PETROBRAS | N-2163 | REV. G | | 11 / 2021

Soldagem e Trepanação em Equipamentos, Tubulações Industriais e Dutos em Operação

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. A Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma é a responsável pela adoção e aplicação das suas seções, subseções e enumerações.

Requisito Técnico: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada: Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter não-impositivo. É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o seu aprimoramento, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, a seção, subseção e enumeração a ser revisada, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S. A. - PETROBRAS, de aplicação interna na PETROBRAS e Subsidiárias, devendo ser usada pelos seus fornecedores de bens e serviços, conveniados ou similares conforme as condições estabelecidas em Licitação, Contrato, Convênio ou similar.
A utilização desta Norma por outras empresas/entidades/órgãos governamentais e pessoas físicas é de responsabilidade exclusiva dos próprios usuários."

CONTEC
Comissão de Normalização Técnica

SC - 26
Soldagem

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GT (formados por Técnicos Colaboradores especialistas da Companhia e de suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e por suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SC (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as Subsidiárias) e homologadas pelo Núcleo Executivo (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a Norma Técnica PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

Sumário

1 Escopo 5

2 Referências Normativas 5

3 Termos e Definições 7

4 Critérios e Atribuições Gerais 10

4.1 Critérios Gerais 10

4.2 Avaliação de Viabilidade Térmica da Soldagem 11

4.3 Atribuições e Responsabilidades 11

4.3.1 Responsável pela Unidade Operacional 11

4.3.2 Responsável pela SMS 11

4.3.3 Responsável pela Inspeção 11

4.3.4 Responsável pelo Projeto da Conexão ou Reparo 11

4.3.5 Responsável pela Execução/Fiscalização (Montagem e Soldagem) 11

4.3.6 Responsável pela Trepanação 11

4.3.7 Responsável pelo Plugueamento 11

4.3.8 Responsável pela Inserção do Tampão Plugue 11

5 Projeto e Instalação das Conexões ou Reparos 12

5.1 Projeto 12

5.2 Inspeção Inicial 13

5.3 Montagem e Soldagem 14

5.4 Operação 15

5.5 Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional (SMS) 15

6 Soldagem em Operação 16

6.1 Produtos - Considerações e Restrições 16

6.2 Execução 17

6.2.1 Considerações Gerais 17

6.2.2 Materiais 19

6.2.2.1 Aços Ferríticos 19

6.2.2.2 Aços Inoxidáveis Austeníticos, Duplex e Superduplex 20

6.3 Preparo da Junta 20

6.4 Inspeção de Soldagem 21

6.5 Soldagem em Tanques em Operação 21

7 Instalação de Conexões Roscadas antes da Trepanação 22

8 Trepanação, Plugueamento e Inserção do Tampão Plugue 23

8.1 Trepanação e Inserção do Tampão Plugue 23

8.2 Plugueamento 23

8.3 Considerações Sobre Projeto 23

8.4 Produtos - Considerações e Restrições 24

8.5 Máquina para Trepanação e Plugueamento 25

8.6 Qualificação da Equipe 25

8.7 Atividades Iniciais 25

8.8 Preparação para Execução da Trepanação e Plugueamento 26

8.9 Instalação da Máquina de Trepanação 26

8.10 Execução do Serviço de Trepanação 27

8.11 Execução do Serviço de Plugueamento 27

8.12 Inserção do Tampão Plugue 27

8.13 Término do Serviço de Trepanação 27

9 Condições Especiais - Trepanação em Tanques em Operação 28

Anexos

Anexo A - Figuras 29

Anexo B - Cálculo da Pressão de Teste Hidrostático 37

Anexo C – Ata de Reunião 39

Anexo D - Lista de Verificação para os Serviços de Soldagem em Equipamento Tubulação ou Duto em Operação 41

Anexo E - Lista de Verificação para os Serviços de Trepanação e/ou Plugueamento de Equipamentos, Tubulações e Dutos 43

Figuras

Figura A.1 - Esquema Típico de um Equipamento de Trepanação 29

Figura A.2 - Acessórios Típicos 30

Figura A.3 - Penetração do Arco de Solda até a Perfuração da Tubulação ou Duto 31

Figura A.4 - Regiões Típicas de Aparecimento de Trincas a Frio 31

Figura A.5 - Tipos de Sistemas de Fixação Utilizando Macaco Hidráulico e Corrente 32

Figura A.6 - Esquema Típico de Chanfro com Mata-Junta Embutido para Solda Longitudinal de Dupla-Calha 33

Figura A.7 - Seqüência de Deposição a ser Utilizada na Soldagem de Soldas Longitudinais 34

Figura A.8 - Seqüência de Deposição a ser Utilizada na Soldagem de Soldas Circunferências de Dupla-Calha 35

Figura A.9 - Seqüência de Deposição Típica dos Passes de Amanteigamento e Passe de Revenimento 35

Figura A.10 - Arranjo Físico dos Dispositivos de Trepanação e Plugueamento 36

Figura A.11 - Dispositivos de Desvio, Plugueamento, Ventilação e Purga 36

Tabela

Tabela 1 - Espessuras Mínimas para Execução de Soldagem 17

1 Escopo

1.1 Esta Norma fixa as condições para a realização de trabalhos em instalações terrestres ou marítimas envolvendo a aplicação de conexões e reparos estruturais soldados, trepanação e plugueamento em equipamentos, tubulações industriais e dutos que estejam em operação. Considera-se em operação os dutos, tubulações ou equipamentos que contenham qualquer produto ou seus resíduos pressurizados ou não com ou sem fluxo.

NOTA A soldagem sem fluxo é possível em diversos casos, devendo ser analisado caso a caso.

1.2 Esta Norma somente se aplica à soldagem em operação com os processos a arco elétrico.

1.3 Esta Norma se aplica à soldagem em paredes com espessura igual ou maior do que 3,2 mm.

1.4 As recomendações técnicas de soldagem descritos nesta Norma se aplicam a tubulações, dutos e equipamentos fabricados em aços ferríticos [tipo aço-C, C-Mn, C-Mn microligado e termomecanicamente processados "*Thermal Mechanical Control Process*" (TMCP)], inoxidáveis austeníticos, Duplex e Superduplex.

NOTA Os Aços definidos na PETROBRAS N-133 como, Aços Cromo-Molibdênio e Aços Molibdênio, Aços de Baixa Liga Tratados Termicamente, Aços Inoxidáveis Ferríticos e Martensíticos não são tratados nesta Norma e, portanto, não devem ser soldados em operação.

1.5 Esta Norma não se aplica a equipamentos, tubulações e dutos em operação que necessitem de tratamento térmico para alívio de tensões após a soldagem, salvo nas condições de soldagem provisória prevista nesta Norma, ou nos fluídos previstos no item 6.1.2.

1.6 Esta Norma se aplica a procedimentos de soldagem e trepanação em equipamentos, tubulações e dutos em operação a partir da data de sua edição.

1.7 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

2 Referências Normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes dos referidos documentos.

PETROBRAS N-115 - Fabricação e Montagem de Tubulações Metálicas;

PETROBRAS N-133 - Soldagem;

PETROBRAS N-1438 - Terminologia Soldagem;

PETROBRAS N-1594 - Ensaio Não Destrutivo - Ultrassom em Solda;

PETROBRAS N-1596 - Ensaio Não Destrutivo - Líquido Penetrante;

PETROBRAS N-1597 - Ensaio Não Destrutivo - Visual;

PETROBRAS N-1598 - Ensaios Não Destrutivo - Partículas Magnéticas;

PETROBRAS N-1738 - Descontinuidades em Juntas Soldadas, Fundidos, Forjados e Laminados;

PETROBRAS N-2036 - Soldagem Subaquática;

PETROBRAS N-2162 - Permissão para Trabalho;

PETROBRAS N-2301 - Elaboração da Documentação Técnica de Soldagem;

PETROBRAS N-2349 - Segurança nos Trabalhos de Soldagem e Corte;

PETROBRAS N-2726 - Terminologia de Dutos;

ISO 3183 - Petroleum and Natural Gas Industries - Steel Pipe for Pipeline Transportation Systems;

API 510 - Pressure Vessel Inspection Code: In-Service Inspection, Rating, Repair, and Alteration;

API 570 - Piping Inspection Code: In-Service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems;

API 579-1 - Fitness-for-Service;

API RP 2201 - Safe Hot Tapping Practices in the Petroleum and Petrochemical Industries;

API RP 2207 - Preparing Tank Bottoms for Hot Work;

API STD 598 - Valve Inspection and Testing;

API STD 650 - Welded Tanks for Oil Storage;

API STD 653 - Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction;

API STD 1104 - Welding of Pipelines and Related Facilities;

ASME B31.3 - Process Piping;

ASME B31.4 - Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and other Liquids;

ASME B31.8 - Gas Transmission and Distribution Piping Systems;

ASME BPVC Section VIII - Division 1 - Section VIII - Division 1 Rules for Construction of Pressure Vessels;

ASME BPVC Section VIII - Division 2 - Section VIII - Division 2 Alternative Rules – Rules for Construction of Pressure Vessels;

ASME BPVC Section IX - Section IX - Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fuzing Procedures; Welders; Brazers; and Welding, Brazing, and Fusing Operators - Welding, Brazing and Fusing Operators;

ASME PCC-2 - Repair of Pressure Equipment and Piping;

ASTM A262 - Standard Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels;

AWS A3.0M/A3.0 - Standard Welding Terms and Definitions Including Terms for Adhesive Bonding, Brazing, Soldering, Thermal Cutting, and Thermal Spraying;

BSI BS 7910 - Guide on Methods for Assessing the Acceptability of Flaws in Metallic Structures;

WRC Bulletin 406 - Proposed Rules for Determining Allowable Compressive Stresses for Cylinders, Cones, Spheres and Formed Heads.

3 Termos e Definições

Para os efeitos deste documento aplicam-se os termos e definições das PETROBRAS N-2726, N-1738, N-1438, AWS A3.0M/A3.0, e os seguintes.

3.1
abraçadeira aparafusada (“mechanical clamp”)
elemento estrutural aparafusado para reforço de um duto, ou tubulação, constituído de duas calhas que se ajustam sobre toda a circunferência do tubo

3.2
caixa ou capote soldado (“welded leak box”)
dispositivo ou invólucro utilizado para selar equipamento, tubulação ou duto. Pode ter ou não o revestimento interno com material refratário

3.3
cabeça de plugueamento
elemento mecânico responsável pelo bloqueio do fluxo da tubulação, composto por corpo fixo, braço articulado e vedação elastomérica

3.4
CE_{IIW}
carbono equivalente conforme equação do “*International Institute of Welding*” (vide ISO 3183)

3.5
CE_{Pcm}
carbono equivalente conforme equação de Ito-Bessyo (vide ISO 3183)

3.6
chapa sobreposta (“welded patches”)
reparo com instalação da chapa metálica soldada sobre o dano interno ou externo do equipamento, tubulação ou duto. O reparo pode ter ou não soldas de ponto como reforço

3.7
conexão (“fitting”)
acessório a ser acoplado em um equipamento, tubulação ou duto, para serviços de trepanação, instalado por soldagem ou acoplado mecanicamente (ver exemplos de conexões na Figura A.2 do Anexo A)

3.8
dupla calha soldada (“full-encirclement welded steel sleeves”)
elemento estrutural soldado para reforço de um duto, ou tubulação, constituído de duas calhas que se ajustam sobre toda a circunferência do tubo

3.9
enchimento externo com metal de solda (“weld build up” ou “weld overlay”)
deposição com soldagem sobre a superfície do equipamento, tubulação e dutos com a finalidade aumentar ou recompor a espessura ou a resistência da parede

3.10
equipamento
elemento de planta industrial ou de instalação de produção ou armazenamento de petróleo, seus derivados e outros, como por exemplo: tanques de armazenamento terrestres e marítimos, vaso de pressão, torre e permutador de calor

3.11
máquina para trepanação ("Hot Tapping Machine" - HTM)
dispositivo utilizado para executar perfuração em equipamentos, tubulações industriais e dutos em operação

3.12
fluido corrosivo
qualquer fluido que possa causar danos à máquina de trepanação e acessórios por reação química ou eletroquímica

3.13
perfuração ("blowout" - "burnthrough")
fenômeno em que a penetração do arco de solda para dentro da parede metálica pressurizada é suficiente para reduzir a seção útil resistente ("*blowout*") ou mesmo para perfurar a seção útil resistente ("*burnthrough*"), gerando um vazamento (ver Figura A.3 do Anexo A)

3.14
tampão plugue
dispositivo metálico circular com anel o'ring para isolar o fluxo na derivação trepanada (flangeado ou roscado) (ver Figura A.11 do Anexo A)

3.15
plugueamento
bloqueio temporário do fluxo da tubulação ou duto com dispositivo mecânico (ver Figura A.11 do Anexo A)

3.16
responsável pela montagem e soldagem
engenheiro ou técnico de manutenção ou de montagem da PETROBRAS ou de empresa Contratada com competência legal pela supervisão e execução dos serviços de montagem e soldagem em dutos, tubulações e equipamentos mecânicos, com experiência e sólido embasamento na área de montagem e soldagem

3.17
responsável técnico pela soldagem da PETROBRAS
profissional das Unidades Operacionais da PETROBRAS e responsável técnico pela soldagem designado pela Unidade Operacional capacitado a avaliar o comportamento da junta soldada em relação à aplicação e exposição ao meio. A seleção da Especificação do Procedimento de Soldagem/Registro de Qualificação do Procedimento de Soldagem (EPS/RQPS) que melhor atenda às condições de serviço será atribuição deste profissional, que deve possuir registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), experiência e sólido embasamento na área de soldagem

3.18
responsável pela inspeção de equipamentos
engenheiro ou técnico de inspeção de equipamentos da PETROBRAS que acompanha as condições físicas dos equipamentos da unidade

3.19
responsável pela segurança, meio ambiente e saúde ocupacional
profissional ou técnico de segurança industrial da PETROBRAS responsável pela liberação dos serviços na unidade

3.20
responsável pela trepanação e plugueamento
engenheiro ou técnico da PETROBRAS ou da empresa contratada, com formação profissional na área de mecânica, com conhecimento e experiência de uso da máquina de trepanação e pratica de plugueamento mecânico

3.21
responsável pela unidade operacional
engenheiro ou técnico de operação da PETROBRAS designado responsável pela unidade operacional onde serão executados os serviços em operação.

3.22
responsável pelo projeto
profissional da PETROBRAS ou de empresa contratada com competência legal para elaboração e aprovação ou liberação de projetos de dutos, tubulações e equipamentos mecânicos

3.23
soldagem em operação ("in-service welding")
técnica onde se realiza soldagem de equipamentos, tubulações e dutos que contenham qualquer produto ou seus resíduos pressurizados ou não com ou sem fluxo, sem a necessidade de paradas operacionais

NOTA Pode ser realizada para reparos, instalação de conexões e reforços.

3.24
taxa de resfriamento
redução da temperatura por unidade de tempo

3.25
tempo de resfriamento ("heat sink") - $t_{2,5/1}$
intervalo de tempo para que a temperatura do equipamento, tubulação ou duto reduza de 250 ºC para 100 ºC

3.26
tempo de resfriamento - $t_{8/5}$
intervalo de tempo para que a temperatura de determinada região da junta soldada reduza de 800 ºC para 500 ºC

3.27
trepanação ("hot tapping")
técnica de furação, com serra copo e ou broca, de uma tubulação, duto ou equipamento em operação, através de uma conexão previamente instalada com utilização de máquinas específicas (HTM - Figura A.1 do Anexo A), com ou sem parada operacional

3.28
trinca induzida pelo hidrogênio (“hydrogen cracking”)
trinca que ocorre nos aços ferríticos a temperaturas abaixo de 100 °C e que são devidas a coexistência de três fatores, sendo: microestrutura frágil (normalmente martensita), tensões residuais de tração e presença de hidrogênio na região da solda. Também conhecida como trinca a frio (ver Figura A.4 do Anexo A)

4 Critérios e Atribuições Gerais

4.1 Critérios Gerais

4.1.1 Não é permitida soldagem em operação, trepanação e plugueamento sem procedimentos de execução que atendam os requisitos desta Norma e sem o uso de equipamentos especiais de proteção para os executantes.

4.1.2 As técnicas de soldagem em operação, trepanação e plugueamento não devem ser consideradas como práticas normais de serviço de manutenção ou reparo nos equipamentos, tubulações ou dutos.

NOTA Preferencialmente, recomenda-se que os trabalhos relativos a esta Norma sejam executados no período diurno. **[Prática Recomendada]**

4.1.3 Devem ser realizadas reuniões prévias de coleta de dados e nivelamento de informações visando a preparação para a reunião final de análise para decisão de realizar ou não a soldagem ou a trepanação em equipamentos, tubulações e dutos em operação. Na reunião final de análise, sob coordenação da unidade operacional, devem participar os responsáveis pelas atividades de:

a) projeto;
b) inspeção;
c) operação;
d) execução/fiscalização (montagem, soldagem, trepanação e/ou plugueamento);
e) Segurança Industrial, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional (SMS);
f) empresas contratadas para projeto, fornecimento de material, soldagem, trepanação e/ou plugueamento.

NOTA 1 No caso da inexistência do órgão ou responsável pelo projeto ou alteração de projeto, a reunião final deve ser realizada pelos demais, consultando-se a documentação técnica existente.
NOTA 2 O resultado da reunião final deve ser registrado em ata (Ata de Reunião da N-2163), conforme o modelo do Anexo C, juntamente com a listas de verificação apresentadas nos Anexos D e E.

4.1.4 Deve ser analisado todo o escopo de trabalho e os riscos envolvidos para realizar os serviços em equipamento, duto e tubulação em operação, como: escavação, suportação, soldagem, trepanação, acesso provisório, medidas de prevenção e medidas de emergência. Deve ser solicitado o auxílio dos técnicos de cada especialidade.

4.1.5 A soldagem em operação, trepanação e plugueamento devem ser precedidas pela Análise Preliminar de Risco (APR).

4.1.6 Em complementação a esta Norma, devem ser atendidas as condições estabelecidas nas PETROBRAS N-133, N-2162 e N-2349.

4.2 Avaliação de Viabilidade Térmica da Soldagem

O Responsável pela Inspeção ou qualquer outro profissional designado pela unidade, deve avaliar a viabilidade da execução da soldagem em operação por meio de programas computacionais e pela avaliação da metalurgia e processos de soldagem.

4.3 Atribuições e Responsabilidades

4.3.1 Responsável pela Unidade Operacional

O responsável pela Unidade Operacional deve dar condições para que sejam executadas as atividades descritas no 5.4.

4.3.2 Responsável pela SMS

O responsável pela SMS deve dar condições para que sejam executadas as atividades descritas no 5.5.

4.3.3 Responsável pela Inspeção

O responsável pela inspeção deve dar condições para que sejam executadas as atividades descritas no 5.2 e 6.4.

4.3.4 Responsável pelo Projeto da Conexão ou Reparo

O responsável pelo projeto deve dar condições para que sejam executadas as atividades descritas no 5.1.

4.3.5 Responsável pela Execução/Fiscalização (Montagem e Soldagem)

O responsável pela (execução) montagem e soldagem deve dar condições para que sejam executadas as atividades descritas no 5.3.

NOTA Em soldagem em operação sob gerenciamento de Unidades de Negócios da PETROBRAS a IEIS pode ser aprovada pelo responsável técnico pela soldagem da PETROBRAS. **[Prática Recomendada]**

4.3.6 Responsável pela Trepanação

O responsável pela trepanação deve dar condições para que sejam executadas as atividades descritas no 8.1.

4.3.7 Responsável pelo Plugueamento

O responsável pelo plugueamento deve dar condições para que sejam executadas as atividades descritas no 8.2.

4.3.8 Responsável pela Inserção do Tampão Plugue

O responsável pela inserção do tampão plugue deve dar condições para que sejam executadas as atividades descritas no 8.1.

5 Projeto e Instalação das Conexões ou Reparos

5.1 Projeto

O responsável pelo projeto PETROBRAS ou contratada deve executar as seguintes atividades:

a) elaborar ou liberar o projeto da conexão ou reparo de acordo com a norma de projeto;
b) informar as condições de projeto do equipamento, duto ou tubulação (temperatura, pressão, espessura da parede, etc.);
c) calcular a pressão de teste, conforme Anexo B;

NOTA 1 A pressão de teste não deve colapsar a tubulação (considerar a condição operacional da linha tronco) e deve ser reduzida caso isto possa ocorrer. Esta avaliação deve ser feita pela equipe de projeto da unidade. Para o tempo de teste e demais requisitos de segurança, deve ser seguido o previsto na PETROBRAS N-115 ou norma de projeto do equipamento ou duto.

NOTA 2 Na impossibilidade da realização do teste hidrostático, como por exemplo tubulações em alta temperatura, este pode ser substituído por outro ensaio não destrutivo que possibilite a avaliação da qualidade da solda a critério da inspeção, como por exemplo prova de carga assistida por emissão acústica.

d) elaborar ou liberar os desenhos para fabricação e instalação da conexão ou reparo;
e) definir as condições operacionais para realização do serviço de soldagem com segurança;
f) fornecer as informações necessárias sobre as instalações e atualizar os dados após execução dos serviços;
g) selecionar o tipo de conexão ou reparo: aparafusado, soldado ou roscado;
h) especificar a posição em relação ao equipamento, tubulação ou duto, válvula de bloqueio, juntas de vedação e parafusos de acordo com a padronização do equipamento, tubulação ou duto (como por exemplo: conexões padronizadas, extremidades biseladas, tês bipartidos, anel de reforço e bocais);
i) em conexões destinadas à instalação futura de provadores de corrosão, deve ser registrada a distância do topo da conexão até a parede interna da tubulação, equipamento ou duto, logo abaixo da conexão;
j) considerar as limitações operacionais, espaço físico, acesso, e disponibilidade de materiais;
k) preferencialmente evitar a instalação de conexões sobre curvas, reduções e demais acessórios; **[Prática Recomendada]**
l) avaliar a flexibilidade do sistema de tubulação verificando a suportação, levando em conta as novas cargas adicionadas pela derivação;
m) preferencialmente evitar a soldagem ou trepanação a uma distância inferior a 460 mm de um flange (ou de uma conexão soldada ou roscada) ou inferior a 80 mm de uma junta soldada; **[Prática Recomendada]**
n) preferencialmente evitar a trepanação na solda longitudinal de tubulação, exceto quando liberado pela fiscalização da PETROBRAS; **[Prática Recomendada]**
o) em equipamentos, tubulações e dutos que sejam cladeados ou revestidos com os seguintes materiais: vidro, chumbo, material refratário, polímeros, revestimentos internos de pintura ou com tratamento superficial (como por exemplo: galvanização e aluminização), deve ser considerado o efeito da degradação do revestimento durante a operação de soldagem e trepanação;
p) especificar as conexões de trepanação, os reparos e as modificações de soldas para atender as normas aplicáveis, conforme abaixo:
   — para tubulações projetadas conforme a ASME B31.3 utilizar a API 570 e ASME PCC-2;
   — para dutos projetados conforme as ASME B31.4 e B31.8 utilizar o ASME B31.4 e B31.8 respectivamente;
   — para tanques de estocagem de óleo projetados conforme a API STD 650 utilizar a API STD 653;
   — para vasos de pressão projetados conforme o ASME BPVC Section VIII Division 1 ou ASME BPVC Section VIII Division 2 utilizar a API 510 e ASME PCC-2;

q) as conexões ou os reparos a serem instalados em equipamento, tubulação ou oleoduto em operação devem atender a norma de projeto do equipamento e devem ser projetados conforme os seguintes artigos do ASME PCC-2:
— enchimento externo com metal de solda conforme artigo 2.2 e 2.11;
— caixa ou capote soldado conforme artigo 2.4;
— dupla calha soldada conforme artigo 2.6;
— chapa sobreposta conforme artigo 2.7 e 2.12;
— abraçadeira aparafusada conforme artigo 3.6.

NOTA A seleção do tipo de fixação deve ser de acordo com as condições ou limitações de instalação em operação, como: fabricação, soldagem em operação, espaço físico, acesso, etc.

r) para aplicação de dupla calha soldada, a utilização de mata-junta é obrigatória na solda longitudinal;
s) preferencialmente, escolher a região da tubulação com maior espessura local existente para o trabalho de soldagem. **[Prática Recomendada]**

5.2 Inspeção Inicial

O responsável pela inspeção inicial do equipamento, tubulação ou duto deve executar as seguintes atividades:

a) verificar a condição física das instalações previamente à execução dos serviços;
b) garantir adequação dos materiais às especificações técnicas para que atendam as exigências desta Norma;
c) fazer inspeção visual para verificar a integridade da parede do duto, tubulação ou equipamento;
d) fazer a análise da composição química do metal base para garantir que o material a ser soldado se enquadra no escopo desta norma;
e) fazer a réplica metalográfica se necessário em duto, tubulação ou equipamento;
f) determinar, para temperaturas de fluido menores que 100 °C, na soldagem de aço C, C-Mn, C-Mn microligado e "*Thermo-Mechanical Control Process*" (TMCP), a composição química dos metais envolvidos na soldagem para calcular o seu CE de acordo com a equações 1 e 2, exceto quando a norma de fabricação do material indicar outra forma de cálculo:

— equação 1: para carbono menor ou igual a 0,12 %:

$$CEpcm = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$

— equação 2: para carbono maior que 0,12 %:

$$CE_{IIW} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

NOTA 1 A composição química do material deve ser obtida do local onde a soldagem será executada (tubulação, equipamento ou conexão) e pode ser obtida por meio de um dos seguintes ensaios: analise química laboratorial por espectroscopia de emissão ótica e combustão para análise do carbono (com retirada de 20 g de cavaco a 0,5 mm abaixo da superfície por meio de dispositivo que não contamine o material) ou uso de instrumento de espectroscopia de emissão ótica de campo;

NOTA 2 Quando esta determinação de composição química não for possível, a critério do Profissional Habilitado ou responsável técnico pela soldagem da PETROBRAS, pode-se avaliar a utilização da metalografia de campo para estimativa do percentual de carbono pelo teor de perlita e PMI (*Positive Material Identification*) para os outros elementos.

g) verificar nos casos com histórico de incrustações (como por exemplo, carbonato de cálcio, sulfato de bário), se há a formação de depósitos internos à tubulação que possam interferir na vazão considerada pelo procedimento de soldagem;
h) verificar na inspeção visual a existência de soldas, mossas, abertura de arco e corrosão que interfiram nos trabalhos de soldagem e/ou trepanação;
i) executar inspeção por ultrassom para detecção de defeitos em soldas existentes (conforme PETROBRAS N-1594), antes da remoção de seus reforços. No caso da existência de descontinuidades, executar estudo de engenharia a fim de viabilizar a execução do serviço no local ou definir relocação quando possível;
j) executar medição da espessura da parede e identificação de eventuais defeitos na chapa (como por exemplo corrosão interna, dupla laminação e segregações) preferencialmente por técnica de ultrassom por varredura. Devem ser registradas, em relatório apropriado, as espessuras mínima e máxima encontradas na região a ser soldada por inspetor de ultrassom qualificado e certificado por Organismo Certificador de Pessoas (OPC) acreditado pelo INMETRO;
k) dentro da área inspecionada deve ser identificada de forma indelével a região aprovada para a realização da soldagem, a qual deve abranger uma faixa de inspeção de 150 mm em cada lado da região central da solda a ser executada;

NOTA 1 Caso seja detectada dupla laminação, deve ser mantida uma distância mínima de 200 mm da solda.
NOTA 2 Caso seja detectada corrosão interna, deve ser utilizado um cabeçote com dimensão adequada que permita detectar a existência de alvéolos de pequenos diâmetros.

l) atenção especial deve ser dada para equipamentos com histórico de deterioração por mecanismos assistidos pelo meio, ("*Stress Oriented Hydrogen Induced Cracking*" - SOHIC, Corrosão Sob Tensão - CST, "*Hydrogen Induced Cracking*" - HIC) ou que operem com fluidos que possam causar tais danos. Nestes casos o plano de inspeção do equipamento deve desconsiderar a intervenção da soldagem em operação;
m) executar avaliação metalográfica de campo para constatar a inexistência de segregação orientada na soldagem sobre soldas "*Electric Resistance Welding*" (ERW), exceto no caso de tubulação em alta temperatura. Caso seja constatado segregação em linha a soldagem em operação não deve ser executada nesta região.

5.3 Montagem e Soldagem

O responsável pelos serviços de montagem e soldagem deve executar as seguintes atividades:

a) permanecer na frente de trabalho em tempo integral;
b) portar aparelho de comunicação (como por exemplo, rádio, telefone celular), em contato com a operação e a segurança;
c) estar apto a ordenar a imediata paralisação dos serviços se ocorrer qualquer desvio nas condições preestabelecidas, sendo de sua responsabilidade a correção técnica dos procedimentos de instalação da conexão e soldagem, em todos os seus aspectos;
d) dimensionar a equipe, os instrumentos e as ferramentas necessárias para o serviço;
e) planejar e informar a duração prevista dos serviços a serem executados;
f) orientar e distribuir previamente os procedimentos necessários a todos os envolvidos;
g) elaborar, emitir e seguir o procedimento ou instrução de instalação e fixação da conexão;
h) verificar a existência de ovalização e linearidade do duto ou tubulação de modo a minimizar a abertura na raiz das soldas circunferenciais de dupla calhas e acessórios para trepanação e ou plugueamento;
i) fazer ajustagem, alinhamento e fixação de reparo estrutural, "*fittings*" e derivações em duto, tubulação ou equipamento;
j) a área demarcada pela inspeção deve estar claramente identificada na época da realização dos serviços para garantir que a instalação da conexão ou do reparo esteja na área previamente demarcada;
k) verificar a disponibilidade de espaço físico adequado para os serviços de montagem e soldagem, garantindo uma região livre em torno da área de trabalho não inferior a 0,5 m;
l) providenciar acesso adequado para entrada e saída do local de trabalho; no caso de duto enterrado, garantir uma vala de tamanho suficiente de modo que o soldador ou

soldadores tenham acesso adequado à região de solda, principalmente na região sobrecabeça;

m) providenciar ventilação mecânica eficiente, iluminação adequada e vias de escape permanentemente desobstruídas nos locais abaixo do nível do solo (escavações, poços, galerias) onde se realizarem trabalhos de soldagem;
n) garantir que todo o pessoal envolvido na soldagem, inspetor de soldagem Níveis 1 e 2, e soldadores, estejam certificados conforme norma aplicável;
o) fornecer os documentos de soldagem de acordo com a Seção 6;
p) garantir que a soldagem seja executada conforme a Instrução de Execução e Inspeção de Soldagem (IEIS), a qual deve conter todas as informações relevantes para a execução da soldagem em operação;
q) realizar teste de pressão da conexão, conforme Anexo B, após a soldagem, quando possível operacionalmente;
r) garantir que a válvula instalada seja de passagem plena e testá-la conforme API STD 598;
s) preparar croquis da área de trabalho indicando local das escavações, obstruções ou outra qualquer interferência adjacente, incluindo a proximidade de drenos, assim como linhas e válvulas por onde passem produtos tóxicos;
t) remover o reforço de soldas existentes que venham a interferir com a instalação da conexão, soldagem e trepanação;

NOTA O reforço de solda deve ser cuidadosamente removido com disco abrasivo, ou ferramenta apropriada, a uma distância de, no mínimo, 50 mm além da conexão ou dupla-calha a ser instalada.

u) treinar os soldadores para execução de soldagem em equipamentos, tubulações ou dutos em operação;
v) notificar a operação do início e o término dos trabalhos a todas as pessoas envolvidas direta ou indiretamente.

5.4 Operação

O responsável pela operação deve executar as seguintes atividades:

a) expor as justificativas para realizar os serviços em operação;
b) informar as condições operacionais do local de serviço em operação (fluido, temperatura, pressão e vazão);
c) informar as condições de acesso e riscos nas proximidades;
d) garantir que as condições operacionais sejam mantidas dentro dos limites exigidos durante a execução dos serviços de soldagem em operação.

5.5 Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional (SMS)

O responsável pela SMS deve executar as seguintes atividades:

a) analisar os riscos envolvidos dos serviços em operação atendendo as PETROBRAS N-2162 e N-2349;
b) propor as medidas de proteção e de mitigação para garantir a segurança da instalação, proteção ao meio ambiente e saúde ocupacional;
c) definir o uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI), equipamentos especiais e vestimenta fogo-retardante, quando necessário, para todo o pessoal envolvido no local dos trabalhos;
d) prover rotas de fuga sinalizadas, iluminadas e desobstruídas;
e) alertar a todos os profissionais envolvidos, nos trabalhos e seus supervisores, bem como todo o pessoal que esteja executando serviços diferentes em áreas próximas, dos riscos envolvidos e dos procedimentos a serem seguidos;
f) realizar todos os testes e monitoramentos necessários relativos a vapores inflamáveis, oxigênio e contaminantes perigosos no ar para garantir um ambiente seguro;
g) tornar disponíveis placas sinalizadoras, barreiras e, se necessário, o isolamento do local do serviço, do público e do pessoal não autorizado;

h) emitir a permissão de entrada em espaço confinado;
i) preparar e tornar disponíveis o plano de emergência e os procedimentos para isolamento da área de trabalho em caso de emergência;
j) identificar os materiais na área e os produtos contidos na tubulação, duto ou equipamento a ser trepanado ou soldado, considerando o efeito da exposição prolongada ou repetida a agentes químicos que possam ser nocivos à saúde e informar os riscos à saúde ou os riscos associados;

NOTA Estas informações devem ser obtidas com a operação, fornecedores do material ou a partir da Ficha de Informação de Segurança Para Produtos Químicos (FISPQ).

k) providenciar as medidas apropriadas de controle caso haja risco de exposição.

6 Soldagem em Operação

Os requisitos e práticas recomendadas desta Seção são complementares aos requisitos da PETROBRAS N-133 e da norma de projeto aplicável.

6.1 Produtos - Considerações e Restrições

6.1.1 A soldagem em equipamentos, tubulações e dutos contendo hidrocarbonetos, tais como gás natural, petróleo, óleo diesel, propano, nafta, gasolina, GLP, álcool anidro e hidratado e MTBE, pode ser realizada na maioria das situações comumente encontradas em refinarias, terminais de armazenamento e dutos da companhia. **[Prática Recomendada]**

6.1.2 Trabalhos de soldagem não devem ser permitidos em equipamentos, tubulações e dutos em operação contendo qualquer um dos seguintes produtos:

a) oxigênio e misturas de vapores de hidrocarboneto/oxigênio e hidrocarboneto/ar;
b) ar comprimido, uma vez que há presença de contaminação por hidrocarbonetos, podendo gerar uma atmosfera explosiva;
c) peróxidos, cloro ou outras substâncias químicas que possam se decompor violentamente ou se tornar perigosas em contato com o calor da soldagem;
d) substâncias cáusticas, aminas, nitratos e ácidos, se as concentrações e temperaturas previstas pelo projeto forem tais que as especificações de fabricação exijam tratamento térmico pós-soldagem, ou pela elevação da corrosividade (risco de corrosão) sob tensão do fluido em função da temperatura alcançada internamente devido à soldagem;
e) acetileno, etileno, benzeno e outros hidrocarbonetos insaturados ou mesmo polímeros que possam sofrer decomposição exotérmica e espontânea sob certas combinações de pressão e temperatura;
f) hidrogênio, a menos que uma avaliação seja conduzida de modo que se determine procedimento operacional seguro;
g) fluído em condição de pressão menor que a atmosférica, a menos que os riscos de colapso plástico e perfuração sejam avaliados como inexistentes por estudo de engenharia.

NOTA Restrições quanto à temperatura devem ser consultadas no 6.2.1.1, referente a avaliação do risco de perfuração.

6.1.3 Em dutos enterrados no solo com proteção catódica externa por corrente impressa, deve ser verificado histórico de danos causados pelo hidrogênio e adotada a limitação da dureza máxima da ZTA a 280 HV5 ou HV10 na qualificação do procedimento de soldagem.

6.1.4 Soldagem em equipamentos, dutos e tubulações industriais, com histórico de danos causados por hidrogênio, como por exemplo: hidrocarbonetos com H_2S, deve ser considerada como provisória, caso o procedimento de soldagem não assegure uma dureza inferior a 22 HRC ou 248 HV5 ou HV10.

6.2 Execução

Nos serviços de soldagem em operação são aplicáveis os processos de soldagem TIG (GTAW), MIG/MAG (GMAW) e Eletrodo Revestido (SMAW) e devem ser observados os seguintes requisitos:

NOTA 1 O processo arame tubular com proteção gasosa (FCAW-G) é permitido para a soldagem em aço carbono de "*fittings*"/reparos em juntas longitudinais, com mata-junta, de elementos tipo dupla-calha ou reforço integral.

NOTA 2 O processo de soldagem de pinos "*Stud Welding*" (SW) é permitido desde que seja realizada, para cada caso, uma análise de engenharia.

a) a garantia do atendimento das variáveis de soldagem qualificadas;
b) a inspeção visual de cada passe de solda;
c) a remoção das descontinuidades detectadas imediatamente antes do início do passe subsequente;
c) a abertura do arco de soldagem somente nas regiões do chanfro, evitando o contato do eletrodo com a superfície externa do equipamento, tubulação ou duto;
d) a realização de forma simultânea das duas soldas longitudinais da dupla calha de modo a minimizar o efeito de distorção da soldagem, conforme a Figura A.7 do Anexo A;
e) a realização das soldas circunferenciais de fechamento após a conclusão das soldas longitudinais, uma de cada vez, conforme a Figura A.8 do Anexo A;
f) a escolha, sempre que possível, da região da tubulação com maior espessura para a soldagem; **[Prática Recomendada]**
g) a adoção, caso necessário do reparo da solda, do mesmo procedimento de soldagem qualificado.

6.2.1 Considerações Gerais

6.2.1.1 O risco de perfuração deve ser avaliado antes do início da soldagem. As condições específicas para avaliar risco de perfuração na soldagem em equipamentos, tubulações e dutos que operem a temperaturas até 150 ºC devem seguir a Tabela 1.

Tabela 1 - Espessuras Mínimas para Execução de Soldagem

Espessura mínima (t)	Fluxo	Requisito complementar
$t \geq 12{,}70$ mm	Com ou sem	Não há risco de perfuração
6,35 mm < t < 12,70 mm	Com	Avaliar risco de perfuração apenas para amanteigamento e enchimento com metal de solda.
6,35 mm < t < 12,70 mm	Sem	Avaliar risco de perfuração (ver Nota)
$5{,}00 \text{ mm} \leq t \leq 6{,}35$ mm	Com ou sem	Avaliar risco de perfuração (ver Nota) e possibilidade de alteração das condições operacionais
$3{,}20 \text{ mm} \leq t < 5{,}00$ mm	Com ou sem	Há risco iminente de perfuração. Avaliar risco de perfuração (ver Nota) e possibilidade de alteração das condições operacionais. Avaliar também a possibilidade do emprego da técnica de amanteigamento de acordo com a Figura A.9 do Anexo A.
NOTA 1 A avaliação do risco de perfuração deve ser realizada por meio de modelos de análise térmica, tais como: o programa do Instituto Battelle e o programa "*Thermal Analysis Model for Hot-Tap Welding*" do "*Pipeline Research Council International*" (PRCI). A temperatura interna da parede não deve ultrapassar 980 ºC.		
NOTA 2 Os modelos de análise térmica citados acima não são validados para temperaturas superiores a 150 ºC. Portanto, a soldagem em operação não deve ser realizada em equipamento, tubulações ou dutos que operem acima de 150 ºC, a não ser que uma análise de engenharia seja executada.		

6.2.1.2 Os trabalhos que exigem emprego de soldagem em operação do tipo subaquática, seca (hiperbárica) ou molhada, devem ser avaliados em cada caso específico conforme requisitos adicionais estabelecidos na PETROBRAS N-2036.

6.2.1.3 Os procedimentos de soldagem devem ser qualificados conforme as normas específicas de reparo ou trepanação. Para dutos devem ser seguidos os requisitos do API STD 1104 Apêndice B e para tubulações e equipamentos devem ser seguidos os requisitos do ASME PCC-2 Artigo 2.10. Soldagem em operação de acessórios e conexões de dutos podem ser qualificados conforme ASME PCC-2 Artigo 2.10. Procedimentos qualificados de acordo com outras normas são proibidos. A IEIS deve conter todas as informações relevantes para a soldagem em operação, tais como, variáveis essenciais, croquis do reparo e cuidados adicionais. A elaboração da documentação técnica de soldagem deve ser de acordo com a PETROBRAS N-2301.

NOTA 1 Para a qualificação do procedimento de soldagem de aço carbono a dureza máxima admitida é de 350 HV5 ou HV10 obtida conforme ASME PCC-2 Artigo 2.10.

NOTA 2 Em soldagem em operação, sob gerenciamento de Unidades Operacionais da PETROBRAS a IEIS pode ser aprovada pelo responsável técnico pela soldagem da PETROBRAS. **[Prática Recomendada]**

NOTA 3 Para ilustrar a montagem do dispositivo de qualificação do procedimento de soldagem em dutos, vide Figura B.2 do API 1104. Para tubulações vide ASME PCC-2 Artigo 2.10 Apêndice I Figura I-1.

NOTA 4 A solda longitudinal na dupla calha não é considerada soldagem em operação, uma vez que esta é executada com mata junta.

6.2.1.3.1 Procedimentos qualificados para um dado carbono equivalente somente podem ser aplicados em equipamentos, dutos ou tubulações que apresentem carbonos equivalentes iguais ou inferiores.

NOTA Uma EPS qualificada com um determinado CEq pode ser utilizada no campo em um material com CEq superior em até 0,05 pontos percentuais, desde que em campo as taxas de resfriamento sejam mais favoráveis e a dureza seja estimada como inferior. Por exemplo, para uma EPS qualificada com CEq 0,30 % é possível aplicá-la em uma soldagem de campo para materiais de CEq até 0,35 %, desde que a taxa de resfriamento da EPS seja inferior. Para tanto, deve ser feita uma análise de engenharia específica, envolvendo simulação térmica computacional dessa soldagem estimando a dureza máxima da ZTA tanto para a qualificação quanto para a soldagem de campo. Sendo assim, utiliza-se o seguinte critério para a tomada de decisão: o EPS pode ser utilizado quando a dureza máxima estimada para a soldagem de campo apresentar valor abaixo da dureza estimada para a condição qualificada. Para esses casos, as inspeções e testes devem ser realizadas, no mínimo, 24 horas após o término do trabalho de soldagem.

6.2.1.3.2 Na qualificação do procedimento de soldagem, para avaliação da severidade térmica em função do risco de trinca a frio, devem ser considerados como variáveis essenciais, na qualificação do procedimento de soldagem, o carbono equivalente determinado conforme 5.2 f) e o tempo de resfriamento entre 800 ºC a 500 ºC obtido através de modelos de análise térmica, tais como o programa do Instituto Battelle ou o programa "*Thermal Analysis Model for Hot-Tap Welding*" do "*Pipeline Research Council International*" (PRCI). Como alternativa pode ser utilizado o tempo de resfriamento entre 250 ºC a 100 ºC determinado conforme procedimento abaixo:

a) fazer três círculos, utilizando giz, de aproximadamente 50 mm de diâmetro na posição 3 horas ou 9 horas e dois pontos na posição 12 horas distanciados de aproximadamente 300 mm;
b) utilizar o maçarico tipo chuveiro em movimento circular para rapidamente aquecer o círculo inteiro a uma temperatura acima de 300 ºC. A temperatura máxima não deve ultrapassar 325 °C;
c) após alcançar a faixa de temperatura entre 300 ºC e 325 ºC, remover rapidamente o maçarico e utilizar um pirômetro de contato para medir o tempo de resfriamento de 250 ºC à 100 °C;

d) repetir os passos b) a c) nos próximos círculos não testados, sendo duas medidas para cada círculo. Caso a tubulação ainda se apresente quente pela medição anterior, esperar até que as condições normais de temperatura da tubulação sejam restabelecidas;
e) após a conclusão das medições, calcular a média dos seis valores obtidos.

6.2.1.3.3 Juntas soldadas com mata-junta não são consideradas soldas em operação, porém devem ser executadas com procedimento qualificado conforme API STD 1104 apêndice B ou ASME PCC-2 Artigo 2.10.

6.2.1.3.4 Procedimentos qualificados para soldagem convencional não são aplicáveis à soldagem em operação.

6.2.1.4 Os soldadores devem ser qualificados de acordo com as API STD 1104 Anexo B (para soldagem nos oleodutos e gasodutos) ou ASME PCC-2 (para equipamentos e tubulações industriais).

NOTA De forma alternativa os soldadores podem ser submetidos a um treinamento que os habilite a depositar soldas evitando perfuração e microestruturas suscetíveis a trincas induzidas pelo hidrogênio, desde que sejam previamente qualificados ou pelo API 1104 ou pelo ASME BPVC Section IX.

6.2.1.5 Os consumíveis de soldagem devem estar de acordo com a PETROBRAS N-133.

6.2.1.6 Todo o trabalho de execução da soldagem deve ser acompanhado por inspetor de soldagem nível 1.

6.2.1.7 Para soldagem em espessuras entre 3,2 mm e 6,35 mm, deve-se:

a) para eletrodo revestido utilizar somente eletrodos de diâmetro 2,4 mm ou 2,0 mm;
b) avaliar o uso da técnica de amanteigamento (ver Figura A.9). Utilizar passes estreitos em todas as camadas. Na primeira camada de amanteigamento depositar os cordões de solda na direção circunferencial do duto;
c) garantir o controle de aporte térmico máximo e corrente máxima de soldagem;
d) avaliar a necessidade de redução de pressão.

6.2.1.8 Para soldagem em espessuras entre 6,35 mm e 12,7 mm, deve-se utilizar somente eletrodos com diâmetro igual ou inferior a 3,2 mm.

6.2.1.9 Não deve ser realizada a soldagem por cima de regiões com mossas, cavas, trechos enrugados e sulcos.

6.2.2 Materiais

6.2.2.1 Aços Ferríticos

Para soldagem em aços ferríticos devem ser observados os seguintes requisitos adicionais:

a) em condições operacionais ou climáticas que favoreçam a formação de umidade superficial, recomenda-se a utilização de pré-aquecimento, mesmo que não requerido pelo procedimento de soldagem, utilizando chama oxidante com botijão de GLP (temperatura máxima de 60 °C); **[Prática Recomendada]**

NOTA 1 Maçarico tipo chuveiro (oxigênio e propano ou acetileno) pode ser utilizado quando requeridas temperaturas de pré-aquecimento de até 80 °C. **[Prática Recomendada]**

NOTA 2 Resistências elétricas também podem ser utilizadas em substituição ao GLP para remoção da umidade superficial, somente quando a área a ser aquecida for pequena (por exemplo: conexões para instalação de cupons de corrosão). **[Prática Recomendada]**

NOTA 3 Dispositivos de aquecimento por indução podem ser utilizados quando for requerido temperatura de preaquecimento superior a 80 °C. **[Prática Recomendada]**

NOTA 4 Em alguns casos severos de resfriamento (por exemplo: linhas de condensado de gás), o pré-aquecimento mesmo para remoção de umidade pode não surtir efeito, não restando outra opção a não ser mudanças operacionais que eliminem a condensação de umidade na superfície a ser soldada.

b) equipamentos, tubulações ou dutos com "*clad*" ou "*linning*" interno de materiais mais nobres (como por exemplo, aços inoxidáveis, ligas de níquel) podem ser soldados desde que o ciclo térmico gerado não introduza modificações microestruturais importantes na parede interna e que venham afetar a resistência à corrosão, devendo ser analisadas caso a caso pela inspeção e profissional responsável;
c) para o processo eletrodo revestido utilizar eletrodos tipo básico de baixo hidrogênio (nível máximo H4).

6.2.2.2 Aços Inoxidáveis Austeníticos, Duplex e Superduplex

6.2.2.2.1 Para soldagem em aços inoxidáveis austeníticos, duplex e superduplex recomenda-se que a vazão de produto durante a soldagem seja a mais alta e a temperatura de processo a menor possível em nível operacional. **[Prática Recomendada]**

6.2.2.2.2 Na qualificação do procedimento de soldagem:

a) devem ser utilizadas as mesmas normas de referência que às usadas para o aço carbono (ASME PCC-2 para tubulações e API 1104 para dutos);
b) a espessura do tubo de teste usada na qualificação deve ser igual ou menor à menor espessura a ser soldada no campo;
c) a taxa de resfriamento durante a qualificação deve ser inferior à taxa de resfriamento do campo e deve ser medida por meio de modelos de análise térmica;
d) recomenda-se que a temperatura de qualificação seja maior ou igual a temperatura do campo; **[Prática Recomendada]**
e) a temperatura pode ser mantida com resistências instaladas internamente no tubo; **[Prática Recomendada]**
f) para os aços inoxidáveis austenítico qualificados com temperatura acima de 100 ºC, deve ser executado o ensaio de corrosão ASTM A262 Prática A;
g) a avaliação da dureza não se faz necessária;
h) o procedimento de purga não é aplicável.

6.3 Preparo da Junta

No preparo da junta considerar os seguintes requisitos:

a) garantir limpeza, com escova rotativa de material compatível com o metal de base, de pelo menos 150 mm de cada lado da área a ser soldada do equipamento, tubulação ou duto e da conexão ou reforço estrutural;
b) no momento da soldagem, uma nova limpeza deve ser realizada em pelo menos 25 mm para cada lado do chanfro a ser soldado, incluindo parte interna e externa;
c) após a limpeza, verificar se há alguma imperfeição na superfície do metal base ou da conexão que impeça a execução da soldagem;
d) proteger a região a ser soldada de modo a garantir condições ambientais adequadas para a soldagem (ausência de ventos fortes, chuva, ventania de areia, corrente de ar úmido);

e) na instalação de dupla-calha ou conexões de grandes dimensões, seu posicionamento e fixação devem ser executadas por meio de correntes de aço e macacos hidráulicos ou cintas hidráulicas para melhor ajuste (Figura A.5 do Anexo A);
f) antes da soldagem, deve-se executar a inspeção visual dimensional de ajuste com registro, para certificar que a conexão esteja corretamente posicionada e fixada, principalmente quanto ao paralelismo e perpendicularidade;
g) os mata-juntas das juntas longitudinais devem estender-se, no mínimo, 50 mm além das extremidades da dupla-calha (ver Figura A.7 do Anexo A);
h) a cavidade para alojamento do mata-junta deve ter profundidade idêntica à espessura do mata-junta respeitando as indicações da Figura A.6 do Anexo A;
i) a abertura da junta circunferencial de dupla-calha não deve ultrapassar 1,6 mm.

6.4 Inspeção de Soldagem

6.4.1 Todas as soldas devem ser 100 % inspecionadas visualmente (PETROBRAS N-1597) durante e após a execução da soldagem.

6.4.2 Após a soldagem deve ser realizado 100 % de inspeção por partículas magnéticas (ver PETROBRAS N-1598) ou líquido penetrante (ver PETROBRAS N-1596), caso a temperatura de operação permita. Para aços inoxidáveis austeníticos duplex e superduplex, o ensaio por partículas magnéticas deve ser substituído pelo ensaio por líquido penetrante.

6.4.3 Um fator de eficiência de junta 0,8 na solda longitudinal deve ser aplicado ao ser calculada a espessura mínima necessária. Um fator de eficiência de junta de 1,0 pode ser aplicado caso a solda seja 100 % inspecionada por ultrassom.

6.4.4 As inspeções e testes devem ser realizadas, no mínimo, 12 horas após o término do trabalho de soldagem.

6.4.5 O critério de aceitação de descontinuidades deve ser o mesmo descrito nas normas de projeto aplicáveis.

NOTA Descontinuidades não aceitáveis pelos critérios de aceitação das normas de projeto podem ser avaliadas, a critério da unidade, por norma específica de avaliação de defeito (como por exemplo, API 579-1 e BSI BS 7910). **[Prática Recomendada]**

6.5 Soldagem em Tanques em Operação

6.5.1 Os vapores oriundos do interior do tanque não devem atingir a área externa onde a soldagem ou trepanação está sendo executada. O trabalho de soldagem deve ser paralisado imediatamente se detectados vapores inflamáveis na área de serviço.

6.5.2 Deve ser mantido o nível de líquido no tanque, pelo menos, 1 m acima da área onde o serviço está sendo efetuado, de acordo com a API RP 2201. Adicionalmente, o tanque deve estar sem manobras operacionais no momento da soldagem.

NOTA Devem ser efetuadas medições do nível do tanque com uma trena manual, para verificar a precisão dos medidores de nível remotos ou automáticos.

6.5.3 Todas as operações do tanque devem estar paralisadas durantes os serviços de soldagem.

6.5.4 Não é permitida a soldagem na chaparia de teto em tanques em operação. Exceto no caso de chaparia de teto em tanques em operação de plataformas marítimas de "*Floating Production, Storage and Offloading*" (FPSO) e "*Floating Storage and Offloading*" (FSO) com espessura igual ou superior a 12,7 mm (1/2"), é permitida a soldagem pela superfície externa (piso do convés), desde que as seguintes condições sejam atendidas:

a) deve ser gerado registro, em relatório apropriado, da medição de espessura do teto por inspetor de ultrassom qualificado e certificado por Organismo Certificador de Pessoas (OPC) acreditado pelo INMETRO, numa faixa de 150 mm para cada lado do local a ser soldado;
b) o volume de produto no tanque deve ser mantido igual ou acima de 85 %;
c) o tanque deve estar com a fase gasosa inertizada, com pressão positiva, e mantida com teor de oxigênio menor ou igual a 8 % em volume durante toda a operação de soldagem em serviço. A medição do teor de oxigênio deve ser realizada com os oxímetros do sistema de inertização da plataforma. A medição deve ser complementada por um oxímetro portátil na boca de ulagem do tanque, imediatamente antes da soldagem e de 2 em 2 horas após o início da soldagem, até o término da soldagem;
d) deve ser mantida a purga durante todo o processo de soldagem com fluxo de gás inerte, com pressão positiva, para garantir os limites de oxigênio;
e) o ambiente externo deve ser monitorado com um explosímetro;
f) é permitido somente os processos de soldagem por eletrodo revestido (SMAW);
g) o processo de soldagem por *stud welding* (SW) pode ser utilizado desde que uma análise de engenharia seja realizada;
h) a temperatura interpasse da soldagem não deve ser superior a 150 °C;
i) a energia de soldagem utilizada não deve ser superior a 1,6 kJ/mm;
j) demais condições de segurança desta norma devem ser atendidas;
k) deve ser executada uma APR, visando a garantia da retenção de faíscas, a liberação do serviço pela engenharia naval, coordenação de embarcação, segurança industrial e pela gerência designada na unidade para contratar e fiscalizar serviços de soldagem.

NOTA A unidade operacional pode decidir pela proibição da soldagem na chaparia de teto em tanques em operação, em função de impossibilidade do atendimento de todas as recomendações técnicas desta norma.

6.5.5 Deve ser observada a geração de vapores dos tanques adjacentes ao serviço de soldagem.

7 Instalação de Conexões Roscadas antes da Trepanação

Esta Seção se aplica a instalação de conexões roscadas, conforme Anexo A Figura A.2 (E), em situações que não é possível soldagem para posterior trepanação.

7.1 A espessura mínima admissível de parede, onde deve ser feito o furo, deve ser de 9 mm.

7.2 O Projeto deve verificar se há necessidade de redução de pressão durante a furação do equipamento, tubulação ou duto em operação.

7.3 O furo para instalar válvulas de injeção deve ser feito com broca adequada, limitador de profundidade e fluido de lubrificação. O furo deve ter profundidade de 6 mm a 7 mm.

7.4 A válvula de injeção deve ser compatível com a classe de pressão da caixa da gaxeta. A rosca da válvula de injeção deve ser do tipo NPT.

8 Trepanação, Plugueamento e Inserção do Tampão Plugue

8.1 Trepanação e Inserção do Tampão Plugue

O responsável pela trepanação e inserção do tampão plugue deve executar as seguintes atividades:

a) elaborar o procedimento de execução detalhado da trepanação e inserção do tampão plugue;
b) assegurar a comprovação de experiência na atividade de trepanação e inserção do tampão plugue;
c) providenciar todos os dispositivos, materiais e acessórios necessários aos trabalhos de trepanação e inserção do tampão plugue;
d) acompanhar em campo a preparação, execução e conclusão da trepanação e inserção do tampão plugue;
e) verificar as condições e operação da máquina de trepanação e inserção do tampão plugue;
f) portar aparelho de comunicação permitido para contato com a operação e a segurança;
g) estar apto a ordenar a imediata paralisação dos serviços se ocorrer qualquer desvio nas condições preestabelecidas, sendo de sua responsabilidade a correção técnica dos procedimentos de trepanação e inserção do tampão plugue, em todos os seus aspectos;
h) notificar à operação e aos demais envolvidos o início e o término dos trabalhos de trepanação e inserção do tampão plugue.

8.2 Plugueamento

O responsável pelo plugueamento deve executar as seguintes atividades:

a) elaborar o procedimento de execução detalhado de plugueamento;
b) assegurar a comprovação de experiência na atividade de plugueamento;
c) providenciar todos os dispositivos, materiais e acessórios necessários aos trabalhos de plugueamento;
d) acompanhar em campo a preparação, execução e conclusão do plugueamento;
e) verificar as condições operacionais da máquina de plugueamento mecânico;
f) portar aparelho de comunicação permitido para contato com a operação e a segurança;
g) estar apto a ordenar a imediata paralisação dos serviços se ocorrer qualquer desvio nas condições preestabelecidas, sendo de sua responsabilidade a correção técnica dos procedimentos de plugueamento, em todos os seus aspectos;
h) notificar à operação e aos demais envolvidos o início e o término dos trabalhos de plugueamento.

8.3 Considerações Sobre Projeto

8.3.1 Os requisitos da API RP 2201 e das respectivas normas de projeto devem ser considerados na elaboração do projeto de trepanação.

8.3.2 Os requisitos desta Norma devem ser considerados na elaboração dos projetos de trepanação e plugueamento.

8.3.3 No desenho do projeto devem ser apresentadas todas as dimensões dos arranjos físicos da trepanação, inserção do tampão plugue e plugueamento conforme exemplo ilustrado na Figura A.10.

8.3.4 O projeto deve prever método de plugueamento que garanta que os produtos e seus vapores não sejam impedimento para realizar trabalhos a quente. Devem ser tomadas medidas para minimizar tais situações de risco (ver Figura A.11 do Anexo A).

NOTA Caso em que o bloqueio simples não seja eficaz, recomenda-se a aplicação de duplo bloqueio. **[Prática Recomendada]**

8.3.5 No projeto devem ser considerados todos os esforços de carregamento e vibrações aplicados sobre os equipamentos, dutos, tubulações e conexões, bem como a possível alteração na suportação permanente e necessidade de suportação provisória durante a trepanação.

8.3.6 Deve ser realizada uma análise técnica do "*layout*" das instalações em relação à movimentação de cargas e montagem de andaimes e das possíveis interferências com a máquina de trepanação e de plugueamento.

8.3.7 No projeto de trepanação, inserção do tampão plugue e plugueamento os tipos de máquinas, acessórios e materiais utilizados devem ser compatíveis com o tipo do produto, classe de pressão e temperatura de operação do equipamento, duto ou tubulação.

8.3.8 No projeto de trepanação, inserção do tampão plugue e plugueamento os materiais de aplicação definitiva devem atender ao tipo do produto, classe de pressão e temperatura de projeto do equipamento, duto ou tubulação.

8.3.9 A trepanação a montante de equipamentos rotativos ou válvulas de controle automático deve ser evitada, a menos que tais equipamentos estejam protegidos do resíduo gerado pelos cortes por filtros ou cestas de isolamento ou que sejam utilizadas ferramentas apropriadas para sua retenção.

8.3.10 O plugueamento deve prever sistemas de equalização para permitir a abertura e fechamento da válvula de trepanação e válvulas de ventes com a função de verificar a eficiência da vedação do plugueamento e possibilitar a ventagem ou inertização.

8.4 Produtos - Considerações e Restrições

8.4.1 A trepanação não deve ser executada em equipamentos, tubulações ou dutos que operem com os seguintes produtos: peróxidos, cloro (Cl_2), hidrogênio (H_2), oxigênio (O_2), gás sulfídrico (H_2S), substâncias cáusticas ou ácidas.

NOTA A trepanação em equipamentos, tubulações ou dutos que operem com gás liquefeito de petróleo (GLP) na fase líquida ou gás natural liquefeito (GNL) deve ser objeto de análise técnica complementar criteriosa considerando a possibilidade de vazamento, sendo que a máquina de trepanação deve ser apropriada para condição de baixa temperatura (elementos de vedação e material da máquina de trepanação).

8.4.2 Não deve ser feita trepanação no equipamento, tubulação ou duto com condição de vácuo ou pressão menor que a atmosférica, sem uma avaliação adicional dos riscos e as precauções a serem tomadas.

8.5 Máquina para Trepanação e Plugueamento

8.5.1 As máquinas de trepanação e de plugueamento, seus elementos de vedação, incluindo acessórios, devem atender às características do produto, temperatura e pressão de operação do duto, tubulação ou equipamento.

8.5.2 As máquinas para trepanação (manuais, pneumáticas, hidráulicas ou elétricas) devem ser capazes de reter e retirar a porção de parede metálica do duto ou tanque a ser trepanado.

8.5.3 As máquinas de trepanação e de plugueamento devem ser testados hidrostaticamente com a mesma pressão de teste do equipamento a ser trepanado e respeitando a classe de pressão do equipamento de trepanação.

8.6 Qualificação da Equipe

A equipe deve ter profissionais com formação técnica em metal mecânica com CREA, designada formalmente pela empresa contratada para execução da trepanação, plugueamento e inserção do tampão plugue, com experiência comprovada na atividade e possuir domínio sobre a operação e manutenção da máquina de trepanação e plugueamento.

8.7 Atividades Iniciais

8.7.1 Devem ser emitidas instruções específicas, ao início de cada atividade do serviço, segundo as especificações técnicas definidas no projeto de trepanação, plugueamento inserção do tampão plugue e recomendações relacionadas nesta Norma, constando, no mínimo, de:

a) inspeção de recebimento de materiais, acessórios e equipamentos de trepanação e plugueamento;
b) registro da inspeção dimensional externa do duto ou equipamento a ser trepanado e plugueado;
c) montagem, alinhamento e fixação dos equipamentos de trepanação e plugueamento e complementos;
d) execução de trepanação e plugueamento e métodos de controle operacionais;
e) teste hidrostático;
f) emissão de documentação “conforme construído”;
g) necessidade de inertização do espaço interno entre o equipamento de trepanação e a válvula de trepanação.

NOTA As instruções específicas devem indicar as características dos equipamentos de trepanação e plugueamento a serem executados nas diferentes etapas do serviço.

8.7.2 Antes do início dos trabalhos de trepanação deve ser analisado e avaliado as condições de montagem da conexão (“*fitting*”), estanqueidade da válvula e demais condições previstas.

NOTA Caso o flange da conexão (“*fitting*”) possua tampão plugue, deve ser verificado a funcionalidade das travas e vedação.

8.7.3 Deve ser considerada na elaboração da instrução específica a sequência e velocidade de inserção da cabeça de plugueamento, considerando-se o sentido e velocidade do fluxo de produto.

8.8 Preparação para Execução da Trepanação e Plugueamento

8.8.1 Devem ser seguidas todas as instruções operacionais constantes dos manuais de operação das máquinas de trepanação e plugueamento.

8.8.2 A trepanação e plugueamento de dutos, tubulações e equipamentos devem ser executados considerando os seguintes aspectos básicos e gerais além do seu projeto:

a) verificar a existência de excentricidade da broca guia, de modo a garantir que o furo realizado pela mesma, não exceda o diâmetro previsto, permitindo o resgate do cupom;
b) antes do início da trepanação, a máquina, a válvula, o elemento cortador e a broca piloto devem ser cuidadosamente inspecionados e testados, de modo a garantir que estejam em condições satisfatórias, para a realização dos serviços programados.
c) dimensionar conexões e ferramentas de corte apropriadas para acomodar o equipamento de trepanação, de forma a permitir a penetração total do cortador, dentro dos limites do curso da máquina e o fechamento ininterrupto da válvula de trepanação, quando o cortador ou o cupom recortado for recuperado;
d) verificar a compatibilidade dimensional entre componentes de vedação (juntas e gaxetas);
e) conhecer previamente o tipo de plugueamento da conexão a ser trepanada;
f) calcular o avanço máximo da ferramenta de corte e executar a marcação na haste do equipamento de trepanação.

NOTA A distância do avanço máximo da ferramenta de corte deve ser calculada criteriosamente de modo a garantir que a trepanação seja terminada dentro dos limites dimensionais, que o corte seja suspenso antes que a ferramenta de corte atinja o lado oposto da tubulação, duto ou equipamento trepanado, ou mesmo a parte lateral da conexão ou sua solda, e que o recorte retirado da chapa possa ser retraído o suficiente para permitir o fechamento desimpedido da válvula de trepanação.

8.9 Instalação da Máquina de Trepanação

8.9.1 Durante a instalação da máquina de trepanação, devem ser seguidas as instruções do fabricante.

8.9.2 Durante a instalação, a válvula e todos os elementos devem ser centralizados na conexão ("*fitting*").

8.9.3 O diâmetro da ferramenta de corte deve ser menor que a sede de vedação da válvula, sendo introduzida pela abertura da válvula, de forma a evitar o seu emperramento ou arrastamento.

8.9.4 Confirmar que a válvula de alívio suporta a pressão e que se encontra em perfeitas condições operacionais.

8.9.5 Certificar-se de que foram tomadas precauções para a drenagem e o descarte seguro do material a ser coletado na máquina acima da válvula de trepanação.

8.9.6 Caso necessário, deve ser providenciada suportação adicional, além do previsto no projeto, conforme solicitação do responsável pela trepanação.

8.10 Execução do Serviço de Trepanação

8.10.1 Uma vez iniciada a tarefa, recomenda-se prosseguir sem interrupção até que a trepanação tenha sido concluída e a válvula fechada. **[Prática Recomendada]**

8.10.2 Deve-se sempre acompanhar o avanço da ferramenta de corte da máquina de trepanação por meio da marcação externa realizada previamente que determina a magnitude do deslocamento do seu eixo, com a rotação adequada do cortador para saber quando o corte está terminado.

8.11 Execução do Serviço de Plugueamento

8.11.1 Deve ser acompanhado o avanço do cilindro hidráulico por meio da marcação externa realizada previamente que determina a magnitude de descida do seu eixo, para saber o quanto a cabeça de plugueamento está devidamente inserida.

8.11.2 Deve se monitorado a eficácia da estanqueidade do plugueamento através das tomadas trepanadas quando da utilização de duplo bloqueio.

8.11.3 Caso o plugueamento se mostre ineficaz, este deve ser refeito, ou refeito com a troca da vedação da cabeça de plugueamento.

8.12 Inserção do Tampão Plugue

8.12.1 Deve-se verificar previamente à execução do serviço de inserção do tampão plugue:

a) funcionalidade do sistema (válvulas, tubulações, manômetros) de equalização;
b) ao recompor o duto com o cupom, em dutos pigáveis, deve ser observado o correto alinhamento para evitar interferências;
c) integridade do anel de vedação.

8.12.2 Deve-se sempre acompanhar o avanço da ferramenta da máquina de trepanação por meio da marcação externa realizada previamente que determina a magnitude de descida do seu eixo, para saber quando o tampão plugue está devidamente inserido na posição para o avanço das travas da conexão ("*fitting*").

8.12.3 Deve-se monitorar a eficácia da estanqueidade do tampão plugue inserido por meio do seu anel o'ring.

8.13 Término do Serviço de Trepanação

8.13.1 Devem ser atendidas as instruções do fabricante quando ao recuo da ferramenta de corte e fechamento da válvula.

8.13.2 Caso o recorte de chapa ou cupom não seja recuperado, recomenda-se que seja feito um estudo específico sobre a técnica a ser adotada para tal ação, juntamente com todos os órgãos envolvidos na referida trepanação. **[Prática Recomendada]**

8.13.3 Devem ser tomadas precauções no sentido de garantir a existência de um descarte adequado dos líquidos e vapores trazidos para o interior da máquina de trepanação.

9 Condições Especiais - Trepanação em Tanques em Operação

9.1 Os vapores oriundos do interior do tanque não devem atingir a área externa onde a trepanação está sendo executada. O trabalho deve ser paralisado imediatamente se detectados vapores inflamáveis na área de serviço.

9.2 Deve ser mantido o nível de líquido no tanque, pelo menos, 1 m acima da área onde o serviço está sendo efetuado, de acordo com a API RP 2207 e API STD 650.

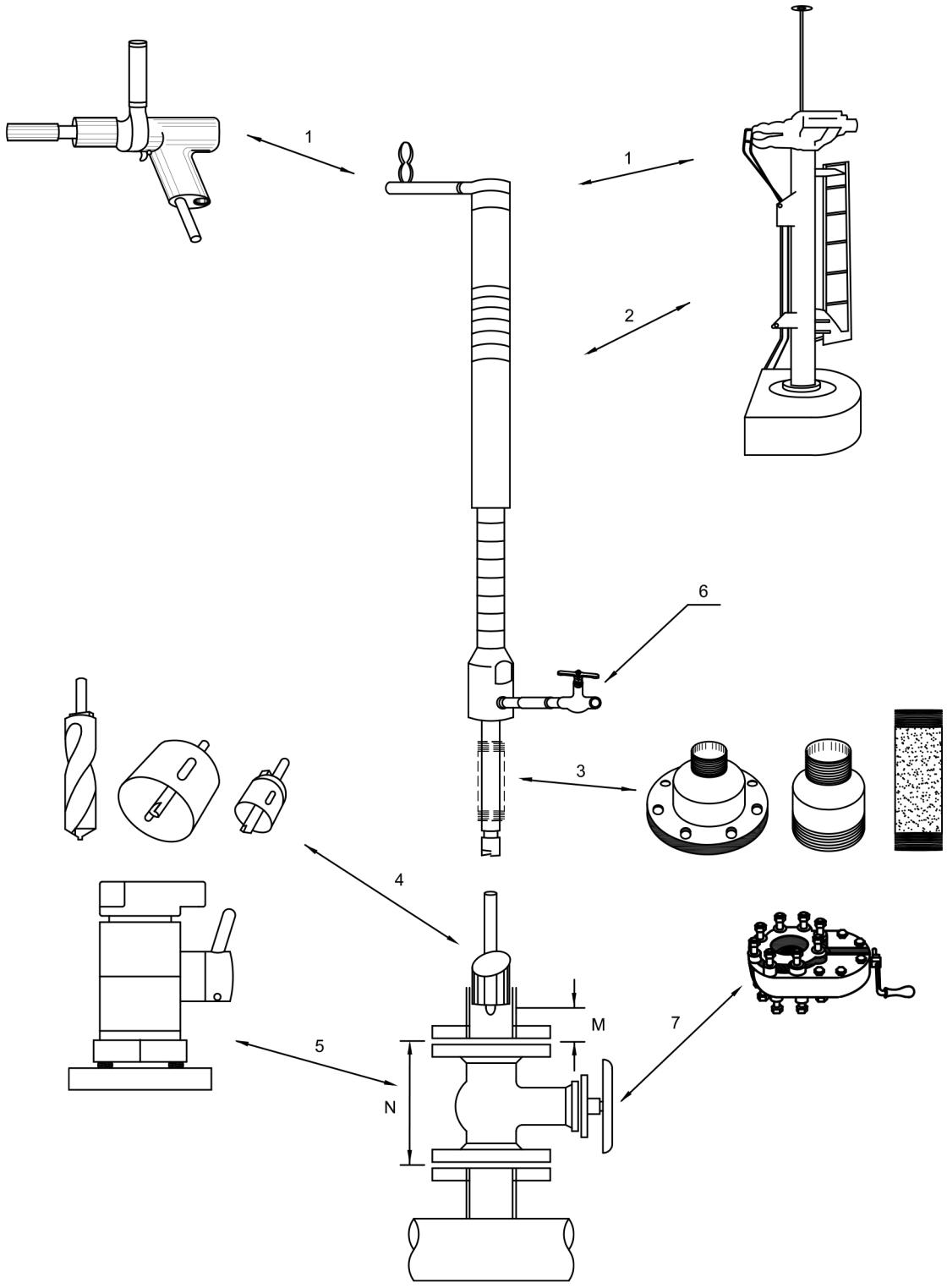
NOTA Devem ser efetuadas medições do nível do tanque com uma trena manual, para verificar a precisão dos medidores de nível remotos ou automáticos.

9.3 Todas as operações do tanque devem estar paralisadas durante os serviços de trepanação.

9.4 Não é permitida trepanação na chaparia de teto em tanques em operação.

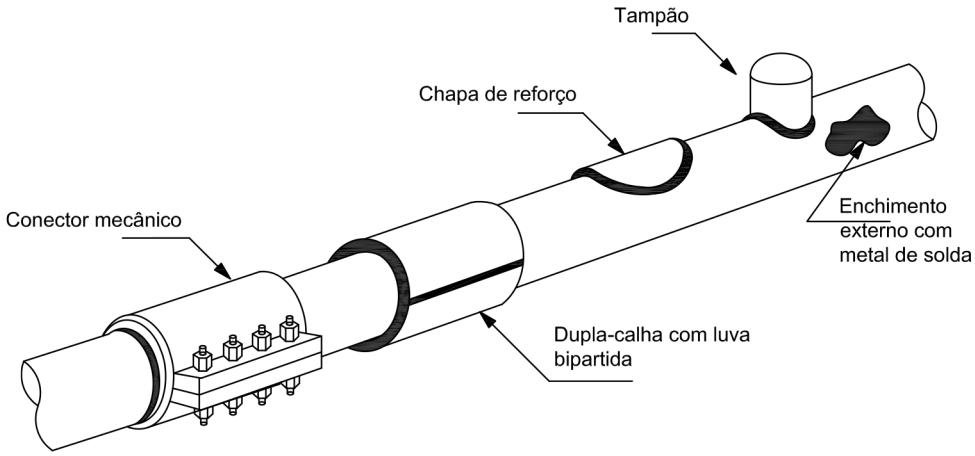
9.5 Deve ser observada a geração de vapores dos tanques adjacentes ao serviço de trepanação.

Anexo A - Figuras

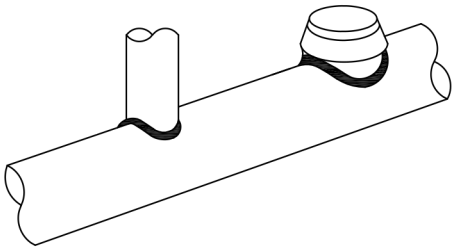


Legenda:
1) Acionadores
2) Corpo da máquina
3) Adaptadores
4) Ferramenta de corte
5) Válvulas de serviço
6) Válvulas de alívio e drenagem
7) Válvulas para serviço de "stoppel"

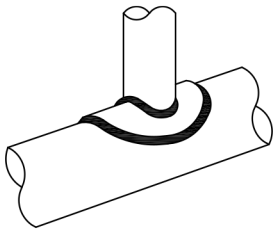
Figura A.1 - Esquema Típico de um Equipamento de Trepanação



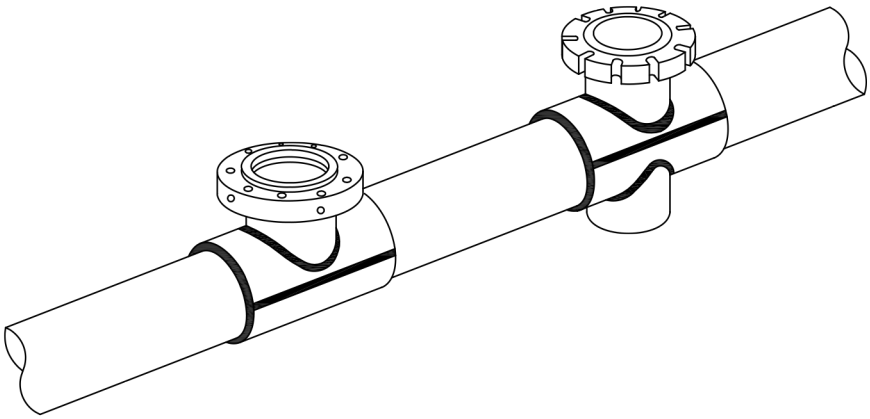
(A) Acessórios para serviços de reparo estrutural



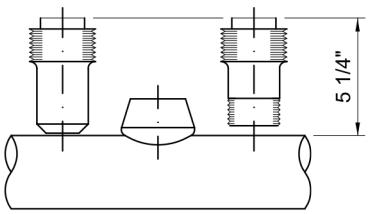
(B) Derivação soldada sem reforço



(c) Derivação soldada com anel de reforço



(D) Conexão flangeada com luva de reforço para serviços de trepanação fitting



(E) Conexões soldadas ou roscadas

Figura A.2 - Acessórios Típicos

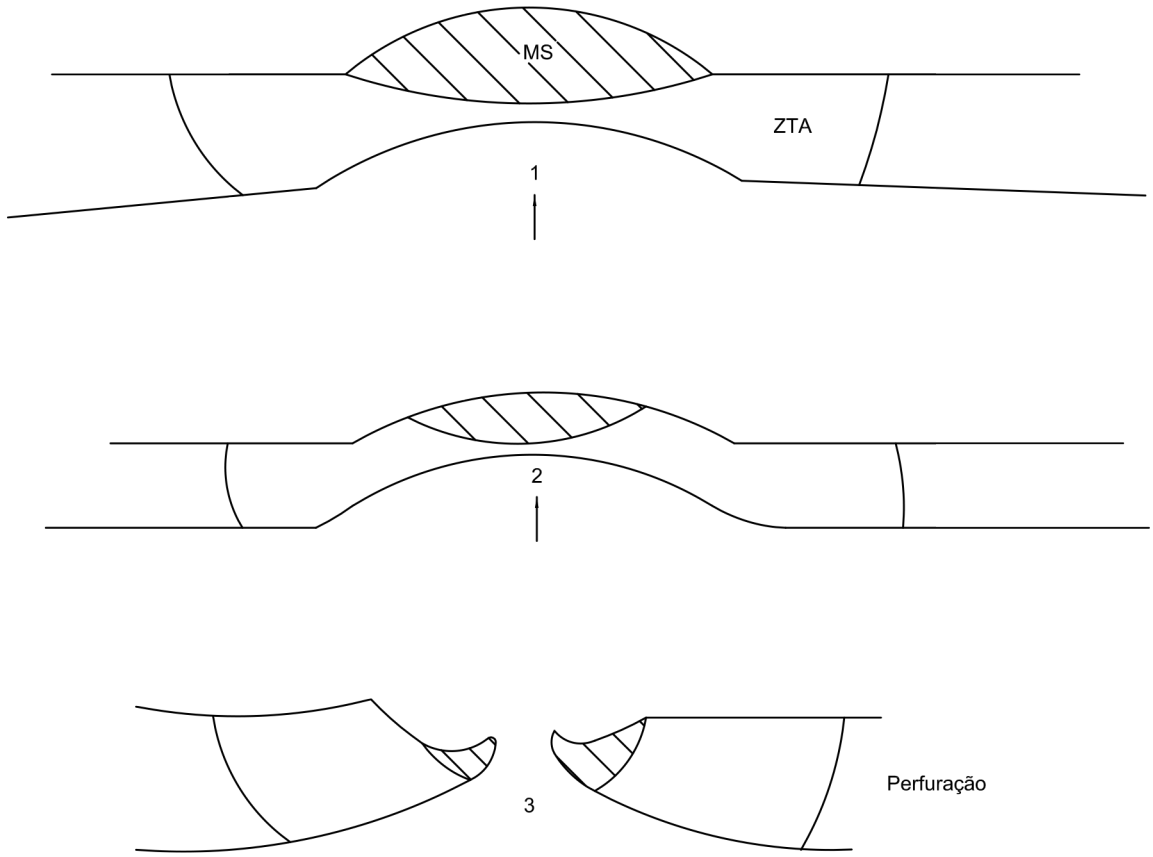
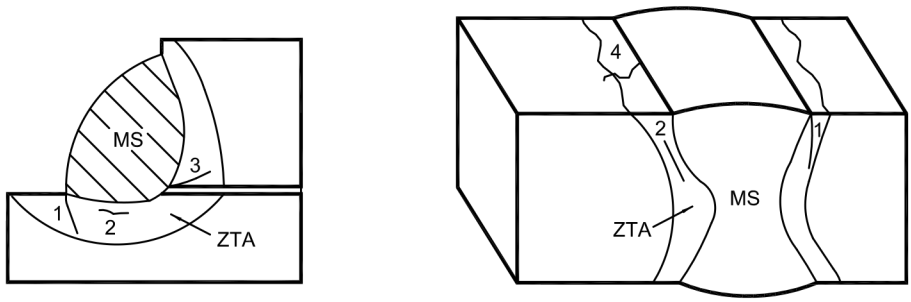


Figura A.3 - Penetração do Arco de Solda até a Perfuração da Tubulação ou Duto

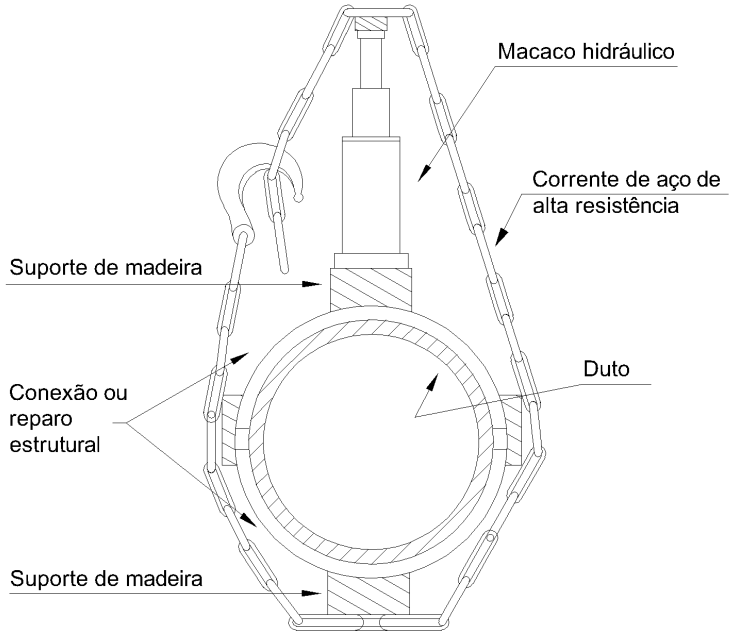


1 - Trinca na margem do cordão
2 - Trinca abaixo do cordão
3 - Trinca na raiz
4 - Trinca transversal ao cordão

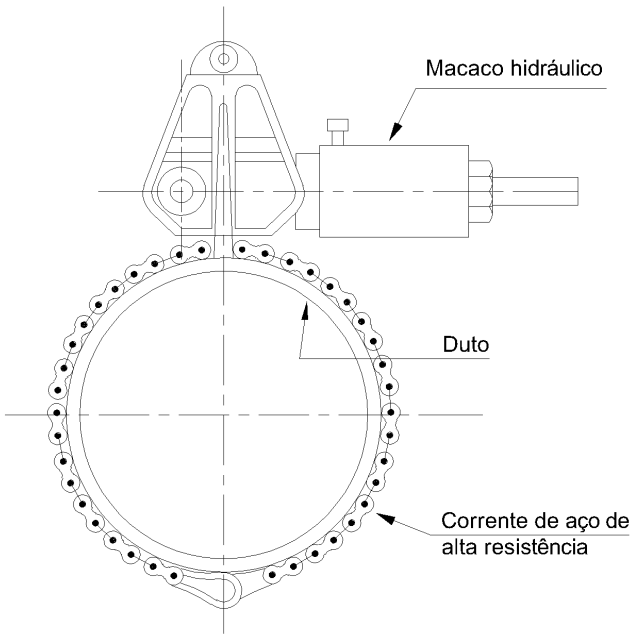
(A) Junta em ângulo

(B) Junta de topo

Figura A.4 - Regiões Típicas de Aparecimento de Trincas a Frio

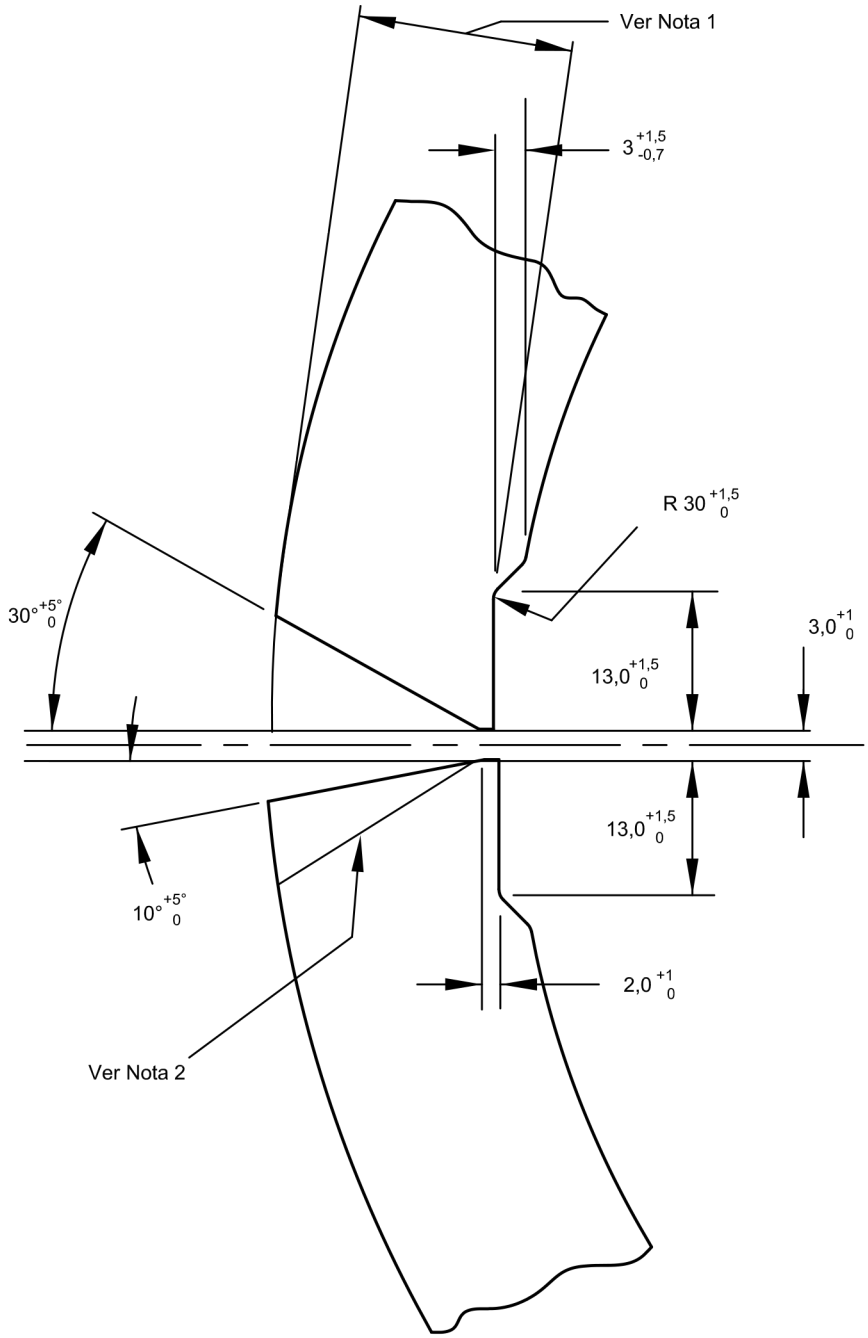


(A) Sistema de ajuste sem tensionamento



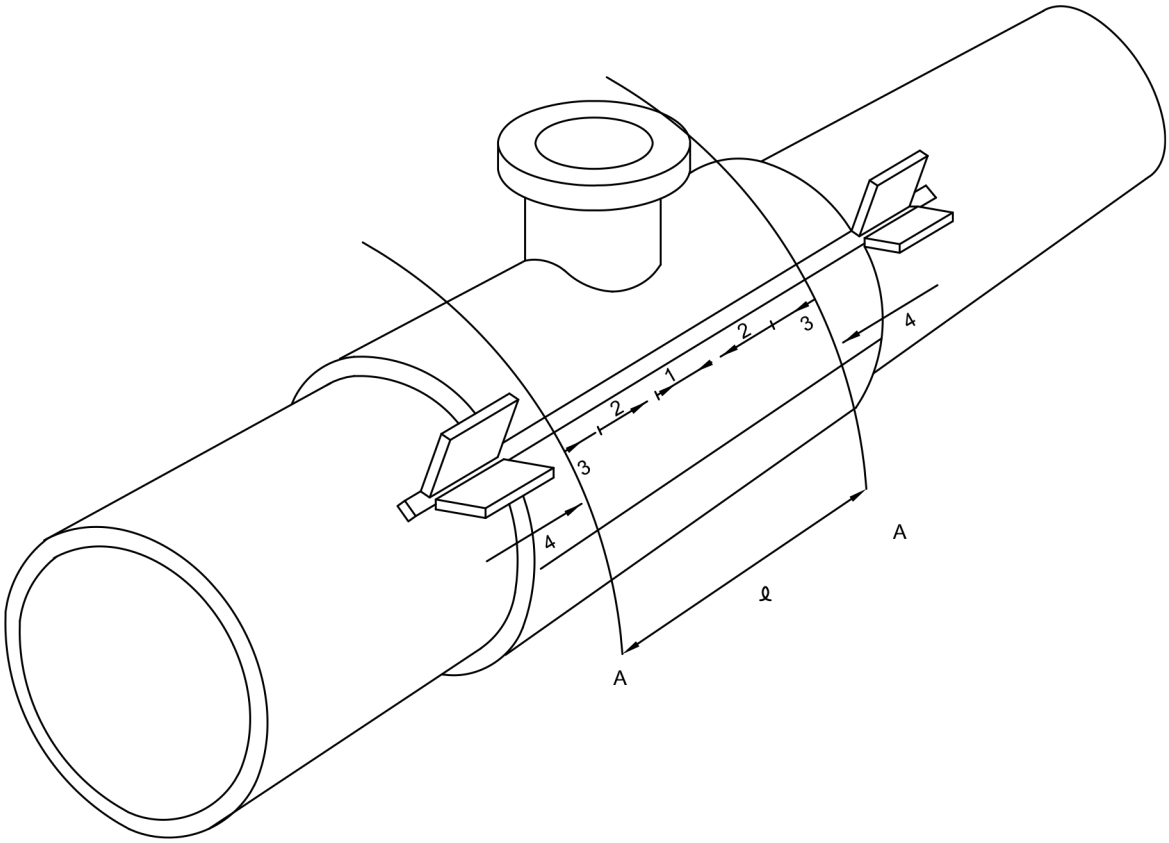
(B) Sistema de ajuste com tensionamento

Figura A.5 - Tipos de Sistemas de Fixação Utilizando Macaco Hidráulico e Corrente



NOTA 1 Deve ser maior ou igual que a espessura de projeto.
NOTA 2 Deve ser convertido em 30° para juntas.
NOTA 3 Todas as dimensões lineares em milímetros.

Figura A.6 - Esquema Típico de Chanfro com Mata-Junta Embutido para Solda Longitudinal de Dupla-Calha



Legenda:

A	- sistema de fixação conforme Figura A.5
1,2,3,4...	- seqüência de deposição.
ℓ	- distância entre os sistemas de tensionamento ($\ell \leq 400$ mm).

Figura A.7 - Sequência de Deposição a ser Utilizada na Soldagem de Soldas Longitudinais

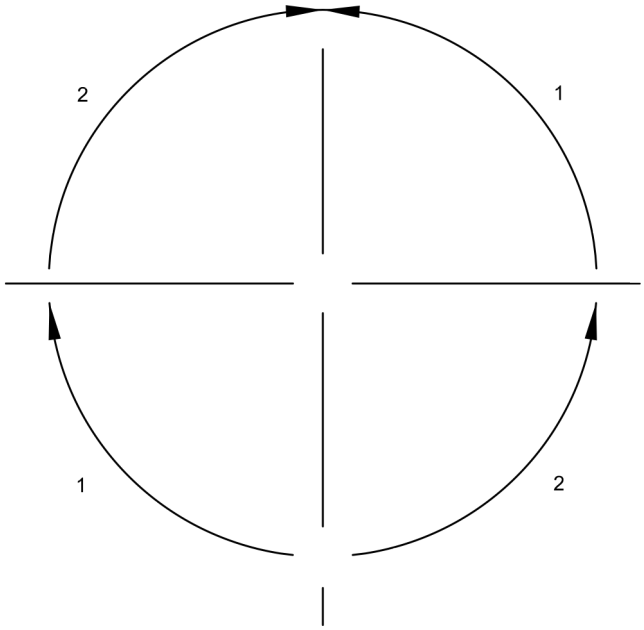


Figura A.8 - Sequência de Deposição a ser Utilizada na Soldagem de Soldas Circunferências de Dupla-Calha

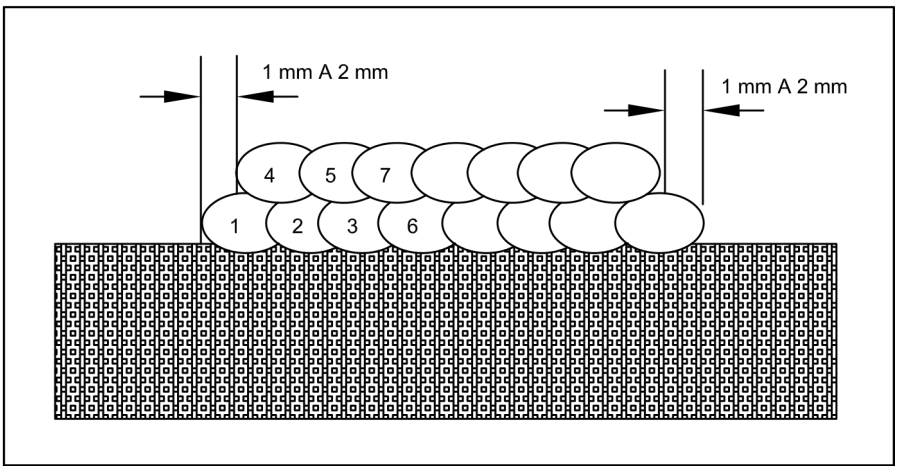


Figura A.9 - Sequência de Deposição Típica dos Passes de Amanteigamento e Passe de Revestimento

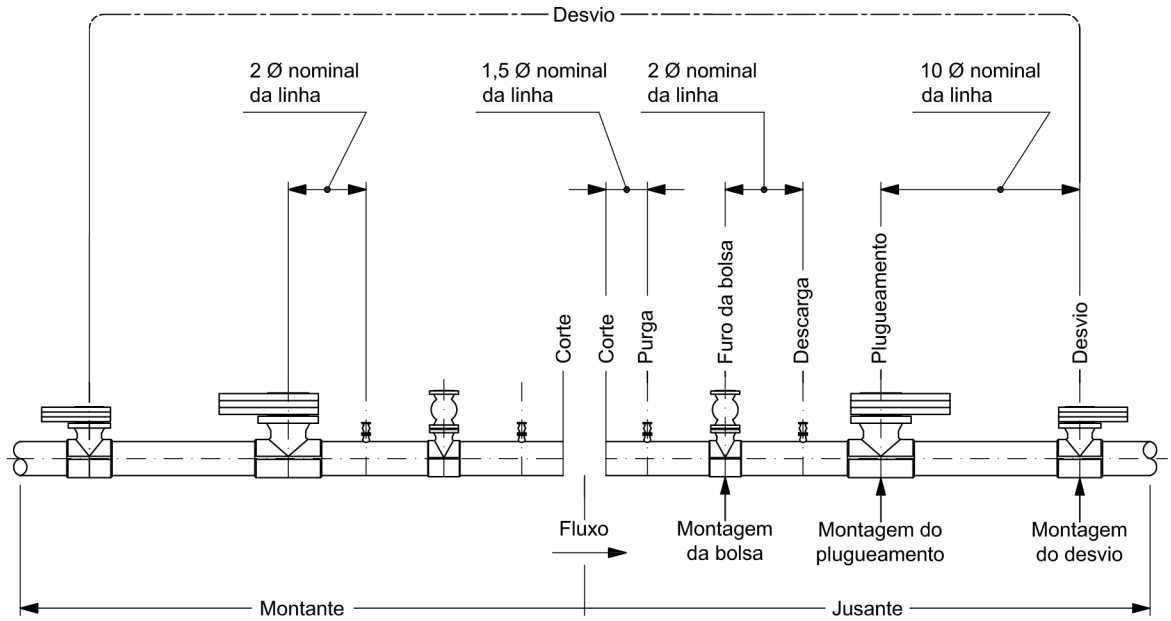


Figura A.10 - Arranjo Físico dos Dispositivos de Trepanação e Plugueamento

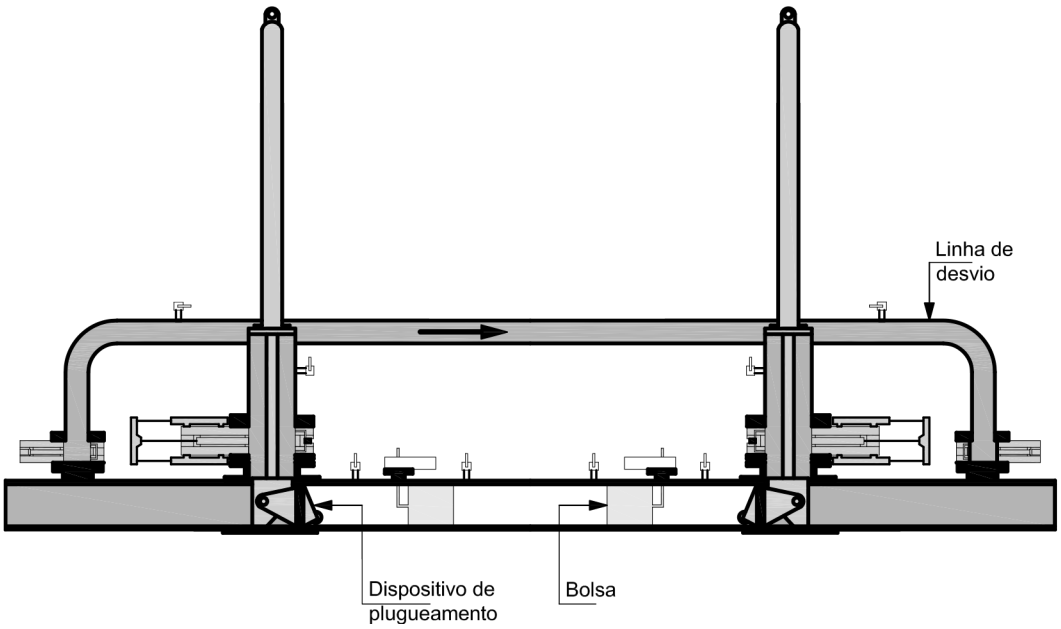


Figura A.11 - Dispositivos de Desvio, Plugueamento, Ventilação e Purga

Anexo B - Cálculo da Pressão de Teste Hidrostático

B.1 A pressão de teste hidrostático, executado antes da trepanação, utilizado para verificação da estanqueidade das soldas e das conexões flangeadas soldada, deve ser determinada através da metodologia proposta pela WRC Bulletin 406: e ter duração mínima de 30 minutos.

NOTA Para equipamentos que operam com temperatura acima de 100 °C não se deve efetuar o teste hidrostático.

B.2 A seguinte notação é utilizada:

- D_o - diâmetro externo do duto ou tubulação a ser trepanado na região de instalação da conexão (mm);
- L - comprimento total da conexão (mm). Ver Figura A.2;
- FT - fator definido pelo código original de projeto do duto ou tubulação a ser trepanado, aplicado para a determinação da pressão de teste hidrostático;
- FS - fator de segurança para a determinação da pressão = 4,0;
- P_{Classe} - pressão máxima admitida para a classe de pressão da conexão (MPa);
- PMO - pressão máxima de operação do duto ou tubulação na região de instalação da conexão (MPa);
- PTH - pressão de teste hidrostático da conexão (MPa);
- P_{op} - pressão de operação no duto durante a realização do teste hidrostático (MPa);
- Sy - tensão de escoamento mínima especificada para o material do duto ou tubulação (MPa);
- t - espessura mínima do duto ou tubulação na região de instalação da conexão (mm);
- ΔP - pressão externa máxima diferencial a ser aplicada durante teste hidrostático da conexão (MPa);
- E - módulo de elasticidade (MPa).

B.3 O critério de determinação da pressão de teste hidrostático utiliza as seguintes etapas:

Passo 1: Determinar M_x

$$M_x = L / [0,5.D_o t]^{1/2}$$

Passo 2: Determinar C_h

$C_h = 0,55.t / D_o$	para $M_x \geq 2.(D_o / t)^{0,94}$
$C_h = 1,12.M_x^{-1,058}$	para $13 < M_x < 2.(D_o / t)^{0,94}$
$C_h = 0,92 / (M_x - 0,579)$	para $1,5 < M_x < 13$
$C_h = 1,0$	para $M_x \leq 1,5$

Passo 3: Determinar F_e

$$F_e = 1,6.C_h.E.t / D_o$$

Passo 4: Determinar F_a

$F_a = S_y / FS$	para $F_e / S_y \geq 2,439$
$F_a = [0,7.S_y / FS].(F_e / S_y)^{0,4}$	para $0,552 < F_e / S_y < 2,439$
$F_a = F_e / S_y$	para $F_e / S_y \leq 0,552$

Passo 5: Determinar ΔP

$\Delta P = 2.F_a.(t / D_o)$

Passo 6: Definir a P_{TH}

$P_{TH} = P_{op} + \Delta P$

B.4 A pressão de teste hidrostático definida deve ser limitada ao menor dos seguintes valores:

a) $1,5.P_{Classe}$;
b) FT.PMO;
c) $1,1\ P_{op}$

Anexo C – Ata de Reunião

PETROBRAS	**FOLHA DE DADOS**	Nº	REV.
			FOLHA de
	TÍTULO: **ATA DE REUNIÃO**		

1 ASSUNTO:	**SOLDAGEM E/OU TREPANAÇÃO EM EQUIPAMENTO, TUBULAÇÃO OU DUTO EM OPERAÇÃO**
EQUIPAMENTO, TUBULAÇÃO OU DUTO:	
LOCALIZAÇÃO:	
DESENHOS:	
PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS:	
- OPERAÇÃO:	
- EXECUÇÃO/FISCALIZAÇÃO :	
- INSP. EQUIPAMENTOS:	
- SEGURANÇA INDUSTRIAL:	
- PROJETO:	
DATA PREVISTA DO SERVIÇO:	
SERVIÇO:	☐ INST. DE CONEXÃO SOLDADA ☐ INST.DE CONEXÃO ROSCADA ☐ SOLDAGEM ☐ TREPANAÇÃO
PREPARADO POR:	

NOTA TODOS OS ENVOLVIDOS NOS SERVIÇOS DEVEM RECEBER CÓPIA DESTA ATA.

DESCRIÇÃO DETALHADA DO SERVIÇO:

2 OS TÉCNICOS ENVOLVIDOS NA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS JÁ VERIFICARAM SE EXISTE ALGUMA PENDÊNCIA, APRESENTADAS NA LISTA DE VERIFICAÇÃO SUGERIDA PARA EXECUÇÃO DOS TRABALHOS?

SIM ☐ NÃO ☐

3 EXISTE POSSIBILIDADE DE ISOLAMENTO, PURGA, ESVAZIAMENTO OU OUTRA AÇÃO, QUE PERMITA A ELIMINAÇÃO DOS RISCOS DECORRENTES DO CONTEÚDO DO EQUIPAMENTO OU DUTO, COM IMPACTO ECONÔMICO E AMBIENTAL ACEITÁVEL?

SIM ☐ NÃO ☐

QUAL? _____

4 EMBORA EXISTA ESTA POSSIBILIDADE, RECOMENDA-SE QUE OS TRABALHOS SEJAM FEITOS EM OPERAÇÃO. [PRÁTICA RECOMENDADA] POR QUE? _____

5 NESTA REUNIÃO FORAM AVALIADOS OS PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS E DE INSPEÇÃO QUE ESTÃO ANEXOS A ESTA ATA.

SIM ☐ NÃO ☐

6 CONCLUSÃO: COM BASE NOS ITENS DA LISTA DE VERIFICAÇÃO, SERÁ REALIZADA A EXECUÇÃO DO(S) SERVIÇO(S)?

SIM ☐ NÃO ☐

APROVAÇÃO _____

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

PETROBRAS	FOLHA DE DADOS	Nº	REV.
			FOLHA de
	TÍTULO: ATA DE REUNIÃO		

7 CONDIÇÕES GERAIS

7.1 CARACTERISTICAS DO MATERIAL

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL:

CARBONO EQUIVALENTE:

ESPESSURA MÍNIMA ENCONTRADA:

7.2 PRODUTO CONTIDO

VAZÃO NOMINAL:

PRESSÃO DE PROJETO:

TEMPERATURA DE PROJETO:

É TÓXICO:		SIM		NÃO
É CORROSIVO:		SIM		NÃO
É INFLAMÁVEL:		SIM		NÃO

7.3 CONDIÇÕES A SEREM MANTIDAS DURANTE A EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS NO LOCAL DA INSTALAÇÃO:

PRESSÃO DO FLUIDO: VAZÃO MÁXIMA:

TEMPERATURA DO FLUIDO: VAZÃO MÍNIMA:

7.4 BLOQUEIOS E ALINHAMENTOS A SEREM FEITOS NO SISTEMA:

RESPONSÁVEL (ÓRGÃO DE OPERAÇÃO) - NOME:

7.5 MEDIDAS A SEREM ADOTADAS PARA PREVENIR CONTAMINAÇÃO DO PESSOAL COM PRODUTO TÓXICO:

7.6 MEDIDAS QUE PERMITAM ACESSO FÁCIL E LIVRE, PREVENDO INCLUSIVE O ESCAPE OU RESGATE RÁPIDO DE PESSOAS:

RESPONSÁVEL (ÓRGAO DE OPERAÇÃO E SEGURANÇA INDUSTRIAL) - NOME:

7.7 RUAS E ACESSOS A SEREM INTERDITADOS:

7.8 PROCEDIMENTO IMEDIATO DE CONTROLE DE EMERGÊNCIA:

RESPONSÁVEL (ÓRGÃO DE OPERAÇÃO E SEGURANÇA INDUSTRIAL) - NOME:

8 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

OS SERVIÇOS DEVEM SER EXECUTADOS PELA SEGUINTE EQUIPE:

RESPONSÁVEL (ÓRGÃO DE EXECUÇÃO) - NOME:

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

Anexo D - Lista de Verificação para os Serviços de Soldagem em Equipamento Tubulação ou Duto em Operação

PETROBRAS	FOLHA DE DADOS	Nº	REV.
			FOLHA de
	TÍTULO: LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA OS SERVIÇOS DE SOLDAGEM EM EQUIPAMENTO TUBULAÇÃO OU DUTO EM OPERAÇÃO		

ANTES DO INÍCIO DA SOLDAGEM		SIM	NÃO	RESP.	C/C
1 O(S) EQUIPAMENTO(S), TUBULAÇÃO(ÕES) OU DUTO(S) CONTÉM ALGUM DOS SEGUINTES PRODUTOS:	A) OXIGÊNIO OU ATMOSFERA CONTENDO HIDROCARBONETOS RICOS EM OXIGÊNIO?				
	B) AR COMPRIMIDO?				
	C) SUBSTÂNCIAS OXIDANTES?				
	D) SUBSTÂNCIAS TÓXICAS?				
	E) SUBSTÂNCIAS CÁUSTICAS, NITRATOS OU OUTRO?				
	F) PRODUTO QUE POSSA CAUSAR FRAGILIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE PROCESSO OU DO DUTO, POR REAÇÃO A QUENTE?				
	G) COMPOSTOS TERMICAMENTE INSTÁVEIS?				
	H) ACETILENO?				
	I) HIDROGÊNIO PURO OU EM MISTURA?				
	J) ETENO?				
	K) AMÔNIA?				
	L) METANOL?				
	M) SUBSTÂNCIAS CORROSIVAS?				
	N) H_2S?				
	O) VÁCUO?				
2 A CONEXÃO OU O REFORÇO ESTRUTURAL FOI PROJETADA SEGUINDO AS EXIGÊNCIAS DA NORMA DE PROJETO?					
3 A ESPECIFICAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM FOI DESENVOLVIDA, CONFORME ESTA NORMA?					
4 A ÁREA A SER SOLDADA FOI INSPECIONADA VISUALMENTE E COM US, QUANTO À ESPESSURA, INTERFERÊNCIA COM SOLDAS EXISTENTES, DUPLA LAMINAÇÃO, ATAQUE POR H_2 OU OUTRAS IMPERFEIÇÕES METALÚRGICAS?					
5 FOI FORNECIDO LAUDO POR ESCRITO POR ÓRGÃO RESPONSÁVEL PELA INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS?					
6 SE ENCONTRADAS DESCONTINUIDADES OU DEFEITOS, FOI FEITA UMA ANÁLISE TÉCNICA ABRANGENTE PARA DETERMINAR SE E COMO SE DEVE PROSSEGUIR O SERVIÇO?					
7 CASO POSITIVO:	A) FOI FEITA UMA ANÁLISE DE CRITICIDADE DO DEFEITO?				
	B) O DEFEITO APRESENTA ALGUM RISCO DE SE PROPAGAR INSTAVELMENTE COM A PRESSÃO EXISTENTE?				
	C) É NECESSÁRIA ALGUMA REDUÇÃO DE PRESSÃO EM FUNÇÃO DESTE DEFEITO?				
8 FOI IDENTIFICADO O MATERIAL DA TUBULAÇÃO OU EQUIPAMENTO E SE É COMPATÍVEL COM A CONEXÃO OU O REFORÇO ESTRUTURAL (DC)?					
9 A DISTÂNCIA MÍNIMA DOS PONTOS ONDE SE REALIZA OS TRABALHOS DE SOLDAGEM ATENDE ESTA NORMA?					
10 PARA TANQUES, A ÁREA A SER SOLDADA ESTÁ LOCALIZADA 1 METRO ABAIXO DO NÍVEL DE LÍQUIDO DO EQUIPAMENTO?					
11 PARA DUTOS OU TUBULAÇÕES, A ÁREA A SER SOLDADA MANTEM A CONDIÇÃO OPERACIONAL PREVISTA?					
12 OS TRABALHOS SÃO EXECUTADOS EM PONTOS PERMITIDOS CONFORME PROJETO DO EQUIPAMENTO?					
13 O PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM A SER EMPREGADO FOI QUALIFICADO POR ESTA NORMA?					
14 OS SOLDADORES SÃO QUALIFICADOS E TREINADOS PARA O PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM EM CARGA A SER UTILIZADO?					
15 FOI EXIGIDO UM PRÉ-AQUECIMENTO DA ÁREA DE SOLDAGEM PARA REMOÇÃO DE UMIDADE OU POR EXIGÊNCIA DO PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM SELECIONADO?					
16 HÁ NECESSIDADE DE REDUÇÃO DA PRESSÃO EM FUNÇÃO DA PRESENÇA DE DEFEITO?					
17 FOI REALIZADA ANALISE DO RISCO DE PERFURAÇÃO?					
18 FOI VERIFICADA A CALIBRAÇÃO DAS MÁQUINAS DE SOLDAGEM?					
19 FORAM AVALIADOS OS PRODUTOS CONTIDOS NA TUBULAÇÃO OU EQUIPAMENTO A SER SOLDADO, E A FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DOS PRODUTOS QUÍMICOS REVISADA QUANTO AOS RISCOS À SAÚDE?					
20 FORAM PROVIDENCIADOS EQUIPAMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO ADEQUADOS?					
21 FORAM PROVIDENCIADOS OS EPIs APROPRIADOS PARA TODOS QUE TRABALHAM NA ÁREA?					

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

FORMULÁRIO PERTENCENTE À PETROBRAS N-2163 REV. G ANEXO D - FOLHA 01/02.

PETROBRAS	**FOLHA DE DADOS**	Nº	REV.
			FOLHA de
	TÍTULO: **LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA OS SERVIÇOS DE SOLDAGEM EM EQUIPAMENTO TUBULAÇÃO OU DUTO EM OPERAÇÃO**		

	SIM	NÃO	RESP.	C/C
22 A ÁREA DO SERVIÇO FOI DEVIDAMENTE ISOLADA E PREVISTAS ROTAS DE EMERGÊNCIA?				
24 EXISTE ÁREA DE ACESSO SUFICIENTE PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA?				
24 O PESSOAL FOI TREINADO PARA IMPLEMENTAR O PROCEDIMENTO DE EMERGÊNCIA?				

NOTA: LEGENDA: **C/C** = CONFIRMAR EM CAMPO **RESP.** = RESPONSÁVEL

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

Anexo E - Lista de Verificação para os Serviços de Trepanação e/ou Plugueamento de Equipamentos, Tubulações e Dutos

PETROBRAS	FOLHA DE DADOS	Nº	REV.
		FOLHA de	
	TÍTULO: LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA OS SERVIÇOS DE TREPANAÇÃO E/OU PLUGUEAMENTO DE EQUIPAMENTOS TUBULAÇÕES E DUTOS		

1 ANTES DO INÍCIO DA TREPANAÇÃO		SIM	NÃO	RESP	N/A
1.1 EXISTE ATESTADO ASSEGURANDO QUE AS INSTRUÇÕES DO FABRICANTE FORAM ATENDIDAS PARA GARANTIR QUE O EQUIPAMENTO DE TREPANAÇÃO E PLUGUEAMENTO APRESENTE A PRESSÃO E GRADUAÇÃO DE TEMPERATURA COERENTES, ADEQUANDO O CURSO DO CORTADOR A ESTE SERVIÇO?					
1.2 FORAM AVALIADOS OS PRODUTOS CONTIDOS NA TUBULAÇÃO OU EQUIPAMENTO A SER TREPANADO, E A FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DOS PRODUTOS QUÍMICOS REVISADA QUANTO AOS RISCOS À SAÚDE?					
1.3 O(S) EQUIPAMENTO(S), TUBULAÇÃO(ÕES) OU DUTO(S) CONTÉM ALGUM DOS SEGUINTES PRODUTOS:	A) OXIGÊNIO OU ATMOSFERA CONTENDO HIDROCARBONETOS RICOS EM OXIGÊNIO?				
	B) AR COMPRIMIDO?				
	C) SUBSTÂNCIAS OXIDANTES?				
	D) SUBSTÂNCIAS TÓXICAS?				
	E) SUBSTÂNCIAS CÁUSTICAS, NITRATOS OU OUTRO?				
	F) COMPOSTOS TERMICAMENTE INSTÁVEIS?				
	G) ACETILENO?				
	h) HIDROGÊNIO PURO OU EM MISTURA?				
	I) ETENO?				
	J) AMÔNIA?				
	K) METANOL?				
	L) SUBSTÂNCIAS CORROSIVAS?				
	M) H_2S?				
	N) VÁCUO?				
1.4 A CONEXÃO FOI PROJETADA SEGUINDO AS EXIGÊNCIAS DA NORMA DE PROJETO?					
1.5 OS FLANGES, PARAFUSOS, JUNTAS, TUBO E VÁLVULA A SEREM INSTALADAS ATENDEM A NORMA RELATIVA À TUBULAÇÃO OU EQUIPAMENTO A SER TREPANADO?					
1.6 FOI REALIZADO O TESTE DE PRESSÃO DA VÁLVULA E O SEU ENVOLTÓRIO, BEM COMO A REMOÇÃO DE RESSALTOS INTERNOS PARA POSSIBILITAR O PERFEITO FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA DE TREPANAÇÃO?					
1.7 A ÁREA A SER SOLDADA FOI INSPECIONADA VISUALMENTE E COM US, QUANTO À ESPESSURA, INTERFERÊNCIA COM SOLDAS EXISTENTES, DUPLA LAMINAÇÃO, ATAQUE POR H_2 OU OUTRAS IMPERFEIÇÕES METALÚRGICAS?					
1.8 FOI IDENTIFICADO O MATERIAL DA TUBULAÇÃO OU EQUIPAMENTO E SE É COMPATÍVEL COM A CONEXÃO?					
1.9 A ÁREA SELECIONADA SUPORTA O PESO DO EQUIPAMENTO DE TREPANAÇÃO?					
1.10 EXISTE MEIO ADEQUADO DE IÇAMENTO E SUPORTE PARA O EQUIPAMENTO DE TREPANAÇÃO E A TUBULAÇÃO SUBSEQÜENTE?					
1.11 EXISTE AFASTAMENTO EXTERNO SUFICIENTE PARA INSTALAR O EQUIPAMENTO DE TREPANAÇÃO E EXTRAIR O CORTADOR ATRAVÉS DA VÁLVULA?					
1.12 A DISTÂNCIA MÍNIMA DOS PONTOS ONDE SE REALIZA OS TRABALHOS ATENDE ESTA NORMA?					
1.13 EXISTE AFASTAMENTO INTERNO SUFICIENTE PARA EXTRAIR O CORTADOR E O CUPOM ATRAVÉS DA VÁLVULA?					
1.14 A ÁREA A SER TREPANADA ESTÁ LOCALIZADA ABAIXO DO NÍVEL DE LÍQUIDO DO EQUIPAMENTO OU EM UMA TUBULAÇÃO OU EQUIPAMENTO NO QUAL TENHA SIDO DETERMINADA A VAZÃO?					
1.15 O PESSOAL FOI TREINADO PARA IMPLEMENTAR O PROCEDIMENTO DE EMERGÊNCIA?					
1.16 OS TRABALHOS SÃO EXECUTADOS EM PONTOS PERMITIDOS CONFORME PROJETO DO EQUIPAMENTO?					
1.17 FORAM AVALIADAS AS CONSEQÜÊNCIAS DOS RESÍDUOS DA TREPANAÇÃO A MONTANTE DE EQUIPAMENTOS ROTATIVOS DESPROVIDOS DE FILTROS?					
1.18 FORAM DEFINIDAS EXIGÊNCIAS PARA E TESTE DE PRESSÃO? TODO O EQUIPAMENTO DE TESTE ENCONTRA-SE À MÃO E EM BOAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO?					
2 ANTES DO CORTE		**SIM**	**NÃO**	**RESP**	**N/A**
2.1 A SOLDA FOI INSPECIONADA E TESTADA?					
2.2 A CONEXÃO DE TREPANAÇÃO FOI TESTADA QUANTO À PRESSÃO?					
2.3 A VÁLVULA DE TREPANAÇÃO, GAXETA, JUNTA E PARAFUSOS FORAM TESTADOS QUANTO A VAZAMENTOS DEPOIS DE MONTADOS NO LOCAL?					
2.4 AS GAXETAS OU VEDAÇÕES DO EQUIPAMENTO DE TREPANAÇÃO FORAM VERIFICADAS?					

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

PETROBRAS	**FOLHA DE DADOS**	Nº	REV.
			FOLHA de
	TÍTULO: **LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA OS SERVIÇOS DE TREPANAÇÃO E/OU PLUGUEAMENTO DE EQUIPAMENTOS TUBULAÇÕES E DUTOS**		

	SIM	NÃO	RESP	N/A
2.5 A VÁLVULA DE ALÍVIO DA MÁQUINA DE TREPANAÇÃO FOI VERIFICADA PARA CONFIRMAR QUE IRÁ OPERAR A CONTENTO E QUE NÃO ESTÁ OBSTRUÍDA?				
2.6 A POSIÇÃO EXATA DA TREPANAÇÃO FOI IDENTIFICADA E MARCADA NA TUBULAÇÃO OU EQUIPAMENTO?				
2.7 TODOS OS PARAFUSOS DA FERRAMENTA DE CORTE ESTÃO APERTADOS?				
2.8 O COLETOR DE CUPOM ESTÁ ALOJADO CORRETAMENTE?				
2.9 A VÁLVULA ESTÁ CENTRALIZADA NO FLANGE?				
2.10 A PROFUNDIDADE DE CORTE É CALCULADA DE MODO A EVITAR O CORTE DA FACE OPOSTA DO TUBO?				
2.11 A FERRAMENTA DE CORTE FOI INTRODUZIDA ATRAVÉS DA VÁLVULA, PARA GARANTIR PASSAGEM LIVRE?				
2.12 O EQUIPAMENTO DE TREPANAÇÃO E A VÁLVULA FORAM PURGADOS, SE RECOMENDADO?				
2.13 FORAM EFETUADOS TESTES QUANTO À PRESENÇA DE O2, GÁS COMBUSTÍVEL E ATMOSFERA TÓXICA NA ÁREA DE TREPANAÇÃO?				
2.14 FORAM PROVIDENCIADOS EQUIPAMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO ADEQUADOS?				
2.15 FORAM PROVIDENCIADOS OS EPIs APROPRIADOS PARA TODOS QUE TRABALHAM NA ÁREA?				
2.16 A ÁREA DO SERVIÇO FOI DEVIDAMENTE ISOLADA E PREVISTAS ROTAS DE EMERGÊNCIA?				
2.17 EXISTE ÁREA DE ACESSO SUFICIENTE PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA?				

NOTA: LEGENDA: **N/A** = NÃO APLICÁVEL **RESP.** = RESPONSÁVEL

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

ÍNDICE DE REVISÕES	
REV. A, B e C	
Não existe índice de revisões.	
REV. D	
Partes Atingidas	**Descrição da Alteração**
Todas	Revisadas
REV. E	
Partes Atingidas	**Descrição da Alteração**
Todas	Revisadas
REV. F	
Partes Atingidas	**Descrição da Alteração**
Todas	Revisadas
REV. G	
Partes Atingidas	**Descrição da Alteração**
1.4 e NOTA	Revisados
1.5	Revisado
3.17	Revisado
3.24	Revisado
3.25	Revisado
3.26	Revisado
4.2	Revisado
NOTA de 4.3.5	Incluída
Alíneas d), f), j), k), l) e m) de 5.2	Revisadas
Alíneas j) e p) de 5.3	Revisadas
Alínea g) de6.1.2	Revisada
6.1.3	Revisado
6.1.4	Revisado
NOTAS 1 e 2 de 6.2	Incluídas
NOTA 2 da Tabela 1	Revisada
6.2.1.3 e NOTAS	Revisados
6.2.1.3.1	Incluído
6.2.1.3.2	Incluido

6.2.1.4 e NOTA	Revisados
Alínea c) de 6.2.2.1	Revisada
6.2.2.2.2	Incluído
6.4.3	Revisado
6.5.2	Revisado
6.5.4, alíneas a), c), f) e NOTA	Revisados
6.5.4, alínea g)	Incluído
Alínea d) de 8.1	Revisado
Alínea d) de 8.2	Revisado
8.5.2	Revisado
Alínea b) de 8.7.1	Revisado
Alínea b) de 8.8.2	Revisado
8.12.3	Incluído
Anexo C	Formulário revisado
Anexo D	Formulário revisado
Anexo E	Formulário revisado

GRUPO DE TRABALHO - GT-26-10

Segue abaixo link para consultar os membros do GT:

Subcomissão da Contec (petrobras.com.br)