

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ESTÁGIO - SUPERVISIONADO

LOCAL: ICOMACEDO S.A - INDÚSTRIA E COMÉRCIO

ESTAGIÁRIA: MARIA APARECIDA XAVIER CARDOSO



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

ÍNDICE

01. INTRODUÇÃO	01
02. OBJETIVO DO ESTÁGIO	01
03. DADOS SOBRE A INDÚSTRIA	02
04. ORGANOGRAMA DA INDÚSTRIA	04
05. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TUBOS DE AÇO ...	05
06. OPERAÇÕES REALIZADAS NAS SEÇÕES DE FABRICAÇÃO DE TUBOS DE AÇO.	06
07. CÁLCULOS: TUBOS DE AÇO E FERRO FUNDIDO	10
7.1 - DIMENSIONAMENTO	10
7.2 - PRESSÃO MÍNIMA DE ENSAIO HIDROSTÁTICO	11
08. CALDEIRARIA - CONEXÕES DE AÇO	12
09. USINAGEM	14
10. CONTROLE DE QUALIDADE	16
10.1 - ENSAIO DE TRAÇÃO	17
10.2 - ENSAIO DE DOBRAMENTO	17
11. ENSAIOS DE SOLDA	19
11.1 - ENSAIO HIDROSTÁTICO	19
11.2 - ENSAIO POR ULTRA-SOM	21
11.3 - ENSAIO RAIOS-X.	22
12. REVESTIMENTO	25
12.1 - TUBOS DE AÇO	25
12.2 - PEÇAS ESPECIAIS	26
13. ENSAIO DE REVESTIMENTO	26
14. DEPARTAMENTO TÉCNICO	27
15. EXPEDIÇÃO	29
16. SUGESTÃO	30
17. COMENTÁRIO E AGRADECIMENTO	31
18. CONCLUSÃO	32
19. BIBLIOGRAFIA	33
20. ANEXOS.	
21. ANEXOS	34

1. INTRODUÇÃO:

O relatório é um documento que permite ao leitor, uma visão global, em termos de tempo, espaço e situações ou experiências vividas.

O índice apresentado anteriormente serve como roteiro para elaboração do relatório e tem como finalidade, orientá-lo quanto a seqüência dos tópicos ou etapas abordadas.

No presente relatório, Maria Aparecida Xavier Cardoso, faz uma descrição das atividades desenvolvidas durante o seu Estágio Supervisionado, na ICOMACEDO S/A - Indústria e Comércio (Matriz), e-las:

- Controle de Qualidade
- Caldeiraria
- Usinagem
- Fabricação de Tubos de Aço em Série
- Revestimento
- Expedição e Departamento Técnico.

O estágio foi realizado no período de 27.01.82 à 02.03.82, com a carga horária de 8 (oito) horas diárias, perfazendo um total de 240 (Duzentas e Quarenta) horas de estágio.

2. OBJETIVO DO ESTÁGIO:

A Universidade Federal da Paraíba dispõe de recursos humanos e materiais qualificados, proporcionando ao corpo discente uma maior aprendizagem dos contextos teóricos e ampliando-os na prática através do Estágio Supervisionado "Curricular" que permite uma visão das principais atividades empresariais desenvolvidas com a evolução da tecnologia. Este relatório tem como objetivo, ampliar a integra

ção Empresa/Escola e, proporcionar melhor formação técnica aos estudantes, com adaptações sistemáticas de programas, currículos e métodos de formação profissional às necessidades do meio empresarial, com base nos subsídios colhidos durante a realização do estágio.

3. DADOS SOBRE A INDÚSTRIA: (Vide Anexo 1)

NOME: ICOMACEDO - Indústria e Comércio

ENDEREÇO: RUA CONDE PEREIRA, 615

IMBIRIBEIRA - RECIFE - Pe.

Nº DE FUNCIONÁRIOS: 147 FUNCIONÁRIOS ATUALMENTE.

FORNECEDORES DE MATÉRIA PRIMA: O principal fornecedor de Matéria Prima básica (chapas de aço) é a Usiminas.

Pedido de compra de Matéria Prima: A ordem de compra da Matéria Prima é emitida para o fornecedor, especificando o tipo de aço, de acordo com Norma AWWA C-283 e A - 36.

PRODUTOS FABRICADOS PELA ICOMACEDO:

- Tubos de Aço para Adutoras, Redes D'água e esgotos.
- Conexões e Peças Especiais.
- Filtros de Dupla Filtragem para Água.
- Tubos e Conexões de Junta Press ou Dress.
- Reservatórios Metálicos para Água.
- Reservatórios Metálicos para Produtos Minerais e Vegetais.

As especificações compreendem a Fabricação de Tubos de Aço com costura longitudinal e Circunferencial por solda de topo, destinados a adução da água e de peças especiais destinadas a curvas, fechamentos, mudanças de alinhamento

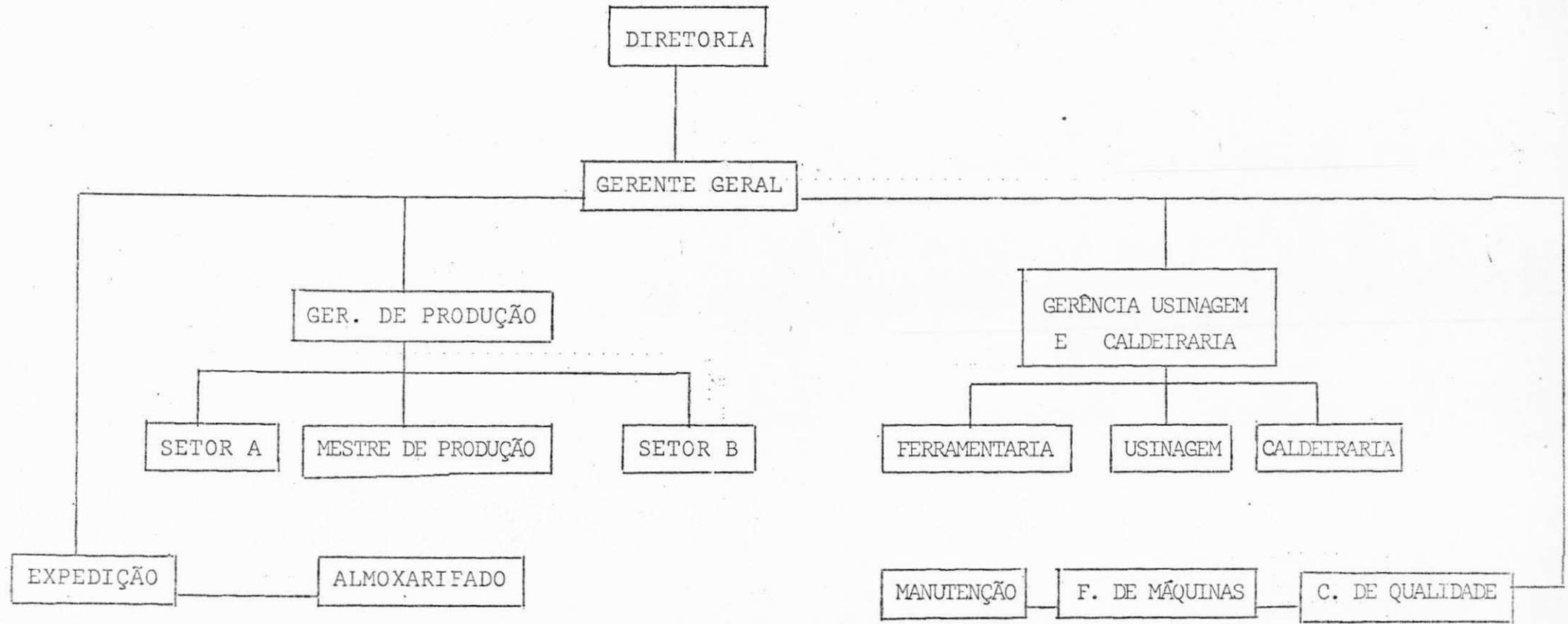
mento ou de nível, para atender as condições especiais.

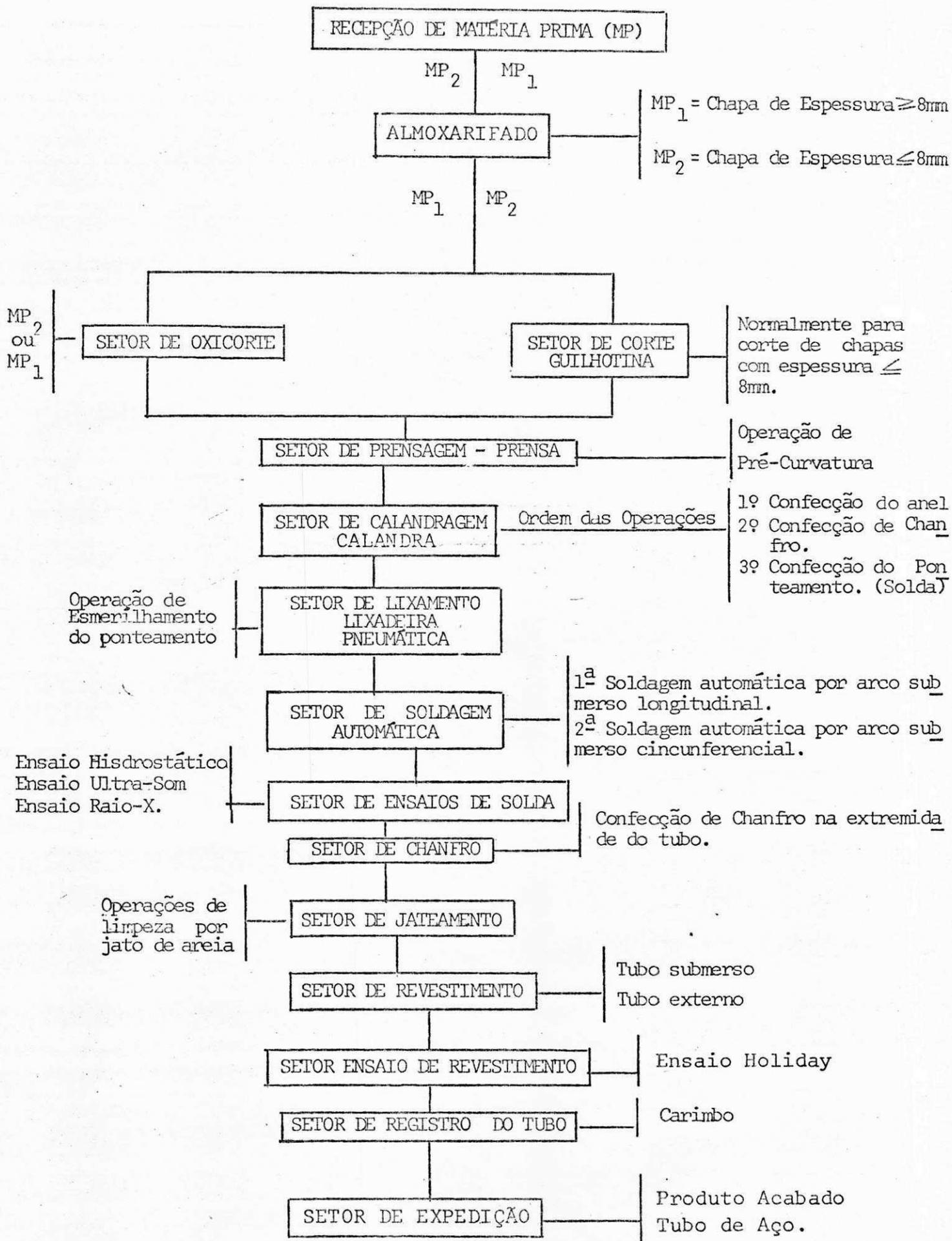
Para fins destas especificações os Tubos Fabricados de chapas; as propriedades do material serão determinadas antes da fabricação. Como também as propriedades físicas dos materiais poderão ser determinadas de testes feitos em amostras tiradas dos tubos, depois de fabricados.

TIPO DE PRODUÇÃO DA ICOMACEDO:

A produção da Icomacedo é do tipo Produção Intermitente sob Encomenda.

Na produção sob encomenda a indústria produz artigos especiais, especificados pelo consumidor (no caso um cliente) e somente inicia a produção, depois de receber um pedido de compra.





6. OPERAÇÕES REALIZADAS NAS SEÇÕES DE FABRICAÇÃO DE TUBOS DE AÇO:

As bordas das chapas a serem unidas por solda automática deverão ser cortadas mecanicamente no formato requerido pelo processo de solda usado, i.é, deverão ser uniformes ao longo de todo o comprimento da chapa e em linha reta. Este corte poderá ser feito pelo sistema **OXICORTE** ou **OXIGÁS** (chama a gás) ou com o uso de uma **GUILHOTINA**, dependerá da espessura (t) da chapa.

- Pré-curvatura — PRENSA
- Conformação Cilíndrica — CALANDRA.

Antes das bordas longitudinais tomarem a forma cilíndrica, todas as chapas deverão ser pré-curvadas por um processo contínuo de calandragem ou numa prensa, possuindo matrizes usinadas de acordo com o raio do tubo. A pressão exercida na operação de pré-curvatura será a suficiente para assegurar uma curvatura exata e uniforme nas bordas. As chapas ficarão com a forma exata de um cilindro.

- Limpeza das superfícies a serem soldadas.
- (Vide Anexo 2)

Todas as bordas das chapas a serem soldadas e as superfícies adjacentes as mesmas deverão ser limpas de óleo, graxa e ferrugem.

- Ajustagem.

As chapas a serem soldadas deverão ser devidamente ajustadas e mantidas em posição durante a soldagem. O ponteamto com solda poderá ser empregado para manter as bordas em alinhamento, desde que a espessura do ponteamto permita que o ponto de solda se torne completamente fundido e venha a tomar parte na resistência da solda do cordão final. O método adotado deverá produzir um tubo que tenha uma seção circular em toda a sua extensão.

- Soldagem de topo por fusão para cordões de sol

da retos e circunferenciais.

As chapas serão mantidas na posição correta. As bordas justa-postas deverão ser preparadas convenientemente. Cada camada depositada de metal soldado pelo processo de solda de fusão será inteiramente limpa, antes da camada adicional de solda a ser aplicada à superfície. O cordão de solda acabado será central em relação à costura e a junta terminada deverá ser livre de depressões, arestas, ranhuras, rebarbas, irregularidades, etc... As partes internas das superfícies dos tubos deverão estar livres de rebarbas e outras irregularidades resultantes de solda com excessão do cordão normal necessário.

Todas as soldas deverão ter fusão completa com o metal base e estarem livres de rachaduras, óxidos, escórias e bolsas de gás. Se a máquina de solda automática não executar uma solda que penetre inteiramente na parte interna do tubo e projete-se além do contorno da superfície, deverá ser dado um passe interno na raiz da solda, no interior do tubo. O desbastamento da solda na raiz será executado quando o inspetor julgar necessário.

- Soldagem Automática - Arco-Submerso.

Todas as costuras longitudinais e circunferenciais de seções retas de tubo, são soldadas com máquina automática. Os corpos de prova de solda são submetidos a ensaios de Dobramento e Tração. A aprovação destes ensaios deverá ser requerida, antes da soldagem do tubo. Quando o tubo recebe sua solda final é submetido a ensaios Hidrostático, Raio-X e Ultra-Som.

- Jateamento de Areia.

As operações de jateamento deverão remover toda ferrugem, carepa e outras impurezas da superfície, expondo completamente o metal base apresentando uma aparência acinzentada mate.

Para o jateamento deverá ser empregada uma areia

aguçada e seca, tendo um mínimo de 50% de retenção na peneira de 20 malhas por polegada, com uma pressão de ar de não menos que 90 psi no local de jato. Exige-se uma profundidade de desgaste pelo jateamento de 3 milésimos.

- Revestimento de Tubos de Aço.

Tinta Primária - PRIMER e/ou ZARCÃO.

Tinta Secundária ou Revestimento propriamente dito - ASFALTO ou TINTA DE ALUMÍNIO.

Todos os tubos serão revestidos internamente e externamente. De acordo com a sua localização, aparentes ou enterrados, será especificada a tinta adequada. Veremos com maior detalhe no 13º item.

- Ensaio do Revestimento.

O Ensaio Holiday (não destrutivo), tem a função de detectar as irregularidades do revestimento como também a aderência. Mais detalhes no 14º item.

Finalmente o tubo terá, em uma de suas extremidades, o seu registro, código e denominação. Daí o produto acabado estará apto à expedição, de onde será feito o embarque.

7. CÁLCULOS : TUBOS DE AÇO e FERRO FUNDIDO:

7.1 - Dimensionamento

7.2 - Pressão mínima de Ensaio Hidrostático.

7.1 - Dimensionamento:

- a. Um tubo de parede fina, de aço, para água, sob a pressão de 120 lb/in^2 . O diâmetro interno é de 16 in; o limite de escoamento do material é 38000 lb/in^2 e o coeficiente de segurança adotado é 3. Determinar a espessura do tubo.

$$\text{DADOS: } p = 120 \text{ lb/in}^2$$

$$d_i = 16 \text{ in}$$

$$\sigma_e = 38000 \text{ lb/in}^2$$

$$\lambda = 3$$

$$t = ?$$

$$\text{Equação Geral: } P = \frac{\bar{\sigma} \cdot t}{r}$$

$$\text{Mas } \bar{\sigma} = \frac{\sigma_e}{\lambda} \quad \bar{\sigma} = \frac{38.000}{3}$$

$$\bar{\sigma} = 12.666,7 \text{ lb/in}^2.$$

Substituindo a tensão admissível ($\bar{\sigma}$) na equação geral, temos:

$$P = \frac{\bar{\sigma} \cdot t}{r} \rightarrow t = \frac{P \cdot r}{\bar{\sigma}} \rightarrow t = \frac{120 \times 8}{12.666,7}$$

$$t = 0,076 \text{ in.}$$

- b. Um tubo de ferro fundido, para água, de 8 in de diâmetro interno, deve ser submetido à pres

são interna de 14 kg/cm^2 . Qual deve ser a es pes su ra m í n i m a para que não seja ultrapassada a tensão admissível, de 245 kg/cm^2 ?

$$\text{DADOS: } P = 14 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

$$d_i = 8 \text{ in} = 4 \times 2,54 \text{ cm} = 10,16 \text{ cm}$$

$$t = ?$$

$$P = \frac{\bar{\sigma} \cdot t}{r} \rightarrow t = \frac{Pr}{\bar{\sigma}}$$

$$t = \frac{14 \times (4 \times 2,54)}{245}$$

$$t = \frac{142,24}{245} \rightarrow t = 0,58 \text{ cm}$$

7.2 - Pressão mínima de Ensaio Hidrostático.

A pressão mínima é dada pela equação: $P = \frac{2 \bar{\sigma} t}{d}$, que é a pressão de trabalho, mas o ensaio hidrostático é realizado com uma pressão (P') que é duas vezes maior que a pressão de trabalho (P).

Logo: $P' = 2P$, então

$$P' = \frac{4 \bar{\sigma} t}{d} \quad \text{ou} \quad P' = \frac{2 \bar{\sigma} t}{r}$$

Um tubo de aço, para água, tem espessura $7/16 \text{ in}$. O diâmetro interno é de 47 in ; o limite de escoamento do material é 14.400 lb/in^2 e o coeficiente de segurança adotado é 4. Determinar a pressão de trabalho e a pressão utilizada no ensaio hidrostático.

$$\text{DADOS: } \sigma_e = 14.400 \text{ lb/in}^2$$

$$d_i = 47 \text{ in}$$

$$t = 7/16 \text{ in} = 0,44 \text{ in}$$

$$\lambda = 4$$

$$P_{\text{trab}} = ?$$

$$P' = ?$$

Equação da Pressão de Trabalho ou Pressão de Projeto.

$$P = \frac{2 \bar{\sigma} t}{d}, \text{ mas } \bar{\sigma} = \frac{\sigma_e}{\lambda}$$

$$\text{Trab } d$$

$$\text{Logo } \bar{\sigma} = \frac{14.400}{4} \rightarrow \bar{\sigma} = 3600 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Portanto: } P = \frac{2 \bar{\sigma} t}{\text{Trab } d}$$

$$P = 2 \times 3600 \times 0,44 \rightarrow P = \frac{3168}{\text{Trab } 47} \rightarrow P = 67,4 \text{ lb/in}^2$$

Como $P' = 2 P$, temos:

$$P' = 2 \times 67,4 \rightarrow P' = 134,8 \text{ lb/in}^2.$$

A pressão do Ensaio Hidrostático é: $P' = 134,8 \text{ lb/in}^2$.

8. CALDEIRARIA - CONEXÕES DE AÇO:

Fabricação de peças especiais de acordo com a Norma AWWA C - 208.

- As peças especiais fabricadas a partir de tubos, são:

Curvas, tês, ramificações e outras peças necessárias para mudança de direção ou de inclinação, as quais consistem de peças retas do tubo.

- As peças especiais fabricadas a partir de chapas são:

Tês, curvas, flanges, reduções, junta dresse y.

- Confecção de um T (Tê) a partir de tubos.

Primeiramente pega-se o tubo de comprimento maior e solda-se no interior do mesmo, no seu centro, uma barra de aço (transversal ao eixo do tubo, em seguida ponteia-se outra barra, com oxi-acetileno, um pouco maior que o comprimento do tubo, também no seu interior, mas unida à superfície superior (paralelo ao eixo do tubo), onde será soldado o outro tubo que dará o formato desejado (T), fazendo um ângulo de 90° entre si. Este processo de utilização das duas barras é para evitar danos e ovalização.

Depois de colocado o tubo sobre o anterior, faz-se o ponteamto, em seguida solda-se com eletrodo apropriado para soldagem interna (penetração), ou seja, fusão do Metal Base com o Material de Adição, o acabamento desta solda terá um eletrodo específico, esta solda de acabamento é também chamada solda externa. Passa-se uma lixadeira pneumática para tirar o excesso da solda, escória, rebarbas, etc. A peça está pronta para submeter-se aos ensaios de solda, líquido penetrante ou ultra-som, onde serão detectada todas as discontinuidades, se realmente houver. Estas podem ser: trincas, falta de penetração, poros, escórias, falta de fu

9. USINAGEM:

Cálculos de engrenagens.

- Engrenagem Reta (dentes retos)

R - Raio na raiz do dente.

H - Altura total do dente

L - Altura da cabeça do dente

l - Altura da raiz do dente

P - Passo (circunferencial)

e - Espessura do dente.

C - Intervalo entre dentes.

$$H = 2,167 \times \text{Módulo}$$

$$L = \text{Módulo}$$

$$l = 1,167 \times \text{Módulo}$$

$$R = 0,3 \times \text{Módulo (Máximo)}$$

$$P = \pi \times \text{Módulo} \rightarrow P = c + e$$

$$E = 0,5 \times P$$

$$C = 0,5 \times P$$

Diâmetro Externo.

$$De = Dp + 2M$$

$$De = M \times (N + 2)$$

Diâmetro Interno.

$$Di = Dp - (2 \times e)$$

Distância entre Eixos ou Centros.

A distância entre os eixos de duas rodas é igual a metade da soma dos "diâmetros primitivos".

A — distância entre eixos.

$$A = \frac{Dp + dp}{2} \rightarrow A = \frac{N + n}{2} \times M$$

Cálculos de Engrenagem Reta

I - Dados: $De = 70 \text{ mm}$

$$N = 18$$

Cálcular: a. $M = ?$ d.) $R = ?$ g.) $P = ?$
 b. $Dp = ?$ e.) $l = ?$ h.) $e = ?$
 c. $h = ?$ f.) $Di = ?$ i.) $c = ?$

$$\text{Solução: a. } D_e = M \times (N + 2) \rightarrow M = \frac{D_e}{N + 2}$$

$$M = \frac{70 \text{ mm}}{18 + 2} \rightarrow M = 3,5 \text{ mm}$$

$$D_e = M \times (N + 2) \quad M \times (N + 2) = D_p + 2M$$

$$D_e = D_p + 2M$$

$$M \times N + 2M = D_p + 2M \rightarrow D_p = M \times N$$

$$\text{b.) } D_p = 3,5 \times 18 \rightarrow D_p = 63 \text{ mm}$$

$$\text{c.) } h = 2,16 \times M \rightarrow h = 2,167 \times 3,5$$

$$h = 7,5895 \text{ mm}$$

$$\text{d.) } R = 0,3 \times M \rightarrow R = 0,3 \times 3,5 \rightarrow R = 1,05 \text{ mm}$$

$$\text{e.) } l = 1,167 \times M \rightarrow l = 1,167 \times 3,5 \rightarrow l = 4,1 \text{ mm}$$

$$\text{f.) } D_i = D_p - (2 \times e) \rightarrow D_i = 63 - (2 \times 4,1)$$

$$D_i = 63 - 8,2 \rightarrow D_i = 54,8 \text{ mm.}$$

$$\text{g.) } P = \pi \times M \rightarrow P = 3,1416 \times 3,5 \rightarrow P = 11 \text{ mm.}$$

$$\text{h.) } e = 0,5 \times P \rightarrow e = 0,5 \times 11 \rightarrow e = 5,5 \text{ mm.}$$

$$\text{i.) } C = 0,5 \times P \rightarrow C = 0,5 \times 11 \rightarrow C = 5,5 \text{ mm.}$$

$$P = C + e \rightarrow P = 5,5 + 5,5$$

$$P = 11 \text{ mm.}$$

10. CONTROLE DE QUALIDADE:

Ensaio de soldas de produção. A eficiência da soldagem deverá ser verificada durante a produção.

Os corpos de prova das soldas serão tomados perpendicularmente à solda e da boca do tubo, ou das chapas de ensaio feitas de material conforme os requisitos das especificações de chapa utilizadas na fabricação do tubo. As

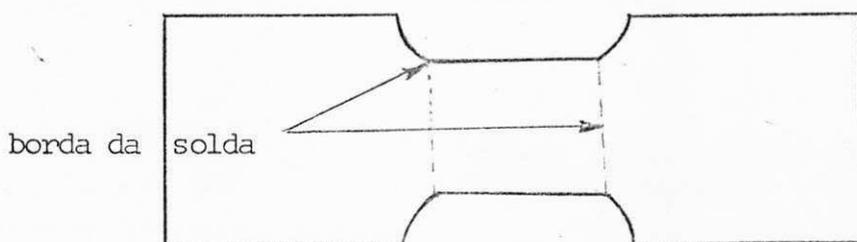
chapas de ensaio serão soldadas com o mesmo procedimento e com o mesmo operador e equipamento, e em seqüência com a soldagem das juntas longitudinais do tubo. As chapas de ensaio terão a solda aproximadamente no meio do corpo de prova. Os corpos de prova serão desempenados e ensaiados à temperatura ambiente.

10.1 - Ensaio de Tração.

Corpo de prova de secção transversal reduzida para tração.

Dois corpos de prova de secção reduzida para tração; feitos de acordo com a figura (1) deverão acusar um limite de resistência à tração igual ou superior a 100% do mínimo especificado para o material utilizado.

Fig. (1) Corpo de prova de secção reduzida para tração.



O corpo de prova será traçado até haver uma ruptura, só que isto não pode ocorrer na área que está soldada, como também não pode apresentar defeitos não admissíveis, como: falta de penetração, porosidade, trincas, inclusões, etc.

10.2 - Ensaio de Dobramento.

Dois corpos de prova de dobramento serão prepa

rados de como mostra a figura (2) e deverão suportar um dobramento de 180° em um gabarito (matriz), de acordo com a figura (3)

Fig. (3) Corpo de prova para dobramento.

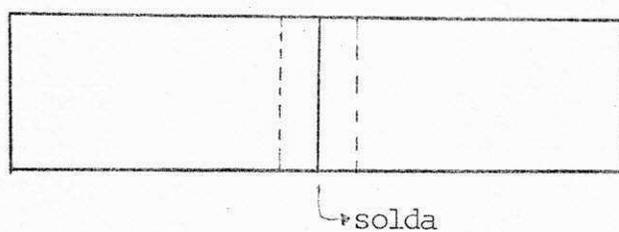
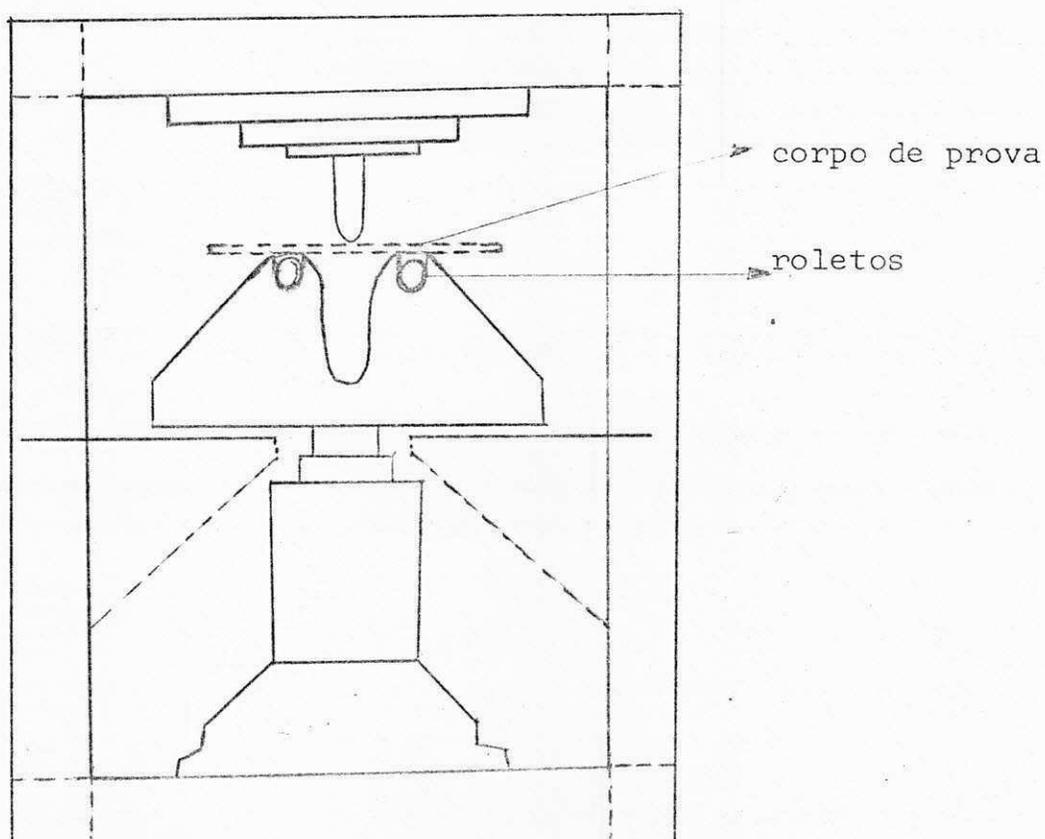


Figura (3) Gabarito ou Matriz para o ensaio de dobramento.



Um corpo de prova de dobramento será considerado satisfatório se não ocorrer nenhuma trinca ou outro defeito aberto de mais de 1/8", medido em qualquer direção no metal solda ou entre a solda e o metal base, após o dobramento.

11. ENSAIOS DE SOLDA:

11.1 - Ensaio Hidrostático

11.2 - Ensaio Ultra-Som

11.3 - Ensaio Raio-X.

11.1 - ENSAIO HIDROSTÁTICO:

Cada tubo será ensaiado com uma pressão igual ou superior à determinada pela seguinte fórmula.

$$P = \frac{2 \bar{\sigma} t}{D}$$

Onde:

P = Pressão mínima de ensaio hidrostático em lb/pol²;

S = Tensão na parede do tubo durante o ensaio hidrostático;

$\bar{\sigma} = 0,75 \sigma_e$ (lb/pol²)

$\bar{\sigma} = 1,25 \sigma_{projeto}$ (lb/pol²)

T = Espessura de parede, em pol;

D = Diâmetro externo, em pol;

Qualquer vazamento nas costuras soldadas será reparado de acordo com os seguintes itens:

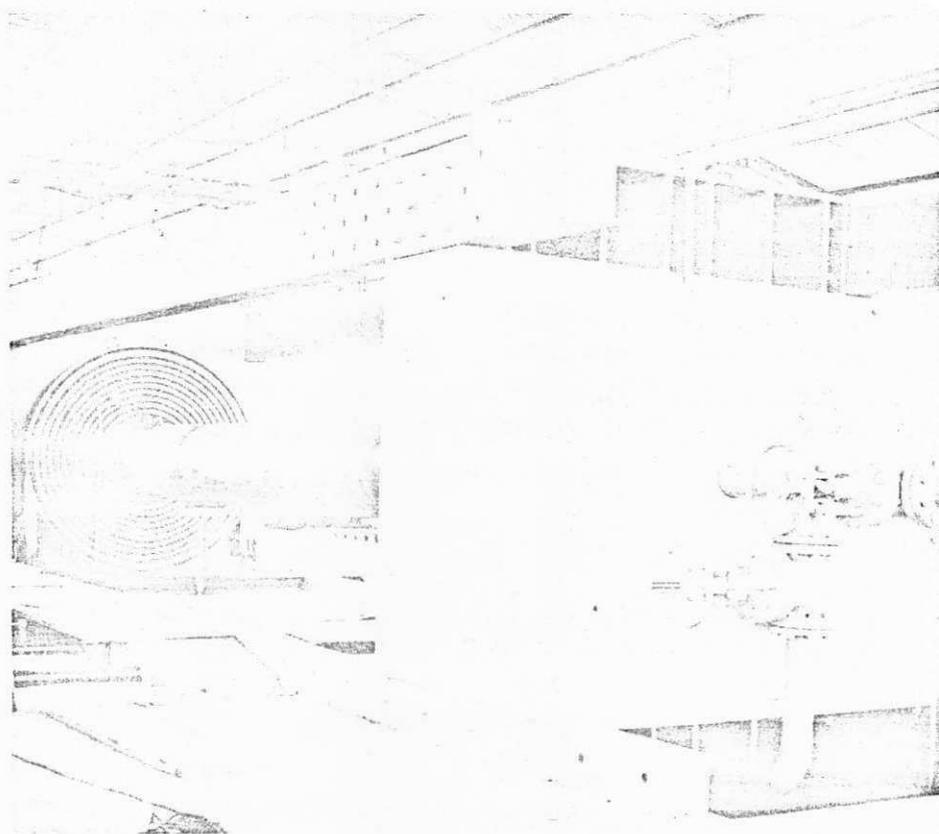
a. O defeito será completamente removido e a cavidade, completamente limpa;

b. A solda de reparo será executada por soldagem

automática ou manual por soldador qualificado.

Os tubos reparados serão reensaiados hidrostaticamente. Se no reensaio, os tubos apresentarem vazamentos nas costuras, serão rejeitados.

ENSAIO HIDROSTÁTICO



Prensa hidráulica para teste hidrostático de tubos. Capacidade até 3 metros de diâmetro

11.2 - ENSAIO POR ULTRA-SOM:

Os ensaios por Ultra-Som deverão ser realizados em todos os cruzamentos (costuras circunferenciais) e extremidades (costuras longitudinais) de todos os tubos. O comprimento mínimo de solda a ser inspecionada será de 40 cm de cada lado do cruzamento e de 40 cm para cada extremidade. Com o ensaio por Ultra-Som pode-se detectar as seguintes descontinuidades: trincas, falta de penetração ou de fusão, escórias, poros, mordeduras, etc.

Quando estes defeitos ultrapassam as tolerâncias permitidas pela Norma AWWA, serão removidos com eletrodo grafite e recuperados com solda automática ou manual. Depois de recuperadas as peças, será feito um reensaio.

Se no reensaio as peças apresentarem qualquer descontinuidade serão consideradas rejeitadas.



Todas as soldas são inspeccionadas com aparelho de ultrassons, a fim de detectar possíveis falhas a serem reparadas

11.3 - ENSAIO RAIÓ-X:

Este ensaio é aplicável para detectar imperfeições na solda, ou seja, descontinuidades críticas, tais como:

- Trincas
- Falta de penetração ou de fusão
- Inclusão de escória alongada
- Poros.
- Trincas - longitudinais ou transversais de qualquer dimensão sem tolerância.
- Falta de penetração ou de fusão sem tolerância.
- Inclusão de escória alongada - o comprimento total das descontinuidades em qualquer faixa de 6" (aproximadamente 150 mm) de comprimento não deve ultrapassar 12,7 mm.

Exemplos de padrões de distribuição máxima de descontinuidades do tipo "Inclusão de Escória Alongada".

- (Vide Anexo 3)

- Poros:

De acordo com a Norma ASME.

As imagens escuras de forma geralmente circular ou oval devem ser interpretadas como porosidade, para efeito desta Norma (ASME).

- Área total de porosidade permissível.

A área total de porosidade, conforme determinada a partir do filme radio-gráfico, não deve ultrapassar de 0,06T (espessura) polegadas quadradas para qualquer extensão de 6" de solda, sendo T a espessura da solda em polegada. Se a solda for menor que 6" de comprimento, a área

total de porosidade permitida será reduzida proporcionalmente. (1 polegada quadrada = 645 mm²).

POROSIDADE MÁXIMA ACEITÁVEL:

As cartas de porosidade que veremos a seguir (Anexo 4), ilustram vários tipos de indicações de porosidade: uniformes, variadas, dispersas aleatoriamente.

Elas representam, para cada espessura de solda, a porosidade máxima aceitável. Representam radiografias de 6" em escala natural e não devem ser aplicadas nem reduzidas. As distribuições de porosidade apresentadas não são necessariamente os arranjos que podem aparecer nas radiografias, mas são típicas do número e tamanho das indicações permitidas.

Quando as indicações de porosidades diferirem significativamente das cartas de porosidade, o número e tamanho dos poros podem ser medidos e a área total de poros calculada.

Indicações de Porosidade Máxima Permissível em radiografias, para 150 mm de comprimento de solda.

Vide Anexo 4 (Tabela e Carta de Porosidade).

ENSAIO RAIOS-X



Através dos raios X tem-se a quantificação dos eventuais defeitos de solda. Sua utilização permite verificar o padrão de qualidade do produto em elaboração.

12. REVESTIMENTO:

12.1 - Tubos de Aço

12.2 - Peças Especiais.

Todos os tubos, depois do jateamento de areia, ficarão num tempo máximo de 15 minutos para receberem a tinta primária e, depois desta, ficarão 4 horas no mínimo e com o máximo de 72 horas para serem revestidos. Esta é a tolerância. Se houver alguma falha, os tubos serão jateados novamente.

12.1 - TUBOS DE AÇO:

Para o lado interno de todos os tubos: Aparentes ou Enterrados.

Uma demão de tinta primária (PRIMER) seguida por um revestimento, a quente, de asfalto, aplicados, primeiramente o PRIMER com pistola e depois o Asfalto por meios mecânicos (CALDEIRAS).

Para o lado externo dos tubos a serem Assentados Enterrados:

Uma demão de tinta primária (PRIMER) seguida por um revestimento, a quente, de Asfalto, ao qual deve ser aplicada uma camada de lã de vidro. O revestimento deverá, então, ser acabado com uma demão de cal resistente à água.

Para o lado externo dos tubos a serem Assentados Aparentes, expostos às intempéries:

Duas demãos de tinta primária de Zarcão Sintético, e em seguida uma demão de tinta de alumínio, aplicadas, a frio, por meio de pistola.

ILUSTRAÇÃO:

O esmalte a ser usado nos revestimentos inter

no e externo deverá ser aquecido em caldeiras, equipadas com termômetros de leitura precisa e fácil.

- Espessura do Revestimento Interno = 3/32"
- Espessura do Revestimento Externo = 3/32"

12.2 - PEÇAS ESPECIAIS:

Os resultados da limpeza, da execução dos revestimentos interno e externo das peças especiais deverão ser equivalentes aos resultados de trabalhos similares executados nos tubos retos. Se a forma impede a rotação da peça, os revestimentos interno e externo deverão ser aplicados por pintura manual.

13. ENSAIO DE REVESTIMENTO:

Ensaio Holiday.

O Aparelho Holiday Detector NHD - 50A foi projetado para inspeção elétrica e detecção de falhas em pinturas e revestimentos isolantes anti-corrosivos, aplicados em equipamentos industriais.

INDICAÇÃO DE DEFEITOS NO REVESTIMENTO:

Quando houver alguma falha no revestimento ou pintura o detector do aparelho acionará um circuito de alarme, o qual emitirá sinal acústico.

TIPOS DE DEFEITOS NO REVESTIMENTO:

- Falta de Aderência
- Bolhas e Rebarbas.

14. DEPARTAMENTO TÉCNICO:

Norma C 200 - 75.

Norma AWWA para Tubos de Aço para Água.

A Norma C-200 refere-se às combinações de todos os tipos e classes de tubos de aço 6 pol (152,4 mm) ou mais, utilizados em serviços de água, independentemente de seu manancial. Com garantia de qualidade adequada, os tubos produzidos em fábrica ou em usina de aço servem igualmente para serviços de água. Os tubos produzidos em fábrica com materiais e procedimentos de controle de qualidade estipulados nesta norma serão tubos de alta qualidade.

Uma importante alteração desta norma com relação às normas anteriores é a inclusão de critérios de projeto para determinação de espessura de parede para satisfazer as condições de pressão interna. A finalidade disto é proporcionar a máxima eficiência das instalações de cada fabricante e a melhor aplicação do aço de que ele dispõe (dentro dos limites fixados nesta norma) para satisfazer os requisitos do comprador.

INFORMAÇÕES RESTRITAS e RELATIVAS à UTILIZAÇÃO DESTA NORMA:

Esta norma refere-se à fabricação e ensaios de tubos de aço cilíndricos. O projeto integral de adutoras de aço está descrito no manual de Tubos de Aço AWWA M-11, Projeto e Instalação de Tubos de Aço. Proteção anti-corrosiva pode ser obtida pelo emprego de tinta primária, PRIMER ou Coal-Tar como se acha especificado na Norma AWWA C-203.

Os revestimentos especiais, que podem ser especificados pelo comprador são tratados nas Normas AWWA C-205 e e C-202.

Flanges e conexões são tratados nas Normas AWWA

C-207 e C-208, respectivamente. A determinação da espessura de parede do tubo de aço é afetada por: (1) - pressão interna, inclusive pressões estáticas e transitórias, (2) - pressão externa, inclusive cargas de vala e aterro, (3) - cargas físicas especiais, tais como cargas de vigas contínuas com apoios de sela ou cintas, condições de vácuo para tubos expostos à atmosfera, tipo de junta utilizada, variações da temperatura de trabalho e (4) - considerações práticas de movimentação, embarque, revestimento externo e interno ou operações semelhantes.

As técnicas de projeto descritas no manual de tubos de aço AWWA M-11 são utilizadas para se determinar a espessura de parede mínima. O comprador pode estabelecer e especificar a espessura de parede satisfatória para todas as condições inclusive pressão interna. A escolha das tensões de projeto e limites de deflexão deve ser feita considerando-se as propriedades dos materiais utilizados para revestimento externo e interno. O comprador pode também estabelecer e especificar a espessura de parede mínima que satisfará a todas as condições de pressão externa, carga de vala, cargas físicas especiais e requisitos práticos, permitindo explicitamente ao fabricante selecionar materiais e processos de fabricação, dentro das limitações desta norma, para produzir tubo com espessura capaz de satisfazer também a pressão interna especificada. Neste último caso, o comprador deve especificar a pressão interna e o fabricante deve escolher e fornecer tubos com espessura de parede capaz de cumprir os requisitos de pressão interna de projeto, a qual prevalecerá se for maior do que a espessura mínima especificada pelo comprador. A espessura da parede do tubo capaz de satisfazer aos requisitos de pressão interna de projeto é determinada pela fórmula:

$$t = \frac{P d}{2 \sigma}$$

Onde: P - Pressão de projeto ou pressão de trabalho (lb/in²)

d - Diâmetro externo (polegada)

$\bar{\sigma}$ - Tensão admissível na parede do tubo. (lb/in²).

t - Espessura da parede do tubo (polegada)

APLICAÇÃO DA NORMA:

Esta norma se aplica a tubos de aço soldado de topo, costuras longitudinais e circunferenciais, produzidos em fábrica; ou a tubos de aço de costura helicoidal ou retilínea produzidos em usina; com diâmetro nominal de 6 pol (152,4 mm) ou mais e a peças especiais, destinados a transmissão e distribuição de água ou outros sistemas de água.

15. EXPEDIÇÃO:

Os tubos depois de prontos receberão, em uma de suas extremidades, a sua identificação através de um carimbo ou de uma plaqueta.

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO ACABADO

Nº	MATÉRIA PRIMA	FABRICANTE
245	AÇO-NORMA AWWA	ICOMACEDO S.A

Os tubos agora estarão aptos para o embarque.

16. SUGESTÃO:

Visando melhor aproveitamento nos "Estágios" por parte dos alunos, seria importante a inclusão da parte de projetos que permite um melhor rendimento profissional do Estagiário. Tenho certeza de que com este complemento o estagiário terá uma visão geral da Engenharia Mecânica.

17. COMENTÁRIO E AGRADECIMENTO:

Foi de grande proveito este estágio por mim realizado, pois obtive conhecimentos gerais dentro das limitações possíveis que a Indústria dispõe, envolvendo-me diretamente no seu processo de fabricação de Tubos de Aço.

Agradeço a todos que cooperaram comigo, dando-me uma visão geral de todos os processos de fabricação e permitindo-me observar as atribuições de cada funcionário no departamento, principalmente, dos engenheiros.

Meu agradecimento especial ao Engenheiro EDUARDO BURLE FERREIRA, que teve o interesse de orientar-me durante todo o decorrer do estágio.

18. - CONCLUSÃO:

O estágio que realizei nesta indústria me foi de grande valia pela quantidade e qualidade de conhecimentos que obtive durante o andamento do mesmo.

Aprendi a resolver problemas antes por mim desconhecidos e o mais importante foi a oportunidade que tive em poder colocar em prática todos os conhecimentos adquiridos na Universidade.

Campina Grande, 16 de novembro de 1982.

MARIA APARECIDA XAVIER CARDOSO

- Estagiária -

19. BIBLIOGRAFIA

A - NASH, WILLIAM

Resistência dos Materiais - Coleção Schaum

Editora, Mc Graw-Hill do Brasil, LTDA. São Paulo - 1976.

DRAPINSK, JANUSZ.

Elementos de Soldagem

Editora, Mc Graw-Hill do Brasil, LTDA. - São Paulo - 1978.

LOBJOIS, CH.

Desenvolvimento de Chapas.

Editora, HEMUS. - São Paulo - 1976.

QUIRINO DA SILVA, JOSÉ.

Manual do CETESB - Norma ASME - Ensaios de Solda - Controle
Qualidade - São Paulo.

SALES CUNHA, LAURO.

Manual Prático do Mecânico.

Editora, HEMUS - São Paulo - 1979.

ASSINATURAS :

MARCINO DIAS DE OLIVEIRA JÚNIOR
Coordenador de Estágios

JOSÉ DA SILVA QUIRINO
Orientador do Estágio

EDUARDO BURLE FERREIRA
Engenheiro da Indústria

JOSÉ MARIA MACÊDO
Industrial

MARIA APARECIDA XAVIER CARDOSO
- Estagiária -



ICOMACÊDO S.A. - INDÚSTRIA E COMÉRCIO

A

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Ilmo. Sr. Coordenador de Estágios.
Engº Marcino

DECLARAÇÃO

Declaramos para fins de prova, junto ao DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA, que a Srita. Maria Aparecida Xavier Cardoso, prestou estágio supervisionado à esta Empresa no período de 27.01.82 à 02.03.82, com a carga horária de 8 (Oito) horas diárias, completando assim um total de 240 (Duzentos e Quarenta) horas de estágio.

Recife, PE., 02 de Março de 1982.

ICOMACÊDO S/A IND. E COM.

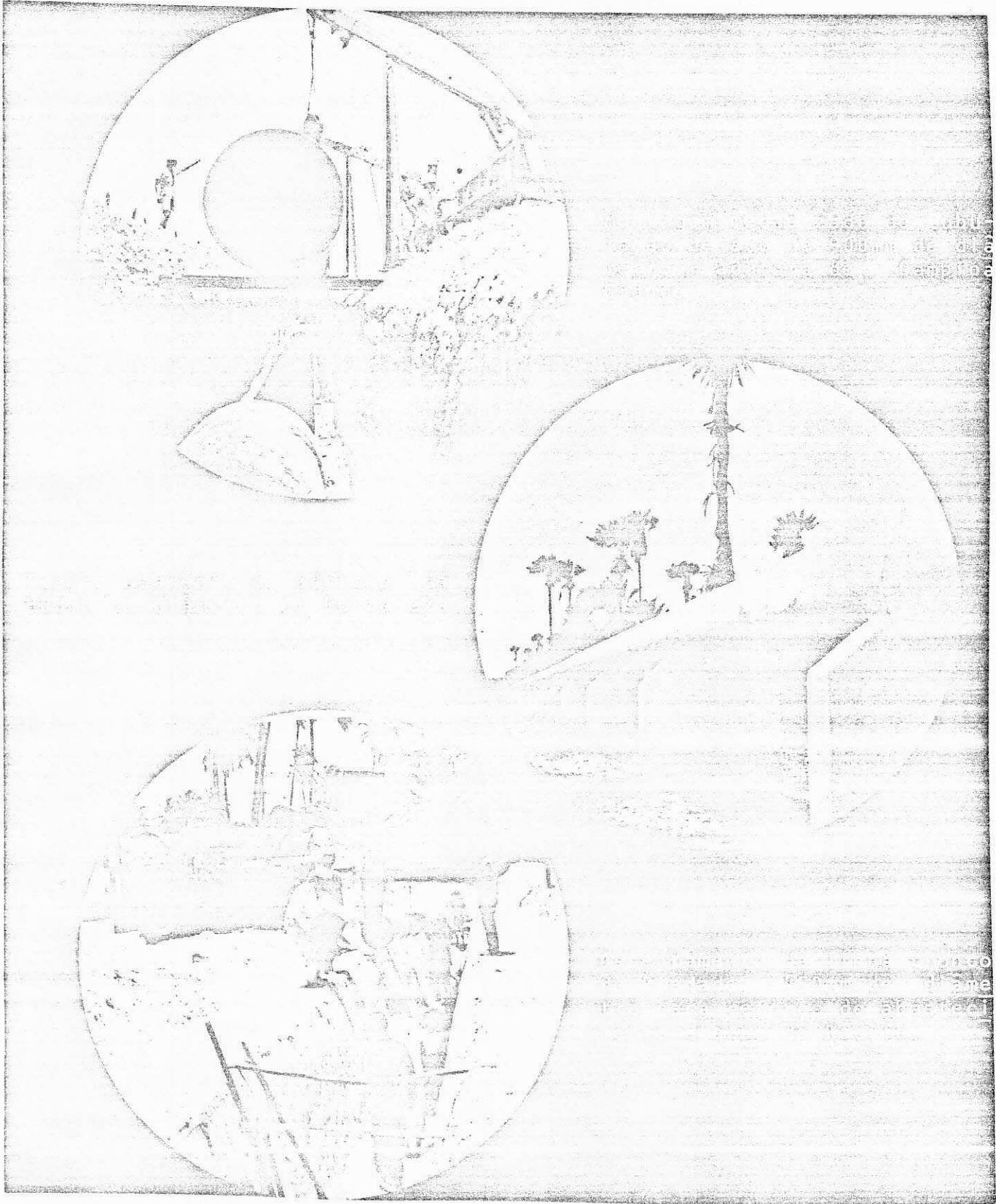


EDUARDO BURLE GOMES FERREIRA .
CREA 1312 -D 2ª REGIÃO

20.

A N E X O S

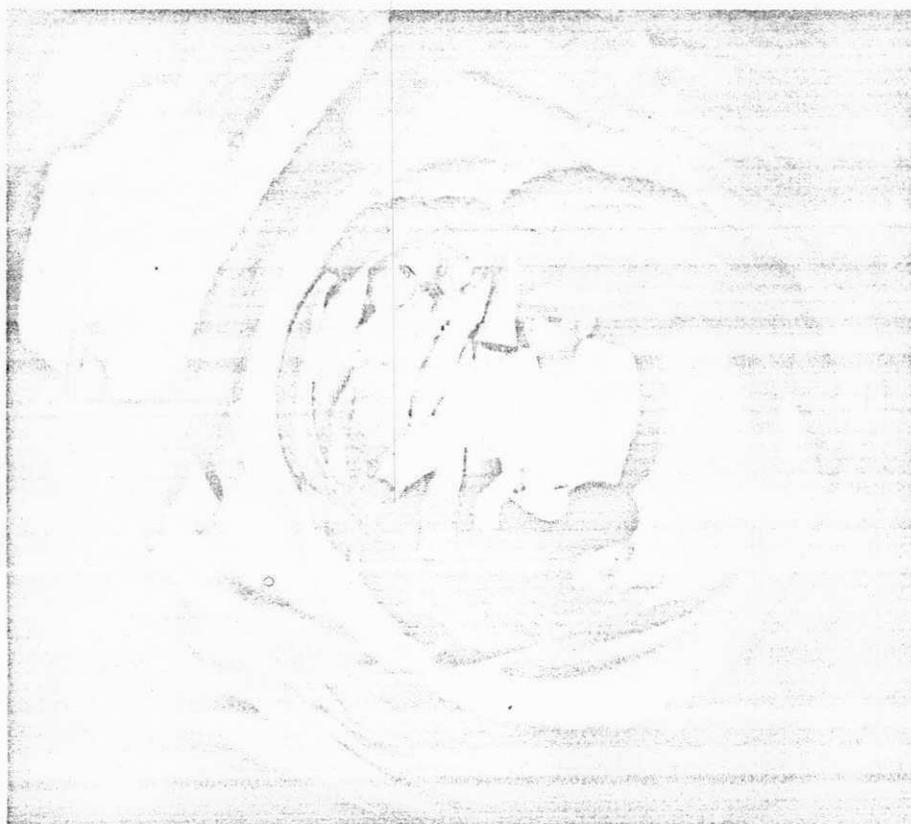
ANEXO - 1



ANEXO - 1



Reservatórios de aço fabricados e instalados em indústria de fosfato bi-cálcico no Estado de Pernambuco



Os tubos de aço apresentam uma superfície super-polida com o valor $C = 140$ da fórmula de Hazen-Williams. A inscrutação é fator imponderável na viabilidade do sistema.

ANEXO - 2



A limpeza e escariado são requisitos essenciais para uma boa solda. A operação é feita através da lixadeira pneumática.

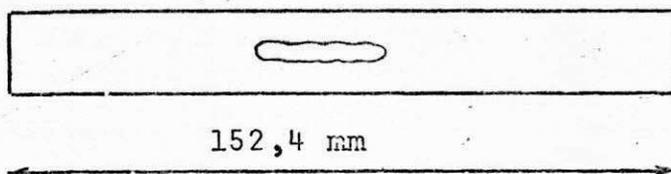
ANEXO - 3

DESCONTINUIDADES DO TIPO "INCLUSÃO DE ESCÓRIA ALONGADA"

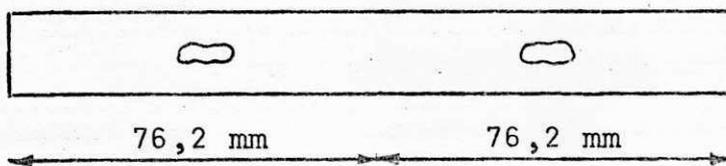
TABELA

DIMENSÕES MÁXIMAS	DIMENSÕES MÍNIMAS	QUANTIDADE MÁXIMA 6" DE SOLDA
12,7 mm	152,4 mm	1
6,4 mm	76,2 mm	2
3,2 mm	50,8 mm	3

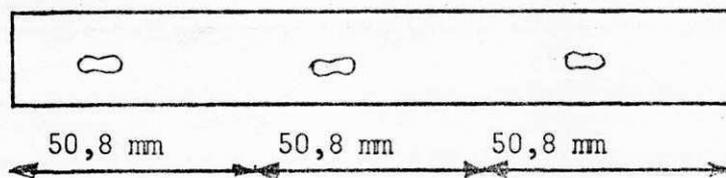
Exemplos de Padrões de Distribuição Máxima.



Exemplo (1) - 1 Descontinuidade de 12,7 mm
COMPRIMENTO = 6" DE SOLDA



Exemplo (2) - 2 descontinuidades de 6,4 mm
COMPRIMENTO = 6" DE SOLDA



Exemplo (3) - 3 descontinuidades de 3,2 mm.

ANEXO - 4

INDICAÇÕES DE POROSIDADE MÁXIMA PERMISSÍVEL EM RADIOGRAFIAS,
PARA 150 mm DE COMPRIMENTO DE SOLDA.

TABELA

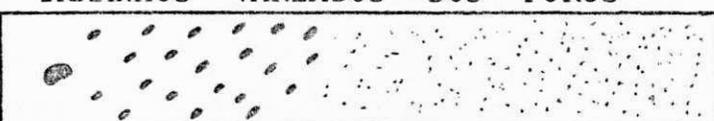
ESPESSURA DA SOLDA (mm)	ÁREA TOTAL POROSIDADE PERMISSÍVEL (mm ²)	POROS GRANDES		POROS MÉDIOS		POROS PEQUENOS	
		TAMANHO (mm)	Q	TAMANHO (mm)	Q	TAMANHO (mm)	Q
6,5	10	-	-	0,6	31	0,35	100
13	19	2,5	4	0,8	40	0,5	101
19	29	3,2	4	0,85	50	0,6	99
25	39	3,2	5	1,0	50	0,7	101
38	58	3,2	7	1,2	50	0,85	99

CARTAS DE POROSIDADE

Quantidade típica e tamanhos permitidos em qualquer faixa de 6" (150 mm) de solda de espessura 1" (25mm).

Área total permissível = 0,06 pol² = 39 mm².

TAMANHOS VARIADOS DOS POROS

3,2		1
1,0		21
0,7		38

150 mm

TAMANHO GRANDE

3,2		5
-----	--	---

TAMANHO MÉDIO

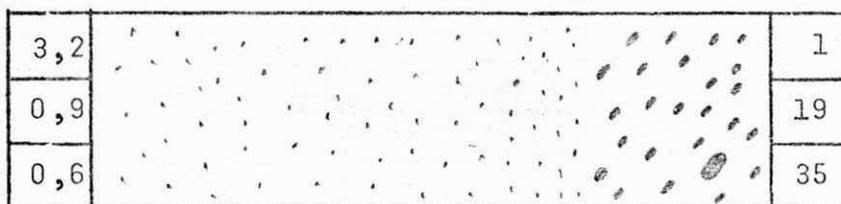


TAMANHO PEQUENO



Quantidade típica e tamanhos permitidos em qualquer faixa de 6" de solda de espessura 3/4" (16 mm)

$$\text{Área permissível} = 0,045 \text{ pol}^2 = 29 \text{ mm}$$



150 mm

TAMANHO GRANDE



TAMANHO MÉDIO



TAMANHO PEQUENO



Quantidade típica e tamanhos permitidos em qualquer faixa de 6" de solda de espessura 1/2" (13 mm).

$$\text{Área total permissível} = 0,03 \text{ pol}^2 = 19 \text{ mm}^2.$$

TAMANHO VARIADO DOS POROS



150 mm

TAMANHO GRANDE



TAMANHO MÉDIO

