

Proteção Catódica de Dutos Terrestres

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.....	4
2	Referências Normativas	4
3	Crítérios de Proteção Catódica	5
4	Pré-Requisitos para Aplicação da Proteção Catódica	5
4.1	Juntas Isolantes	5
4.2	Aterramento Elétrico	6
4.3	Proteção Contra Descargas Atmosféricas e Sobretensões	6
4.4	Revestimento	7
4.5	Tubos-Camisa Enterrados para Dutos.....	8
4.6	Equipamentos para a Redução de Interferências c.a.....	8
4.7	Equipamentos para a Redução de Interferências c.c.	8
5	Requisitos Básicos para Projeto de Proteção Catódica.....	8
5.1	Informações Básicas para o Projeto de Proteção Catódica	8
5.2	Levantamentos de Potencial.....	9
5.3	Demanda de Corrente de Proteção Catódica	10
5.4	Cabos de Proteção Catódica	10
5.5	Interligações de Cabos ao Duto.....	11
5.6	Proteção Provisória	11
5.7	Caso Específico de Dutos Existentes	12
5.8	Recebimento e Armazenagem de Materiais e Equipamentos.....	12
6	Estações de Corrente Impressa	12
6.1	Generalidades	12
6.2	Fonte de Alimentação	12
6.3	Leito de Anodos	13
6.3.1	Generalidades.....	13
6.3.2	Leitos de Anodos Superficiais.....	13
6.3.3	Anodos de Corrente Impressa e Enchimento Condutor	13
6.3.4	Distribuição de Corrente para Dutos Múltiplos	13
7	Sistemas de Anodos Galvânicos.....	14

7.1 Anodos de Zinco	14
7.2 Anodos de Magnésio	14
7.3 Enchimentos para Anodos	14
8 Pontos de Teste	14
8.1 Pontos de Teste	14
8.2 Uso de Corpos-de-Prova e Cupons	15
8.3 Pontos de Testes em Cruzamentos com Tubo Camisa	16
8.4 Pontos de Teste em Juntas Isolantes	17
8.5 Pontos de Teste Próximos ao Retorno de Correntes	17
9 Pré-Operação	17
9.1 Ensaio preliminares	17
9.2 Relatório de Pré-Operação	18
10 Monitoração, Inspeção e Manutenção	18
10.1 Periodicidade das Inspeções	18
10.2 Manutenção e Reparos	19
11 Documentação	19
Anexo A - Inspeção dos Componentes do Sistema de PC.....	20

Figuras

Figura 1 - Proteção da Junta Isolante com Supressor de Surtos	7
Figura 2 - Isolamento da Emenda entre Cabos	11
Figura 3 - Ligação Elétrica no Ponto de Teste	15
Figura 4 - Cupom de PC.....	16
Figura 5 - Ligação Elétrica no Ponto de Teste em Tubo Camisa	16
Figura 6 - Ligação Elétrica no Ponto de Teste em Junta Isolante	17

Tabelas

Tabela 1 - Periodicidade de Inspeções de Rotina.....	18
--	----

Prefácio

Esta Norma é complementar à ABNT [NBR ISO 15589-1:2016](#) e especifica requisitos adicionais para os levantamentos realizados antes da instalação, projeto, materiais, equipamentos, fabricação, instalação, pré-operação, operação, inspeção e manutenção de sistemas de Proteção Catódica (PC) para dutos terrestres.

1 Escopo

1.1 Aplica-se a dutos terrestres enterrados em aço carbono e aço inoxidável e a trechos de chegada em terra de dutos submarinos protegidos por instalações de PC terrestres.

1.2 É aplicável a reformas, modificações e reparos efetuados em sistemas de PC de dutos existentes.

1.3 Parágrafos da ABNT [NBR ISO 15589-1:2016](#) não mencionados aqui são considerados inteiramente aplicáveis.

1.4 Os requisitos desta Norma prevalecem em caso de divergência com a ABNT [NBR ISO 15589-1:2016](#).

1.5 As prescrições desta Norma são válidas a partir da data da sua edição.

1.6 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-47](#) - Levantamento Topográfico Georreferenciado;

PETROBRAS [N-381](#) - Execução de Desenhos e outros Documentos Técnicos em Geral;

PETROBRAS [N-442](#) - Revestimento Externo de Tubulação em Instalações Terrestres;

PETROBRAS [N-1041](#) - Cadastramento de Imóveis em Levantamento Topográfico Cadastral;

PETROBRAS [N-1493](#) - Drenagem Elétrica para Proteção Catódica;

PETROBRAS [N-1710](#) - Codificação de Documentos Técnicos de Engenharia;

PETROBRAS [N-2064](#) - Emissão e Revisão de Documentos de Projeto;

PETROBRAS [N-2608](#) - Retificadores para Proteção Catódica;

ABNT [NBR 5410](#) - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

ABNT [NBR 5419-2](#) - Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de Risco;

ABNT [NBR 7117](#) - Medição da Resistividade e Determinação da Estratificação do Solo;

ABNT [NBR 9240](#) - Anodos de Liga de Ferro-Silício-Cromo para Proteção Catódica;

ABNT [NBR 9241](#) - Anodos de Grafite para Proteção Catódica;

ABNT [NBR 9358](#) - Anodo de Liga de Zinco para Proteção Catódica;

ABNT [NBR 12712](#) - Projeto de Sistemas de Transmissão e Distribuição de Gás Combustível;

ABNT [NBR 15280-1](#) - Dutos Terrestres - Parte 1: Projeto;

ABNT [NBR 15280-2](#) - Dutos Terrestres - Parte 2: Construção e Montagem;

ABNT [NBR 16294](#) - Anodos de Titânio com Óxidos de Metais Nobres para Proteção Catódica;

ABNT [NBR 16460](#) - Anodos de Liga de Magnésio para Proteção Catódica;

ABNT [NBR 16563-1](#) - Mitigação de Efeitos de Interferências Elétricas em Sistemas Dutoviários - Parte 1: Sistemas de Corrente Alternada;

ABNT [NBR ISO 15589-1:2016](#) - Indústria de Petróleo, Petroquímica e Gás Natural - Proteção Catódica para Sistemas de Transporte por Dutos - Parte 1: Dutos Terrestres.

3 Critérios de Proteção Catódica - Potenciais de Proteção

Esta Seção define os requisitos complementares à Seção 6.2 da ABNT [NBR ISO 15589-1:2016](#).

3.1.1 Em regiões sujeitas a correntes de interferência Corrente Contínua (c.c), adicionalmente a medição do potencial "OFF" nos cupons ou quando os cupons não estiverem disponíveis, recomenda-se que o potencial médio tubo-solo "ON" permaneça igual ou mais negativo que -850 mV em relação ao Eletrodo de Referência de Cobre - Sulfato de Cobre (Saturado) avaliado com registro contínuo de potencial. **[Prática Recomendada]**

3.1.2 A [ABNT NBR 16563-1](#) define critérios adicionais para controle e mitigação de interferências elétricas Corrente Alternada (c.a.) em dutos.

4 Pré-Requisitos para Aplicação da Proteção Catódica

4.1 Juntas Isolantes

Define os requisitos complementares ao 7.3.3 e 7.3.4 da ABNT [NBR ISO 15589-1:2016](#).

4.1.1 Devem ser utilizadas juntas isolantes tipo monobloco.

NOTA 1 Juntas em par de flanges podem ser utilizadas em linhas de urgência com diâmetros inferiores a 4 polegadas. Recomenda-se que o material da vedação dos flanges seja de Politetrafluoretileno (PTFE) instalado sobre um núcleo rígido de aço inox, devido a sua confiabilidade de isolamento e vedação. **[Prática Recomendada]**

NOTA 2 Juntas em par de flanges existentes não necessitam ser alteradas para o tipo monobloco.

4.1.2 Recomenda-se que as juntas sejam fornecidas com terminais olhais soldados para conexões elétricas **[Prática Recomendada]**

4.1.3 Os seguintes dados devem ser fornecidos para aquisição de uma junta:

- a) material e dimensões do tubo;
- b) classe de pressão;
- c) temperatura de serviço;
- d) produto transportado;
- e) revestimento interno e externo.

4.1.4 Ensaios

4.1.4.1 Juntas isolantes devem ser submetidas aos ensaios elétricos descritos no anexo F da ABNT [NBR ISO15589-1:2016](#).

NOTA As juntas isolantes tipo monobloco devem ser qualificadas na Classe 1 de ensaio de tensão, enquanto as juntas em par de flanges devem ser qualificadas na Classe 2.

4.1.4.2 Deve ser realizado teste hidrostático com uma pressão maior ou igual a 1,5 vezes a de projeto, por 1 h, no mínimo, sem vazamentos.

4.1.4.3 Certificados dos ensaios de laboratório devem ser emitidos.

4.1.5 Recomenda-se que as juntas isolantes sejam instaladas acima do solo, após o afloramento do duto, antes de qualquer suporte ou acessório. **[Prática Recomendada]**

4.2 Aterramento Elétrico

Define os requisitos complementares ao 7.3.6 da ABNT [NBR ISO 15589-1:2016](#).

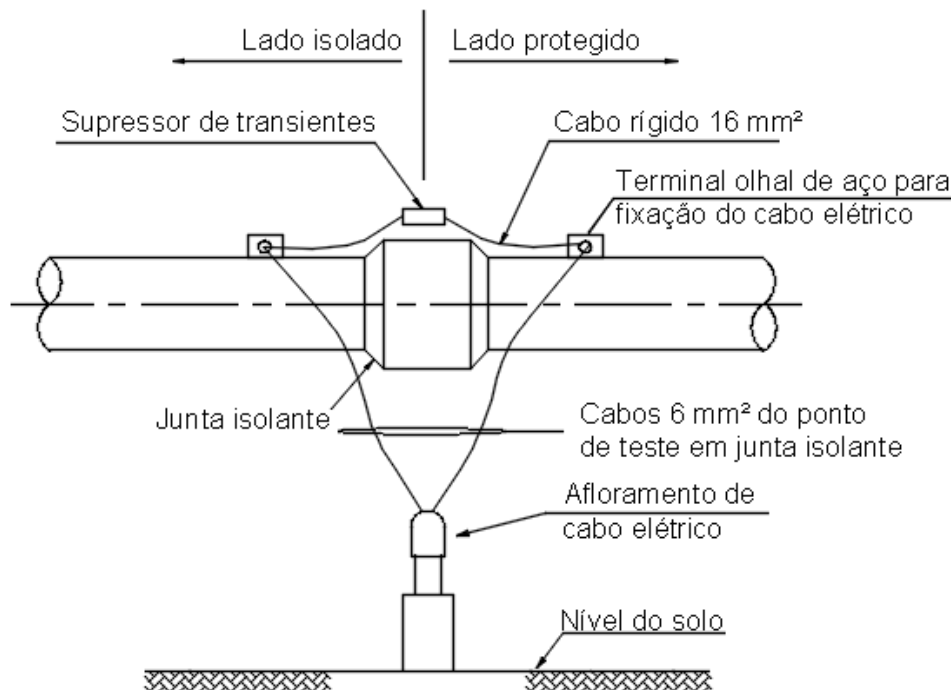
O aterramento e equipotencialização de equipamentos elétricos devem atender aos requisitos da ABNT [NBR 5410](#), atentando para os seguintes detalhes:

- a) recomenda-se que o valor da resistência de aterramento seja igual ou inferior a 10 Ω ; **[Prática Recomendada]**
- b) o aterramento da concessionária ou da unidade onde o equipamento estiver instalado deve ser utilizado;
- c) todas as partes metálicas expostas, como carcaças de equipamentos e abrigos de tela devem ser aterradas.

4.3 Proteção Contra Descargas Atmosféricas e Sobretensões

Define os requisitos complementares ao 7.4 da ABNT [NBR ISO15589-1:2016](#).

4.3.1 Juntas isolantes devem ser protegidas contra descargas atmosféricas por meio de supressores de transientes, certificados para operar de acordo com a classificação de área do local instalado e fixados por meio de cabo rígido com espessura mínima de 16 mm² e com o menor comprimento possível, instalado conforme Figura 1.



NOTA Proteção opcional para dutos localizados em regiões com densidade de descargas atmosféricas para a terra inferior a 5 descargas/km²/ano. No Brasil, o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), por meio do Grupo de Eletricidade Atmosférica, disponibilizou os dados através do Anexo F da ABNT [NBR 5419-2](#).

Figura 1 - Proteção da Junta Isolante com Supressor de Surtos

4.3.2 Os parâmetros definidos para os dispositivos supressores de transientes também são válidos para a frequência de 60 Hz.

4.3.3 Os supressores de transientes devem ser do tipo centelhador ("spark gap") ou diodo de avalanche de silício (Silicon Avalanche Diode - SAD). Varistor de óxido de zinco, que possui capacidade de descarga de corrente limitada, não deve ser utilizado.

NOTA Os varistores existentes devem ser gradativamente substituídos.

4.3.4 O modo de falha dos dispositivos deve ser tipo "falha fechada", ou seja, em caso de defeito o supressor deve entrar em curto-circuito.

4.4 Revestimento

Define os requisitos complementares ao 7.5 da ABNT [NBR ISO15589-1:2016](#).

4.4.1 A seleção do revestimento deve estar de acordo com os requisitos da ABNT [NBR 12712](#) e da ABNT [NBR 15280-1](#).