

CONTECComissão de Normalização
Técnica**SC-13**

Oleodutos e Gasodutos

**Revestimento Externo de Concreto para
Dutos Submarinos****1ª Emenda**

Esta é a 1ª Emenda da PETROBRAS N-2432 REV. B, 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 - 05/2014

- Seção 2:

Exclusão da PETROBRAS N-2851.
Inclusão da PETROBRAS [N-2680](#).

- Subseção 6.5.7 f):

Alteração do texto.

Revestimento Externo de Concreto para Dutos Submarinos

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 uso interno na PETROBRAS, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

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	Procedimentos de Aplicação	5
4	Materiais	6
4.1	Revestimento Anticorrosivo	6
4.2	Cimento	6
4.3	Agregados	7
4.4	Água	7
4.5	Tela de Reforço.....	7
4.6	Película Impermeável.....	8
5	Armazenamento, Manuseio e Transporte	8
5.1	Armazenamento	8
5.2	Manuseio e Transporte	9
6	Aplicação De Concreto.....	10
6.1	Dosagem do Concreto	10
6.2	Armadura.....	10
6.3	Fôrmas	10
6.4	Concretagem.....	10
6.5	Métodos de Aplicação do Concreto	11
6.6	Cura.....	12
6.7	Identificação	12
7	Instalação de Anodos	12
8	Inspeção e Testes	13
8.1	Inspeção Visual dos Tubos	14
8.2	Revestimento Anticorrosivo	14
8.3	Tela de Reforço.....	14
8.4	Agregados	14
8.5	Fôrma e Armadura	15
8.6	Inspeção da Concretagem	

8.7	Peso do Tubo Concretado	15
8.8	Absorção de Água.....	15
8.9	Resistência à Compressão	16
8.10	Flutuação Negativa	17
8.11	Excentricidade entre o Revestimento de Concreto e o Tubo de Aço.....	17
8.12	Aderência do Concreto ao Tubo	18
9	Reparos no Concreto	18
9.1	Antes da Cura	18
9.2	Após a Cura	19
10	Qualificação do Revestimento em Concreto Realizado em Planta	19

Figura

Figura 1 - Armadura Circunferencial	8
Figura 2 - Armadura Longitudinal.....	8
Figura 3 - Tubos Concretados com Montagem de Anodo	13

Tabela

Tabela 1 - Resistência a Compressão - Amostragens Mínimas.....	16
Tabela 2 - Valores Mínimos de Resistência a Compressão do Concreto	16

1 Escopo

1.1 Esta Norma fixa as condições mínimas exigíveis na aplicação de revestimento externo de concreto em tubos destinados a montagem de dutos submarinos.

1.2 Esta Norma considera os processos de concretagem por projeção e compressão.

1.3 Esta Norma se aplica a procedimentos iniciados a partir da data de sua edição.

1.4 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-1644](#) - Construção de Fundações e de Estruturas de Concreto Armado;

PETROBRAS [N-1935](#) - Projeto de Sistema de Proteção Catódica por Corrente Galvânica - Duto Submarino;

PETROBRAS [N-2680](#) - Tinta Epóxi, sem Solventes, Tolerante a Superfícies Molhadas;

PETROBRAS [N-2838](#) - Projeto, Montagem e Pré-Operação de Sistemas de Proteção Catódica para Instalações Marítimas Flutuantes/Fixas e Equipamentos Submarinos;

ABNT [NBR 5735](#) - Cimento Portland de Alto-Forno;

ABNT [NBR 5736](#) - Cimento Portland Pozolânico;

ABNT [NBR 5737](#) - Cimentos Portland Resistentes a Sulfatos;

ABNT [NBR 5738](#) - Concreto - Procedimento para Moldagem e Cura de Corpos-de-Prova;

ABNT [NBR 5739](#) - Concreto - Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos;

ABNT [NBR 6118](#) - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento;

ABNT [NBR 7211](#) - Agregado para Concreto;

ABNT [NBR 9775](#) - Agregado miúdo - Determinação do Teor de Umidade Superficial por Meio do Frasco de Chapman;

ABNT [NBR 9939](#) - Agregado Graúdo - Determinação do Teor de Umidade Total - Método de Ensaio;

ABNT [NBR 12654](#) - Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto;

ABNT [NBR 12655](#) - Concreto de Cimento Portland - Preparo, Controle e Recebimento;

ABNT [NBR NM 26](#) - Agregados - Amostragem;

ABNT [NBR NM 53](#) - Agregado Graúdo - Determinação da Massa Específica, Massa Específica Aparente e Absorção de Água;

ABNT [NBR NM 67](#) - Concreto - Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone;

ABNT [NBR NM137](#) - Argamassa e Concreto - Água para Amassamento e Cura de Argamassa e Concreto de Cimento Portland;

ASTM [A 185](#) - Standard Specification Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for Concrete;

ASTM [C 171](#) - Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete;

BSI [PD 8010 Part 2](#) - Code of Practice for Pipelines Part 2: Subsea Pipelines.

3 Procedimentos de Aplicação

3.1 O procedimento, ou o conjunto de procedimentos deve conter, no mínimo, os seguintes tópicos:

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) definições;
- d) recebimento, manuseio e armazenamento de materiais:
 - critérios de recebimento;
 - critérios de aceitação;
 - locais, critérios e período de armazenamento;
 - métodos de manuseio;
 - sistemas de rastreabilidade;
- e) instalação da tela de reforço (armadura):
 - tipo;
 - processo de limpeza;
 - método de conformação;
 - sistema de fixação, garantia do posicionamento, espaçamento e cobrimento;
 - emendas (processo de execução, localização e sobreposição);
 - cobrimento;
 - sobreposição;
- f) dosagem experimental do concreto:
 - cálculo de resistência de dosagem;
 - compatibilidade entre a dimensão máxima característica do agregado graúdo, a malha da tela e a espessura do revestimento;
 - caracterização do agregado graúdo e miúdo (tipo, origem, massa específica, unidade de granulometria, impurezas orgânicas, umidade superficial, materiais pulverulentos, sais, cloretos e sulfatos, conforme ABNT [NBR 12654](#));
 - caracterização dos cimentos (tipo, marca e características físicas, conforme ABNT [NBR 12654](#));
 - características químicas e físicas da água;
 - características dos aditivos (quando aplicável);
 - adensamento (processo e identidade);
 - critérios para determinação do fator água/cimento (resistência, durabilidade);
 - apresentação do método especificado de dosagem;
 - determinação da consistência (trabalhabilidade) do concreto;
 - traço unitário e consumo de materiais (m³);
 - comprovação da resistência de dosagem para o FCK estipulado;
- g) controle tecnológico do concreto e da tela de reforço:
 - controle das características dos materiais constituintes, inclusive aditivos, quando aplicável (ensaios e periodicidade);
 - controle da dosagem (frequência, processo de medida dos materiais constituintes e correções em função da umidade dos agregados);
 - verificação da consistência do concreto (quando aplicável) conforme ABNT [NBR NM67](#) (frequência);

- controle da resistência do concreto, conforme ABNT [NBR 12655](#) - tipo de amostragem (formação dos lotes, verificação da resistência mecânica e aceitação da estrutura);
- verificação da resistência mecânica;
- controle de massa específica e absorção do concreto, quando aplicável (amostragem e método);
- h) execução de fôrma:
 - tipo de material;
 - dispositivos para fixação;
 - dimensões;
 - desmoldante;
 - prazos para desforma;
- i) execução de concretagem:
 - descrição do processo de aplicação (compressão ou projeção);
 - características do concreto (traço, trabalhabilidade para lançamento, fator água/cimento, aditivo e prazo);
 - método de medida dos materiais;
 - espessura de concreto;
 - método de adensamento (quando aplicável);
 - método e tempo de cura;
 - dimensões do revestimento;
 - geometria e critérios de verificação do revestimento;
 - peso do tubo revestido no ar e submerso;
- j) equipamentos e recursos humanos;
- k) metodologia de registro de resultados;
- l) inspeções e testes;
- m) execução de reparos;
- n) transporte, manuseio e estocagem dos tubos.

3.2 Planta de Concretagem por Projeção/Compressão

Estes processos devem ter seus procedimentos previamente qualificados.

4 Materiais

4.1 Revestimento Anticorrosivo

4.1.1 Com o objetivo de assegurar sua aderência ao revestimento de concreto, o revestimento anticorrosivo deve ter perfil de ancoragem segundo uma das alternativas abaixo:

- a) perfil helicoidal com altura entre 1 mm e 3 mm acima da superfície do revestimento, obedecendo a um passo máximo de 250 mm;
- b) aplicação, por extrusão, de uma fita de polietileno ou polipropileno com largura e altura mínimas de 15 mm e 2 mm, respectivamente, obedecendo a um passo máximo de 150 mm.

4.1.2 Alternativas que garantam a aderência do concreto sobre o polietileno ou polipropileno, de acordo com o acordo prévio entre o revestidor e o cliente.

4.2 Cimento

O cimento a ser utilizado deve ser do tipo “Portland” podendo ser:

- a) cimento “Portland” resistente a sulfatos (RS) conforme ABNT [NBR 5737](#);
- b) cimento “Portland” pozolânico, conforme ABNT [NBR 5736](#) ou cimento “Portland” de alto-forno, conforme ABNT [NBR 5735](#), ambos com teor de alumínio tricálcio entre 4 % e 8 %.

4.3 Agregados

4.3.1 Os agregados devem atender aos requisitos da ABNT [NBR 7211](#).

4.3.2 Os teores de agregado miúdo presentes no agregado graúdo devem ser considerados na dosagem do concreto.

4.3.3 O teor total das substâncias nocivas, definidas na ABNT [NBR 7211](#), deve ser considerado na mistura dos agregados.

4.3.4 Os agregados miúdos devem ter sua granulometria compreendida entre as zonas 2 e 3 da ABNT [NBR 7211](#).

4.3.5 Os agregados graúdos devem ter sua granulometria compreendida entre as graduações 0 e 1 da ABNT [NBR 7211](#).

4.3.6 O minério de ferro (limonita, hematita ou magnetita) deve ter granulometria conforme zona 4 da ABNT [NBR 7211](#) e massa específica mínima de 4 410 kg/m³, determinada pela ABNT [NBR NM 53](#).

4.3.7 A proporção entre os agregados graúdos e miúdos deve ser tal que resulte na maior massa unitária.

4.3.8 Todos os agregados devem ser isentos de quantidades prejudiciais de sais.

4.4 Água

4.4.1 Deve ser obedecida a ABNT [NBR NM137](#).

4.4.2 A água deve ser isenta de óleo, ácido, álcalis, sal ou material orgânico. A quantidade máxima permitida de sólidos dissolvidos na água é de 2 000 ppm, sendo que carbonatos e bicarbonatos alcalinos não podem exceder a 1 000 ppm.

4.5 Tela de Reforço

4.5.1 A tela de reforço deve ser do tipo armadura contínua fabricada em aço-carbono, galvanizada, conforme a ASTM A 185.

4.5.2 A tela deve atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- a) distância entre arames longitudinais ao tubo (paralelos ao eixo longitudinal do tubo) igual a 75 mm;
- b) distância entre arames transversais ao tubo igual a 25 mm;
- c) sobreposição de 25 mm para duas telas subsequentes;
- d) taxa de armadura circunferencial ao tubo igual a 0,5 % (ver Figura 1);
- e) taxa de armadura longitudinal ao tubo igual a 0,1 % (ver Figura 2).