ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Emissão original. A presente ET é baseada na ET-2000.00-1180-211-PSQ-001 Rev. C e a substitui na Área de Poços da Petrobras.
A	Adição de Novos Diâmetros e Materiais na Tabela de Componentes e seus Respectivos Materiais.
B	Inclusão: requisitos ISO 9712:2012, definição da ASTN, NIST, RBLE, SSC. Alteração da redação dos itens 5.4, 6.4.1, 7 e 8.
C	Alteração da redação dos itens 5.4, 6.1.6, 6.3.3, 6.3.5, 6.4.6 e 6.4.10.
D	Substituição da ET de requisitos de inspeção e inclusão de classes de materiais para soldagem.
E	Inclusão requisitos de soldagem de um lado para atendimento a Curva C1 DNV.
F	Alteração do item 6.1.6 e inclusão do parágrafo adicional ao item 6.1.11.

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	
DATA	18/07/2018	07/08/2018	16/08/2018	14/12/2018	08/05/2019	03/06/2022	06/01/2023	
PROJETO	CTPS/QC	CTPS/QC	CTPS/QC	CTPS/QC	CTPS/QC	POCOS/EP/ITC/ETP	POCOS/EP/ITC/ETP	
EXECUÇÃO	SEQUI	SEQUI	SEQUI	SEQUI	SEQUI	SPO/PEP/PROJ-PERF	SPO/PEP/PROJ-PERF	
VERIFICAÇÃO	SPO/SCA/PROJ-EP	SPO/SCA/PROJ-EP	SPO/SCA/PROJ-EP	SPO/SCA/PROJ-EP	SPO/SCA/PROJ-EP	CENPES/PDIDP/TIA/TMI	CENPES/PDIDP/TIA/TMI	
APROVAÇÃO	CTPS/QC	CTPS/QC	CTPS/QC	CTPS/QC	CTPS/QC	EP/ITC	EP/ITC	

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

FORMULÁRIO PERTENCENTE À PETROBRAS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO....3
2 ESCOPO....3
3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA....4
4 SIGLAS OU ABREVIATURAS....5
5 DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS TÉCNICOS....6
6 REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES....8
7 DOCUMENTAÇÃO....13

1 INTRODUÇÃO

A presente ET-R foi elaborada tendo como base a ET-2000.00-1180-211-PSQ-001 Rev. C e a substitui na Área de Poços da Petrobras; sendo validada por grupo técnico multidisciplinar Corporativo da Área de Poços da Petrobras em atendimento à Lei 13.303/16. A ET-2000.00-1180-211-PSQ-001 Rev.C pertence à gerência de Tecnologia em Fabricação, Construção e Montagem (SEQUI).

2 ESCOPO

Especificação Técnica de Requisitos para Serviços de Soldagem de Materiais de Estrutura de Poços Marítimos Tubos de Produção, tais como a **Qualificação, Execução e Inspeção** de juntas soldadas entre tubos de revestimento superficial, conectores, alojadores e acessórios.

Esta especificação se limita aos seguintes componentes e seus respectivos materiais:

Componente	Classificação do Material
Chapa	ASTM A36 ou A516 Gr 60
Redução concêntrica	ASME B16.9 ASTM A420 WPL8
Conectores	AISI4130 56ksi/60ksi e AISI 8630 90ksi/95ksi/100ksi
Alojador 20”	AISI 8630 85ksi, ASME IX Pn1/Gn2 56ksi, SAE 4340, API 5L X80, API 5L X70, API 5L X56 e ASTM A694 F65
Alojador 22”	ASME IX Pn1/Gn4 70ksi/80ksi, SAE 4340, API 5L X80, API 5L X70, API 5L X56 e ASTM A694 F65
Alojador 30”	AISI 4130 60ksi/65ksi, ASTM A 694 F65, ASTM A 694 F60, AISI 8630 100ksi, API 5L X56 e API 5L X65
Alojador 36”	AISI 4130 52ksi/65ksi, ASME IX Pn1/Gn4 80ksi, ASTM A 694 F65, API 5L X65 ,ASTM A 694 F60 e AISI 8630 100ksi
Alojador 42”	AISI 4130 52ksi/60ksi e ASTM A 694 F65
Sub de Apoio/ *Buttweld*	AISI 8630 85ksi, API 5L X80 e API 5L X70
Tubo 16” x 0,495”	API 5CT N-80
Tubo 16” x 0,589”	API 5CT N-80
Tubo 18” x 7/8”	API 5L GR - X80
Tubo 20” x 5/8”	API 5L GR - X56 e X80
Tubo 20” x 3/4”	API 5L GR - X80
Tubo 20” x 1”	API 5L GR - X56 e X70
Tubo 22” x 1”	API 5L GR - X70 e X80
Tubo 22” x 1 1/8”	API 5L GR - X70 e X80
Tubo 22” x 0,812”	API 5L GR - X70 e X80
Tubo 30” x 1 1/2”	API 5L GR - B, X60 e X80
Tubo 30” x 1”	API 5L GR - B e X60
Tubo 36” x 2”	API 5L GR - X60 e X80
Tubo 36” x 1 1/2”	API 5L GR - B, X60 e X80
Tubo 42” x 1”	API 5LX GR B

Para a soldagem de materiais não listados acima, requisitos adicionais podem ser necessários. Nesse caso, a PETROBRAS deverá ser consultada.

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

3.1 ABNT NBR 14842:2015 - Soldagem - Critérios para a qualificação e certificação de inspetores para o setor de petróleo e gás, petroquímico, fertilizantes, naval e termogeração (exceto nuclear)

3.2 API SPEC 5L 45th edition – *Specification for Line Pipe*

3.3 API SPEC 6A Ed. 2010 - *Specification for Wellhead and Christmas Tree Equipment*

3.4 API SPEC Q1 Ed. 2013 - *Specification for Quality Management System Requirements for Manufacturing Organizations for the Petroleum and Natural Gas Industry*

3.5 API SPEC 8C - *Drilling and Production Hoisting Equipment*

3.6 API RP 5C6 Ed. 2012 – *Welding Connections to Pipe*

3.7 ASME BPVC Sec. IX Ed. 2015 - *Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welders; Brazers; and Welding, Brazing, and Fusing Operators*

3.8 DNVGL-RP-C203 Ed. 2016 - *Fatigue design of offshore steel structures*

3.9 ISO 9001:2015 – *Quality management systems – Requirements*

3.10 ISO 9712:2012 – *Non-destructive testing – Qualification and Certification of NDT personnel*

3.11 ISO 17024:2012 – *General requirements for bodies operating certification of persons*

3.12 ISO 17025:2017 - *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.*

3.13 ISO/TS 29001:2010 - Petroleum, petrochemical and natural gas industries -- Sector-specific quality management systems -- Requirements for product and service supply organizations

3.14 NACE MR 0175 Ed. 2014 - *Materials for use in H_2S-containing environments in oil and gas production*

3.15 • **ET-0000.00-0000-972-1AL-001 –** Requisito Geral da Qualidade de Bens**.**

4 SIGLAS OU ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

API – *American Petroleum Institute*

ASME – *American Society of Mechanical Engineers*

ASTM – *American Society for Testing and Materials*

ASNT – *American Society for Nondestructive Testing*

DNVGL – *Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd*

ET-R – Especificação Técnica de Requisitos Gerais. Permite ao fornecedor conhecer os critérios gerais de aceitação, teste e validação de um determinado sistema, equipamento, material e/ou serviço que poderão ser utilizados na fase de verificação de efetividade de proposta técnica em processos licitatórios.

ET-RBS – Especificação Técnica para Requisição de Bens e Serviços. É um documento que contém os requisitos técnicos específicos e instruções complementares necessários à definição de escopo da contratação do sistema, equipamento, material e/ou serviço.

FMECA – *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis.*

ISO - *The International Organization for Standardization.*

NACE - *National Association of Corrosion Engineers.*

RBLE - Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios.

NIST - *National Institute of Standards and Technology.*

RBLE - Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios.

SSC – *Sulfide Stress Cracking*

5 DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS TÉCNICOS

5.1 A empresa ou fornecedor deverá comprovar por meio de relatórios técnicos, simulações, monogramas API, certificados e/ou documentações técnicas que atende a TODOS os itens dos requisitos funcionais, técnicos e complementares desta ET-R. Caso, a empresa ou fabricante não atenda a algum (s) item (itens) deverá sinalizar e justificar porque não atende.

5.2 O fornecedor se obriga a disponibilizar para a Petrobras ao menos 1 (um) profissional qualificado com conhecimento do projeto dos equipamentos, funcionalidade e da sua instalação, para a realização da FMECA e/ou análises de riscos das tarefas componentes da instalação do equipamento ou prestação de serviços.

5.3 A soldagem e inspeção deve ser realizada conforme a norma API RP 5C6, com os requisitos suplementares SR26, SR27, SR30, SR31, SR33, SR34, SR36, modificados conforme os requisitos desta especificação. O requisito SR29 é requerido para a soldagem de conectores ou alojadores em revestimento condutor de 30” e 36”. O requisito SR35 é requerido somente se o atendimento à NACE MR 0175 for especificado pelo projeto na ET-RBS.

5.3.1 Os requisitos técnicos complementares descritos nesta especificação técnica prevalecem sobre a norma API RP 5C6.

5.3.2 O Laboratório de Teste Mecânico deverá ser acreditado pelo INMETRO e pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios (RBLE) ou em Laboratórios de Ensaios acreditados por organismos com os quais o INMETRO mantém acordos de reconhecimento mútuo. Laboratórios americanos devem ser acreditados pelo NIST. Demais laboratórios devem ser acreditados pela norma ISO 17025 para todas as suas atividades de testes e calibrações.

5.3.3 Adicionalmente, o laboratório que irá executar os testes de SSC deverá ser credenciado pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Laboratórios estrangeiros devem ser credenciados pela NACE.

5.4 Quando o projeto especificar a curva de fadiga C1 da DNVGL-RP-C203 para a solda circunferencial na ET-RBS, os requisitos de fabricação do anexo A da DNV-GL-RP-C203 deve ser atendidos, ou seja, a soldagem deve ser realizada por ambos os lados na posição plana (rotativa) ou horizontal e o reforço de soldagem e qualquer defeito superficial deve ser removido por usinagem ou esmerilhamento em ambos os lados. A rugosidade máxima deve ser de 3,2 µm (RA). O desalinhamento máximo deve ser especificado na documentação contratual. A junta soldada deve apresentar uma transição suave de espessura não inferior a 1:4.

5.5 Em referência ao item 5.4, é permitida solda de um lado desde que atenda os seguintes requisitos:

5.5.1 Inviabilidade de acesso para a soldagem a partir da superfície interna.

5.5.2 Pleno atendimento a todos os detalhes e requisitos aplicáveis às Categoria C1 e descrição 8 da Tabela A-9 da DNV-RP-C203.

5.5.3 A usinagem do corpo de prova (CP) deve garantir a retirada de ao menos 0,2 mm abaixo de qualquer imperfeição nas margens da solda ou na raiz.

5.5.4 Inspeção de toda a extensão das soldas na superfície interna por ensaios por partículas magnéticas, com capacidade de detecção de indicações de até 0,1 mm e ao longo de toda a circunferência por ensaio ultrassônico, com capacidade de detecção de indicações de até 0,3 mm. Qualquer indicação encontrada deve ser considerada inaceitável. Procedimentos de END sujeitos a aprovação da Petrobras.

5.6 Os requisitos mínimos de inspeção de fabricação a serem atendidos em compras diretas ou indiretas são descritos na ET-0000.00-0000-972-1AL-001. Os requisitos técnicos desta ET-R prevalecem sobre a ET-0000.00-0000-972-1AL-001.

5.6.1 Para fornecimento de serviços, o papel do inspetor de fabricação será de responsabilidade do fiscal do contrato ou alguém por ele indicado. O nível de envolvimento na execução dos serviços será definido pelo fiscal do contrato para fins de medição dos serviços e garantia da qualidade.

5.6.2 A instalação de manufatura deverá estar qualificada para atender aos sistemas de gerenciamento de qualidade para a indústria de petróleo e gás natural (API SPEC Q1 / ISO/TS 29001).

5.7 Em adição, os registros de qualificação dos procedimentos de soldagem e soldadores, procedimentos de soldagem e ensaios não destrutivos devem ser certificados por inspeção de terceira parte quando requeridos contratualmente.

6 REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES

6.1 QUALIFICAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE SOLDAGEM

6.1.1 Qualificação de pessoal: A qualificação do procedimento de soldagem deve ser realizada por inspetor de soldagem nível 2, nas normas ASME B31.3, ASME B31.4 ou ASME B31.8, certificado conforme ABNT NBR 14842:2015. Se a soldagem for executada fora do BRASIL, a certificação deve ser emitida por organismo independente acreditado na ISO 17024.

6.1.2 Agrupamento de materiais: Para a soldagem de aço baixa liga e tubos API 5L/5CT com tensão de escoamento de 60 ksi ou superior, um aumento do grau do material, uma mudança na condição de fornecimento e uma variação na composição química (%C, Pcm e Ceq) acima do permitido devem ser consideradas como variáveis essenciais na qualificação do procedimento de soldagem. É permitido um acréscimo de no máximo 0,03 no %C; 0,02 no Pcm (para materiais com %C até 0,12) e 0,03 no Ceq (para materiais com %C maior que 0,12), baseado na análise do produto, sem a necessidade de requalificação do procedimento.

- Para fornecimento de serviços, a PETROBRAS fornecerá os materiais de base adicionais necessários para a qualificação do procedimento de soldagem de equipamentos ou componentes não fornecidos pela CONTRATADA. A soldagem somente deverá prosseguir caso as propriedades mínimas especificadas forem atingidas.

6.1.3 Consumíveis de soldagem: Para a soldagem de aço baixa liga e tubos API 5L/5CT com tensão de escoamento de 60 ksi ou superior, o teor de hidrogênio difusível no consumível deve ser inferior a 8 ml / 100 g de metal depositado. Para todos os casos, não são aceitos consumíveis de soldagem com sufixo G sem a apresentação da especificação técnica do fabricante contendo os limites de composição química e propriedades mecânicas do consumível. Neste caso, a marca comercial é considerada variável essencial. Os consumíveis devem ser fornecidos com certificado tipo 3.1 da EN10204 ou schedule J da AWS 5.01, com exceção do fluxo para o processo SAW. Os valores de tração, impacto, composição química e hidrogênio difusível do lote devem ser apresentados nos respectivos certificados.

6.1.4 Ensaio de dureza (SR26): Quando não especificado pelo projeto na ET-RBS, o valor máximo permitido é de 35 HRC ou 350HV10 medido no metal de solda e nas zonas termicamente afetadas do tubo e do conector em aço carbono e baixa liga para evitar a fragilização por hidrogênio sob proteção catódica.

6.1.5 Ensaio de impacto (SR27): Os conjuntos devem ser retirados do metal de solda, linha de fusão, linha de fusão + 2mm e linha de fusão + 5mm à 1,5 mm da superfície externa. Na soldagem de materiais dissimilares, os conjuntos da linha de fusão devem ser retirados de ambos os lados da solda.

- Deve ser incluído conjuntos adicionais para o metal de solda e linha de fusão à 1.5 mm da superfície interna quando a espessura exceder 25mm ou quando mais de um processo de soldagem for utilizado. Os corpos de prova adicionais na superfície interna devem ser removidos apenas do metal de solda e linha de fusão.

6.1.6 Tratamento térmico de alívio de tensões: Quando requerido pelo procedimento de soldagem, o mesmo deve ser realizado conforme ASME BPVC Sec. IX e API SPEC 6A, PSL 3. Para o controle de temperatura: seguir as orientações da AWS D10.10.

6.1.7 Parâmetros de soldagem: A variação de aporte térmico médio do passe deve ser considerada variável essencial. É permitido uma variação de ±15% dos valores registrados na qualificação sem a necessidade de requalificação do procedimento.

6.1.8 Pré-aquecimento e interpasse: não é permitido redução da temperatura de pré-aquecimento ou aumento superior a 25ºC na temperatura de interpasse registradas na qualificação. A temperatura de interpasse máxima não deve exceder 315ºC.

6.1.9 Ensaios não destrutivos: Os mesmos ensaios não destrutivos das soldas de produção devem ser realizados no cupom de teste.

- Os ensaios não destrutivos em aços baixa liga e tubos API 5L/5CT com tensão de escoamento de 60 ksi ou superior, soldados sem pós-aquecimento, devem ser realizados a partir de 48 horas após a execução da soldagem. Para os demais casos, deve ser respeitado o intervalo mínimo de 24 horas entre soldagem e inspeção.

6.1.10 Ensaio de tração: Não é permitido ruptura na solda ou abaixo da tensão de ruptura mínima especificada (SMTS) para o metal de base.

6.1.11 Reparo: Devem ser elaborados procedimentos específicos para o reparo de soldas. Procedimentos de reparo devem simular de maneira realística a situação de reparo a ser qualificado. No caso de corte da junta, é permitido a utilização do procedimento de soldagem original desde que seja removida toda a zona afetada pelo calor.

- Deve ser apresentado um procedimento de corte e resinagem do bisel que assegure que o novo bisel estará a uma distância de no mínimo 10 mm além da linha de fusão, garantindo a completa remoção da ZTA.

6.2 QUALIFICAÇÃO DOS SOLDADORES E OPERADORES DE SOLDAGEM

6.2.1 Em adição aos requisitos da norma ASME BPVC Sec. IX Artigo 3, os soldadores e operadores de soldagem devem ser capazes de reproduzir a faixa de aporte térmico especificada no procedimento de soldagem.

6.3 CONTROLE DA SOLDA DE PRODUÇÃO

6.3.1 Qualificação de pessoal: O monitoramento da soldagem deve ser realizado por inspetor de soldagem nível 1, certificado conforme ABNT NBR 14842:2015. Se a soldagem for executada fora do BRASIL, a certificação deve ser emitida por organismo independente acreditado na ISO 17024.

6.3.2 Especificação de Procedimento de Soldagem: Nenhum trabalho de solda deve ser iniciado sem a aprovação prévia de toda a documentação de soldagem. A EPS deve ser fixada em local visível e de fácil acesso na estação de soldagem.

6.3.3 Desalinhamento: O acoplamento das juntas circunferenciais deve ser auxiliado pela utilização de acopladeira interna ou externa, preferencialmente. O desalinhamento deve ser medido com equipamento calibrado em 100% das juntas circunferenciais antes da soldagem. Quando não especificado pelo projeto na ET-RBS, o desalinhamento máximo permitido em juntas de topo deve ser de 1,6 mm do lado interno e 3,2 mm do lado externo.

- Para fornecimento de serviços, é permitido o uso de batoques distribuídos uniformemente ao longo da circunferência e soldados dentro do bisel. As soldas temporárias devem ser executadas conforme o procedimento qualificado e removidas. Não é permitido a incorporação do ponteamento na solda final.

6.3.4 Pré-aquecimento: Não é permitido o uso de maçarico de bico de corte no preaquecimento.

6.3.5 Parâmetros de Soldagem: O aporte térmico deve ser monitorado por instrumentos calibrados em 100% das soldas. É recomendado o uso de sistema supervisório.

6.4 INSPEÇÃO

6.4.1 Qualificação de pessoal: Os ensaios não destrutivos devem ser realizados por inspetor certificado no Sistema Nacional de Qualificação e Certificação. Se soldas forem executadas fora do BRASIL, o processo de qualificação de pessoal deve atender os requisitos da norma ISO 9712, em organismo independente certificado pela norma ISO 17024. Não são aceitos esquemas de auto-certificação, como por exemplo o esquema SNT TC-1A da ASNT, exceto quando utilizada para complementar a qualificação de inspetores atuando com processos automatizados.

6.4.2 Procedimentos: Devem ser elaborados procedimentos de inspeção por ensaios não destrutivos conforme as normas ASME BPVC Seção V e API SPEC 6A.

6.4.3 Inspeção visual de solda: As soldas deverão ser inspecionadas por inspetor de soldagem Nível 1 ou Ensaio Visual de Solda nível 2, após remoção de respingos de solda, mordeduras e outras descontinuidades superficiais. Método e critério de aceitação conforme API SPEC 6A, PSL 2.

- Em tubos de 20" e 22" o reforço máximo permitido não deve exceder 1,6 mm. Para os outros casos, o mesmo será rebaixado quando necessário.

6.4.4 Partículas magnéticas (SR30): Deve ser substituído por Líquido Penetrante na inspeção de materiais não-ferromagnéticos ou quando o esquema de sobreposição não estiver previsto no procedimento. Método e critério de aceitação conf. API SPEC 6A PSL 2.

6.4.5 Radiografia (SR29): Deve ser utilizada a exposição panorâmica (PSVS) sempre que possível. Método e critério de aceitação conforme API SPEC 6A, PSL 3.

6.4.6 Ultrassom (SR36): Requerido para soldas de penetração de topo e soldas de penetração total em ângulo. Método e critério de aceitação conforme API SPEC 6A, PSL 3. Caso seja utilizado ultrassom computadorizado (Phased Array + ToFD) qualificado conforme ASME V, Artigo 4, Apêndice Mandatório VI, a radiografia pode ser omitida.

- A inspeção com cabeçote normal/duplo cristal na área de varredura pode ser realizado antes do acoplamento para soldas circunferenciais.

6.4.7 Ensaio de dureza (SR31): Na medição de dureza de campo deve ser empregado instrumento portátil utilizando o método de impedância ultrassônica (UCI), conforme ASTM A 1038, com carga de 5 kgf ou 10 kgf. Quando não especificado pelo projeto na ET-RBS, o critério de aceitação deve ser de no máximo 350HV10 medidos no metal de solda e nas zonas termicamente afetadas do tubo e do conector em aço carbono e baixa liga.

6.4.8 A extensão dos ensaios não destrutivos na solda deve ser de: 100% Visual, 100% Partícula Magnética ou Liquido Penetrante e 100% Radiografia. Ultrassom deve ser realizado em 100% da solda quando especificado no item 6.4.6. O ensaio de dureza deve ser realizado em 100% das soldas.

6.4.9 Calibradores (SR33): A solda circunferencial externa na ponta do conector tipo caixa deve ser controlada por calibrador externo. O cálculo da medida do calibrador é: diâmetro mínimo do elevador (conforme API Spec 8C) menos 0,5 mm.

6.4.10 Os ensaios não destrutivos de soldas entre aços baixa liga e tubos API 5L/5CT com tensão de escoamento de 60 ksi ou superior, devem ser realizados a partir de 48 horas após a execução da soldagem. Para os demais casos, deve ser respeitado o intervalo mínimo de 24 horas entre soldagem e inspeção. Este requisito não se aplica a soldas com pós-aquecimento.

7 DOCUMENTAÇÃO

Os requisitos mínimos de documentação a serem atendidos encontram-se na especificação técnica • ET-0000.00-0000-972-1AL-001 - REQUISITO GERAL DA QUALIDADE DE BENS.