

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		<b>ET-3000.00-1210-276-PPQ-025</b>									
	PROGRAMA:		<b>POÇOS</b>					FOLHA:		<b>1</b>	DE	<b>11</b>
	ÁREA:		<b>COMPLETAÇÃO</b>							-		
POCOS/EP/ITC/ETP	TÍTULO:		<b>Válvulas Autônomas de Controle de Fluxo</b>					<b>PÚBLICA</b>				
								<b>POCOS/EP/ITC/ETP</b>				
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>												
<b>REV.</b>	<b>DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>											
0	EMISSÃO ORIGINAL											
A	REVISÃO GERAL											
B	REVISÃO PARA INCORPORAÇÃO DA TECNOLOGIA											
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H			
DATA	23/07/2014	21/11/2018	07/02/2024									
PROJETO	CORP/EP/COMP	CTPS/QC	EP/ITC/ETP									
EXECUÇÃO	CORP/EP/COMP	CTPS/QC	EP/ITC/ETP									
VERIFICAÇÃO	CORP/EP/COMP	PEP/SCA	SPO/SCA/COMP									
APROVAÇÃO	CORP/EP	CTPS	EP/ITC									
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.												
FORMULÁRIO PADRONIZADO CONFORME NORMA PETROBRAS N-0381 REV. H.												



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Nº

ET-3000.00-1210-276-PPQ-025

REV.

B

POÇOS

FOLHA

2

de

11

TÍTULO:

Válvulas Autônomas de Controle de Fluxo

## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	3
2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	4
3	INFORMAÇÕES GERAIS .....	5
4	VÁLVULAS AUTÔNOMAS DE CONTROLE DE FLUXO .....	6
5	DOCUMENTAÇÃO.....	8
6	INSPEÇÃO E TESTES.....	9

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

FORMULÁRIO PADRONIZADO CONFORME NORMA PETROBRAS N-0381 REV. H.

## 1 INTRODUÇÃO

- 1.1 Esta especificação técnica foi elaborada com o objetivo de definir requisitos técnicos e funcionais para sistemas de Válvulas Autônomas de Controle de Fluxo na completação.
- 1.2 Usualmente conhecidas como válvulas AICD (*Autonomus Inflow Control Device*), as válvulas autônomas de controle de fluxo tem a função de promover o aumento da restrição ao fluxo de gás ou de água, quando comparado ao fluxo de óleo, com o objetivo de equalizar o fluxo ao longo de todo o comprimento do poço, independentemente do local e da variação de permeabilidade, permitindo que todo o poço contribua para a produção total e assim otimizar a recuperação do óleo.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-1210-276-PPQ-025	REV. B
	POÇOS		FOLHA 4 de 11
	TÍTULO: <b>Válvulas Autônomas de Controle de Fluxo</b>		

## 2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ISO 13628-6 - *Petroleum and natural gas industries - Design and operation of subsea production systems*
- ISO 14998 - *Petroleum and natural gas industries - Downhole equipment - Completion accessories*
- ISO 11960 - *Petroleum and natural gas industries -- Steel pipes for use as casing or tubing for wells (equivalente a antiga norma API 5CT)*
- ISO 14310 - *Petroleum and natural gas industries -- Downhole equipment -- Packers and bridge plugs*
- ISO 15156 - *Petroleum and Natural Gas Industries – Materials for use in H2S-containing Environments in Oil and Gas Production*
- API SPEC Q1/ISO TS 29001:2007 - *Specification for Quality Programs for the Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industry*
- ET-3000.00-1210-600-PPQ-002 - Telas para contenção de areia.
- ET-3000.00-1210-600-PPQ-001 – Telas Conformáveis
- API 19 ICD (inflow control device)

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

FORMULÁRIO PADRONIZADO CONFORME NORMA PETROBRAS N-0381 REV. H.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº	ET-3000.00-1210-276-PPQ-025	REV.	B
	POÇOS			FOLHA	5 de 11
	TÍTULO: <b>Válvulas Autônomas de Controle de Fluxo</b>				

### 3 INFORMAÇÕES GERAIS

- 3.1. O fornecedor deverá comprovar a capacidade de suporte gerencial e assistência técnica necessária para perfeita execução do projeto, planejamento, instalação e manutenção do sistema.
- 3.2. O fornecedor deverá prever o fornecimento de todos os equipamentos para montagem e desmontagem do sistema, como ferramentas de instalação, desinstalação e manutenção dos diversos componentes, sobressalentes, consumíveis assim como quaisquer outros itens necessários para o uso seguro, eficiente e confiável do sistema, (exceto chave hidráulica).
- 3.3. O fornecedor deverá apresentar o plano de inspeção, controle de qualidade, embalagem, transporte, armazenamento e montagem e teste do sistema de forma a garantir sua integridade.
- 3.4. O fornecedor deverá elaborar e apresentar todos os procedimentos operacionais necessários à instalação, operação e manutenção do sistema.
- 3.5. Para os equipamentos ou sistemas não qualificados e testados pela Petrobras, um programa de teste e qualificação deverá ser definido e acordado entre as partes.
- 3.6. O fornecedor deverá apresentar estudos de confiabilidade dos equipamentos pertencentes ao sistema assim como o histórico de instalações do mesmo com a descrição das falhas ocorridas.
- 3.7. Os documentos de referência no item 2 são complementares a esta ET.
- 3.8. Os projetos de equipamentos, procedimentos de instalação, ferramentas de apoio e manuseio devem considerar a instalação em poços submarinos.
- 3.9. Antes de cada instalação, após o fornecimento dos dados específicos de cada poço, deverá ser apresentada uma análise de torque e *drag* da instalação da completação inferior.
- 3.10. Caso seja requerido serviço para H<sub>2</sub>S, a norma ISO 15156 deve ser atendida.
- 3.11. Discrepâncias ou alternativas apresentadas pelo fornecedor do sistema de válvulas autônomas em relação ao originalmente especificado pela Petrobras devem ser explicitamente indicadas em item separado na Proposta Técnica.

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

FORMULÁRIO PADRONIZADO CONFORME NORMA PETROBRAS N-0381 REV. H.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº	ET-3000.00-1210-276-PPQ-025	REV.	B
	POÇOS			FOLHA	6 de 11
	TÍTULO: <b>Válvulas Autônomas de Controle de Fluxo</b>				
<b>4 VÁLVULAS AUTÔNOMAS DE CONTROLE DE FLUXO</b>					
4.1	A válvula autônoma de controle de fluxo deve ser capaz de restringir a vazão baseada nas propriedades do fluido que está passando pela válvula, isto é, aumentar a restrição ao fluxo de água e/ou de gás, quando comparado ao fluxo de óleo.				
4.2	O sistema de válvulas autônomas deve ser compatível com o tipo de completação previsto, em poços abertos ou revestidos, incluindo – mas não limitado a - <i>Open Hole Gravel Pack</i> (OHGP), uso de telas conformáveis em poços horizontais e completações em carbonatos.				
4.3	As válvulas autônomas de controle de fluxo, obrigatoriamente, não poderão ser operadas por atuação hidráulica ou elétrica para abertura, fechamento ou mudança de posição, não sendo aceito qualquer mecanismo principal ou auxiliar de acúmulo de energia para estes fins, como por exemplo, molas pré-carregadas, câmaras pressurizadas de nitrogênio e similares.				
4.4	O projeto da válvula deve considerar a instalação em poços produtores de óleo.				
4.5	As curvas de fluxo e de velocidade erosional para cada válvula são parte integrante do projeto da válvula e deverão constar na documentação fornecida para a Petrobras.				
4.6	Em caso de fornecimento de AICD em cenários de contenção de areia, as telas devem atender aos requisitos das ETs de telas para contenção de areia, listado no item 2 (incluindo aplicações de telas conformáveis).				
4.7	O sistema de válvulas autônomas de controle de fluxo deve ter metalurgia e elementos elastoméricos adequados ao cenário de aplicação e em conformidade com os demais elementos da completação inferior.				
4.8	O sistema de válvulas autônomas de controle de fluxo deve possuir drift mínimo maior ou igual a qualquer elemento da cauda/completação inferior, como por exemplo: Telas de contenção de areia, liners rasgados, cauda inferior etc.				
4.9	O sistema de válvulas autônomas não deve requerer orientação no fundo do poço.				
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.					
FORMULÁRIO PADRONIZADO CONFORME NORMA PETROBRAS N-0381 REV. H.					

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº	ET-3000.00-1210-276-PPQ-025	REV.	B
	POÇOS			FOLHA	7 de 11
	TÍTULO: <b>Válvulas Autônomas de Controle de Fluxo</b>				
<p>4.10 As válvulas deverão ser compatíveis com a classe de pressão, temperatura, fluidos produzidos, contaminantes, e os esforços mecânicos exercidos durante a descida e instalação da completação. Estas informações serão incluídas na ET-RBS.</p> <p>4.11 A folga mínima (“clearance”) aceitável entre o drift do revestimento de produção e qualquer equipamento do sistema de válvulas autônomas a ser descido no poço é de 1/8” (um oitavo de polegada) no raio exceto para packer e clamps especiais que serão tratados por projeto.</p> <p>4.12 Para as válvulas AICDs que não permitam realização de <i>bullheading</i>, poderão ser fornecidos dispositivos auxiliares para essa finalidade, desde que os mesmos atendam aos requisitos da API 19ICD.</p> <p>4.13 A solução com ou sem válvulas auxiliares deve permitir a realização de recalque coluna-anular (sentido poço-reservatório), sem restrições ao escoamento, durante todo o ciclo de vida do poço (construção, manutenção e abandono).</p> <p>4.14 Os sistemas de válvulas autônomas de controle de fluxo devem atender integralmente a norma API 19ICD.</p>					
<p>AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.</p> <p>FORMULÁRIO PADRONIZADO CONFORME NORMA PETROBRAS N-0381 REV. H.</p>					

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº	ET-3000.00-1210-276-PPQ-025	REV.	B
	POÇOS			FOLHA	8 de 11
	TÍTULO: <b>Válvulas Autônomas de Controle de Fluxo</b>				

## 5 DOCUMENTAÇÃO

5.1 Os documentos descritos a seguir são escopo de fornecimento do sistema de válvulas autônomas de controle de fluxo e devem estar disponíveis para análise e aprovação técnica em meio eletrônico no formato PDF:

- 5.1.1 Desenho esquemático do sistema;
- 5.1.2 Desenhos mecânicos dos principais componentes do sistema contendo dimensões e detalhamento técnico;
- 5.1.3 Manual técnico de cada componente contendo pelo menos: *part number*, descrição, materiais utilizados na fabricação, envelope operacional e relatório de testes de qualificação;
- 5.1.4 Caracterização das válvulas ao fluxo de fluido, curvas de perda de carga para diferentes condições de fluxo e fluidos.
- 5.1.5 Procedimentos operacionais detalhados de instalação e recuperação.

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.  
FORMULÁRIO PADRONIZADO CONFORME NORMA PETROBRAS N-0381 REV. H.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº	ET-3000.00-1210-276-PPQ-025	REV.	B
	POÇOS			FOLHA	9 de 11
	TÍTULO: <b>Válvulas Autônomas de Controle de Fluxo</b>				

**6 INSPEÇÃO E TESTES**

**6.1 REQUERIMENTOS DE TESTES DE QUALIFICAÇÃO**

6.1.1 Todos os equipamentos deverão ser qualificados através de testes em fábrica que devem garantir a conformidade com as especificações técnicas e adequação às condições previstas para transporte, armazenagem, instalação e operação.

6.1.2 A qualificação deverá conter pelo menos, sem estar limitada a, os testes descritos nesta seção para referência e classificação dos equipamentos. Todos os testes adicionais utilizados devem ser reportados.

6.1.3 A descrição de todos os testes e seus resultados devem ser rigorosamente reportados assim como os dados de inspeção e rastreabilidade dos materiais utilizados.

6.1.4 Além dos testes de qualificação descritos nesta seção, eles deverão seguir, no que couber e complementarmente, normas e padrões internacionais de aceitação e qualificação. Todas as normas e padrões utilizados devem ser reportados.

6.1.5 Um programa específico de testes de confiabilidade poderá ser requerido em complementação aos estudos e testes apresentados para melhor caracterização dos riscos.

6.1.6 Os relatórios gerados são parte integrante do escopo de fornecimento.

6.1.7 Devem ser apresentados resultados de dois testes multifásicos de fluxo com o objetivo de determinar o desempenho das válvulas autônomas, através do aumento da perda de carga através da válvula com o aumento do BSW.

6.1.8 Adicionalmente, as válvulas devem promover aumento da perda de carga com o crescimento do teor de gás no fluido escoante.

6.1.9 Os testes abaixo devem ser realizados com óleo de viscosidade nos ranges de 2cp a 5cp, 6cp a 15cp e de 30cp a 50cp.

6.1.10 Os testes das válvulas devem seguir integralmente a norma API19ICD.

6.1.10.1 Os testes deverão atender o grau de validação de projeto V1, conforme tabela 2 da API19ICD.

Obs: seguir anexo “E” da norma API19ICD para adequar a viscosidade do óleo a ser usado no teste para as condições *in situ* (condições de reservatório).

**6.1.11 Curva  $\Delta P$  através da AICD x BSW – Cenários p/ restrição da produção de água**

6.1.11.1 O primeiro teste deve ter como característica atingir a pressão a montante da válvula a uma vazão constante, com o objetivo de medir a pressão diferencial resultante através da válvula.

6.1.11.2 Os BSWs a serem medidos são 0% (somente óleo), 20%, 40%, 60%, 80% e 100% (somente água).

6.1.11.3 O teste deve ser realizado com, no mínimo, cinco pressões a montante da válvula, a uma vazão constante.

6.1.11.4 Este teste deve comprovar o aumento da perda de carga através da válvula com o aumento do BSW. O gráfico da figura 1 abaixo pode ser utilizado como exemplo:

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

FORMULÁRIO PADRONIZADO CONFORME NORMA PETROBRAS N-0381 REV. H.

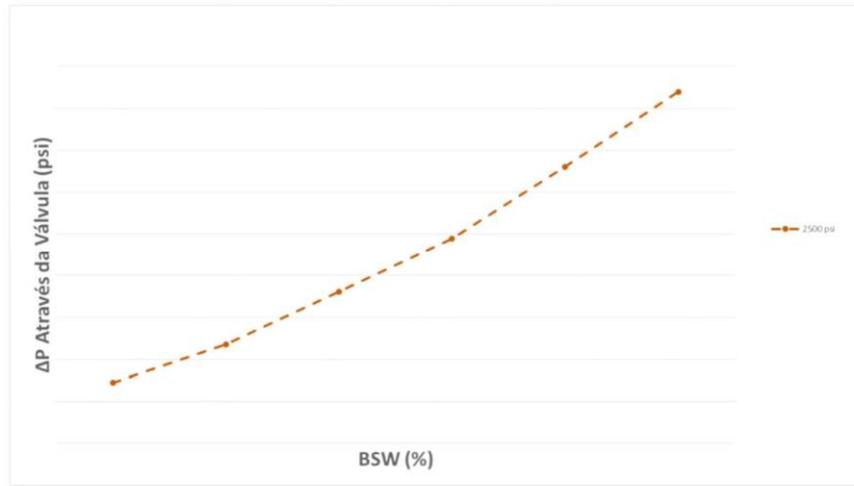


Figura 1

**6.1.12 Curva Vazão x  $\Delta P$  através da AICD – Cenários p/ restrição da produção de água**

- 6.1.12.1 O segundo teste deve ter como característica atingir uma pressão diferencial pré-estabelecida ao longo da válvula para medir a taxa de fluxo resultante (vazão).
- 6.1.12.2 O teste deve ser realizado com, no mínimo, cinco diferenciais de pressão medidos através da válvula.
- 6.1.12.3 Os BSWs a serem medidos são 0% (somente óleo), 20%, 40%, 60%, 80% e 100% (somente água).
- 6.1.12.4 Este teste deve comprovar a diferença do aumento da vazão com o aumento da perda de carga para os diferentes BSWs, mostrando o aumento da vazão maior para óleo do que para água.
- 6.1.12.5 O gráfico da figura 2 abaixo pode ser utilizado como exemplo:

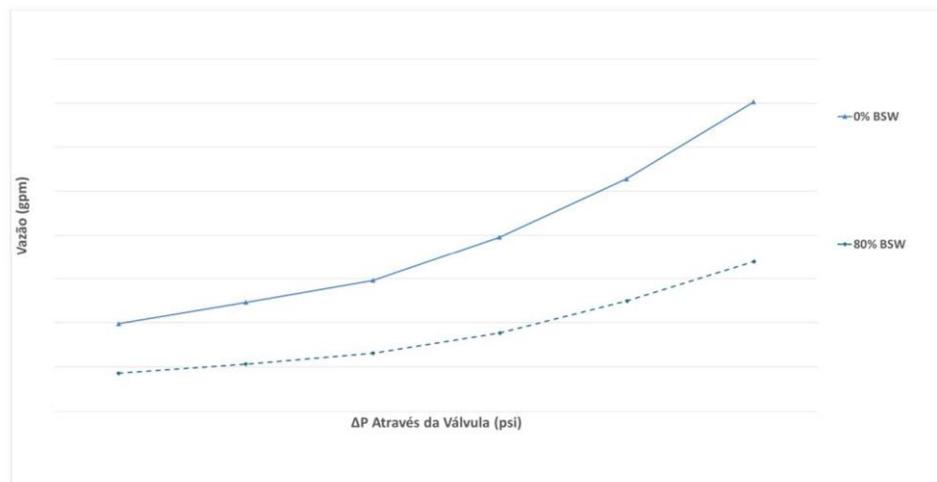


Figura 2

## 6.2 QUALIFICAÇÃO E CADASTRAMENTO

**6.2.1** Obtendo-se a aprovação por parte da Petrobras dos testes de qualificação, conforme definido no item 6.1, com a entrega da documentação comprobatória, o fabricante será qualificado e cadastrado para o fornecimento destes sistemas à Petrobras, desde que sejam atendidos todos os demais requisitos estabelecidos pela Petrobras, inclusive a implementação de um sistema da qualidade de acordo com a norma API SPEC Q1 devidamente monogramada.

6.2.1.1 O requisito de qualidade para a qualificação do sistema deverá ser QL1, conforme item 6.4.1 da norma API 19ICD.

6.2.1.2 Certificação de atendimento as normas API aplicáveis emitida por certificadora acreditada por entidade reconhecida pelo IAF.

6.2.1.3 O fornecedor deverá entregar com a documentação comprobatória da qualificação uma análise de modos de falha e efeitos (FMEA) conforme a norma IEC 60812 e em caso de contrata futura elaborar uma análise de modos de falha, efeitos e criticidade (FMECA). O FMECA deverá ser feito em conjunto com os técnicos da Petrobras.

6.2.1.4 O fornecedor deverá entregar com a documentação comprobatória da qualificação o Factory Acceptance Test (FAT) e o modelo do Relatório de inspeção de fabricação e qualidade do equipamento para aprovação da Petrobras.

### 6.2.2 Documentação para Licitação

6.2.2.1 Os documentos descritos a seguir são escopo de adequação ao uso e devem estar disponíveis para análise e aprovação, compartilhados em meio eletrônico no formato PDF, juntamente com a apresentação da proposta técnica ou na fase de pré-qualificação.

6.2.2.2 IDP - índice de documentação de projeto, lista de documentos com controle das revisões atualizados a cada emissão do documento.

6.2.2.3 Memorial descritivo do equipamento contendo no mínimo as seguintes informações:

6.2.2.4 Identificação e domicílio fiscal do fornecedor com CNPJ;

6.2.2.5 Nome e número de identificação do equipamento;

6.2.2.6 Composição dos materiais metálicos e não metálicos;

6.2.2.7 Diâmetro interno e drift;

- 6.2.2.8 Diâmetro externo e range de assentamento;
- 6.2.2.9 Comprimento do conjunto;
- 6.2.2.10 Ranges de pressão e de temperatura de trabalho;
- 6.2.2.11 Conexões inferior e superior do equipamento;
- 6.2.2.12 Grau de qualidade e grau de validação, conforme norma API;
- 6.2.2.13 OBS: Em caso de validação do equipamento por similaridade), um relatório detalhado deverá ser emitido, baseando-se nos critérios da norma API, e este estará sujeito à aprovação pela Petrobras.
- 6.2.2.14 Envelope de performance considerando pressão, temperatura e tensões axiais;
- 6.2.2.15 Certificação de atendimento da fábrica à norma API SPEC Q1, devidamente Monogramada.
- 6.2.2.16 Certificação de atendimento as normas API aplicáveis emitida por certificadora acreditada por entidade reconhecida pelo IAF.
- 6.2.2.17 Histórico de instalação de equipamentos similares fornecidos na indústria.
- 6.2.2.18 Relatório de atendimento aos requisitos adicionais de qualificação.
- 6.2.2.19 Seção com lista de desvios (caso existam).

### **6.2.3 IDENTIFICAÇÃO E EMBALAGEM**

- 6.2.3.1 Todos os equipamentos do sistema deverão estar identificados individualmente e embalados adequadamente ao tipo de transporte previsto e de forma a atender às exigências da legislação específica para transporte de carga, principalmente no que se refere à segurança.
- 6.2.3.2 Nos procedimentos de preservação e embalagem do fornecedor, devem estar consideradas medidas de proteção contra corrosão interna e corrosão externa durante transporte e armazenamento das válvulas.
- 6.2.3.3 Adicionalmente, os volumes devem receber sinalização visual adequada ao tipo de material a transportar (ex.: frágil, perigoso, radioativo).

## **6.3 REQUERIMENTOS DE INSPEÇÃO E ACEITAÇÃO**

### **6.3.1 GERAL**

- 6.3.1.1 Os requisitos mínimos de inspeção de fabricação a serem atendidos em compras diretas ou indiretas encontram-se nas especificações técnicas ET-0000.00-0000-972-1AL-001: REQUISITO GERAL DA QUALIDADE DE BENS e na ET-3000.00-1000-972-1AL-001: REQUISITO COMPLEMENTAR DA QUALIDADE DE EQUIPAMENTOS PARA CONSTRUÇÃO DE POÇOS.

- 6.3.1.2 Estes requisitos não substituem os testes de fabricação e qualificação dos equipamentos e se destinam especificamente a eventual inspeção e aprovação de cada sistema pela Petrobras.
- 6.3.1.3 Quando ocorrer qualquer modificação nas especificações de um equipamento já qualificado, o mesmo deverá ser novamente inspecionado e aceito pela Petrobras.