dirigida exactamente em frente do reforço. As outras chammas têm de ser deslocadas conforme a deformação das zonas. A este respeito temos alguns exemplos (Fig. 8.1)

a) Nos dois casos as zonas de ambos os lados dos reforços estão deformadas no mesmo sentido (ambas descendo ou ambas subindo). O magarico é por isso conduzido exactamente no centro. A chama do meio passa precisamente em frente do reforço, uma chama adicional a esquerda a outra à direita do reforço.

b) Aqui as zonas em ambos os lados dos reforços estão deformadas em sentidos diferentes. Um lado sobe, no outro lado desce (assinalado com + e -). O magarico é conduzido descentradamente. Em frente do reforço passa uma chama exterior e as duas outras chammas passam na zona elevada. O facto do magarico ser mudado ou não depende, assim, da respectiva deformação das zonas contíguas. No entanto, muitas vezes as condições não se apresentam tão claras como nos exemplos a) e b). Por isso, é importante observar a deformação junto do reforço, isto é a zona na qual as chammas actuam directamente.

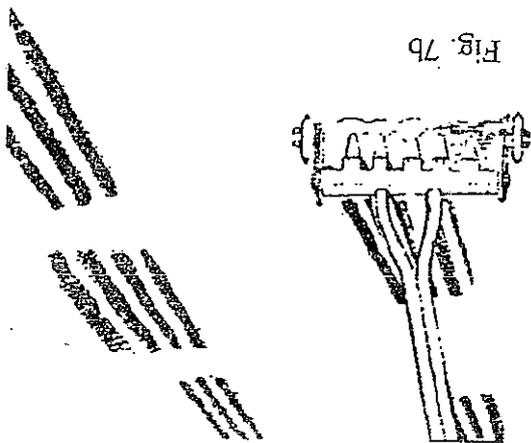


Fig. 7b

c) Embora seja apresentado zonas diferentes, o maçarico é conduzido descentrado visto que a zona central nos reforços primeiro sobe, e só depois desce.

d) Todas as zonas descem muito acentuadamente de ambos os lados do reforço. O reforço sobressai nitidamente. E conveniente aquecer só com uma chama precisamente em frente do reforço.

e) A zona do centro não apresenta qualquer deformação, mantendo a posição horizontal. Apesar disso, deve conduzir-se o maçarico descentrado. É necessário observar como se comporta a zona horizontal sob a acção do calor. Caso a chapa desça deve continuar-se, centrando imediatamente o maçarico (com a chama central em frente ao reforço). A rectificação dos reforços deve-se estender numa superfície tão grande quanto possível no convés ou divisórias para que as trajectórias de calor não permitam a contracção.

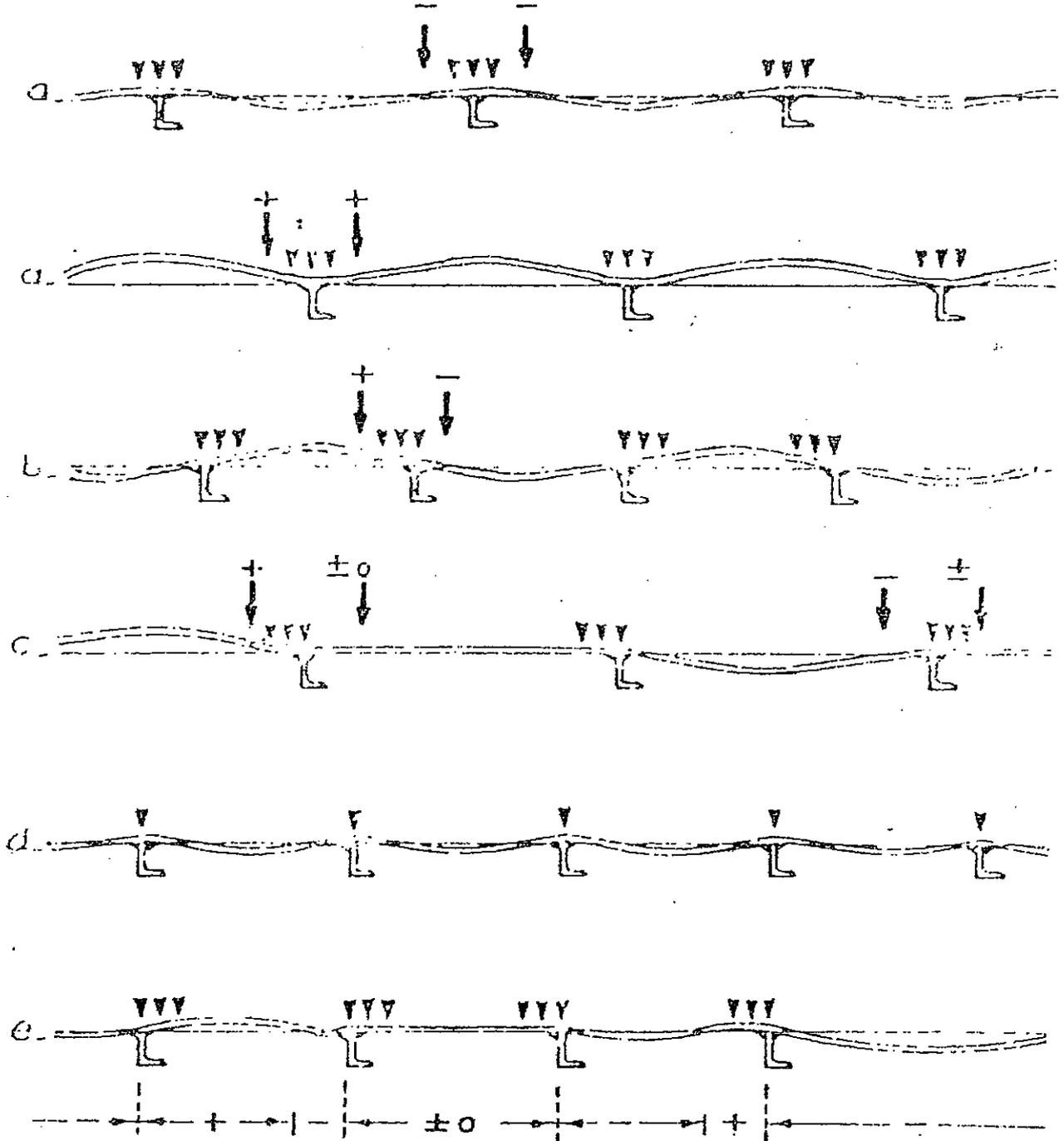
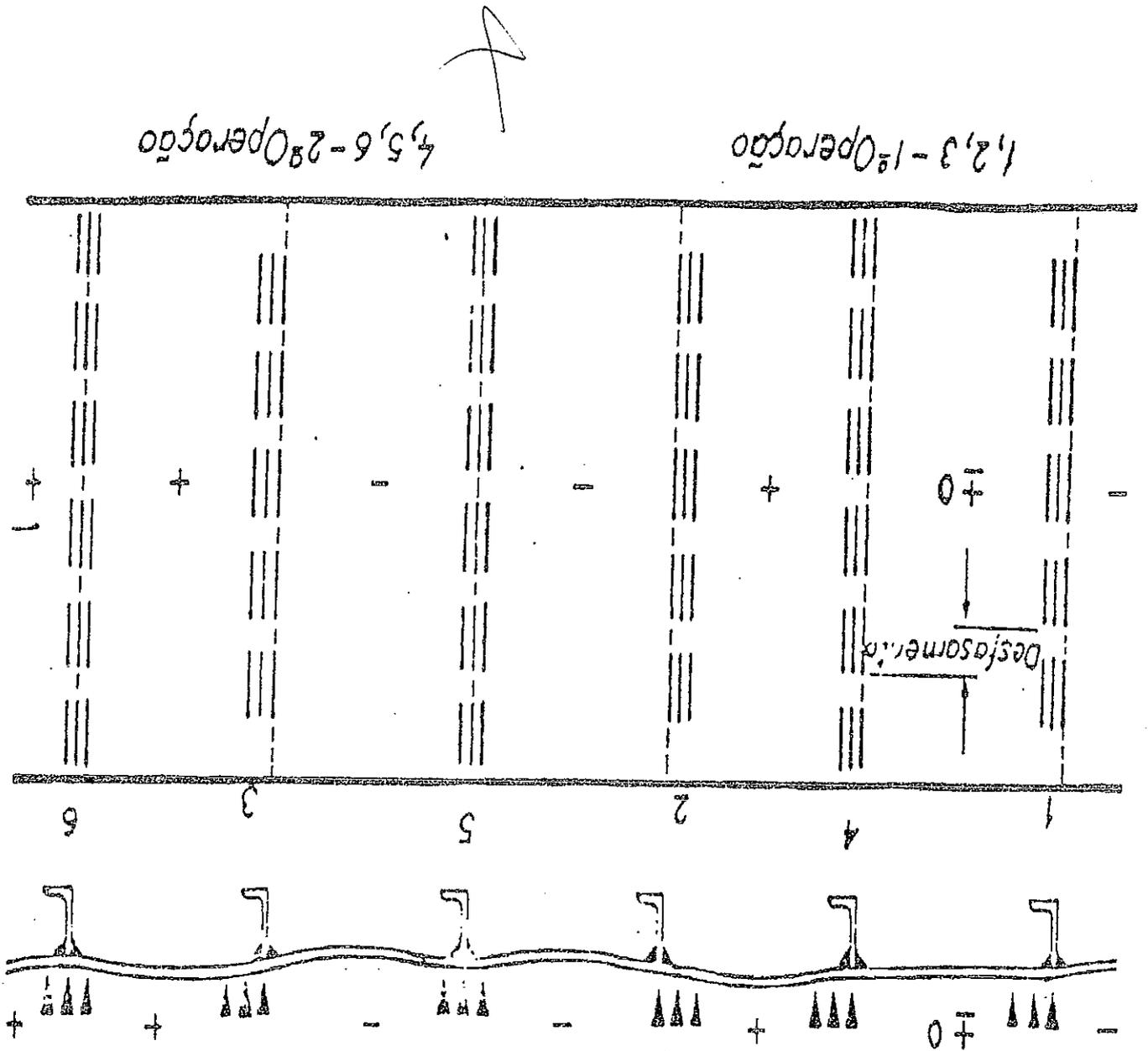


figura 8.1

Figura 8.1a - Sequência de trabalho adequada



A sequência de calores correcta pode ser vista na Fig. 8.1a.
 Na 1ª fase do trabalho são dadas as vias de calor 1; 2; 3 sendo assim trabalhados alternadamente.
 Na 2ª fase são dadas as vias de calor 4; 5; 6.

8.2 - Depois desempenar os reforços actua-se nas zonas entre estes

Depois de se rectificarem os reforços, actua-se sobre os empenos existentes ; entre reforços. No convés são primeiramente, aquecidas as zonas abaulada para cima.

Desempena-se os pequenos abaulamentos e depois os grandes. Também aqui se devem observar determinadas regras. Em cada zona não devem aplicar-se de entrada mais do que 2 a 3 calores. Os primeiros calores são aplicados precisamente a meio do abaulamento. Deve trabalhar-se uma superfície tão grande quanto possível, de uma só vez. Os calores devem ser aplicados nessa superfície de maneira a não se estorvarem uns aos outros. Também para isso seguem alguns exemplos:

Primeiramente aplicam-se 2 a 3 calores numa zona (Fig.8.2). Quando esses locais aquecidos estiverem arrefecidos, pode aplicar-se mais vias de calor no seu prolongamento (designando por 2- fase).

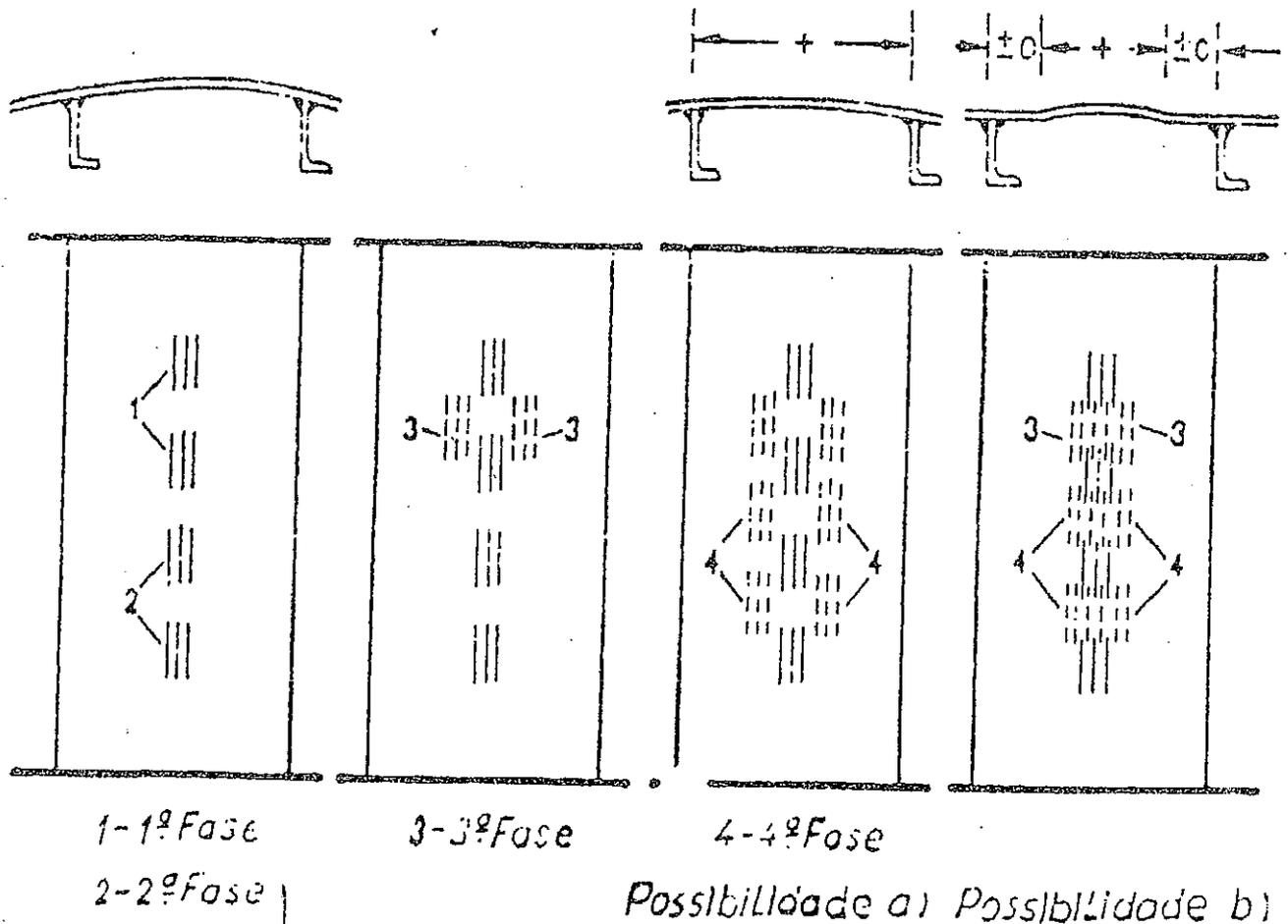


figura 8.2

É importante que só se aplicam novos calores, quando os anteriores tiverem arrefecido a temperatura ambiente. Se os calores na zona central não forem suficientes para eliminar a deformação, serão aplicadas vias laterais dispersadas. Se o abaulamento se distribuir uniformemente por toda a zona, os calores laterais são aplicados de acordo cora a possibilidade a) .

Se o abaulamento for mais limitado ao centro deve dispor-se os calores laterais intercalados com os centrais, conforme possibilidades b) .

Por vezes e necessário que as trajetórias de calor sejam batidas com o martelo de madeira ou com o assentador quadrado. Esta pancada será feita a temperatura ambiente não tendo, para não provocar empolamento.

Após ter-se desempenado todos os abaulamentos para cima, no caso do convés, ou para fora, no caso das paredes, verificar-se-á que muitas zonas que anteriormente estavam deformadas para baixo ou para dentro se tornaram planas como se tivessem sido esticadas.

No caso das divisórias os abaulamentos ainda existentes devem ser desempenados por dentro. Aqui procede-se da mesma maneira como anteriormente descrito. As trajetórias de calor serão aplicadas segundo a mesma sequência e modelo. Para desempenar zonas nos quais por exemplo, a parte superior sai para fora e a parte inferior esta recolhida para dentro, então trabalha-se segundo a sequência indicada na Fig. 8.2a.

Primeiro é desempenar a parte deformada para fora da anteparo e precisamente do lado de fora (fases de trabalho designadas por 1 e 2). A parte metida para dentro também tem de ser desempenada a partir do interior (fases de trabalho designadas por 3; 4 e 5).

Verifica-se nas figuras que as trajetórias de calor introduzidas no exterior (1 e 2 e do interior (3; 4 e 5) formam um modelo comum.

Para cada caso tem de se decidir se os últimos calores (5 - fase de trabalho) que se encontra na zona de transição de + e -, são aplicados pelo interior ou pelo exterior. Além disso, o magarico na 5-fase deve ser movimentado na direcção indicada (na figura para cima).

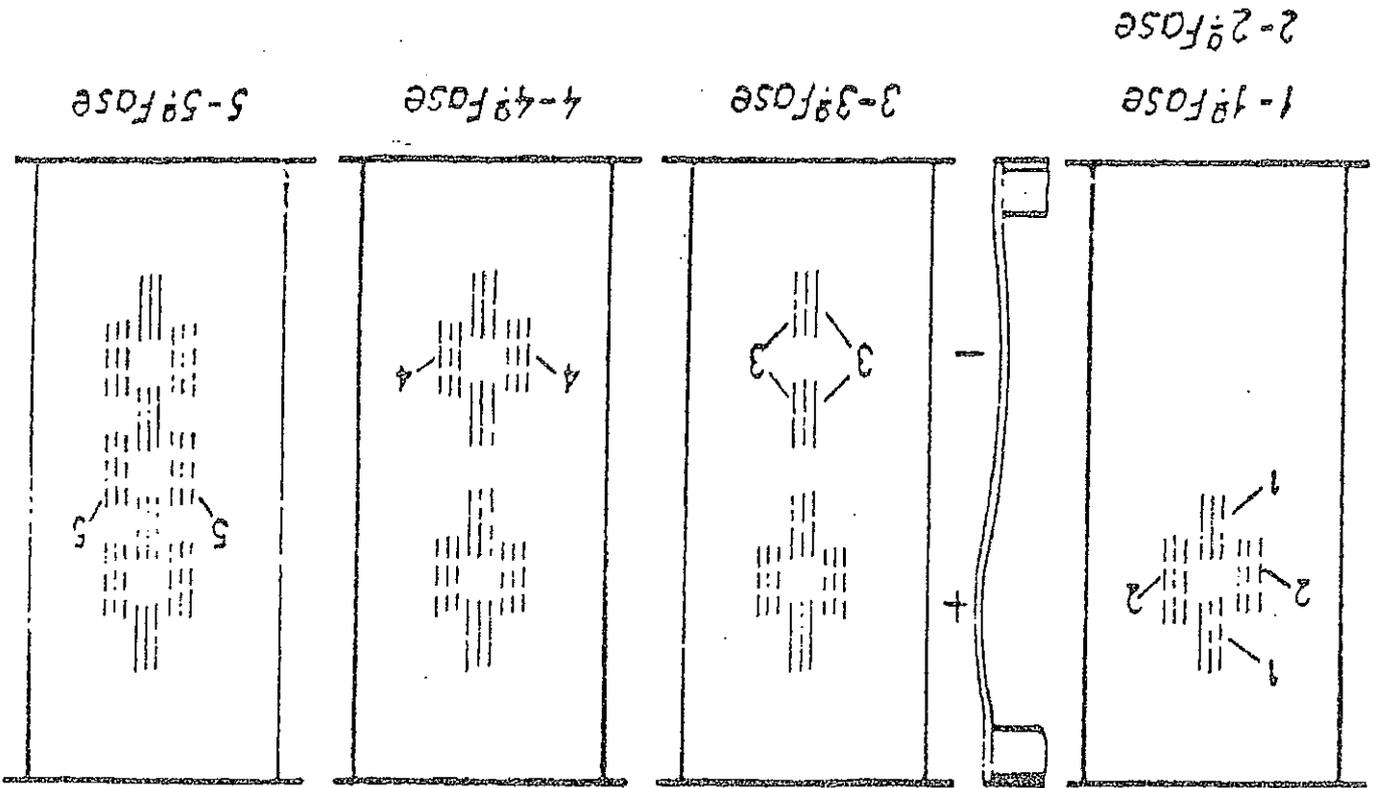


figura 8.2a

Aplicam-se os calores do lado do fora e o magarico deve ser conduzido em sentido oposto. No convés as zonas deformadas para dentro são enformadas para cima tanto quanto possível por meio de guincho e depois trabalhadas como as superfícies anteriormente elevadas.

Se a aplicação dum guincho não for possível a zona deve ser levantada por meio de grampas ou dispositivos semelhantes. Na prática, porém, os empenos das peças de construção são muito diferentes, dependendo do método de trabalho na pré-montagem, da sequência e método de soldadura.

As vezes, são necessários desvios deste esquema que conduzem a bons resultados no caso de se fazerem raciocínios correctos.

8.3 - Rectificações repetidas no caso de grandes abaulamentos

Se depois da primeira rectificação o abaulamento ainda for muito elevado, então podem introduzir-se mais uma vez as mesmas trajectórias de calor. Aqui o maçarico deve ser desviado uma meia largura da chama no sentido do centro da zona (abaulamento), conforme figura 8.3 .

Também aqui se deve, considerar que as trajectórias de calor isoladas são interrompidas com determinados intervalos a fim de impedir uma deformação por flexão do reforço.

Se existir um reforço mais saliente do que os outros, então todo o comprimento do reforço deverá ser percorrido sem interrupção. Deste modo pretende-se conscientemente conseguir reduzir o seu comprimento.

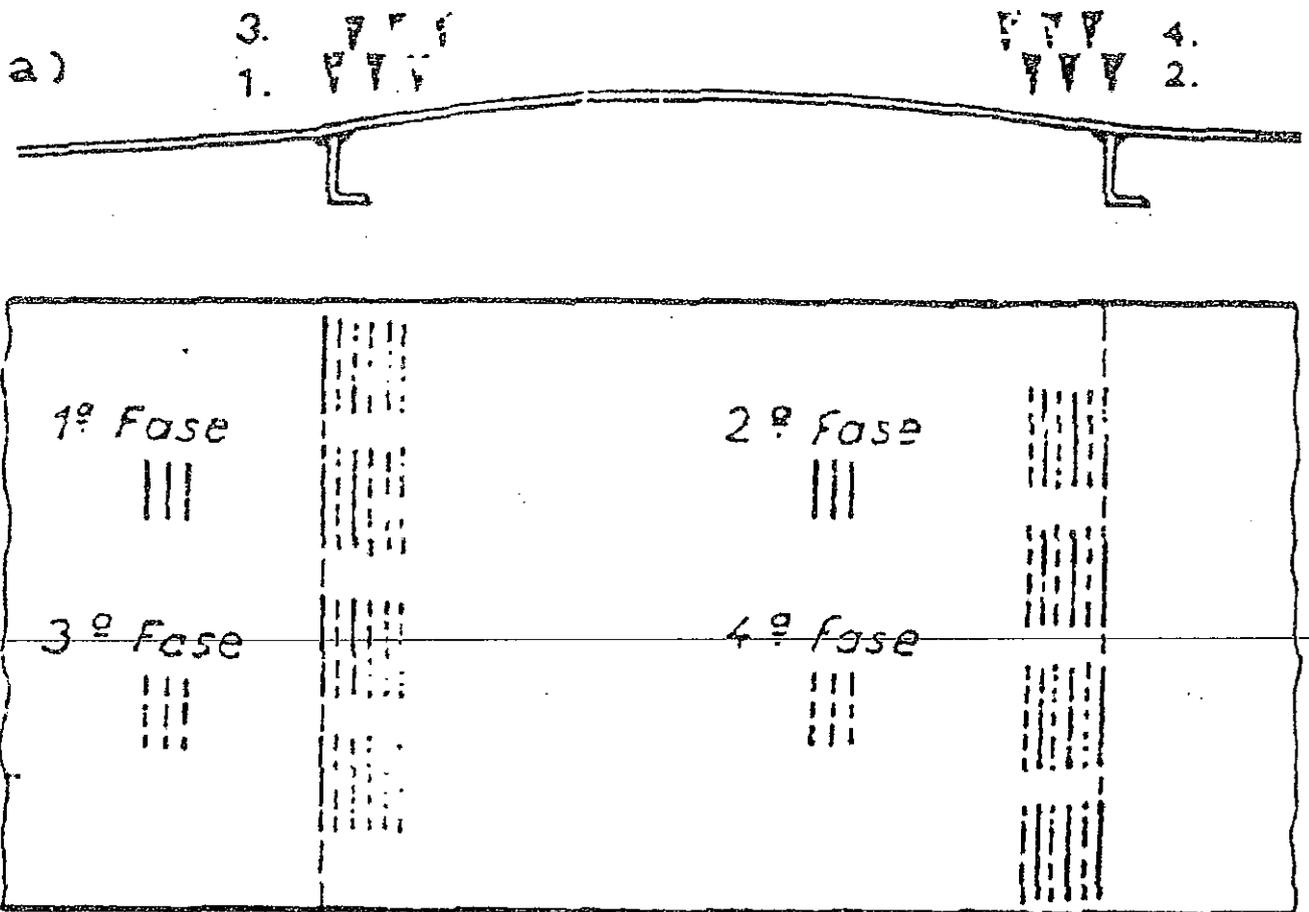


Figura 8.3 – Desempeno repetido em caso de abaulamentos grandes

Ao mudar-se a chama deve no entanto reparar-se com que forma ficou a chapa na zona das primeiras trajectórias de calor após o arrefecimento.

Nem todas as trajectórias de calor são próprias para uma rectificação repetida, mesmo quando a zona ainda está elevada.

9 - TRABALHOS DE DESEMPENO POR MEIO DE CALORES NA PRE-MONTAGEM E EM ESTRUTURAS SEPARADAS

O desempenho à chama só condicionalmente pode ser empregado na pré-montagem. É preciso partir sempre da ideia de que desempenar é equivalente a sujeitar a tensões. Mas uma peça só pode ser submetida a tensões se o estiver ancorada num encastramento fixo e, portanto não se poder mover livremente ou deformar livremente sob a influência de calor.

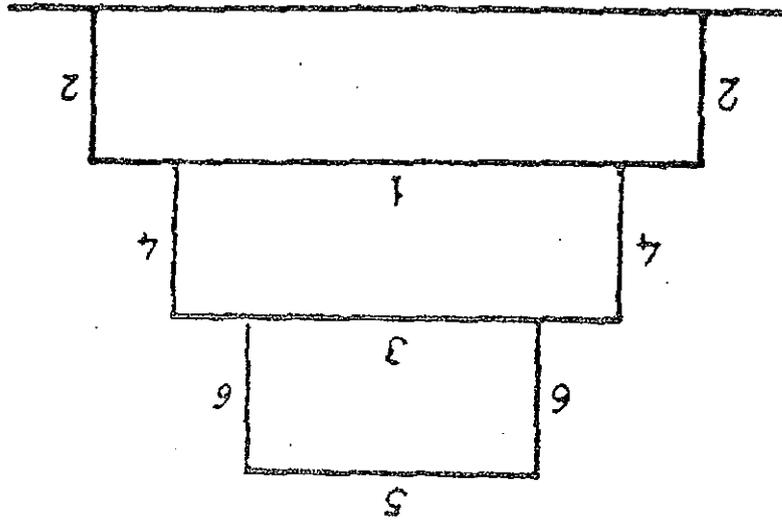
Se apesar de tudo, por razões tecnológicas de acabamento, se quiser desempenar, então terá de se empregar um aperto artificial por meio de reforços correspondentes, na maioria das vezes colocadas na face exterior. Isso implica material e tempo de trabalho suplementar, mas traz grandes vantagens quanto ao tempo total de construção.

Este método de trabalho que ganha tempo no aprestamento só é possível, se fixarem em toda a volta, reforços sólidos as chapas superiores, as quais na construção naval, estão soldadas ao convés. Também anteparas existentes tem que ser armadas com reforços. Passa-se, cada vez mais, a aplicar os reforços suplementares também do lado interior, de tal modo que possam mais tarde ser tapados pelo revestimento interior e não tenham, portanto, que ser retrados.

Além das condições mencionadas é preciso observar as regras básicas seguintes, para obter sucessos no desempenho à chama, na construção naval.

- 1-Desempenar primeiro o convés e depois as paredes situadas por baixo (Fig. 9)
- 2-Os trabalhos de desempenho começam em baixo e continua para cima em sequência lógica.
- 3-Desempenar somente, quando os trabalhos de soldadura estiverem concluídos.

Figura 9 - Sequência no desempenho Superestrutura



10 - MEDIÇÕES E TOLERÂNCIAS

Toda a estrutura soldada empena durante a sua construção. O maior ou menor empeno está directamente relacionado com a correcção das precauções que forem tomadas. É, assim, fácil de compreender que apenas foram trabalhados de desempenho aquelas cujas deformações permanentes, devidamente qualificadas, ultrapassem as tolerâncias admitidas.

As tolerâncias são tanto mais apertadas quanto menor é a dimensão dos navios em construção e, portanto, menor é o módulo de flexão dos elementos estruturais, verifica-se que é nos navios de menor dimensão e no mesmo navio nas estruturas mais frágeis que os trabalhadores de desempenho têm maior relevância. Está assim, perfeitamente justificada a razão pela qual é especialmente nos estaleiros onde se constroem navios de pequena e média tonelagem que os conhecimentos de desempenho se encontram mais avançados.

A título de exemplo são apresentadas as tabelas das tolerâncias admitidas para alguns tipos de navios. Para a quantificação do empeno usam-se réguas de madeira, fios de fibra ou de aço e fitas metálicas, e anota-se nos diversos pontos se a chapa empenou para fora (+) ou para dentro (-), conforme se mostra na fig. 10.

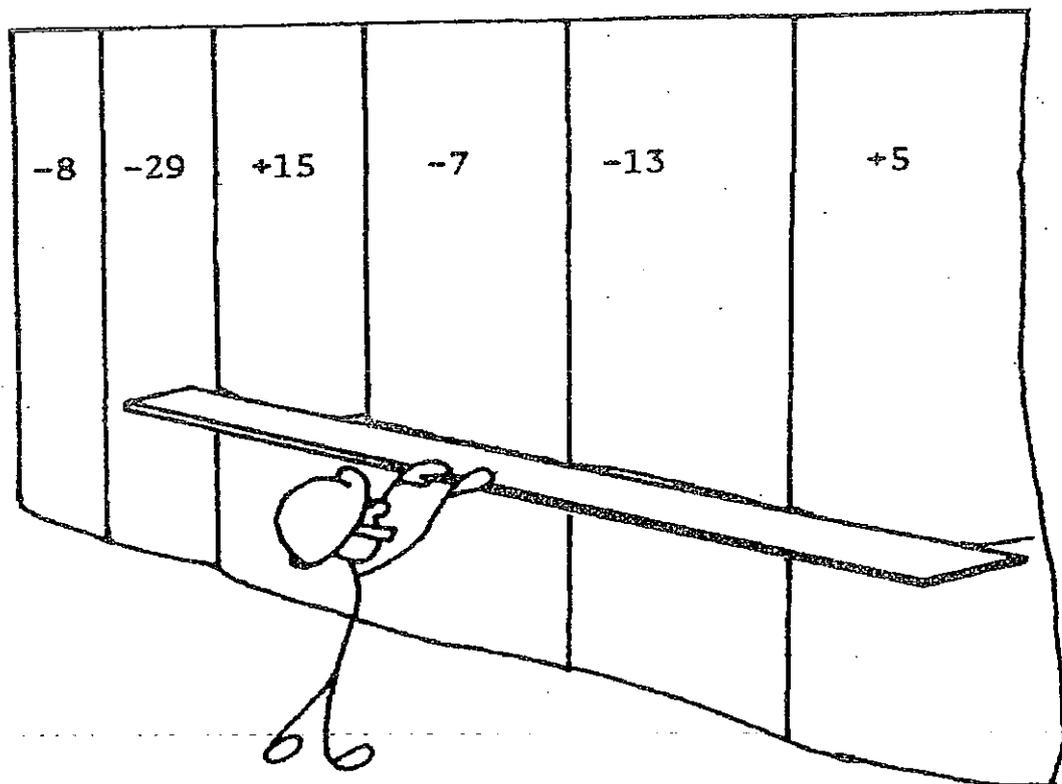


Figura 10 - Medições e tolerâncias

FLECHA EM MM ADMISSIVEL NOS EMPENOS DOS PAVIMENTOS										
Espessura da chapa em (mm)	Afastamento entre reforços (mm)									
		5	6	7	8	9	10	11	12	13
450	3	3	3	3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
500	4.5	3	3	3	3	3	1.5	1.5	1.5	1.5
550	4.5	4.5	4.5	3	3	3	3	3	3	1.5
600	6	4.5	4.5	4.5	4.5	3	3	3	3	3
650	6	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5	3	3	3
700	9.5	6	6	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
750	9.5	9.5	9.5	9.5	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5
800	9.5	9.5	9.5	6	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5
850	12.5	9.5	9.5	6	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5
900	12.5	9.5	9.5	6	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5
950	12.5	12.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	6	6	6
1000	12.5	12.5	12.5	12.5	9.5	9.5	9.5	9.5	6	6

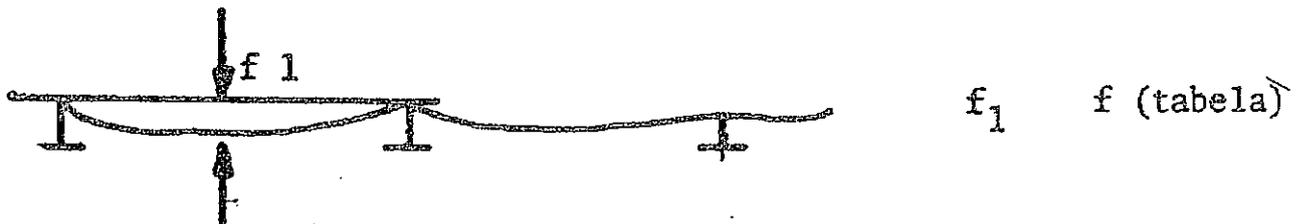
FLECHA EM MM ADMISSÍVEL NOS EMPENOS DE ANTEPARAS E DIVISÓRIAS												
Espessura da chapa em (mm)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Afastamento entre reforços (mm)											
450	8	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
500	9.5	8	6	6	6	6	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5
550	9.5	8	8	8	6	6	6	6	6	6	6	4.5
600	11	9.5	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6
650	11	9.5	9.5	8	8	8	8	8	6	6	6	6
700	11	11	9.5	9.5	8	8	8	8	8	8	6	6
750	12.5	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	8	8	8	6
800	12.5	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	8	8	8
850	12.5	12.5	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	8	8
900	12.5	12.5	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	8	8
950	12.5	12.5	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	8
1000	12.5	12.5	11	11	11	11	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5

FLECHA EM MM ADMISSIVEL NOS EMPENOS DO COSTADO E FUNDO												
Espessura da chapa em (mm)	Afastamento entre reforços (mm)											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
450	6	6	4.5	4.5	4.5	3	3	3	3	3	3	3
500	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5	3	3	3	3	3	3
550	7.5	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3	3	3
600	7.5	7.5	7.5	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
650	9.5	7.5	7.5	6	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
700	9.5	9.5	9.5	7.5	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
750	12.5	9.5	9.5	9.5	7.5	7.5	6	6	4.5	4.5	4.5	4.5
800	12.5	9.5	9.5	9.5	7.5	7.5	6	6	6	4.5	4.5	4.5
850	12.5	12.5	12.5	9.5	7.5	7.5	6	6	6	6	6	6
900	12.5	12.5	12.5	12.5	9.5	7.5	6	6	6	6	6	6
950	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	9.5	7.5	6	6	6	6	6

Os empenos são medidos através da menor dimensão do painel

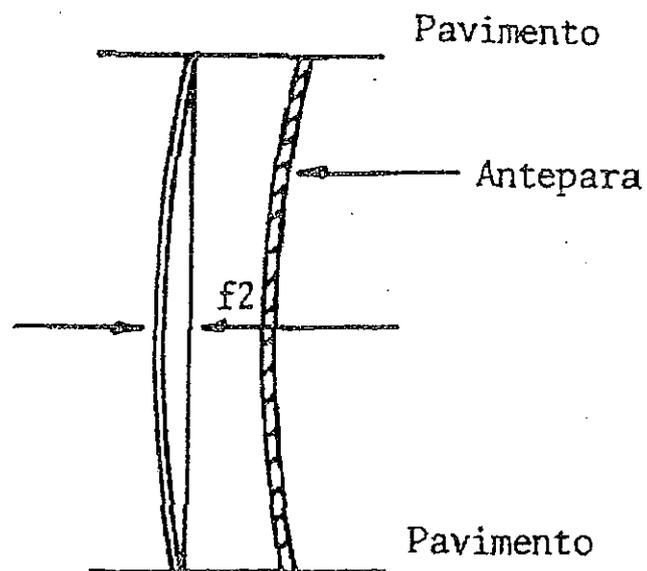
Assim, no caso das de uma antepara, o valor (f) dada pela tabela terá que ser menor ou igual à flecha entre montantes.

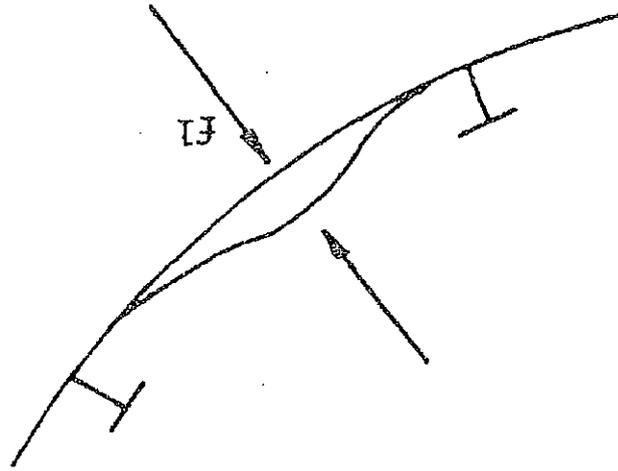
Exemplo:



Também para os montantes a flecha admissível terá de ser menor ou igual ao mesmo valor da tabela

Exemplo:





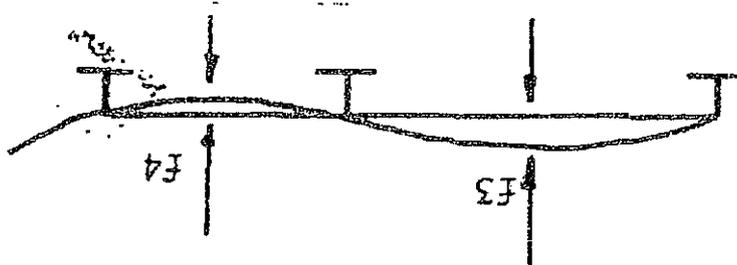
Exemplo:

Para o costado e fundo o valor indicado na tabela sera a diferença máxima admissivel entre a posição da chapa e a linha do tragado teorica. Este valor poder-se-a verificar, nas Construções com uma cerca da Sala de Risco e nas Reparções com uma cerca tirada ao outro bordo.



Exemplo:

Para pavimentos com flecha o empeno deve ser verificado, no sentido transversal, com uma régua de flechas. No sentido longitudinal só se o tozado for apreciável e que se justificara uma régua de tozados, caso contrario utilizaremos uma simples régua como nas anteparas e divisórias.



Exemplo:

São também admissíveis flechas com sentidos opostos desde que não ultrapassem o valor da tabela.

Bibliografia

Curso de Desempeno a Calores (SETENAVE)

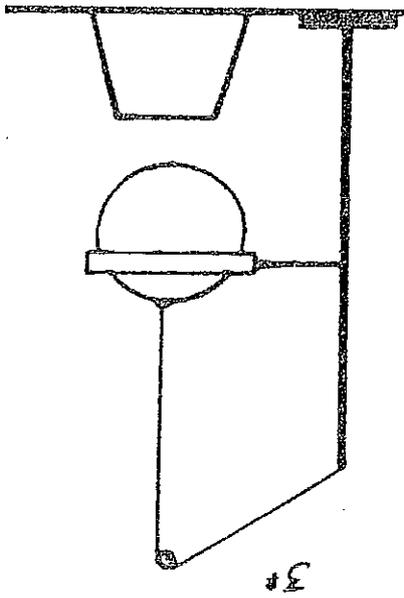
Guia Prático de Desempeno por Chama

Curso de Soldadura Eléctrica Manual (Lisnave nível B)

http://www.twi.co.uk/professional/protected/band_3/jk37.html

http://www.linde.pt/international/web/ig/pt/likegpt.nsf/docbyalias/ind_met_desempeno

António Macedo Trindade



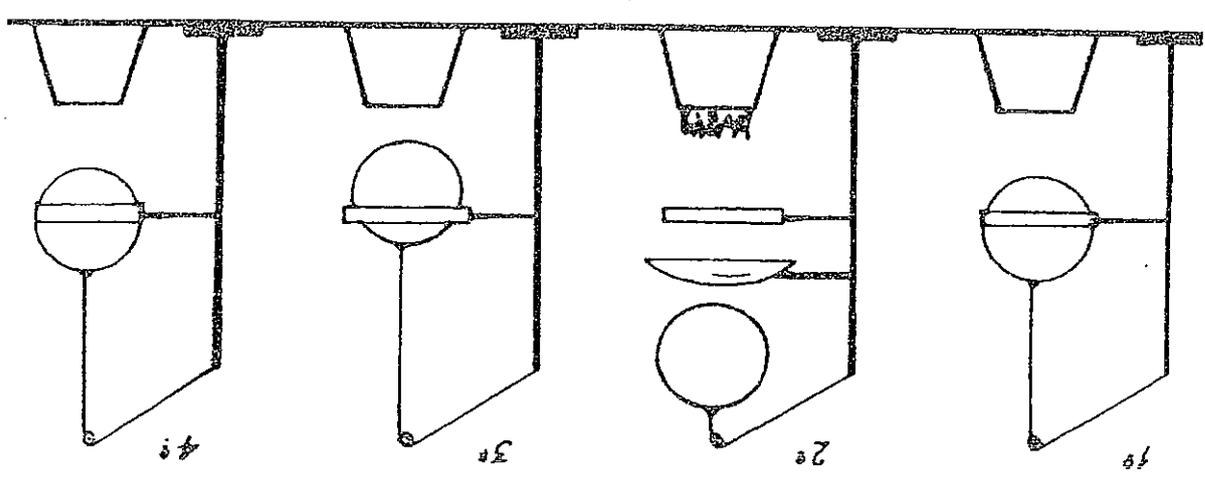
PREVENÇÃO DAS DEFORMAÇÕES

DESEMPENO

ÍNDICE	Págs
1 – CONTRACÇÕES E EMPENOS PROVOCADOS PELA SOLDADURA	2
2 – DEFORMAÇÕES PROVOCADAS PELA SOLDADURA	3
2.1- Contração longitudinal	4
2.2 - Contração transversal	4
2.3 - Deformação angular	4
2.4 – Arqueamento	5
2.5 - Outras causas de deformação	6
a - Fixação das peças	6
b - Tensões inerentes ao metal base	6
c - Propriedades do metal base	7
3 - PREVENÇÃO DAS DEFORMAÇÕES	7
3.1- Projecto	7
3.1.1 - Juntas topo a topo	7
a - Contração transversal	8
b – Deformação angular	8
3.1.2 - Juntas sobrepostas	10
3.2 - Exactidão na manufactura	11
a - Procedimento na soldadura a fim de evitar deformações	11
b - Processo de soldadura	11
c- Tipo e diâmetro do eléctrodo	12
d - Número e sequência dos cordões	12
e - Dimensão do depósito e posição de soldadura	13
f- Corrente e velocidade de soldadura	14
g- Sequência e técnica de soldadura	14
h - Soldadura descontínua	15
i - Soldadura Descontínua em Juntas Sobrepostas	16
j - Soldadura em Bloco	16
l- Sequência Geral de Soldadura – Remendo do Tipo Rectangular	17
m - Sequência de Execução da Soldadura de Cada Junta	18
n - Soldaduras Simétricas Simultâneas	19
4 -TEMPERATURA INICIAL	20
Bibliografia	21

I - CONTRACÇÕES E EMPENOS PROVOCADOS PELA SOLDADURA

Façamos a seguinte experiência.



1º. Uma esfera metálica fria não passa através de um anel também metálico.

2º. Protegendo a esfera de aquecimento, aquecemos o anel.

3º. A esfera fria, passa agora bem através do anel quente.

4º. Deixando arrefecer o anel, voltamos à situação inicial, isto é, a esfera não passa através do anel.

Podemos concluir que, quando aquecemos um metal este dilata, isto é, aumenta de volume; arrefecer volta as suas dimensões primitivas. Se elevarmos a 600 °C a temperatura de uma barra de aço com 1 metro de comprimento, a mesma sofrerá uma dilatação. O seu comprimento, largura e altura aumentarão. Os efeitos serão contudo mais sensíveis no comprimento da barra que passara de 1 metro para 1 metro e 9 milímetros.

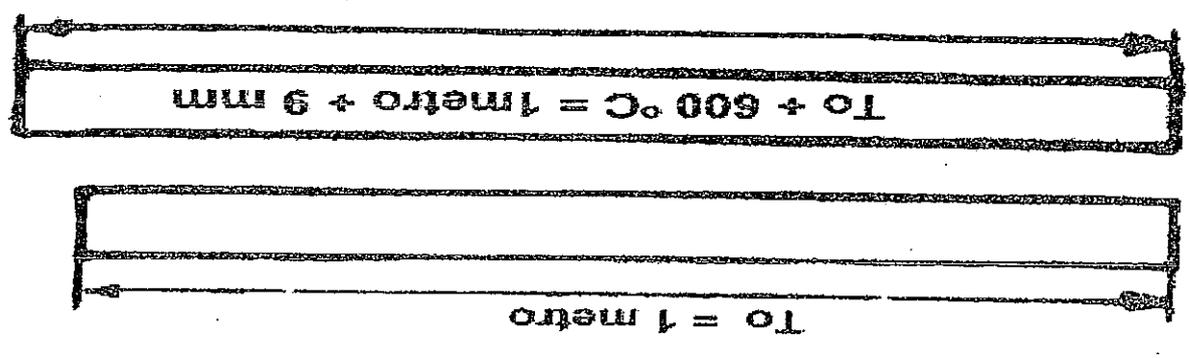


Figura I

Suponhamos agora que a mesma barra de 1 metro se encontra rigidamente fixada pelos extremos.

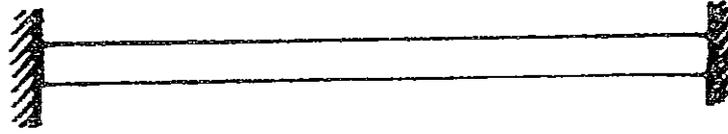


Figura 2

Se elevarmos a sua temperatura em 600° centígrados, como reagirá a barra?

À medida que for sendo aquecida vai dilatando. Como está travada no sentido longitudinal exercerá, à medida que a temperatura se eleva, uma pressão cada vez maior nas paredes que a fixam.

Se as paredes não cederem, a essa pressão, a barra terá tendência a encurvar.

Ao arrefecer, a barra contrair-se-á livremente, mas se na fase do aquecimento a temperatura tiver atingido um certo nível, a barra manterá a forma encurvada que adquiriu durante o aquecimento.

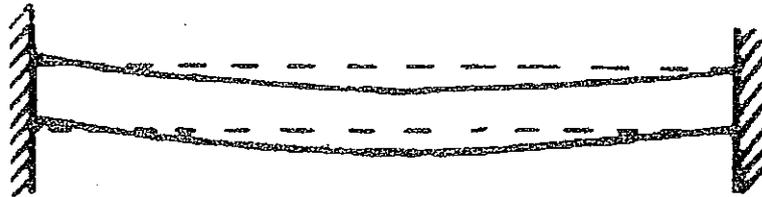


Figura 3

Podemos, pois, concluir que:

1º. - Quando as peças são aquecidas uniformemente e têm completa liberdade de se expandirem em todas as direcções, voltam sempre á forma inicial após o arrefecimento.

2º. - Quando as peças não são aquecidas uniformemente ou não têm possibilidade de se dilatarem ou contraírem livremente, para além de uma certa temperatura, aparecerão sempre deformações após o arrefecimento.

2 – DEFORMAÇÕES PROVOCADAS PELA SOLDADURA

Na execução de uma soldadura, a peça pode apresentar os seguintes tipos principais de deformações:

- Contração longitudinal;
- Contração transversal;
- Deformação angular;
- Arqueamento; (principalmente em peças de pequena espessura).

O maior ou menor grau de cada uma destas deformações depende de vários factores, dos quais o mais importante é, sem dúvida, o facto de o calor desenvolvido durante o processo da soldadura não ser uniformemente distribuído pela peça. Quando se executa um cordão de soldadura, além de se depositar material em fusão (material no máximo de dilatação), vai-se fundir os bordos da junta da soldadura, originando uma zona fortemente aquecida. Durante o arrefecimento o material contrai-se criando assim tensões de contração que levam à deformação do material.

2.1 - Contração longitudinal

Esta deformação é provocada pela contração no sentido longitudinal (sentido da soldadura durante o arrefecimento.

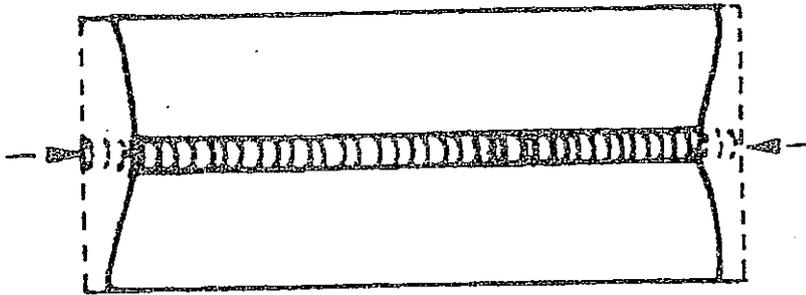


Figura 4

2.2 - Contração transversal

De forma idêntica à contração longitudinal, a contração transversal é provocada pela contração do cordão mas no sentido transversal, isto é, perpendicular ao sentido da soldadura.

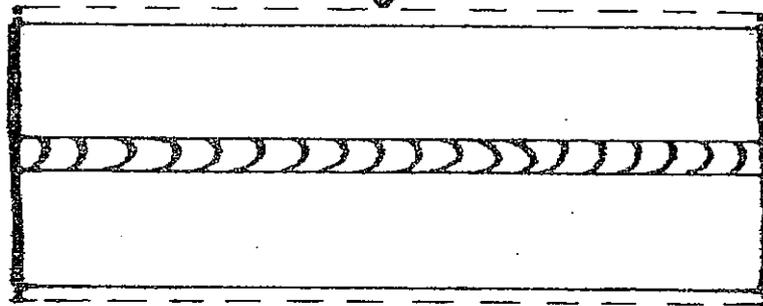


Figura 5

2.3 - Deformação angular

Esta deformação é provocada pela contração não uniforme do cordão em toda a sua espessura. Consideremos o exemplo de uma junta em V. A quantidade de material depositado à superfície é muito maior que na raiz. Consequentemente, os efeitos da contração, devido ao arrefecimento do metal fundido, serão maiores à superfície que na raiz.



Figura 6

2.4 - Arqueamento

Este efeito não é tão notável como os anteriores. Corresponde ao arqueamento do cordão de soldadura ao longo da junta.

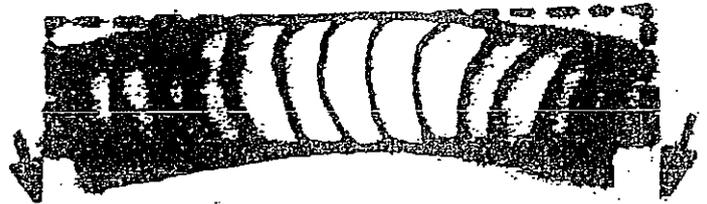


Figura 7

Numa soldadura com um metro de comprimento numa chapa de 4 mm, verificou-se experimentalmente nas oficinas, do Centro de Formação uma flecha da ordem dos 3 a 4 mm.

Esta deformação nada mais é do que um caso particular da deformação longitudinal. Recordemos o princípio desta deformação.

Como normalmente a superfície superior recebe maior quantidade de calor que a superfície inferior verifica-se que, para além do encolhimento longitudinal da peça, há um ligeiro encurvamento.

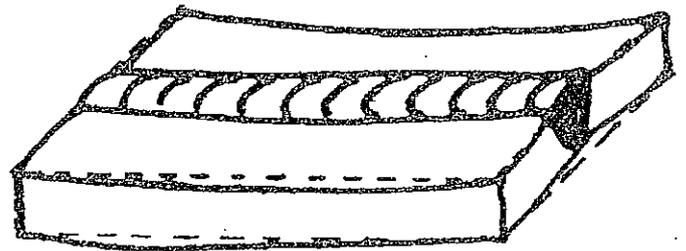
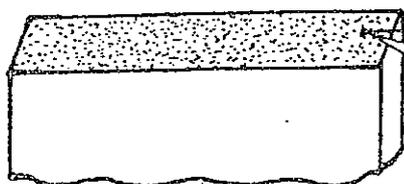


Figura 8



Zona Aquecida

Imaginemos agora que o calor é fornecido a uma chapa no topo.

O raciocínio que nos conduziu deformação longitudinal leva-nos agora a esperar que a chapa apresente uma deformação semelhante á da figura.

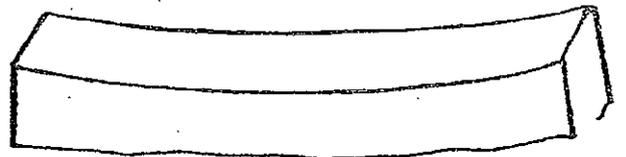


Figura 9

Podemos então concluir que, sempre que executamos uma soldadura que não seja coincidente com o eixo de simetria da peça (longitudinal ou transversal) será de esperar uma deformação do tipo "arqueamento".

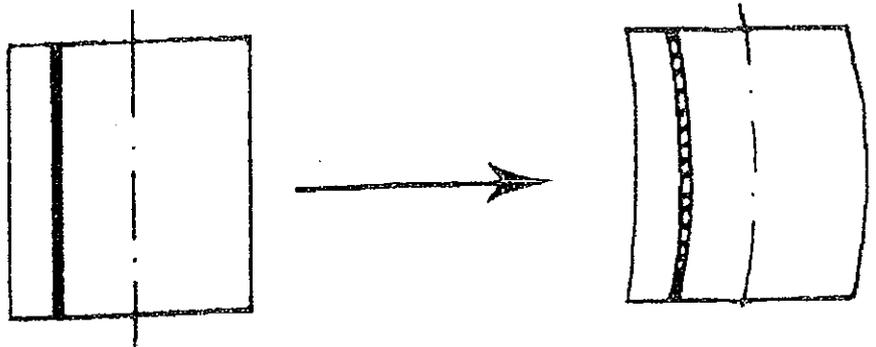


Figura 10

Antes mesmo de ser soldado, o material já apresenta tensões. Essas tensões são devidas ao processos de fabricação anteriores à soldadura, tais como: a laminação, corte mecânico (guilhotina), enformação, corte oxiacetilénico, etc. As grandezas destas tensões dependem da severidade do processo utilizado no trabalho anterior. O calor aplicado durante a soldadura tende a aliviar o material destas tensões. Algumas vezes estas tensões somam-se às tensões da soldadura, outras vezes opõem-se. A deformação final será sempre o resultado destes dois tipos de deformação.

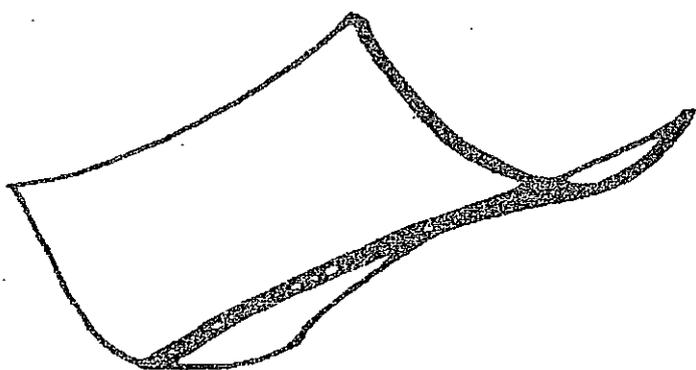
b - Tensões inerentes ao metal base

problema é mais grave quando se trata material com grossas secções. A fixação ou prisão das peças durante a soldadura como meio de controlar as deformações da soldadura são aceitáveis dentro de certos limites. Um aumento da rigidez na fixação das peças para além de certos limites pode levar o material depositado ou o material base a abrir fendas. Este

deformar-se-ão livremente o que corresponde de certa maneira a um alívio de tensões. Se não é aplicado qualquer travamento as peças a soldar durante a soldadura e arrefecimento, estas

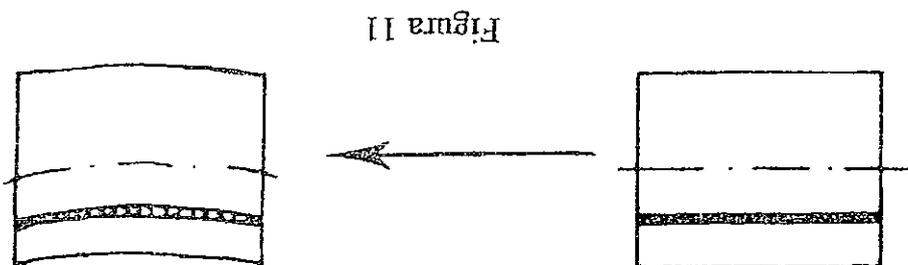
a - Fixação das peças

Embora tenhamos responsabilizado o calor pelas deformações anteriormente referidas, existem outras causas, eventualmente importantes, da deformação das peças soldadas. Destas referir-nos-emos muito brevemente à fixação das peças, às tensões inerentes ao metal base e as propriedades do metal base.



Normalmente nunca aparece um só tipo de deformação, mas os vários tipos simultaneamente. Pode, contudo, um ser mais evidente do que os outros.

2.5 - Outras causas de deformação



Este arqueamento será tanto maior quanto menor for a espessura da chapa.

Um exemplo:

Uma chapa encurvada na calandra tende a retomar a forma plana quando as tensões provocadas pela calandra são aliviadas localmente pelo calor da soldadura.

c - Propriedades do metal base

Os diversos metais têm diferentes coeficientes de dilatação. Os diferentes valores dos coeficientes de dilatação do metal base e do metal de adição contribuem para a maior ou menor deformação do conjunto soldado.

Um conjunto em aço inox, por exemplo, apresenta sempre maior deformação do que equivalente conjunto em aço macio, devido ao facto do coeficiente de dilatação do aço inox ser superior ao do aço macio (para uma mesma quantidade de calor o aço inox dilata-se mais que o aço macio).

3 - PREVENÇÃO DAS DEFORMAÇÕES

O sucesso na prevenção das deformações de uma construção metálica depende principalmente da montagem e dos procedimentos de soldadura correctos, bem assim como da capacidade de se supervisionar o correcto emprego de todas as técnicas e procedimentos utilizados. Iremos ver agora algumas das precauções que devem ser tomadas desde o início do projecto até ao acabamento final.

3.1- Projecto

Numa estrutura metálica, por razões económicas torna-se vantajoso reduzir ao mínimo o número de juntas e o seu comprimento.

As juntas devem ser localizadas de forma que sejam acessíveis pontas do eléctrodo. O soldador deve ser capaz de ver claramente o seu trabalho e de o poder completar rapidamente sem necessidade de fornecer calor excessivo ao material. O operador deve ter sempre presente que à medida que as chapas diminuem de espessura os efeitos de deformação aumentam. Em estruturas leves (chapa fina) é necessário utilizar chapas conjugadas para evitar o uso de chapas com reforços.

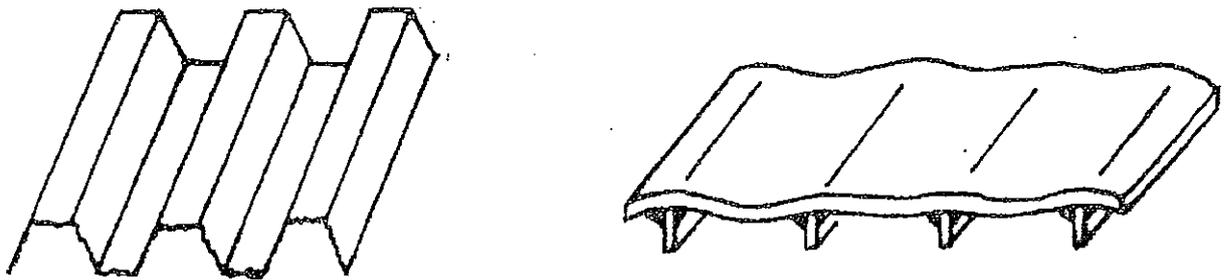
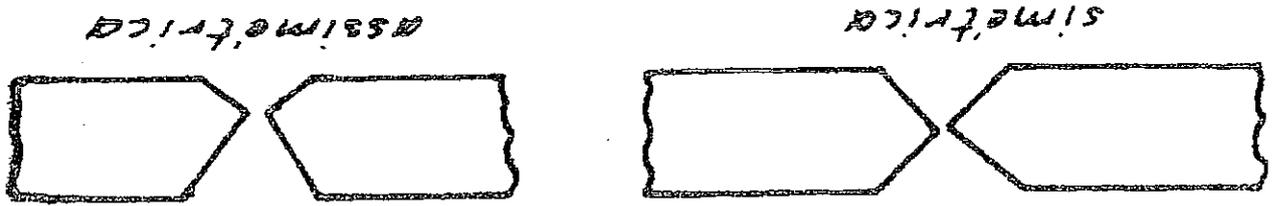


Figura 13

3.1.1 - Juntas topo a topo

Nas juntas topo a topo verificam-se normalmente todos os tipos de deformações referidos anteriormente. O tipo de chanfro utilizado desempenha um papel importante na configuração final da deformação das peças. A deformação devida à contracção longitudinal é a menos influenciada pelo tipo de chanfro utilizado, pelo que não nos referiremos a ela.

Figura 14



b - Deformação angular

Deformação - tendência	Tipo de preparação

a - Contração transversal

O valor da contração transversal depende fundamentalmente do volume do metal depositado no chanfro e, em parte, também da existência ou não de nariz na raiz.

Prevenção das deformações

Se a espessura das chapas é superior a 13-16 mm a utilização de em duplo V ou duplo U preferível na medida em que se consegue proceder a uma soldadura equilibrada. A preparação deste tipo de chanfro pode ser simétrica ou assimétrica.

Por razões económicas é vulgar usar uma preparação simples em chapas com espessuras máximas de 13-16 mm; nestes casos a soldadura não ser equilibrada e a deformação angular, para um dado número de cordões, está relacionada com o tipo de chanfro utilizado, conforme se mostra no Quadro I.

Em soldaduras multi-passes é preferível a preparação assimétrica. Neste caso, quando a soldadura é começada do lado da abertura maior, irá provocar um aumento da abertura do lado contrário. Assim, ambos os lados ficarão com secções praticamente iguais, tornando a soldadura equilibrada.

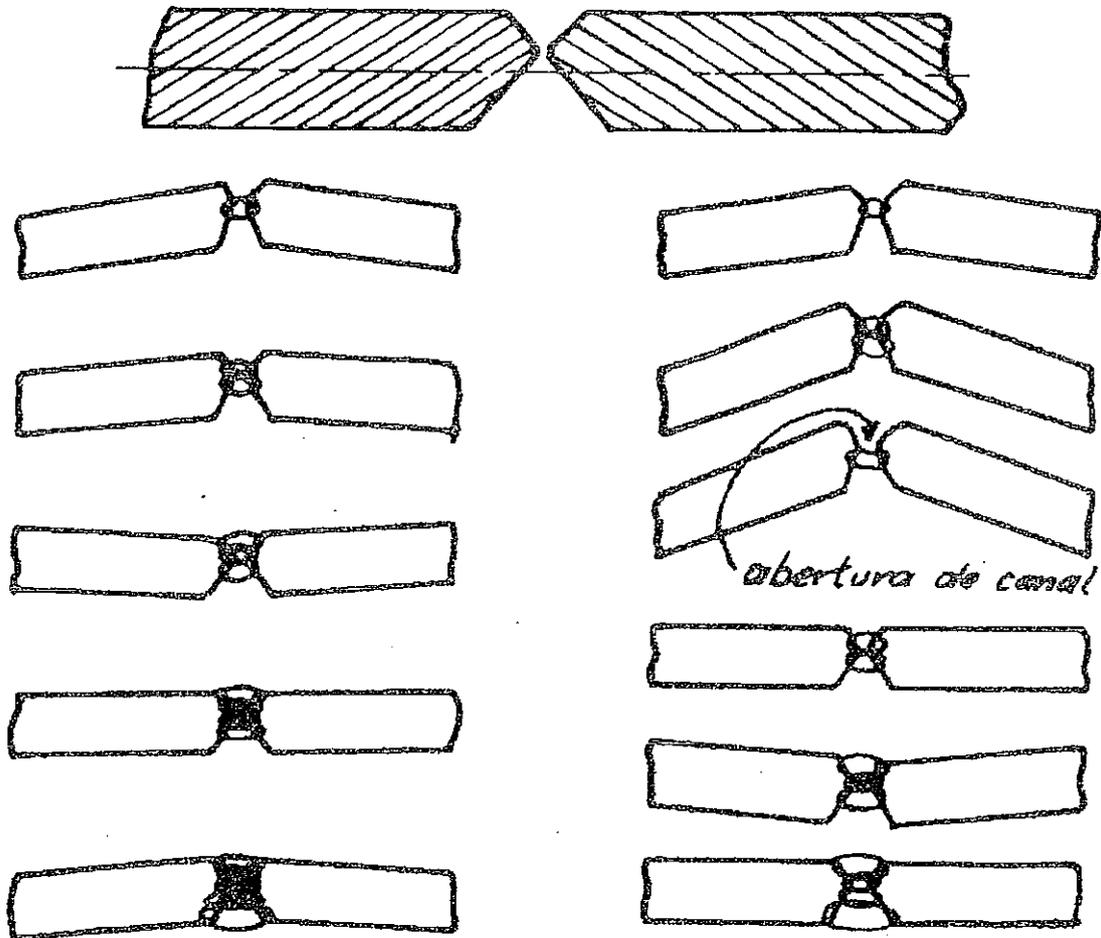


Figura 15

Se a soldadura de um dos lados do chanfro for executada primeiro que a outra, a contração do metal de soldadura do outro lado terá de exercer uma força suficientemente grande para anular a deformação causada pela soldadura no primeiro lado.

Uma preparação simétrica em U ou V é satisfatória quando o primeiro cordão não recebe depois nenhuma abertura de canal de confirmação, quando são utilizadas penetrações parciais ou quando a soldadura pode ser feita simultaneamente dos dois lados, por dois soldadores.

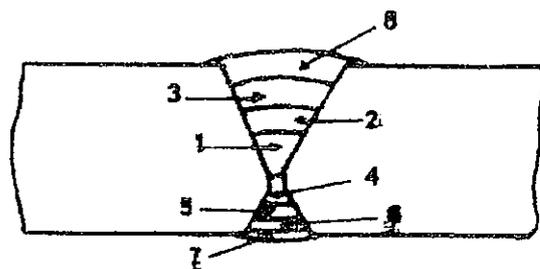
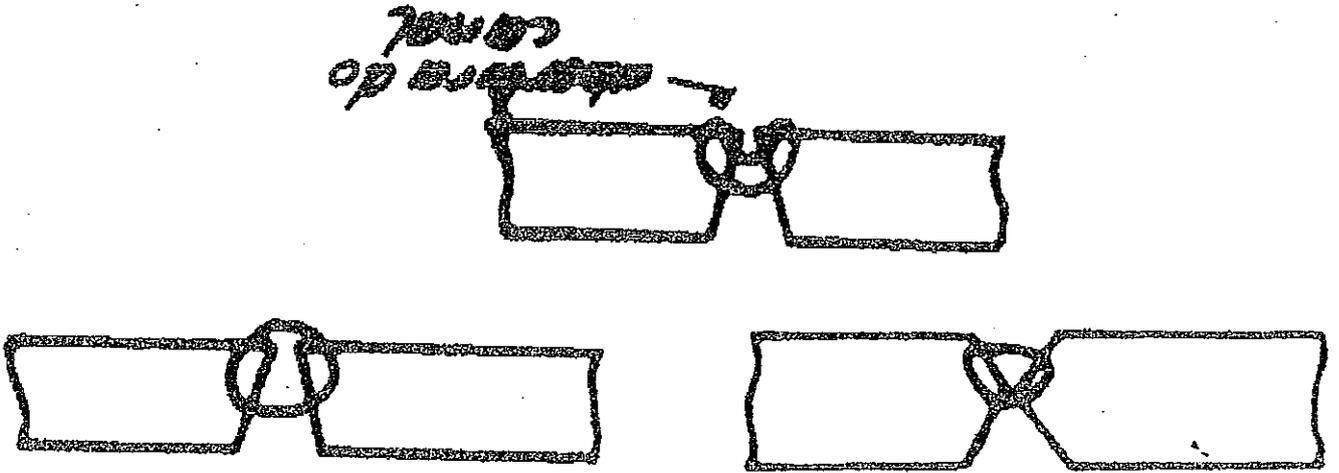


Figura 16

Figura 18

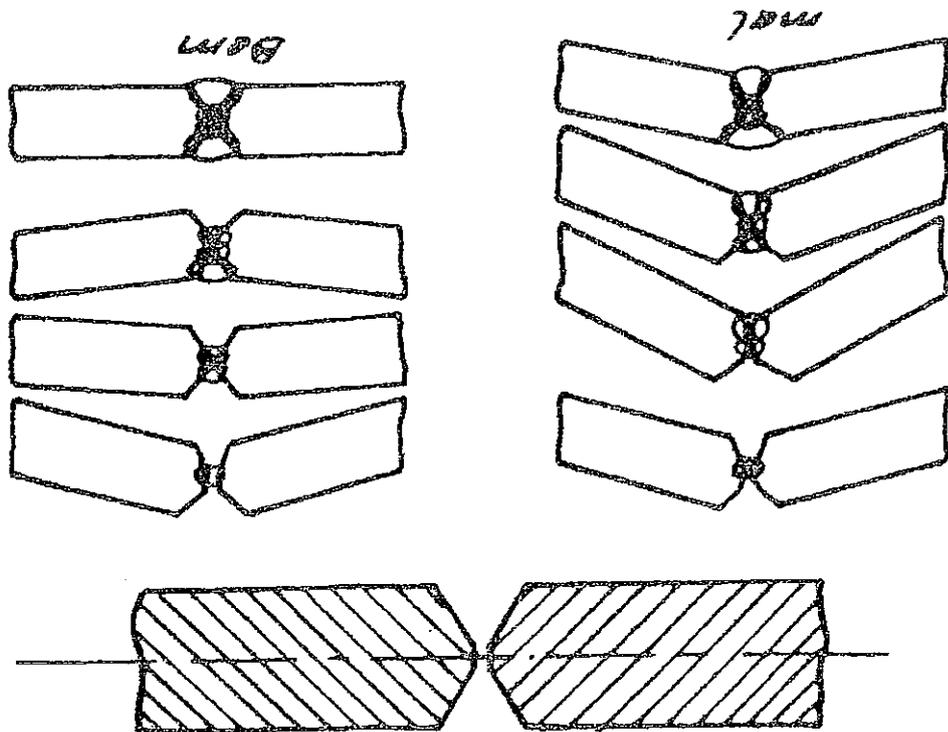


3.1.2 - Juntas sobrepostas

Se utilizarmos soldaduras de penetração completa torna-se necessário proceder à abertura d canal, para evitar o aparecimento de penetrações deficientes.
 Se houver uma ma preparação na montagem da junta (grande folga na raiz) mais grave será a deficiência na penetração. Este facto, torna necessário a abertura de um canal de confirmação mais profundo e por consequência uma soldadura mais desequilibrada.

A preparação deste tipo de juntas não varia muito. O importante aqui é a dimensão da soldadura que deve ser reduzida ao mínimo, de forma a que a quantidade de calor fornecida seja também mínima.

Figura 17



Este tipo de juntas não apresenta problemas de maior, além de um certo empeno que pode aparecer devido à contracção longitudinal se utilizarmos cordões muito compridos. Se utilizarmos uma junta duplamente soldada diminuimos os riscos que podem aparecer, no caso de a soldadura da junta ser simples.

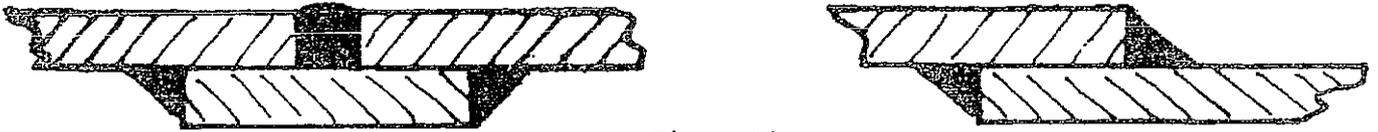


Figura 19

3.2 - Exactidão na manufactura

As partes componentes de uma fabricação devem ser correctamente manufacturadas respeitando a forma e dimensões requeridas na montagem.

Inexactidões nas dimensões ou nas formas significam que as partes componentes da fabricação serão sujeitas a consideráveis tensões para ficarem correctamente montadas. As tensões, provocadas por meios mecânicos, para levar as partes componentes à sua correcta posição, vão-se somar aquelas que são produzidas durante a soldadura.

Raramente se opõem produzindo assim um agravamento na deformação total.

a - Procedimento na soldadura a fim de evitar deformações

São vários os factores a considerar em soldadura com influência directa nas deformações das peças soldadas. De entre elas, destacamos:

- Processo de soldadura;
- Tipo e dimensão do eléctrodo;
- Número e sequência dos cordões;
- Dimensão do depósito e posição da soldadura;
- Corrente e velocidade da soldadura;
- Sequencia e técnica de soldadura;
- Temperatura inicial;

Embora muitos destes factores influenciem directamente as deformações que se verificam, nem sempre são tomadas em consideração as deformações que provocam ou seja, são consideradas como factores secundários relativamente às exigências duma soldadura sã.

b - Processo de soldadura

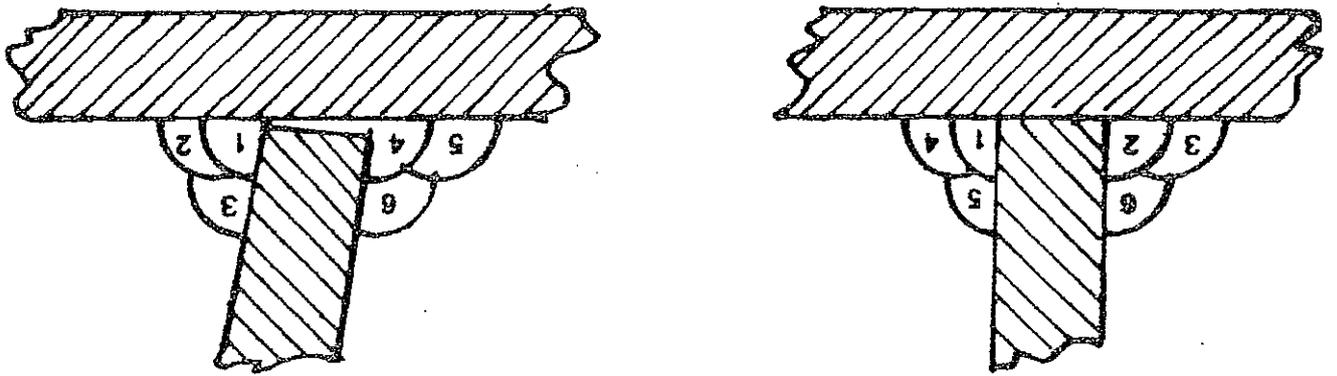
Só muito raramente o processo de soldadura escolhido tende como principal preocupação as deformações das peças.

A soldadura automática é feita a elevada velocidade conduzindo a deformações mais pequenas que as obtidas por soldadura manual.

Este facto, deve-se a duas razões:

1) Na soldadura automática é depositada num só passe maior quantidade de material de adição do que na soldadura manual, reduzindo assim o número de cordões necessários para uma determinada junta;

Figura 21



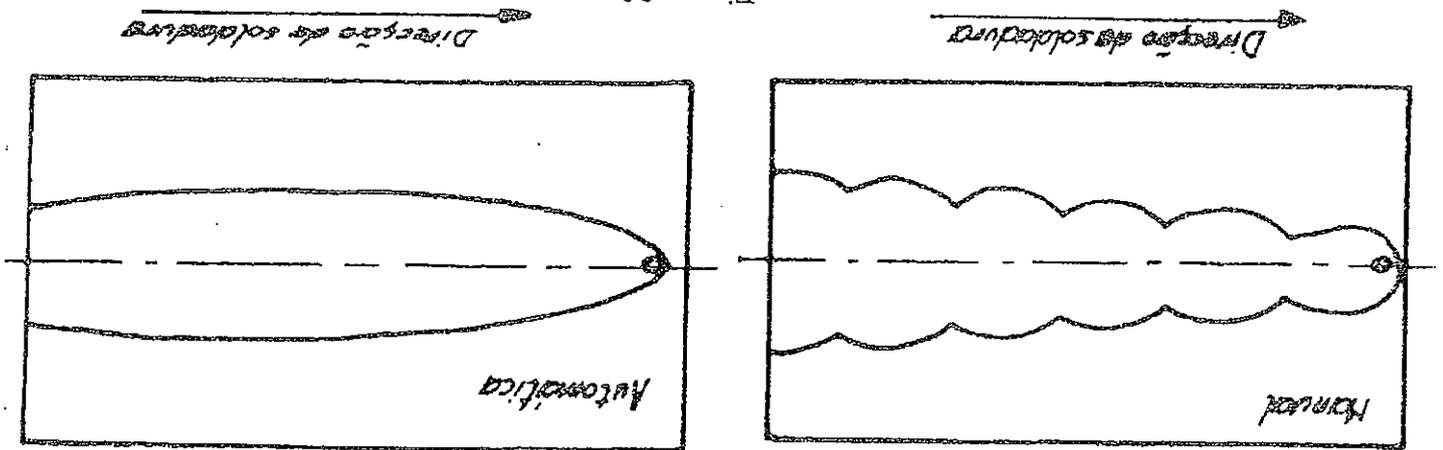
Nas juntas topo a topo ou em ângulo, se as peças não estiverem rigidamente fixadas durante a soldadura a distorção angular pode ser considerada dependente do número de cordões dados numa determinada secção de juntas.

d - Número e sequência dos cordões

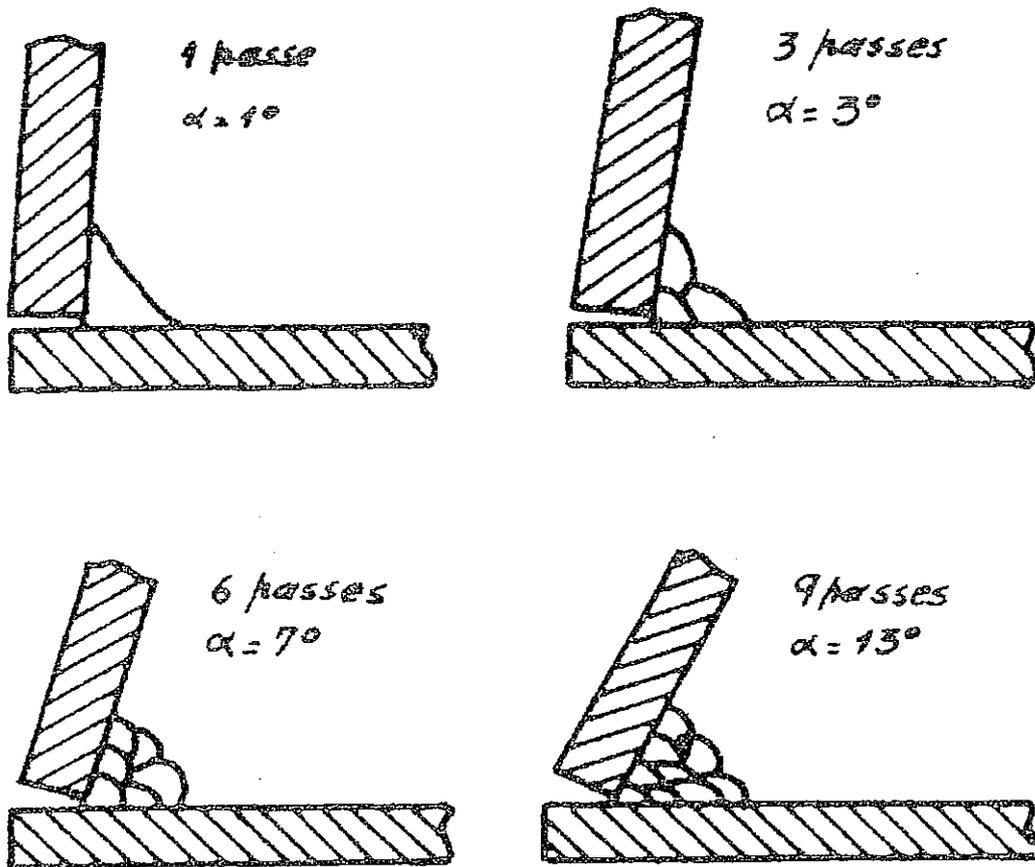
Para soldaduras topo a topo sem chanfro devem ser utilizados eléctrodos de grande penetração que forneça a menor quantidade de calor as peças por cada unidade de comprimento de soldadura. O factor a ter em consideração, como no caso de chapas finas, é importante a escolha de um eléctrodo que excluir normalmente a deformação das peças. Contudo, em casos onde a deformação é o principal factor a ter em consideração dos casos o tipo de eléctrodo utilizado é determinado por outros factores que já que assim, se reduz ao mínimo o número de cordões necessários a execução da soldadura. O metal de adição deve ser depositado no mais curto espaço de tempo possível a fim de minimizar a quantidade de calor fornecida. E, pois, vantajoso utilizar eléctrodos de grande diâmetro

c - Tipo e diâmetro do eléctrodo

Figura 20



2) Na soldadura automática verifica-se uma contração contínua devida ao arrefecimento do cordão e do material base, enquanto que na soldadura manual a contração se processa por intervalos, de acordo com o depósito feito por cada eléctrodo. O ponto ideal da distorção mínima só será conseguido quando, para um depósito de metal considerado satisfatório, conseguirmos a máxima velocidade de soldadura.



Influência do número de passes

Figura 22

e - Dimensão do depósito e posição de soldadura

A quantidade de material depositado durante a soldadura é, dentro de certos limites, função da dimensão do eléctrodo e da sua natural condução relativa á posição utilizada. Já dissemos anteriormente que um único cordão, em geral, causa menos distorção do que um depósito equivalente feito por vários cordões.

Por esta razão uma soldadura vertical causa menor deformação que a equivalente soldadura horizontal em idênticas condições, porque a soldadura vertical é feita com número menor de cordões. Também o processo de soldadura por arco submerso produz sempre menor deformação que idêntica soldadura feita manualmente, porque o depósito de material no arco submerso é muito maior em cada cordão do que o depósito feito em cada cordão pela soldadura manual.

eléctrodo.

O comprimento normal de cada passo é igual ao comprimento do depósito efectuado por um

da direcção da soldadura .

Passo Peregrino - Neste método o depósito de cada cordão é executado em direcção contrária

Destacamos os seguintes:

Existem vários métodos de execução da soldadura alternada

possa deslocar-se livremente.

na soldadura de bainhas ou topos compridos e , em que o material esteja preso e , portanto , não
extremidades em cada direcção , empregando os métodos da soldadura alternada , especialmente

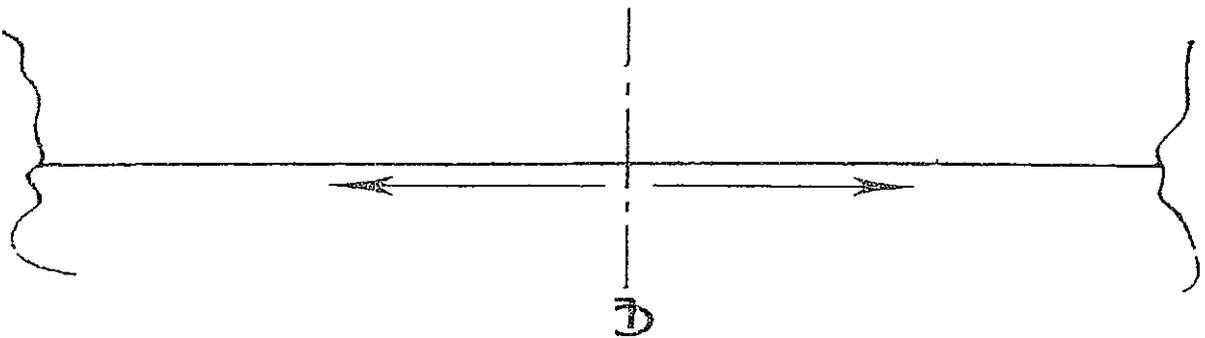
Como regra geral , a soldadura deve fazer-se do centro da bainha ou do topo para as

contrabalangada pelo outro.

soldadores na execução dum sequência de soldadura. Se os depósitos forem iguais e a mesma
velocidade, de ambos os lados, a tendência de deformação que se verifica dum lado é exactamente

Desta forma é bastante útil uma técnica que consiste na utilização simultânea de dois ou mais

Figura 23



Deve-se sempre tentar proceder a uma soldadura equilibrada relativamente ao eixo neutro d
fabricação. Isto implica que a soldadura se desenvolva simetricamente em relação a este eixo.

g - Sequencia e técnica de soldadura

permitem reduzir as deformações.

A corrente e a velocidade de soldadura são factores que estão relacionados entre si e que está
por sua vez ligados à dimensão do eléctrodo utilizado. O uso do eléctrodo de maior diâmetro
possível, utilizando a sua específica intensidade de corrente, permite completar a soldadura no ma
curto espaço de tempo com um mínimo de cordões. Tal como vimos anteriormente estas condições

f - Corrente e velocidade de soldadura

PASSO PEREGRINO

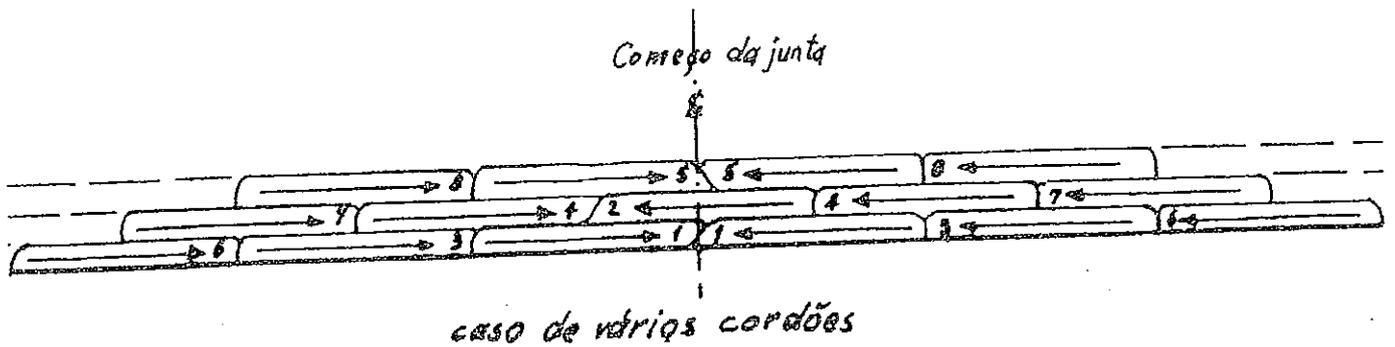
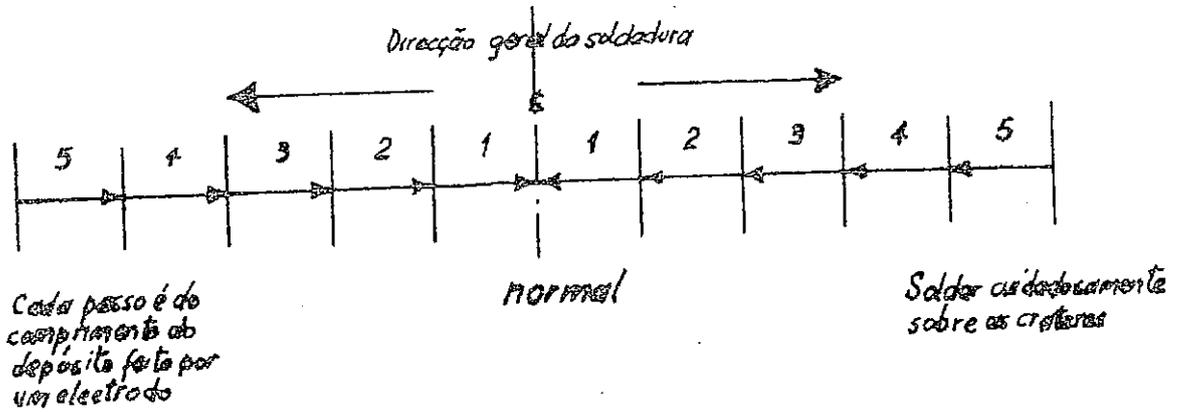


Figura 24

h - Soldadura descontínua

Esta variante da soldadura alternada é idêntica ao método do "passo peregrino", deixando-se contudo entre as diferentes sucessões do depósito o espaço equivalente ao comprimento do depósito de um cordão.

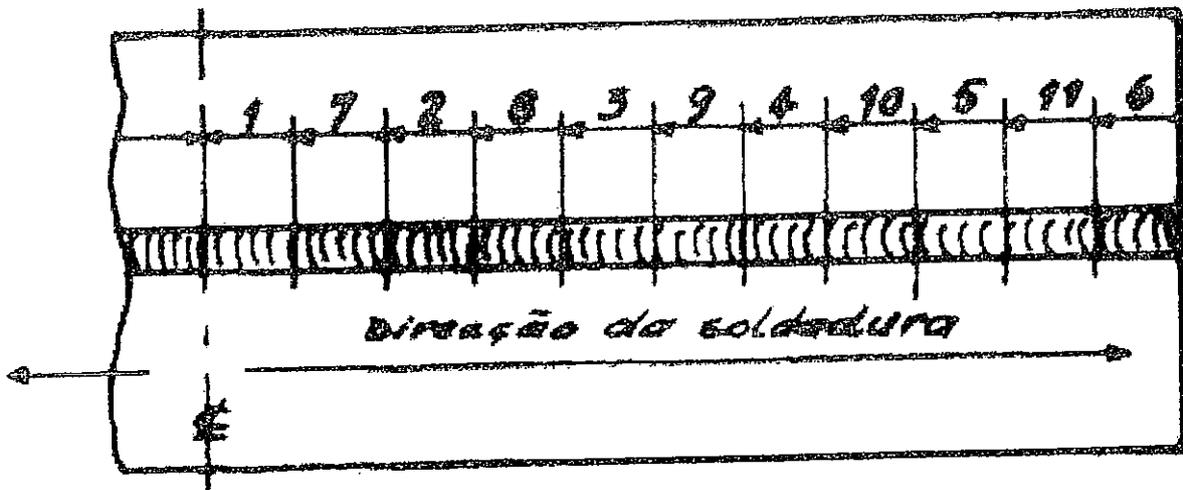
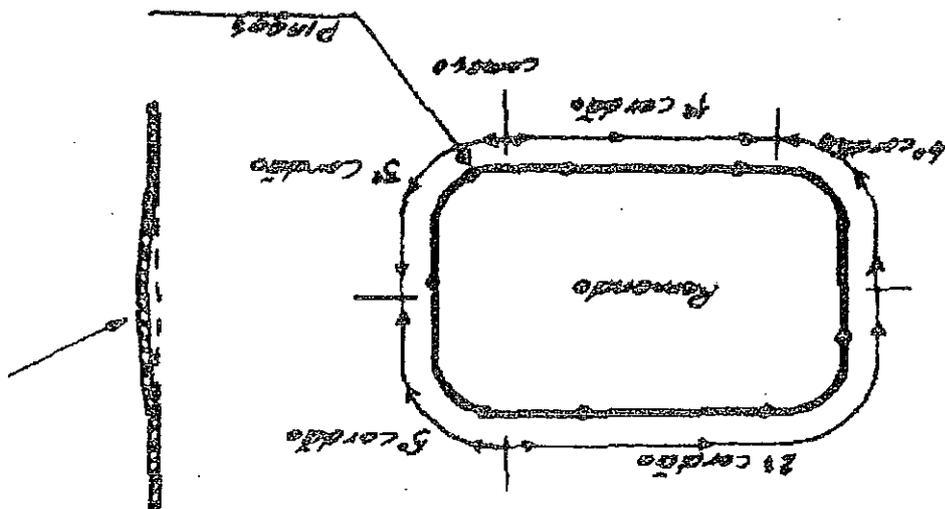


Figura 25

O abaulamento provocado previamente à montagem é muito pequeno e sensivelmente igual à espessura da chapa do remendo. Esta técnica é pouco usada entre nós e somente em chapas finas se poderá alcançar o resultado desejado. No Estaleiro a preparação das juntas e a sequência de soldadura de remendos em chapas de navios, ao baixo (no plano horizontal), segue as recomendações de informação técnica do Serviço de Soldadura da Divisão Técnica.

Figura 27



A sequência da soldadura, neste caso, é fraccionada, sendo cada fracção relativamente anterior de forma a equilibrar tanto quanto possível as tensões resultantes. Neste tipo de soldadura existe uma técnica que faz uso do "encrepamento" ou "abaulamento" do remendo para compensar o efeito de dilatação devido ao calor e a posterior contração. O remendo é previamente abaulado de forma a que após a soldadura venha a ficar plano.

! - Soldadura em Bloco

Figura 26

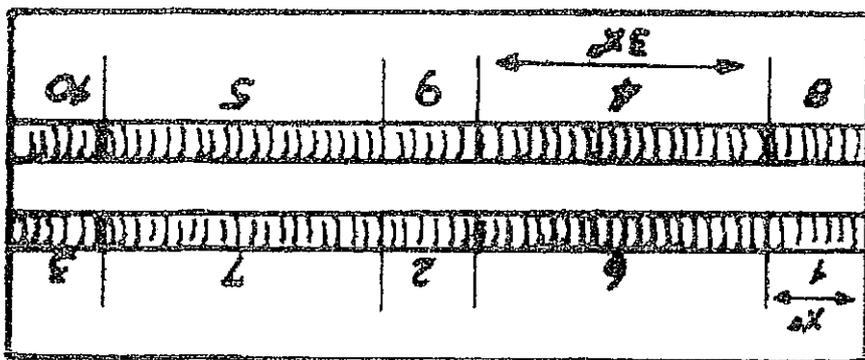


figura seguinte:

Neste tipo de juntas, o equilíbrio da soldadura faz-se soldando interpoladamente, como mostra

! - Soldadura Descontínua em Juntas Sobrepostas

I- Sequência Geral de Soldadura – Remendo do Tipo Rectangular

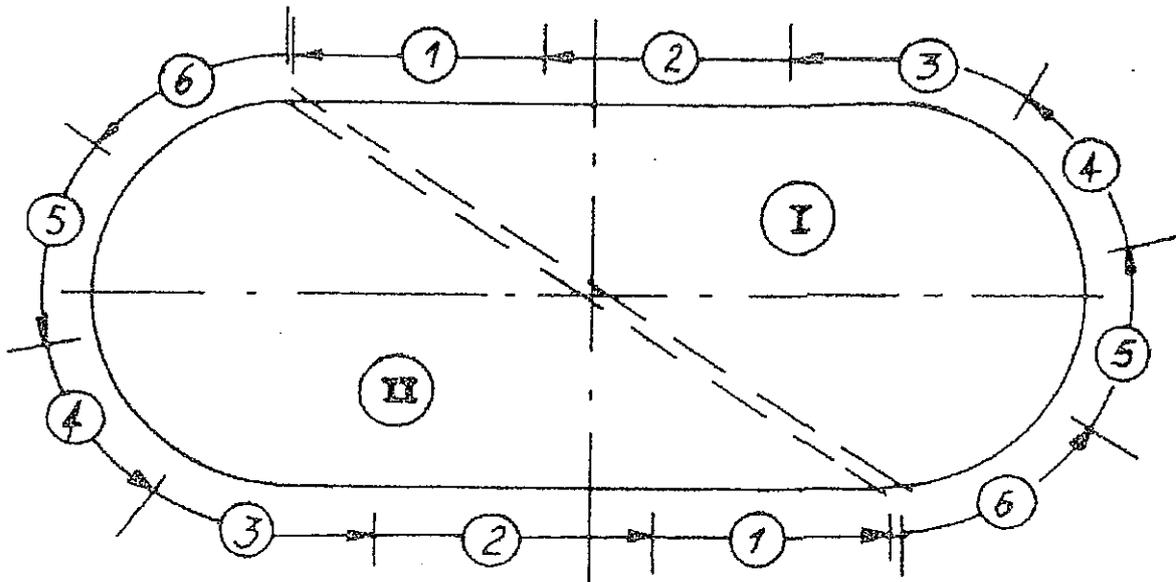


Figura 28

Remendo do Tipo Circular

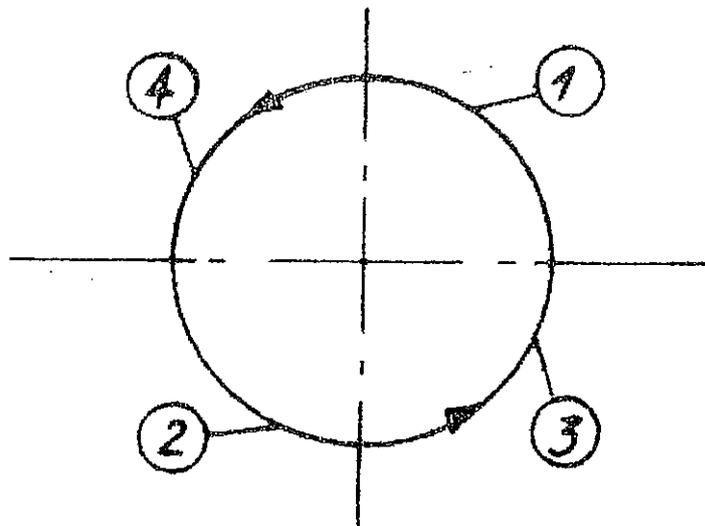


Figura 29

O diâmetro deste remendo deve ser de 10 vezes a espessura, e com um mínimo de 100 mm.

m - Sequência de Execução da Soldadura de Cada Junta

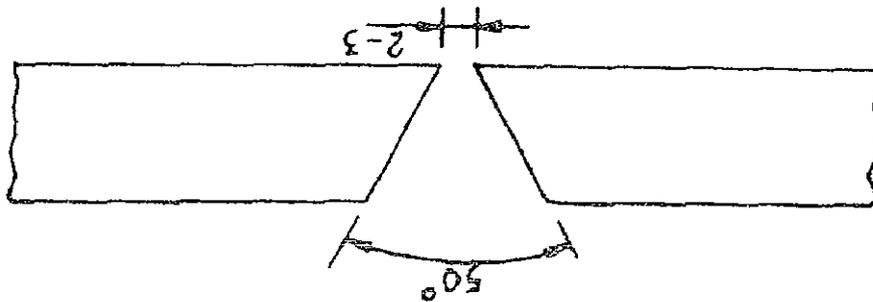


Figura 30

1. Soldam-se 2/3 da espessura de cada uma das juntas, seguindo a sequência geral indicada no ponto 2. Concretizando, deverá ser feita a soldadura até 2/3 da espessura da junta com o número 1 da sequência geral. A seguir deverá ser feita a soldadura até 2/3 da espessura da junta com o número 2 da sequência geral, seguindo-se o mesmo critério para as juntas seguintes, até se completar a zona I. Seguir-se-á o mesmo sistema para a zona II.

2. Procede-se à abertura de canal a carvão na raiz da junta até se encontrar o metal são e realiza-se logo a seguir a soldadura do cordão de confirmação, adoptando a mesma sequência geral definida no ponto 2, completando primeiro a zona I e depois a zona II.

3. Completa-se a soldadura da face da junta seguinte, a sequência geral definida no ponto 2. Para qualquer dos casos, aconselha-se um pré-aquecimento de aproximadamente 100 °C. Para remendos do tipo circular ao vertical e a fim de evitar o aparecimento de possíveis fracturas, deve considerar-se a seguinte sequência de soldadura.

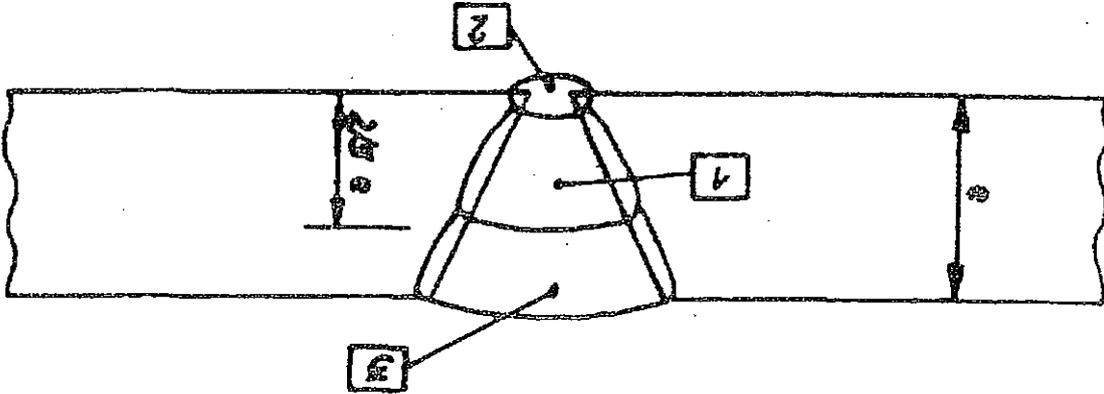


Figura 31

n - Soldaduras Simétricas Simultâneas

Nas soldaduras simétricas em que os defeitos resultantes das tensões são sensivelmente iguais é vantajoso a execução simultânea dos cordões de soldadura.

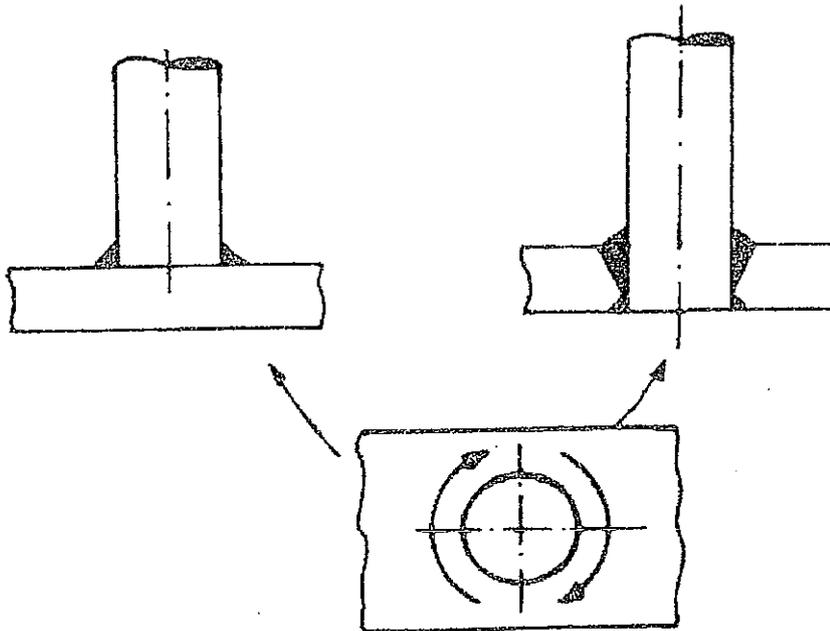


Figura 32

A soldadura simétrica simultânea pode ser também executada utilizando uma soldadura descontinua simétrica.

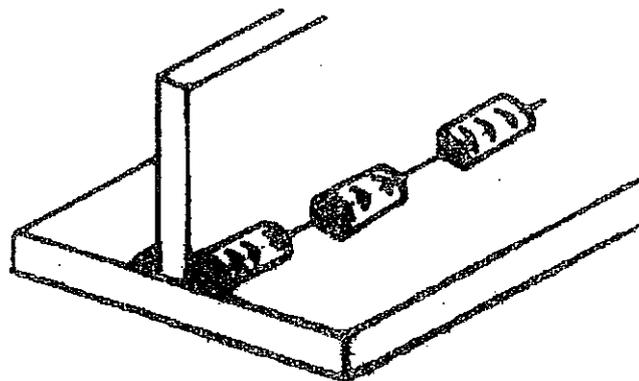


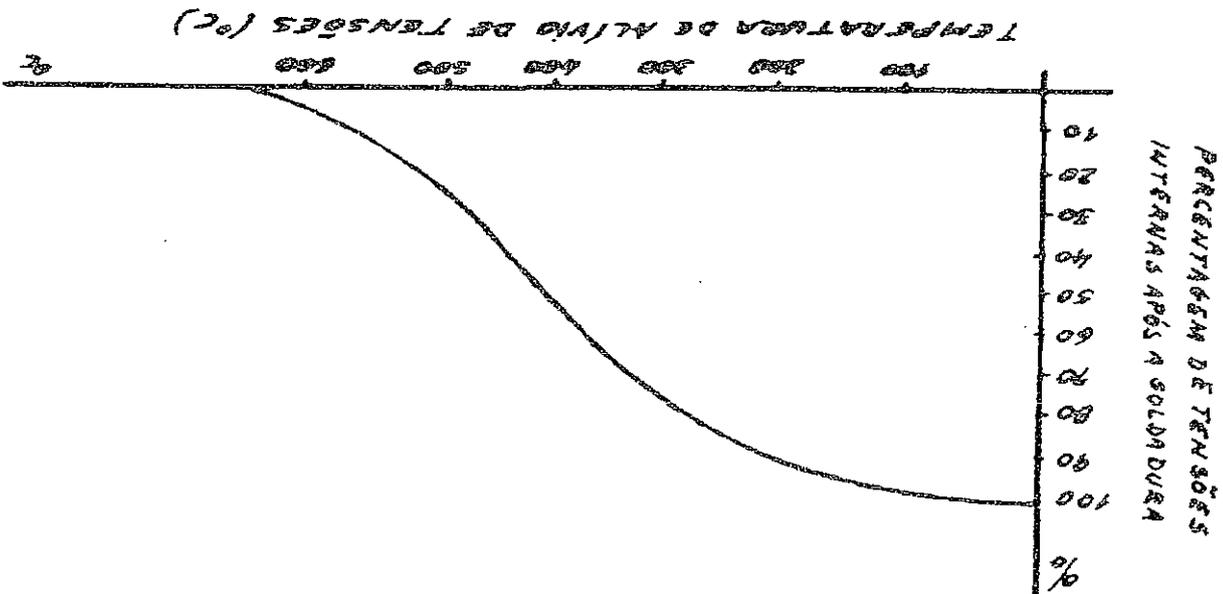
Figura 33

4 - TEMPERATURA INICIAL

Quando fazemos um depósito, especialmente o primeiro, fazemos transitar a peça a soldar de uma temperatura relativamente baixa, temperatura ambiente da peça, para uma temperatura relativamente alta, temperatura de fusão do material.

Ora, quanto maior for a temperatura a que se encontra a peça a soldar menor será a transição brusca de temperatura entre a inicial e a de soldadura. Assim, a homogeneização da temperatura na peça soldada será maior e os riscos de formação de tensões internas e consequentes deformações serão menores.

O seguinte gráfico mostra a maneira como as tensões internas, após a soldadura, em percentagem, variam com a temperatura inicial da peça.



Neste gráfico podemos, por exemplo, verificar que se a temperatura inicial de soldadura se verificar 200 °C, a percentagem de tensões internas é menor em 18% se tivesse a zero °C. A temperatura inicial de soldadura é um facto a ter em consideração em aços de alta resistência, especialmente se forem de grande espessura.

Era tratamentos térmicos este facto é aproveitado no alívio de tensões residuais.

Bibliografia

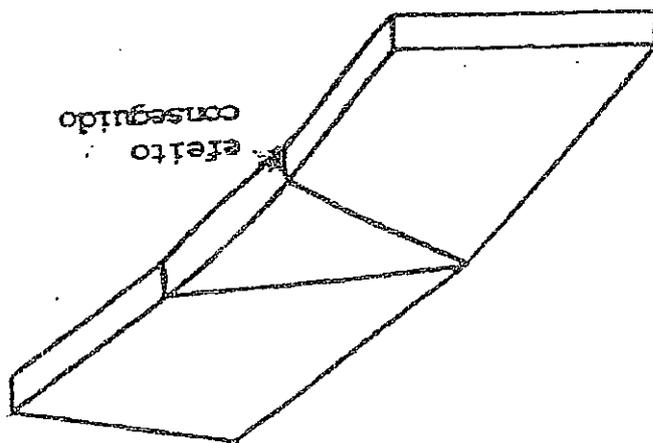
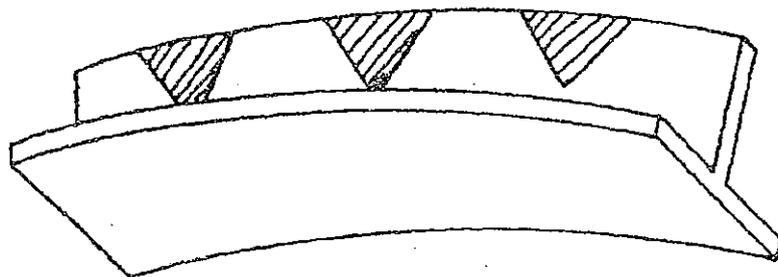
Curso de Soldadura Eléctrica Manual (Lisnave nível B)

Curso de Desempeno a Calores (SETENAVE)

Guia Prático de Desempeno por Chama

http://www.twi.co.uk/professional/protected/band_3/jk37.html

António Macedo Trindade



efeito
conseguido

ENFORMAÇÃO E DESEMPENO

INDICE	Págs
1 - EFEITOS CONSEGUIDOS COM APLICAÇÃO DE CALORES	3
2 - DESEMPENO POR CALORES	8
2.1 - Desempeno de painéis (anteparas, costado, fundo, convés, etc)	8
2.2 - Aplicação de travessões	9
2.3 - Aplicação de macacos	10
2.4 - Desempeno de zonas do costado	11
2.5 - Desempeno de montante	12
2.6 - Suponhamos agora a seguinte deformação	13
2.7 - Vejamos agora a seguinte deformação	14
2.8 - Deformação da aba do perfil	14
3 - PRÁTICA DO DESEMPENO	16
3.1 - Desempeno dum painel	17
Bibliografia	18

1 - EFEITOS CONSEGUIDOS COM APLICAÇÃO DE CALORES

As chapas e perfis usados na construção naval, ou em qualquer outra estrutura, tem configurações apropriadas ao local onde estão aplicadas, configurações essas que teremos de dar às chapas ou perfis.

Ao processo de darmos a forma própria (para cada estrutura) partindo da chapa, ou perfil, plano, chamaremos enformação.

No entanto, por qualquer causa accidental, (explosão, colisão, ou outro) algum elemento, chapa ou perfil, poderá alterar a sua forma própria, diz-se que está empenado.

A operação de desempenar consiste em dar à chapa, ou perfil, a sua forma própria.

A diferença entre enformação e desempenno consiste então em que, na enformação, partimos de uma chapa plana para conseguirmos a forma própria, enquanto que no desempenno essa mesma chapa, ou perfil, anteriormente teve já essa forma própria, e que foi alterada por qualquer causa accidental e pretendemos de novo voltar a dar a forma a essa chapa.

Podemos dizer então, que para enformarmos ou desempenarmos teremos de alterar a configuração que a chapa, ou perfil, têm nesse momento.

Esta operação de alterar

a configuração da chapa, ou

perfil, é feita por processos

mecânicos, por intermédio

de calores lineares ou

operação conjunta de

calores lineares e acção

mecânica.

O processo mecânico,

como o seu nome indica, é

executado por máquinas

ferramentas tais como: calandra, quinadeira e prensa.

Estas máquinas, bastante robustas, encontram-se normalmente fixas nas oficinas, não sendo portanto possível a sua deslocação para o local de trabalho, que nem sempre é a oficina,

e não sendo possível o deslocamento da

chapa, ou perfil, para a oficina, como seja o

caso dum zona do costado dum navio,

teremos então de decorrer ao processo de

calores lineares para obter a alteração da

configuração da chapa dando-lhe assim a

forma desejada.

Chama-se calor localizado ao que é

conseguido com o aquecimento dum zona de

determinada superficialmente.

Para que este calor produza o efeito

desejado, é conveniente conseguir-se uma

diferença de temperaturas tão grande quanto

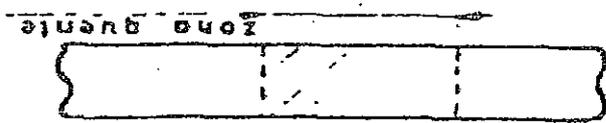
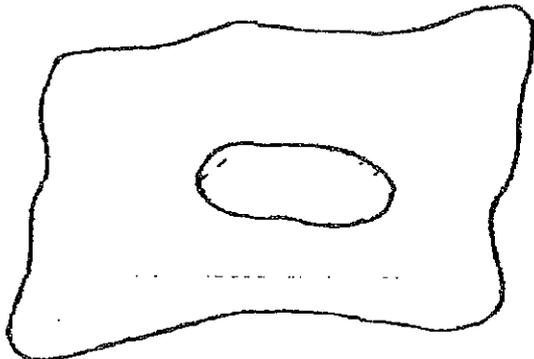
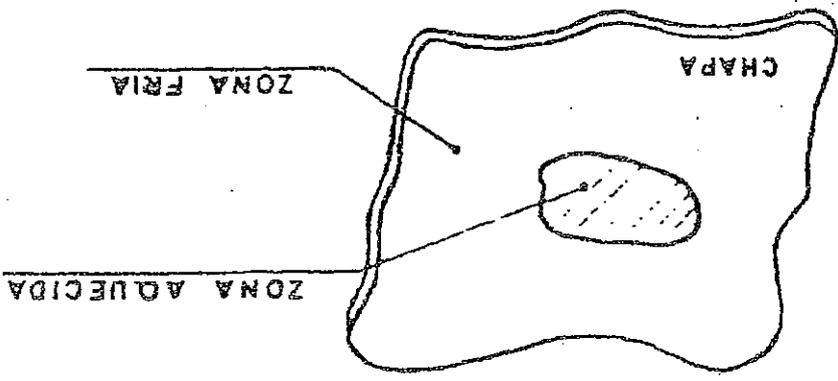
possível entre a zona aquecida e não aquecida,

dita fria.

Para estudarmos os efeitos dum calor

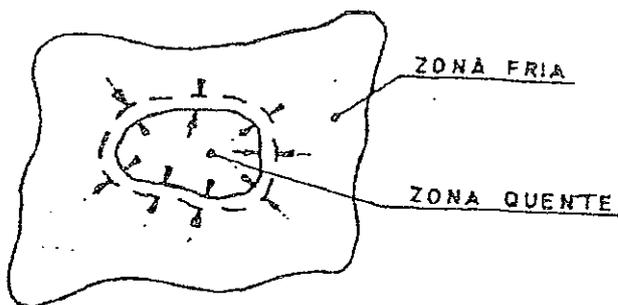
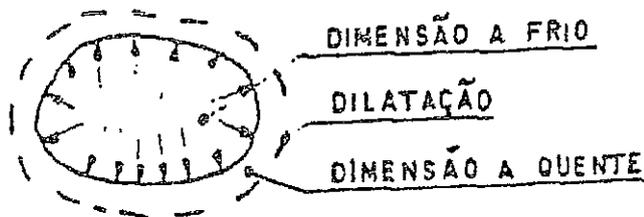
desse tipo vamos partir do principio que há

uma fronteira nítida entre a zona quente e fria.



O calor produz, fundamentalmente, dois efeitos a que chamaremos efeito de Dilatação e efeito de Contração. Efeito de dilatação e contração Consideremos o aquecimento numa chapa, conforme indica a figura.

O aquecimento da zona, indicada provoca um aumento de dimensão devido à dilatação do material dessa zona. que no caso de estar independente da chapa aumentaria o volume, quer no sentido longitudinal quer no sentido da espessura da chapa.



Atendendo a que a restante chapa está fria, só em parte permite a dilatação no sentido longitudinal pelo que se desenvolvem forças contra a zona quente, constringindo o deslocamento nessa direcção.

Sendo assim toda a zona quente fica sujeita à compressão, compressão esta que provocará diminuição transversal quando

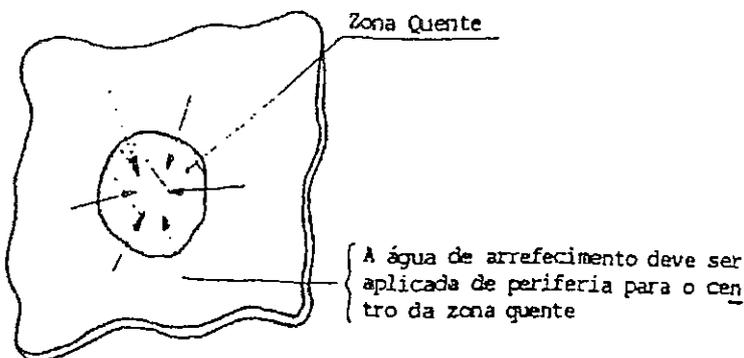
essa área voltar a ficar à temperatura ambiente. (Pois a compressão provoca diminuição de volume.

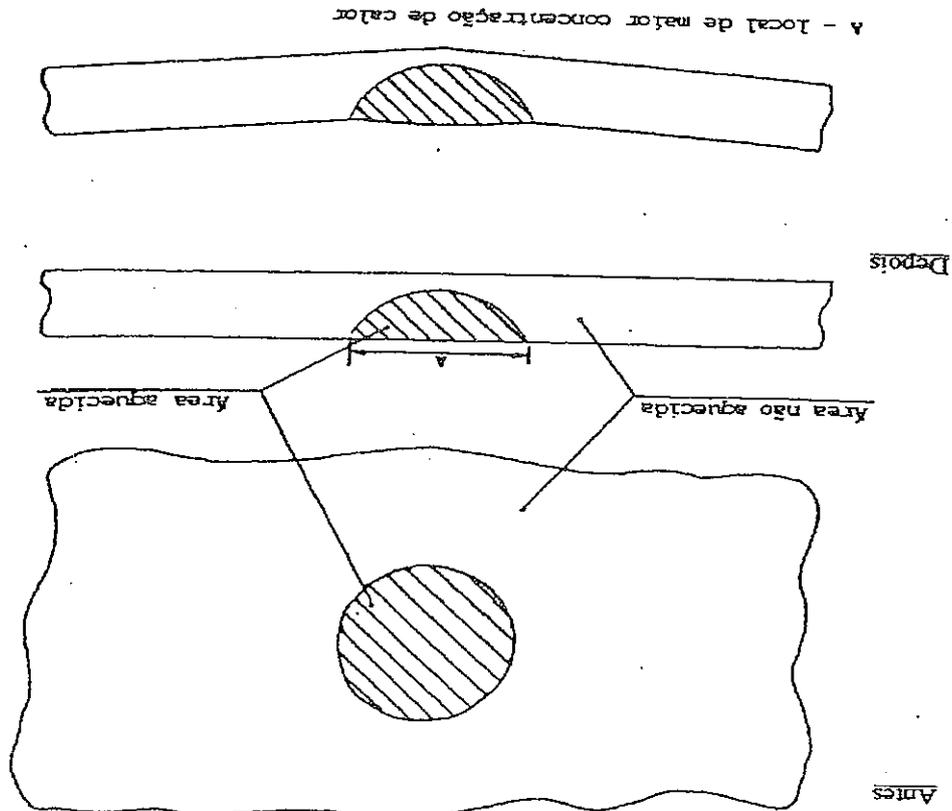


No entanto, no sentido da espessura não há constringimento, e parte do volume do material correspondente à dilatação no sentido longitudinal irá deslocar-se para o sentido da espessura provocando um aumento desta fronteira entre a zona quente e fria.

Verifica-se esta circunstância quando o aquecimento atinge temperaturas da ordem dos 800° C, o que corresponde ao rubro.

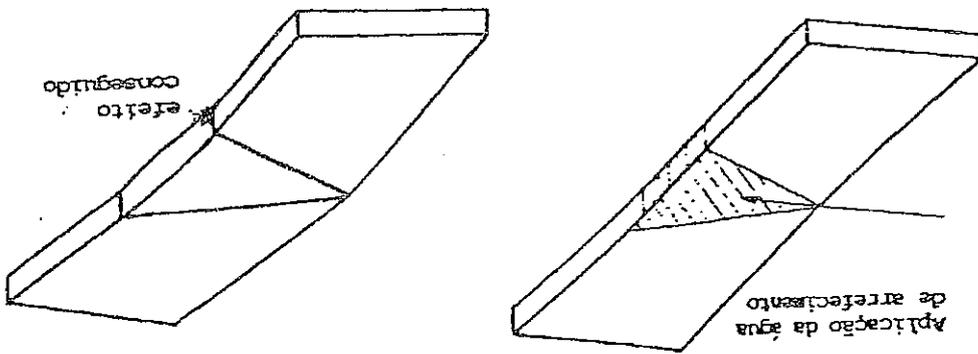
Durante o arrefecimento, a zona inicialmente aquecida vai diminuindo as suas dimensões (contração) tendendo a puxar a zona fria, à qual está ligado através da fronteira e que não cede, considerando ainda o aumento da espessura, verifica-se, portanto, que a zona inicialmente aquecida ficou mais pequena. A este facto se deve o nome de contração.





Este tipo de calor destina-se essencialmente a desempenar ou a enformar áreas a meio da chapa (área va). Como o efeito de contracção é maior do lado de aplicação do calor e a maior chapa (área va). Como o efeito de contracção é maior do lado de aplicação do calor e a chapa no final dum lado da chapa, a contracção é maior do lado de aplicação do calor e a chapa no final apresenta a curvatura indicada na figura. Este calor é dado ao rubro escuro (sem ultrapassar a espessura do lado mais conveniente, ou seja, sem que a cor mudo escuro chegue ao lado oposto da chapa).

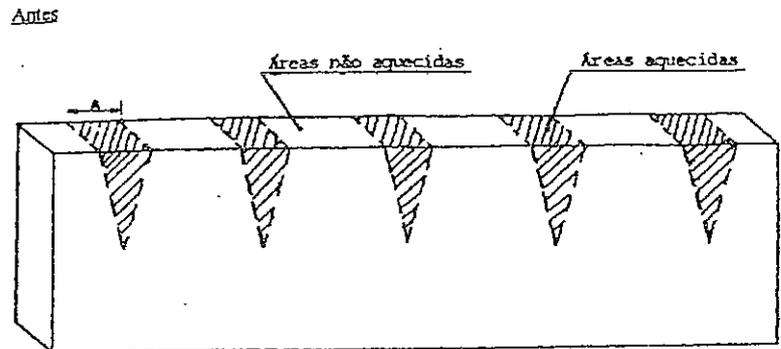
Calor tipo ventosa



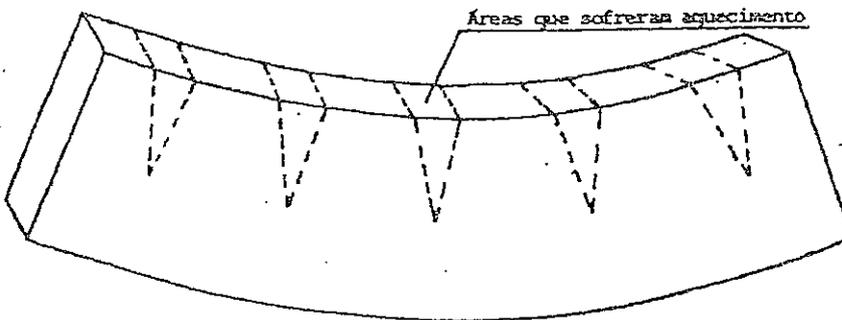
O arrefecimento pode efectuar-se com água ou ar comprimido se se tratar de aço macio, pois a aplicação de água sobre a chapa quente irá modificar as propriedades de aço e se for aço especial este pode fissurar, devendo neste caso o seu arrefecimento ser feito à temperatura ambiente. A aplicação de água ou ar comprimido deve ser efectuada da periferia para o centro do calor se este for tipo ventosa. Se o calor for tipo V (áreas triangulares), a toda a espessura da chapa, a água, ou o ar comprimido, deve ser aplicada do vértice do V para fora.

Calor tipo V

O calor é dado em áreas triangulares seguindo o princípio abaixo exposto e considerando que a contracção é proporcional à área aquecida, verifica-se o efeito indicado.



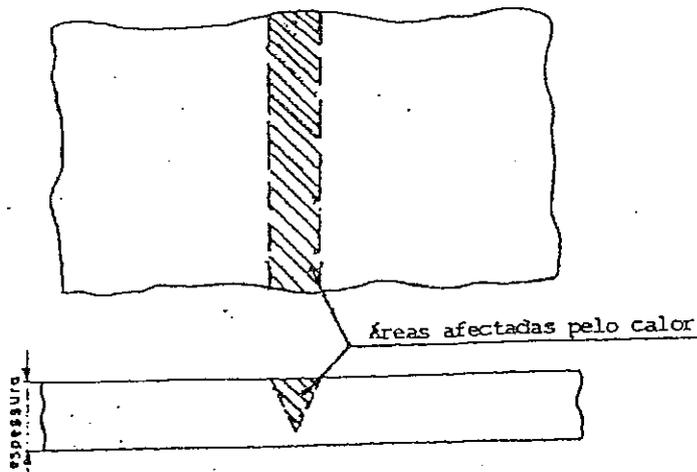
Depois



Este calor é dado ao rubro escuro nas duas faces da chapa ou perfil para melhor resultado do desempenho ou enformação, tendo o maçarico de correr todas as áreas triangulares.

Calor tipo quinadeira

Consideremos uma chapa de espessura apreciável, a que vamos aquecer ao longo duma linha. A fronteira, zona quente - zona fria, fica com a configuração indicada na figura anterior.



Se seguirmos o raciocínio exposto no efeito de contracção e consideramos que a contracção é proporcional à zona aquecida, verificar-se-à o efeito mostrado na figura seguinte.

Aplicação do efeito de quinadeira

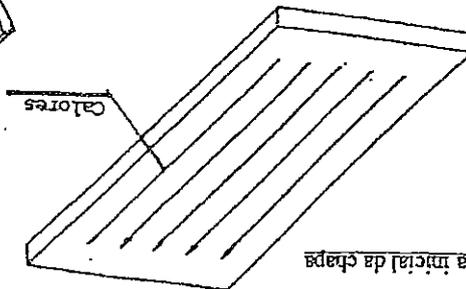
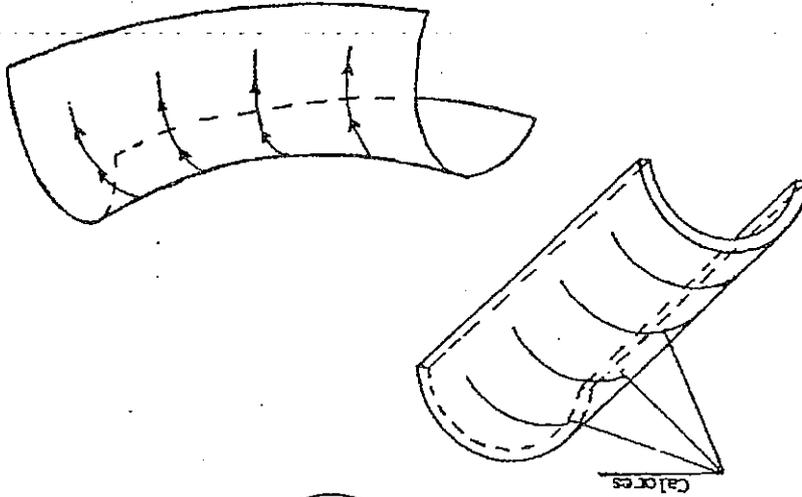
A soldadura de perfis na chapa desenvolve calor, calor este que é transmitido à superfície da chapa sob uma forma concentrada e segundo uma linha ocupando duma forma geral todo o comprimento da chapa.

A zona afectada pelo calor é maior, do lado da chapa onde é soldado o perfil, do que o lado oposto da espessura, sendo assim o efeito de contracção é maior do lado do perfil originando o empeno do painel conforme indicado no desenho.



Para se conseguir o efeito de quinadeira desejado é necessário que haja sempre uma faixa de material relativamente frio entre as duas linhas de calores consecutivos, e não deve dar-se quaisquer calores nessas zonas antes que os anteriores tenham arrefecido, daí que se aconselha calores alternados.

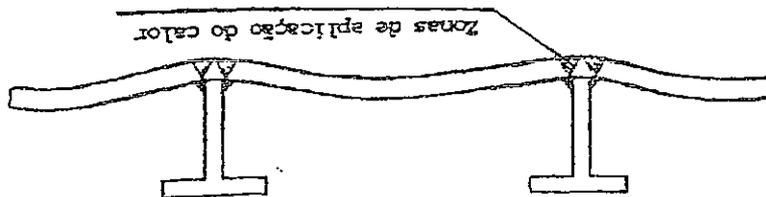
Forma final



O efeito de quinadeira tem fundamentalmente aplicação na enformação de chapas nomeadamente quando se pretende enformações de chapas com a configuração indicada nos desenhos abaixo onde os calores são dados sobre as linhas marcadas.



Para o desempenar termos de provar o efeito de quinadeira dando calores, na face da chapa oposta ao perfil e ao longo da direcção de cada uma das soldaduras. O efeito de quinadeira provocando com aplicação de calores eliminará o efeito originado pelo calor da soldadura e a chapa volta à posição correcta sem empeno.



2 - DESEMPENO POR CALORES

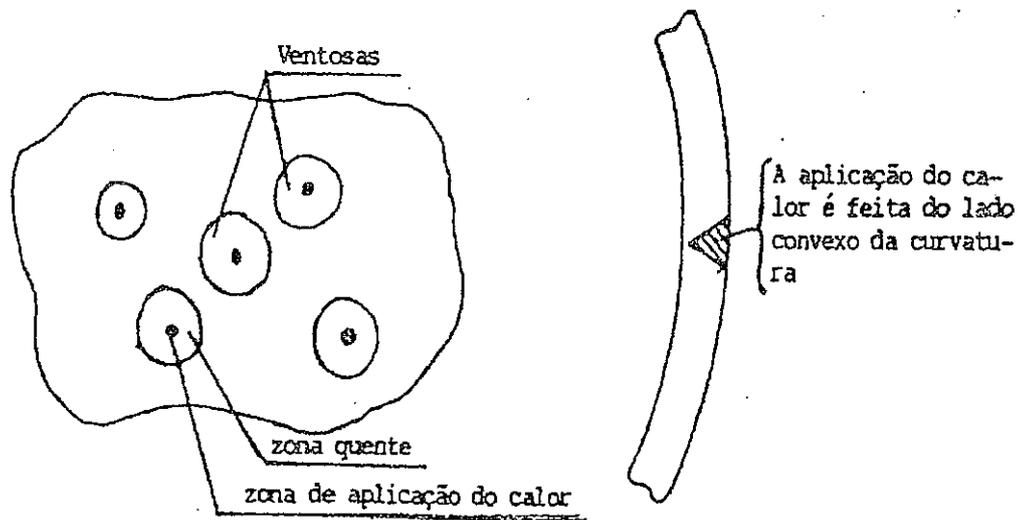
O desempeno por aplicação de calores é muito utilizado na reparação naval. Pois que os empenos surgem em áreas que normalmente não podem ser individualizadas e transportadas para a oficina onde por processos mecânicos se executaria esse desempeno. Sendo assim e porque o processo de desempeno por calores é um processo bastante eficiente, iremos ver alguns casos particulares de empenos e formas de os desempenar tendo em consideração os efeitos conseguidos com aplicação dos diversos tipos de calores e já explicados anteriormente.

2.1 - Desempeno de painéis (anteparas, costado, fundo, convés, etc)

Dum modo geral, os empenos das anteparas verificam-se quando algo choca com a antepara provocando-lhe uma concavidade, dita na zona afectada. O choque provocou então uma deformação do material, deformação essa que provocou um "aumento de área" que poderá ser de igual quantidade em todas as direcções, ou predominante numa única direcção, dependendo da forma como se deu o choque, sendo assim o desempeno consiste em provocar uma contracção igual em todas as direcções ou na direcção em que predomina o "aumento de área".

Para se conseguir a contracção igual em todas as direcções aplicamos calores sobre a forma de pequenos círculos, e porque o efeito de quinadeira se verifica teremos de dar esses calores do lado exterior da concavidade (lado convexo).

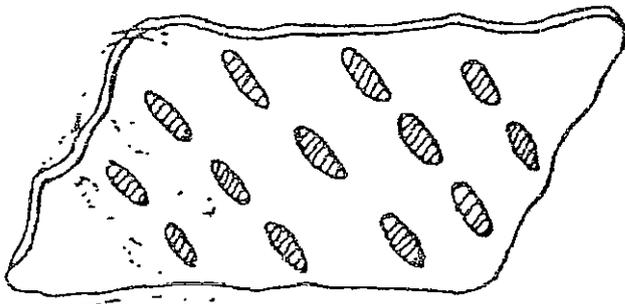
Os calores dados desta forma são chamados calores tipo ventosa, são dados ao rubro escuro e distribuídos uniformemente pela área afectada.



Se o "aumento da área" for predominante numa direcção teremos de provocar uma contracção maior nessa direcção pelo que os calores não devem ser dados em forma de círculos mas sim sobre compridos e alinhados perpendicularmente em relação à direcção de maior deformação.

Aos calores dados desta forma chamados calores tipo diagonal e são dados de modo a que não levem a chapa ao rubro e distribuídos pela chapa conforme se pode ver na figura.

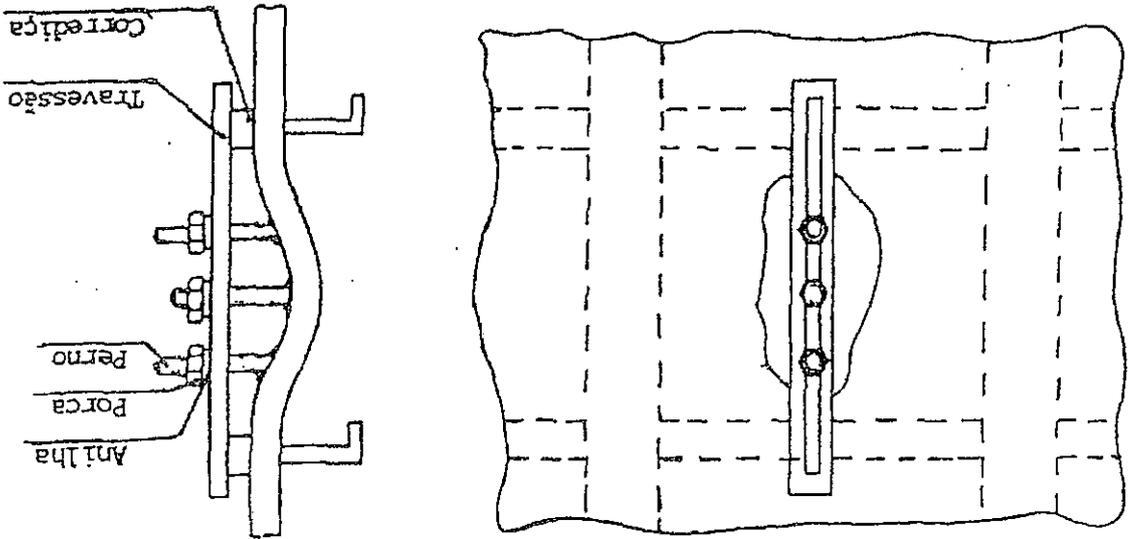
U efeito de contracção provocado por calores poderá ser insuficiente quando a medida do empeno é relativamente grande, pelo que há necessidade de introdução de forças exteriores para aumentar esse efeito. A introdução das forças exteriores é feita fundamentalmente por meio de grampos, travessões ou macacos.



Suponhamos que temos uma chapa com uma deformação acentuada, em que a aplicação de calores tipo ventosa é insuficiente para trazer a chapa à posição correcta, teremos então de optar pela aplicação de forças Mecânicas. A aplicação de travessões permite obter essas forças desde que se soldem pernos na zona deformada, os quais passam pela ranhura do travessão.

Para tal procede-se do seguinte modo:

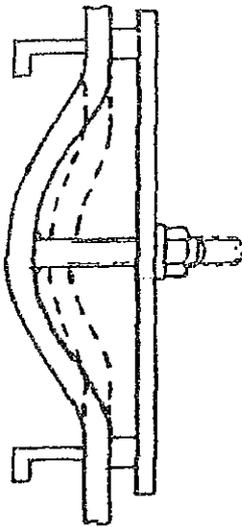
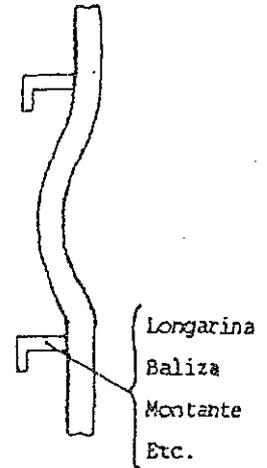
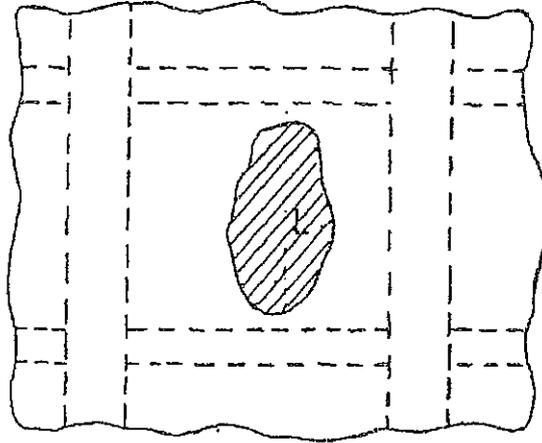
Visualiza-se a zona deformada, contornando essa zona com uma linha marcada a giz. No lado côncavo da curvatura marcam-se linhas rectas, (linha L) sobre as quais se irão soldar pernos. O número de unhas a tragar são função da largura da zona deformada, e o número de pernos a soldar em cada linha é função do seu comprimento.



Sobre cada linha de pernos soldados introduz-se um travessão de modo a que os pernos passem sobre a ranhura transversal.

Com o auxílio de anilhas e porcas enroscadas nos pernos procede-se de maneira a que possamos trazer a zona da chapa deformada um pouco mais para cá da zona ideal, dando-se de seguida calores do tipo ventosa de lado convexo da curvatura. A chapa ao arrefecer contrai-se e tomará lugar desejado.

O travessão tem duas corrediças móveis, uma em cada extremo, que assentam sobre fixas (balizas, longarinas ou montantes) de modo a que ofereçam a resistência necessária para que se traga a zona deformada à posição ideal.



Se a deformação for relativamente profunda, devemos fazer o seu desempeno por fases e não de uma só vez.

Para tal apertam-se as porcas de modo a que os extremos da deformação fiquem direitos, dando-se de seguida calores o que origina o seu desempeno.

Depois de arrefecida essa zona aperta-se de novo as porcas voltando a deixar os novos extremos planos, repetindo-se o processo tantas vezes quantas as necessárias, para que toda a zona fique desempenada.

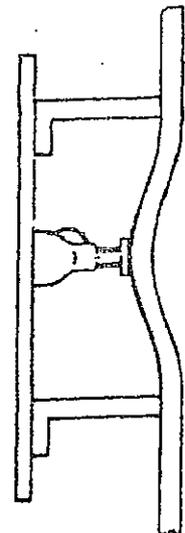
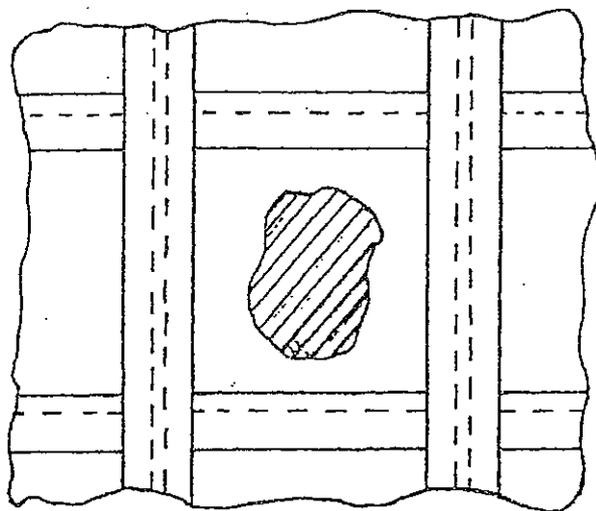
2.3 - Aplicação de macacos

Suponhamos que temos uma deformação numa zona de chapa em que por facilidade de acesso convém empurrar essa zona, utilizamos então macacos.

O número de macacos a utilizar é proporcional à zona deformada e deverão ser fixados de maneira a podermos exercer força sobre a respectiva zona.

Após a distribuição dos macacos pela zona em causa e da força executada de encontro à chapa, até esta tomar aproximadamente o lugar devido, dão-se calores distribuídos na mesma.

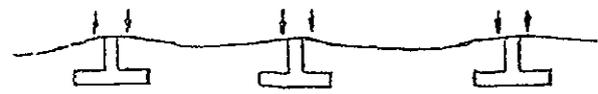
Os macacos a utilizar não deverão ser hidráulicos pois o calor dado na chapa, e que se transmite ao macaco, danifica os vedantes, e a sua posição de trabalho nem sempre é a vertical. Os calores não devem ser dados na zona de assentamento dos macacos, de contrário corre-se o risco de formação de caroços.



Quando se verificar a contração do material existe uma alívio da força do macaco, pelo que esta força deve ser ajustada, por um segundo operário, devendo ainda segurar-se o macaco com um cabo evitando assim a sua queda quando a posição de trabalho não é a horizontal.

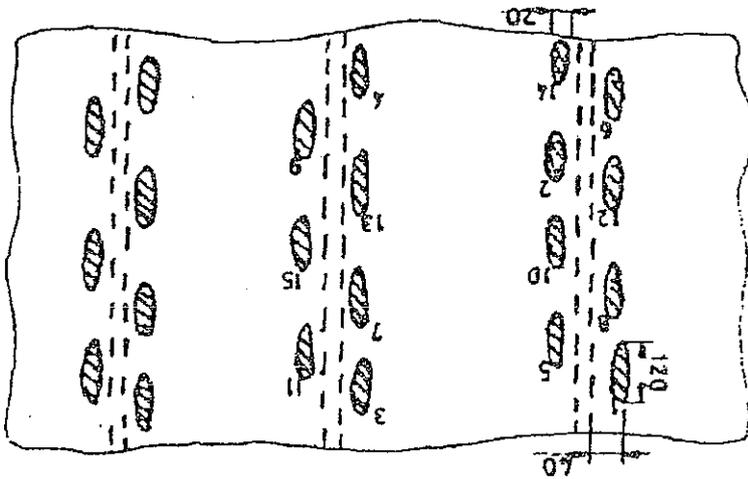
2.4 - Desempeno de zonas do costado

O desempeno numa zona do costado será executado consoante o tipo de empeno. Se este empeno abranger uma zona bastante grande, é conveniente dividi-la em pequenas zonas de trabalho. As balizas situadas na zona em questão deverão ser extraídas e



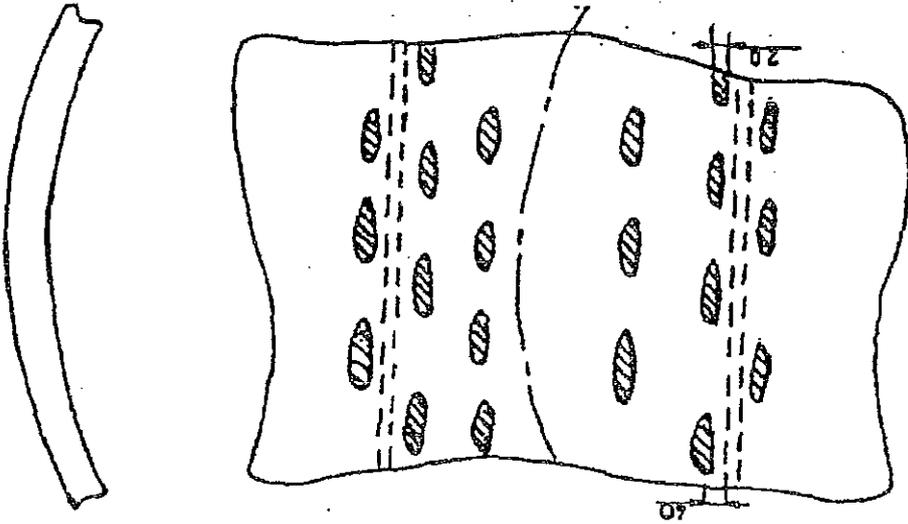
desempenadas. Seguidamente são colocadas no local respectivo e só então se irá proceder ao desempeno da chapa do costado.

Este será feito por intermédio de calores e com o auxílio de forças exteriores caso a deformação o exija. Uma deformação numa zona do costado como a representada na figura pode ser desempenada do seguinte modo. Dá-se uma fada de calores de cada lado do reforço conforme indica a figura.



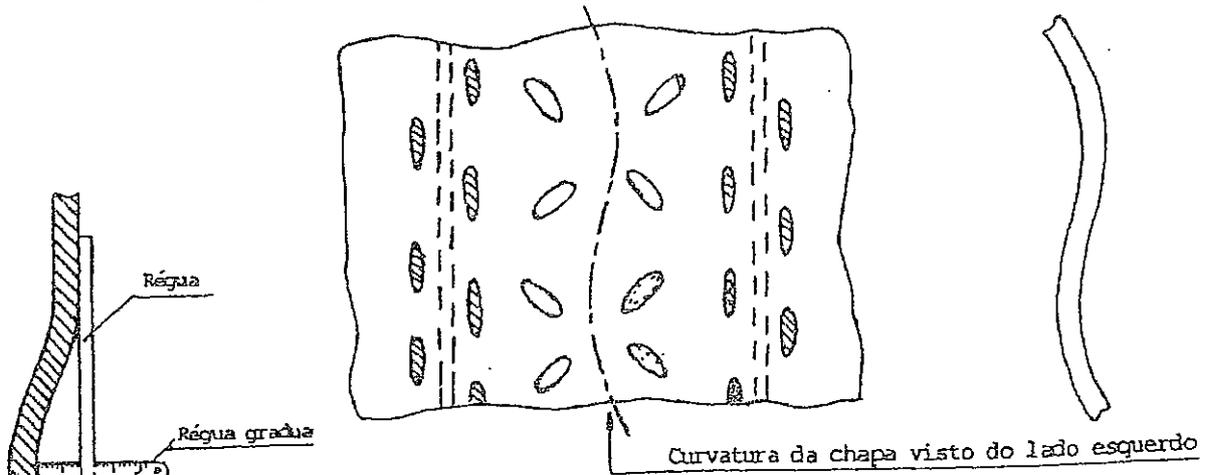
Os calores são dados ao rubro e o comprimento dos traços aquecidos será de 100 a 120 mm. O magarico deverá ser deslocado em zigue-zague sempre no mesmo sentido e apanhando uma largura total de cerca de 20 mm. Os calores devem ser dados alternadamente, de modo a que não se dê um calor numa zona aquecida. Daí que os calores sejam dados alternadamente conforme representado na numeração da figura.

A orientação dos traços aquecidos é função do tipo de curvatura do vão a desempenar. Não é feito qualquer arrefecimento nas zonas aquecidas, podendo fazer-se um ligeiro martelamento durante o arrefecimento, se se verificar que o empeno excede ligeiramente o valor da tolerância admitida, evitando-se assim novo aquecimento. Deverá ter-se ainda em conta o seguinte:



A orientação dos calores será feita consoante o empeno da chapa entre os reforços e, assim, teremos, paralelos aos montantes, se o empeno da chapa for para um só lado, como indicam a figura. Os calores junto aos montantes são dados do lado oposto a estas, sendo os restantes dados do lado convexo da curvatura da chapa.

Inclinados a 45° em relação aos montantes, se o empeno da chapa for para os dois lados como se indica na figura.



Curvatura da chapa visto do lado esquerdo

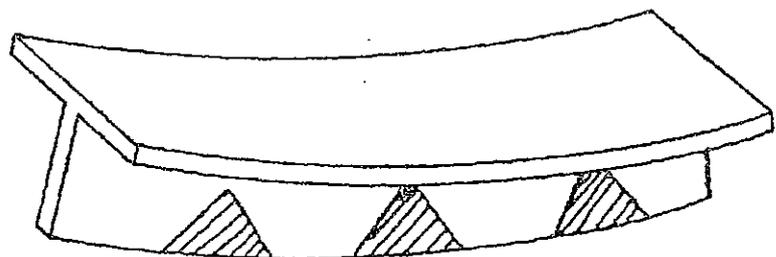
O número de calores a aplicar será de acordo com o empeno da chapa (quanto maior for o empeno, maior será o número de calores) e, portanto, convém que, após cada fiada de calores se faça a medição da flecha. Notar que se faz a medição depois da chapa estar fria. Para tal o montador usa uma régua comprida cujos extremos assenta sobre locais onde não há empeno, seguidamente e com a ajuda duma régua graduada medirá o valor da flecha da zona empenada.

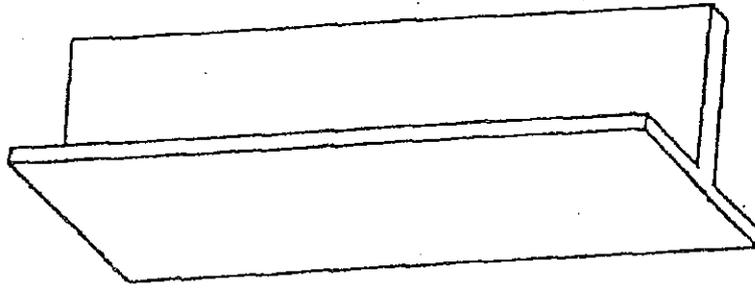
No caso da flecha ainda estar fora dos limites previstos, será dada uma nova fiada de calores deslocando-os dos reforços para o centro da chapa.

No caso de se ter já chegado ao meio da chapa e esta ainda estar com empeno superior à tolerância admitida, serão dadas novas fiadas de calores nos intervalos dos anteriores. Como não convém fazer um arrefecimento forçado, (aplicando água nos pontos aquecidos), os desempenadores trabalharão em simultaneamente em toda a zona a desempenar e as verificações da flecha só serão feitas após toda uma passagem de calores na zona a desempenar.

2.5 - Desempeno de montante

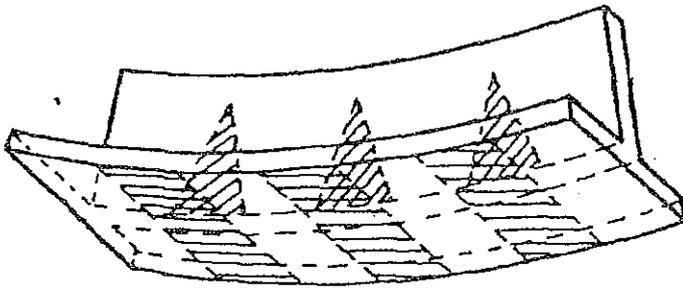
As deformações nos montantes provocam nestes, duma forma geral, empenos da forma de arco de circunferência. O seu desempeno consiste no aproveitamento dos efeitos de contracção provocando pela aplicação de calores. A zona de aplicação de calores no montante depende da forma como este apresenta a curvatura.



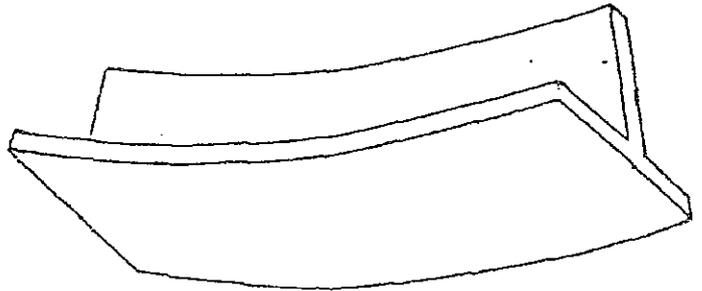


Com os calores distribuídos desta forma consegue-se o efeito de contracção na zona do perfil, que por qualquer causa accidental, tenha distendido e arqueando assim o perfil.

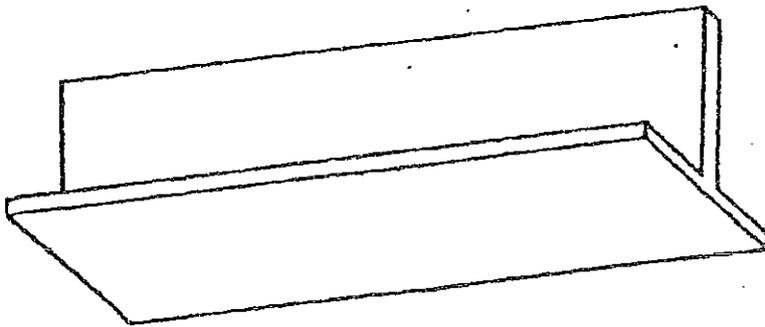
A contracção conseguida vai "absorver" essa distensão de material e como resultado final temos que o perfil fica desempinado.



O desempenho do montante consiste em dar calores em forma de V na alma do perfil (calores estes a toda a espessura da chapa) e calores na aba a toda a largura nas zonas correspondentes aos calores em V.



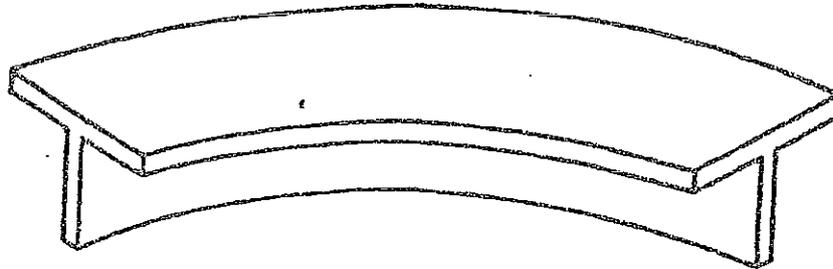
2.6 - Suponhamos agora a seguinte deformação



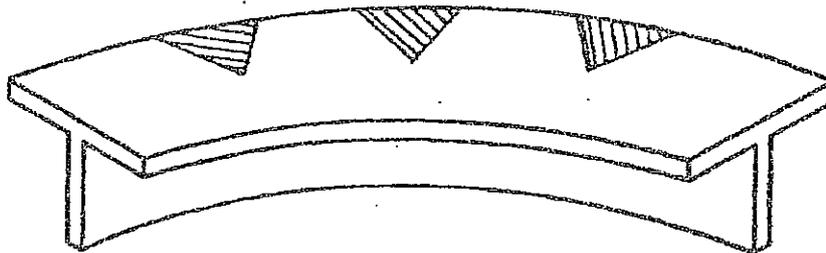
O desempenho do montante consiste na aplicação de calores em forma de V na aba do montante. Como a contracção do material é proporcional à área aquecida, sendo esta maior na zona de maior raio do perfil verifica-se que o montante tem tendência a ficar direito (sem curvatura).

Suponhamos então a seguinte deformação

2.7 - Vejamos agora a seguinte deformação



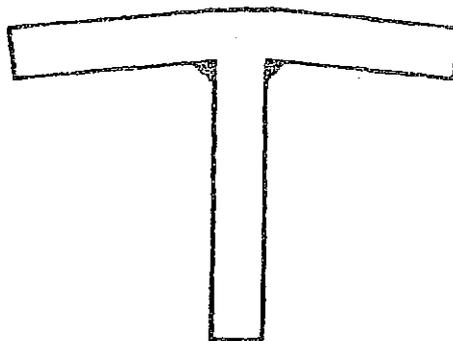
Este empeno é eliminado procedendo à aplicação de calores em V no bordo da aba do lado de fora da curvatura como indicado na figura.

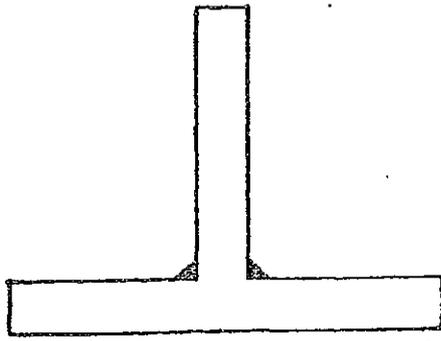


Note-se que os montantes a desempenar deverão ser dessoldados da antepara, permitindo assim o seu fácil desempeno bem como o desempeno da antepara, seguindo--se a sua ligação de novo por soldadura.

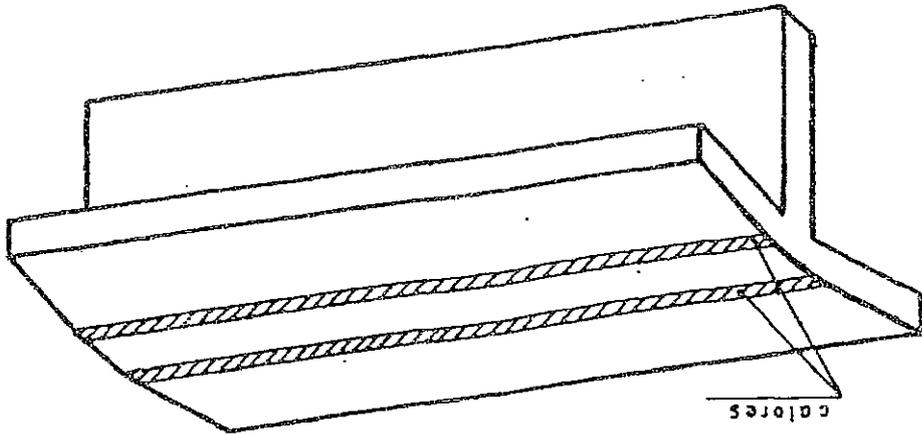
2.8 - Deformação da aba do perfil

Quando se processa a soldadura de canto, a aba deforma-se como mostra a figura.





○ efeito de quinadeira fará com que o perfil retorne a posição desejada.



○ desempenho da aba consiste em dar calores ao longo da aba na direcção de cada uma das soldaduras produzindo estes o efeito de quinadeira.

3 - PRÁTICA DO DESEMPENO

Desempeno de uma base de um montante

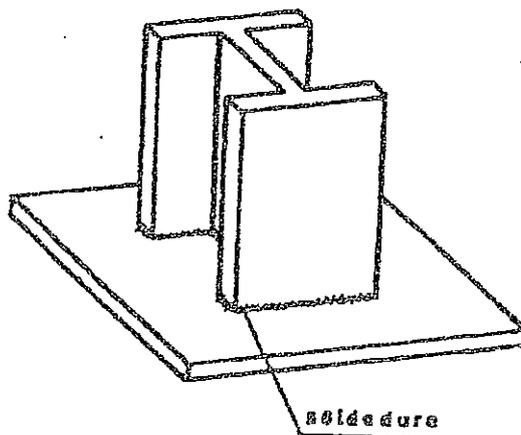
Material:

Chapa de aço macio 400 x 400 x 12

Perfil (a designar)

Método operatório:

O perfil a utilizar deverá proporcionar soldaduras com o comprimento aproximado de 250 mm e poderá ser qualquer disponível. Este é soldado sobre uma chapa o que provocará nesta um empeno. O seu desempenho consistirá na aplicação de calores do tipo quinadeira, na face oposta e direcção das respectivas soldaduras.



3.1 - Desempeno dum painel

Material:

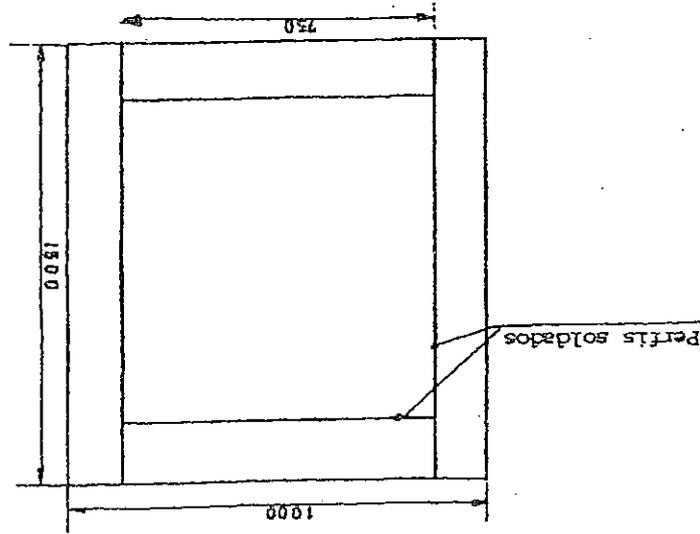
Chapa de aço macio 1 500 x 1 000 x 1 2 > 2 perfis de comprimento 1500 mm > 2 perfis de comprimento 750 mm

Método operatório:

Sobre a chapa soldam-se perfis conforme figura abaixo. Os perfis podem ser perfil L, boibo ou outro, conforme disponibilidade, pois que o seu fundamento é o de formar um mini painel.

As soldaduras irão provocar empeno da chapa pelo efeito da contracção inerente ao processo de soldadura. O empeno da parte central do painel deverá ser mais evidenciado através de uma força externa para que se justifique a utilização de travessa.

O desempenho consistirá na aplicação de calores do tipo quinadeira na face oposta e na direcção das soldaduras de modo a que se consiga o desempenho da zona exterior do painel. Para a zona central dar-se-ão calores tipo ventosa depois da aplicação do travessa, segundo a descrição feita sobre a utilização do travessa.



Bibliografia

Curso de Soldadura Eléctrica Manual (Lisnave nível B)

Curso de Desempeno a Calores (SETENAVE)

Guia Prático Enformação e Desempeno (LISNAVE)

http://www.twi.co.uk/professional/protected/band_3/jk37.html

António Macedo Trindade

