

CONTECComissão de Normalização
Técnica**SC-26**

Soldagem

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

2ª Emenda

Esta é a 2ª Emenda da PETROBRAS N-2163 REV. F, que incorpora a 1ª emenda, e se destina a modificar o seu texto nas partes indicadas a seguir:

NOTA 1 As novas páginas com as alterações efetuadas estão colocadas nas posições correspondentes.

NOTA 2 As páginas emendadas, com a indicação da data da emenda, estão colocadas no final da norma, em ordem cronológica, e não devem ser utilizadas.

CONTEÚDO DA 1ª EMENDA - 09/2015

- Subseção 6.5.4:

Alteração do texto.

CONTEÚDO DA 2ª EMENDA - 11/2016

- Subseção 5.2:

Alteração do texto da enumeração j).

CONTECComissão de Normalização
Técnica**SC-26**

Soldagem

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

1ª Errata

Esta é a 1ª Errata da PETROBRAS N-2163 REV. F e se destina a modificar o seu texto na(s) parte(s) indicada(s) a seguir:

NOTA 1 A(s) nova(s) página(s) com a(s) alteração(ões) efetuada(s) está(ão) colocada(s) na(s) posição(ões) correspondente(s).

NOTA 2 A(s) página(s) corrigida(s), com a indicação da data da errata, está(ão) colocada(s) no final da norma, em ordem cronológica, e não devem ser utilizada(s).

CONTEÚDO DA 1ª ERRATA - 05/2016

- Subseção 3.17

Alteração do texto.

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."

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.....	10
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.....	11
5.1	Projeto	11
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.....	15
6.1	Produtos - Considerações e Restrições	16
6.2	Execução.....	16
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.....	19
6.3	Preparo da Junta.....	

6.4	Inspeção de Soldagem	20
6.5	Soldagem em Tanques em Operação	20
7	Instalação de Conexões Roscadas antes da Trepanação.....	21
8	Trepanação, Plugueamento e Inserção do Tampão Plugue.....	21
8.1	Trepanação e Inserção do Tampão Plugue.....	21
8.2	Plugueamento	22
8.3	Considerações Sobre Projeto	22
8.4	Produtos - Considerações e Restrições	23
8.5	Máquina para Trepanação e Plugueamento.....	23
8.6	Qualificação da Equipe	24
8.7	Atividades Iniciais.....	24
8.8	Preparação para Execução da Trepanação e Plugueamento	24
8.9	Instalação da Máquina de Trepanação.....	25
8.10	Execução do Serviço de Trepanação	25
8.11	Execução do Serviço de Plugueamento	25
8.12	Inserção do Tampão Plugue	26
8.13	Término do Serviço de Trepanação.....	26
9	Condições Especiais - Trepanação em Tanques em Operação.....	26
Anexo A	- Figuras.....	27
Anexo B	- Cálculo da Pressão de Teste Hidrostático	35

Figuras

Figura A.1	- Esquema Típico de uma Máquina de Trepanação	27
Figura A.2	- Acessórios Típicos.....	28
Figura A.3	- Penetração do Arco de Solda até a Perfuração da Tubulação ou Duto	29
Figura A.4	- Regiões Típicas de Aparecimento de Trincas a Frio	29
Figura A.5	- Tipos de Sistemas de Fixação Utilizando Macaco Hidráulico e Corrente.....	30
Figura A.6	- Esquema Típico de Chanfro com Mata-Junta Embutido para Solda Longitudinal de Dupla-Calha.....	31
Figura A.7	- Seqüência de Deposição a ser Utilizada na Soldagem de Soldas Longitudinais.....	32
Figura A.8	- Seqüência de Deposição a ser Utilizada na Soldagem de Soldas Circunferências de Dupla-Calha	33



Figura A.9 - Seqüência de Deposição Típica dos Passes de Amanteigamento e Passe de Revenimento 33

Figura A.10 - Arranjo Físico dos Dispositivos de Trepanação e Plugueamento..... 34

Figura A.11 - Dispositivos de Desvio, Plugueamento, Ventilação e Purga 34

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 Cr-Mo, Aços Inoxidáveis Ferríticos e Martensíticos não são tratados nesta Norma. Em geral não devem ser soldados em operação, sendo analisado caso a caso pelo profissional responsável.

1.5 Esta Norma não se aplica a equipamentos, tubulações e dutos em operação nas seguintes condições:

- a) que necessitem de tratamento térmico para alívio de tensões após a soldagem, salvo nas condições de soldagem provisória prevista nesta Norma;
- b) que contenham produtos ou resíduos que venham a se tornar instáveis pela exposição ao calor da solda ou que venham afetar o aço em questão, tornando-o suscetível à ignição, corrosão sob tensão ou fragilização.

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](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Partículas Magnéticas;

PETROBRAS [N-1738](#) - Descontinuidades em Juntas Soldadas, Fundidos, Forjados e Laminados;

PETROBRAS [N-2036](#) - Soldagem Submarina;

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 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 & 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](#) - Boiler and Pressure Vessel Code - Section VIII - Division 1: Rules for Construction of Pressure Vessels;

ASME [BPVC Section VIII - Division 2](#) - Boiler and Pressure Vessel Code - Section VIII - Division 2: Alternative Rules for Construction of Pressure Vessels;

ASME [PCC-2](#) - Repair of Pressure Equipment and Piping;

AWS [A 3.0](#) - Welding Terms and Definitions;

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 [A 3.0](#), 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_{IW}

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 prática 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**

variação de temperatura por unidade de tempo

3.25**tempo de resfriamento (“heat sink”)**

intervalo de tempo para que a temperatura do equipamento, tubulação ou duto reduza de 250 °C a 100 °C

3.26**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

3.27**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 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.

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 suportaç o, levando em conta as novas cargas adicionadas pela derivaç o;
- m) preferencialmente evitar a soldagem ou trepana o a uma dist ncia inferior a 460 mm de um flange (ou de uma conex o soldada ou roscada) ou inferior a 80 mm de uma junta soldada; **[Pr tica Recomendada]**
- n) preferencialmente evitar a trepana o na solda longitudinal de tubula o, exceto quando liberado pela fiscaliza o da PETROBRAS; **[Pr tica Recomendada]**
- o) em equipamentos, tubula es e dutos que sejam cladeados ou revestidos com os seguintes materiais: vidro, chumbo, material refrat rio, pol meros, revestimentos internos de pintura ou com tratamento superficial (como por exemplo: galvaniza o e aluminiza o), deve ser considerado o efeito da degrada o do revestimento durante a opera o de soldagem e trepana o;
- p) especificar as conex es de trepana o, os reparos e as modifica es de soldas para atender as normas aplic veis, conforme abaixo:
 - para tubula es 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  leo projetados conforme a API [STD 650](#) utilizar a API [STD 653](#);
 - para vasos de press o projetados conforme o ASME BPVC [Section VIII Division 1](#) ou [Division 2](#) utilizar a API [510](#) e ASME [PCC-2](#);
- q) as conex es ou os reparos a serem instalados em equipamento, tubula o ou oleoduto em opera o 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;
 - abra adeira 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 medição da composição química do metal base;
- 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 as equações 1 e 2, exceto quando a norma de fabricação do material indicar outra forma de cálculo. A composição química do material deve ser obtida no local onde a soldagem será executada (tubulação, equipamento ou conexão) e pode ser obtida por meio de um dos seguintes ensaios: análise química via úmida ou instrumento de espectroscopia de emissão ótica:
 - equação 1: para carbono menor ou igual a 0,12 %:

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

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

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

NOTA Quando esta determinação de composição química não for possível, a critério do Profissional Habilitado ou responsável técnico pela soldagem da PETROBRAS, pode-se adotar o CE máximo do certificado ou da especificação da norma de fabricação do material.

- 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 varredura por técnica de ultrassom para medição da espessura da parede e eventuais defeitos na chapa (como por exemplo corrosão interna, dupla laminação e segregações). Deve ser registradas as espessuras mínima e máxima encontradas na região a ser soldada, antes do início dos trabalhos, em uma faixa de inspeção de 150 mm em cada lado da região central da solda a ser executada;