

GERADOR DE VAPOR PARA INJEÇÃO EM POÇOS DE PETRÓLEO

Especificação

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Esta Norma é a Revalidação da revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos itens da mesma.

Requisito Mandatório: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não seguí-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada (não-mandatária): 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 pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (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 aprimoramento da mesma, 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, o item a ser revisado, 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 Companhia, 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."

CONTEC

Comissão de Normas
Técnicas

SC – 22

Equipamentos de Utilidades

Apresentação

As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho – GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelos Representantes Locais (representantes das Unidades Industriais, Empreendimentos de Engenharia, Divisões Técnicas e Subsidiárias), são aprovadas pelas Subcomissões Autoras – SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando os Órgãos da Companhia e as Subsidiárias) e aprovadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Superintendências dos Órgãos da Companhia e das suas Subsidiárias, usuários das normas). Uma norma técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 (cinco) anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as normas técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

GERADOR DE VAPOR PARA INJEÇÃO
EM POÇOS DE PETRÓLEO
(especificação)

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições mínimas exigíveis para fornecimento de gerador de vapor para injeção em poços de petróleo terrestres.

1.2 Entende-se gerador de vapor para injeção em poços de petróleo terrestres como sendo o gerador de vapor aquotubular de 01 (um) passe, com circulação forçada tanto da água como do ar, com uma única serpentina, com 01 (um) queimador, horizontal, montado sobre "skid", móvel ou estacionário.

2 NORMAS A CONSULTAR

2.1 Da PETROBRAS

- N-2 - Pintura de Equipamentos Industriais;
- N-13 - Aplicação de Tintas;
- N-57 - Projeto de Tubulação Industrial;
- N-58 - Símbolos para Fluxograma Industrial;
- N-59 - Símbolos para Tubulação;
- N-75 - Abreviaturas para Projeto Industrial;
- N-250 - Montagem de Isolamento Térmico a Alta Temperatura;
- N-279 - Projeto de Estrutura Metálica;
- N-293 - Fabricação de Estrutura Metálica;
- N-298 - Símbolos para Instalação Elétrica;
- N-299 - Símbolos Numéricos de Funções - Dispositivo Elétrico;
- N-314 - Painel de B.T. - C.C.M.;
- N-381 - Execução de Desenho Técnico;
- N-442 - Pintura Externa de Tubulação;

- N-507 - Uso da Cor na Identificação de Canalização;
- N-550 - Projeto de Isolamento Térmico a Alta Temperatura;
- N-898 - Símbolos Gráficos para Esquema Elétrico;
- N-901 - Identificação de Instrumentos;
- N-1194 - Tinta Silicato Inorgânico de Zinco;
- N-1219 - Cor para Uso na PETROBRAS;
- N-1438 - Terminologia de Soldagem;
- N-1522 - Identificação de Tubulações Industriais;
- N-1550 - Pintura de Estruturas Metálicas;
- N-1617 - Aplicação de Refratários;
- N-1618 - Materiais para Isolamento Térmico;
- N-1672 - Formulários para Documentos Técnicos;
- N-1674 - Arranjo em Refinaria de Petróleo;
- N-1728 - Concretos Refratários e Isolantes;
- N-1735 - Pintura de Máquina;
- N-1736 - Pintura de Equipamento Elétrico e Instrumentação;
- N-1882 - Projeto de Instrumentação;
- N-1883 - Apresentação de Projeto de Instrumentação;
- N-1910 - Projeto de Detalhamento de Revestimentos Refratários;
- N-2150 - Queimador;
- N-2157 - Apresentação de Propostas Técnicas de Caldeira.

2.2 Da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

- (a) NBR-55 - Inspeção de Segurança de Caldeiras Estacionárias;
- (b) NBR-5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- (c) NBR-5432 - Máquina Elétrica Girante - Dimensões e Potências;
- (d) NBR-6146 - Invólucros de Equipamentos Elétricos - Proteção;
- (e) NBR-7094 - Máquinas Elétricas Girantes - Motores de Indução;
- (f) NBR-8441 - Motores de Indução de Gaiola, Trifásicos, Fechados.

2.3 Da ASME (American Society of Mechanical Engineers)

ASME Section I - "Powers Boilers".

2.4 Do API (American Petroleum Institute)

RP 11T - "Installation and Operation of Wet Steam Generator" - 1ª edição - março de 1983.

2.5 Da IEC (International Electrotechnical Commission)

IEC-144 - "Degree of Protection of Enclosures for Low-Voltage Switchgear and Controlgear".

2.6 Da ISA (Instrument Society of America)

- (a) S 7.3 - "Quality Standard for Instrument Air";
- (b) S 18.1 - "Annunciator Sequences and Specifications.

2.7 Do DIN (Deutsches Institut für Normung)

DIN 332 - "Centre Holes for Wheelset Shafts for Railway Vehicles".

2.8 Da NFPA (National Fire Protection Association)

NFPA 85 - "Standard for Prevention of Furnace Explosions in Fuel Oil and Natural Gas Fired Water Tube Boiler - Furnaces with One Burner".

3 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA TÉCNICA E DO PROJETO

3.1 Geral

Todos os documentos devem ser apresentados conforme as normas [N-58](#), [N-59](#), [N-75](#), [N-298](#), [N-299](#), [N-381](#), [N-898](#), [N-901](#), [N-1438](#), [N-1522](#), [N-1672](#) e [N-1883](#).

3.2 Documentos da Proposta Técnica

Deve ser fornecida uma proposta técnica, em 05 (cinco) vias, conforme a norma [N-2157](#), e contendo mais os seguintes documentos:

- (a) Relação completa das peças nacionalizadas, indicando o material e seus respectivos subfornecedores, que devem atender os requisitos do Sistema de Controle de Qualidade para Suprimento de Materiais à PETROBRÁS (RSCQSM) - nível 2 - item 5.4 (avaliação e qualificação de subfornecedores);
- (b) relação completa das peças que são importadas, exigindo os testes de aceitação por firma classificadora.

3.3 Documentos do Projeto

3.3.1 Os documentos para aprovação do projeto devem ser apresentados em 03 (três) cópias heliográficas e 01 (um) reproduzível.

3.3.2 Devem ser fornecidos, em caráter certificado, 02 (duas) cópias heliográficas e 01 (um) reproduzível.

3.3.3 Devem ser apresentados, no mínimo, os seguintes documentos para aprovação do projeto:

- (a) Lista de documentos de projeto;
- (b) fluxograma do processo;
- (c) fluxograma de engenharia;
- (d) memórias de cálculos;
- (e) lista de instrumentos (conforme [N-1928](#));
- (f) lista de linhas;
- (g) folhas de dados - equipamentos, instrumentos e tubulações;
- (h) esquema básico de interligação de instrumentos;
- (i) diagrama de fiação;
- (j) planta de instrumentação pneumática;
- (l) diagrama de causa e efeito;
- (m) diagrama lógico;
- (n) diagrama funcional;
- (o) planta de classificação de áreas;
- (p) descritivo do processo;
- (q) planta de tubulação;
- (r) planta de locação de instrumentos;
- (s) planta de arranjo;
- (t) desenho dimensional;
- (u) vistas, cortes e detalhes do gerador de vapor;
- (v) desenhos de montagem.

3.4 Livro de Projeto

Deve conter cópias de todos os documentos de projeto aprovados pela PETROBRAS, certificados pelo Fabricante e como construído (AS BUILT). Este livre deve ser fornecido em 08 (oito) vias.

3.5 Livro de Documentação Técnica de Fabricação

Deve conter todos os certificados de qualidade dos materiais aplicados, ensaios químicos e mecânicos, relatórios de inspeção visual, dimensional e de exames não-destrutivos, indicando também localização dos reparos de solda, qualificação dos procedimentos de soldagem e de soldadores, plano de inspeção e testes e outros. Este livro é fornecido em 02 (duas) vias.

3.6 Manual de Operação/Manutenção

3.6.1 Deve conter o descritivo do processo, sequência de partida e parada, parada de emergência, procedimento de pré-operação, catálogos dos subfornecedores, instruções para manutenção do Gerador de Vapor propriamente dito e outros (08 (oito) vias).

3.6.2 Todos os instrumentos elétricos devem vir acompanhados, obrigatoriamente, dos respectivos esquemas eletrônicos e manuais de serviço (manutenção). Para os controladores lógicos programáveis (CLP), além destes documentos, deve ser fornecido também o programa fonte. Esses documentos devem fazer parte do Manual de Operação/Manutenção.

3.6.3 Este manual é fornecido em 08 (oito) vias.

4 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO E PROJETO

4.1 Capacidade

São padronizadas as seguintes capacidades:

- (a) 4,4 MW (15×10^6 Btu/h);
- (b) 7,3 MW (25×10^6 Btu/h);
- (c) 14,6 MW (50×10^6 Btu/h).

4.2 Pressão Máxima de Trabalho

São padronizadas as seguintes pressões:

- (a) 10340 kPag (1500 psig);
- (b) 17230 kPag (2500 psig).

4.3 Tipo de Vapor

O vapor gerado deve ser saturado.

4.4 Qualidade do Vapor

É adotada a qualidade de vapor de 80% em peso.

4.5 Eficiência Térmica Mínima

Deve ser utilizada uma eficiência térmica de no mínimo 87%.

4.6 Combustível

São utilizados os seguintes combustíveis:

- (a) gás natural;
- (b) óleo combustível BPF Tipo A;
- (c) petróleo cru.

4.7 Alimentação Elétrica

O sistema de alimentação elétrica tem as seguintes características:

- Tensão 480 V/277 V;
- Frequência: 60 Hz.

4.8 Norma de Projeto

O gerador de vapor deve ser projetado conforme a norma ASME - Seção I.

4.9 Regime de Trabalho

O regime de trabalho é de 24 h/dia com intervalos para inspeção e manutenção conforme a norma NB-55.

4.10 Vida Útil

É estabelecida uma vida útil de 15 anos.

4.11 Água de Alimentação

A água de alimentação do gerador de vapor deve ser tratada de modo a atender às condições da norma API RP 11T, Apêndice A.

5 DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO

5.1 Geral

5.1.1 O gerador de vapor é constituído basicamente por (Ver Fig. 1):

- (a) zona de radiação;
- (b) zona de transição;
- (c) zona de convecção.

5.1.2 A zona de radiação é de forma cilíndrica, composta por tubos retos, suportados ao longo de sua circunferência, conectados em série por meio de curvas de 180°. Possui um único queimador.

5.1.3 A zona de transição acopla a zona de radiação com a zona de convecção.

5.1.4 A zona de convecção é formada por tubos horizontais lisos na parte inferior e tubos horizontais aletados na parte superior, conectados em série por meio de curvas de 180°.

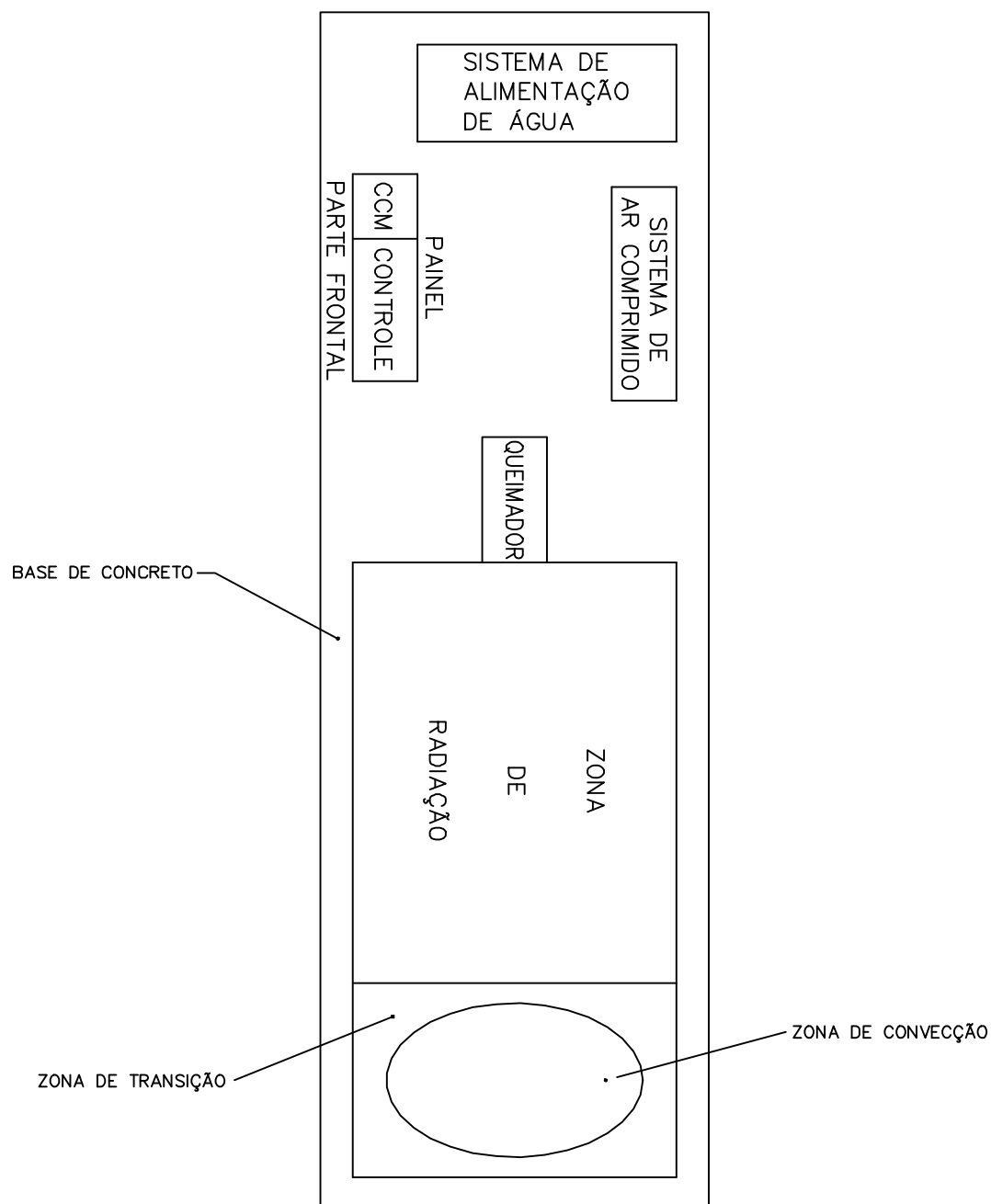


Fig.1 - Desenho Esquemático do Gerador de Vapor

5.1.5 As características básicas são:

- (a) grandes volumes de fornalha;
- (b) grande área de troca;
- (c) acesso completo aos tubos;
- (d) controle que permite manter as condições pré-estabelecidas de carga e de segurança aos operadores.

5.1.6 O projeto do equipamento deve ser desenvolvido visando a segurança operacional, flexibilidade de operação, confiabilidade, eficiência térmica ótima e totalmente compatível com o mercado e condições brasileiras.

5.1.7 O conjunto deve ser montado sobre chassis metálico (Skid) e, no mínimo, bipartido com olhais de içamento para facilitar o transporte e manutenção. Todas as tubulações (dreno, eletroduto, ar de instrumentação e outras) devem ser montadas na parte externa do "skid" para facilitar a manutenção.

5.1.8 O sistema de controle é totalmente automático e inclui toda a segurança necessária.

5.1.9 Os principais sistemas auxiliares que compõem o equipamento são:

- (a) sistema de condicionamento de óleo;
- (b) sistema de geração de ar comprimido;
- (c) sistema de água de alimentação.

5.1.10 Devem ser especificados detalhadamente todos os equipamentos, painel de controle, tubulações, instrumentos e acessórios.

5.2 Pré-Aquecedor de Água

5.2.1 O equipamento é dotado de um pré-aquecedor para levar a temperatura da água de alimentação do gerador antes da seção de convecção, de modo que os seus tubos fiquem numa temperatura externa acima do ponto de orvalho dos gases de combustão.

5.2.2 O pré-aquecedor é um permutador de calor do tipo bitubular. A fonte de aquecimento da água é o fluido que sai da seção de convecção.

5.2.3 Deve ser previsto "by-pass" manual do pré-aquecedor de água para permitir ajustes na temperatura da água de alimentação da zona de convecção.

5.2.4 O pré-aquecedor deve ser isolado termicamente, conforme as normas [N-250](#), [N-550](#) e [N-1618](#).

5.3 Zona de Convecção

5.3.1 A zona de convecção é projetada para fluxo vertical ascendente dos gases e fluxo em corrente cruzada da água, sendo que as conexões de entrada e saída dos tubos são flangeadas para permitir uma fácil desmontagem.

5.3.2 Os tubos inferiores são tubos horizontais lisos, conectados em série por meio de curvas de 180°, ASTM A 234 WPB, os quais tem por finalidade desempenhar a função de tubos de proteção. A parte superior é constituída de tubos aletados, montados da mesma forma que os inferiores.

5.3.3 A zona de convecção deve ser refratada e ter uma configuração de forma a minimizar os efeitos da erosão, retardar o da corrosão pelo H_2SO_4 e facilitar os trabalhos de limpeza dos tubos lisos e aletados.

5.3.4 Na zona de convecção são previstas duas portas, uma de cada lado, revestidas com refratário, conforme as normas [N-1617](#), [N-1728](#) e [N-1910](#), para acesso de modo a permitir as operações de limpeza, sendo que as suas juntas não devem permitir vazamentos e devem ser providas de dispositivo que facilite a abertura. A vedação primária deve ser através de superfícies inclinadas internas.

5.3.5 As curvas de interligação dos tubos ficam fora da zona de troca térmica, ou seja, da zona de escoamento dos gases. Devem ser previstos pontos, com bujão para inspeção interna com $\varnothing 3/4"$, no mínimo, em algumas curvas da zona de convecção.

5.3.6 A parte estrutural da zona de convecção é uma caixa construída de vigas e apoiada sobre a estrutura do duto de interligação. O acoplamento da zona é feito por meio de parafusos na estrutura, guias para montagem e juntas resistentes a alta temperatura.

5.3.7 Deve ser previsto um tubo de amostragem dos gases da chaminé em local de fácil acesso.

5.3.8 A temperatura externa da câmara deve ser no máximo 80°C, com fogo máximo, temperatura ambiente de 30°C, e velocidade de vento igual a 0 (zero).

5.3.9 O revestimento interno do espelho da câmara de convecção é feito de concreto refratário, conforme as normas [N-1617](#), [N-1728](#) e [N-1910](#).

5.3.10 As portas laterais são vedadas para evitar escape de gases e são suspensas na sua parte superior por roldanas de forma a permitir o deslocamento destas no sentido do eixo horizontal da câmara (porta retrátil).

5.3.11 As portas das extremidades são aparafusadas de forma a permitir o acesso às curvas.

5.3.12 São previstos olhais de içamento nas portas, assim como na estrutura da câmara.

5.3.13 A chaminé é provida de proteção contra a entrada de chuva e é aparafusada à estrutura da zona de convecção, com junta de material resistente a alta temperatura.

5.3.14 O arranjo de distribuição dos tubos deve ser projetado de tal forma que permita, caso necessário, a colocação de sopradores de fuligem bem como fácil acesso para limpeza dos tubos.

5.4 Zona de Transição

5.4.1 A zona de transição é constituída pelo duto de interligação, construído com chapa de aço e revestido em fibra cerâmica, conforme a norma [N-1728](#), sendo projetado para coletar toda a água de lavagem da zona de convecção.

5.4.2 A zona de transição é soldada ou aparafusada na zona de convecção e na zona de radiação.

5.4.3 São previstas drenagem da água e boca de visita para inspeção dos tubos inferiores da zona de convecção e acesso à zona de radiação.

5.4.4 Deve ser previsto um visor de observação que permita efetuar a inspeção da parte interior da zona de radiação.