

Modificações menores de projeto podem ser permitidas para qualificação através de um programa reduzido de ensaios. Modificações de projeto especificadas na tabela 10 devem requerer ensaio de qualificação do projeto, como especificado nesta tabela.

Modificação de projeto	Tipo de Ensaio											
	Ruptura hidrostática	Pressurização cíclica à temperatura ambiente	Fatiga	Pneumática	Amortecimento	Tolerância a defeitos	Fluência a alta temperatura	Tensão de ruptura	Danos por queda	Torção local	Permeabilidade	Ciclagem com GNV
	A12	A13	A15	A16	A14	A17	A18	A19	A20	A25	A21	A27
Fabricante da fibra	X	X	—	—	—	—	—	X	X	X	X	X
Material do revestimento plástico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Material da fibra	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Material da resina	—	—	—	X	X	X	X	X	X	—	—	—
Modificação no diâmetro ≤ 20%	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Modificação no diâmetro > 20%	X	X	X	X	X	X	—	—	X	—	—	—
Modificação no comprimento ≤ 50%	X	—	X*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Modificação no comprimento > 50%	X	X	X*	—	—	—	—	—	X	—	—	—
Modificação na pressão serviço ≤ 20% ^{a)}	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Forma das extremidades	X	X	—	—	—	—	—	—	—	X	X	X
Tamanho da abertura	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Modificação no revestimento	—	—	—	—	X	—	—	—	—	—	—	—
Projeto do bocal	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X	X	X
Processo de fabricação	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dispositivo de alívio de pressão	—	—	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—

a) Ensaio requerido apenas quando houver aumento do comprimento.

b) Apenas quando a espessura mudar proporcionalmente ao diâmetro e/ou à pressão.

9.6 Ensaios de lotes

9.6.1 Requisitos gerais

Os ensaios de lotes devem ser realizados em cilindros acabados que sejam representativos da produção normal e que estejam finalizados com as marcas de identificação. O(s) cilindro(s) e o revestimento(s) requeridos para o ensaio devem ser selecionados aleatoriamente em cada lote. Se mais cilindros que o obrigatório forem submetidos aos ensaios, todos os resultados devem ser documentados.

9.6.2 Ensaios requeridos

9.6.2.1 No mínimo os seguintes ensaios devem ser realizados em cada lote de cilindros:

a) em um cilindro:

1) um ensaio hidráulico de ruptura em conformidade com A.12.

2) se a pressão de ruptura for inferior à pressão mínima de ruptura calculada, os procedimentos especificados em 9.9 devem ser seguidos.

b) em um cilindro ou revestimento ou amostra-testemunha representativa de um cilindro finalizado:

1) uma medição de controle das dimensões críticas em comparação com o projeto (ver 5.2.4.1);

2) um ensaio de tensão do revestimento plástico em conformidade com A.22; os resultados do ensaio devem satisfazer os requisitos do projeto (ver 5.2.4.1);

3) a temperatura de fusão do revestimento plástico deve ser ensaiada em conformidade com A.23 e alcançar os requisitos do projeto;

4) quando um revestimento de proteção configurar-se como parte do projeto, um ensaio de revestimento de lote deve ser realizado em conformidade com A.24 e deve atender aos requisitos lá apresentados. Onde o revestimento falhar em atender aos requisitos de A.24, o lote deve ser 100% inspecionado para remover os cilindros revestidos que apresentem defeito similar. Os revestimentos de todos os cilindros revestidos defeituosos podem ser retirados segundo um método que não afete a integridade do revestimento composto e então estes podem ser novamente revestidos. O ensaio de revestimento de lote deve ser então repetido.

Todos os cilindros ou revestimentos representados por um lote de ensaios que apresentar falha em atingir os requisitos especificados devem seguir os procedimentos especificados em 9.9.

9.6.2.2 Adicionalmente, um ensaio de pressão cíclica periódico deve ser realizado em cilindros acabados, em conformidade com A.13, na frequência de ensaios definida a seguir:

a) inicialmente, em um cilindro de cada lote de fabricação, o bocal deve sofrer um ensaio de torque em conformidade com A.25. Um cilindro de cada lote deve ser pressurizado ciclicamente por um total de 1.000 vezes a vida útil de serviço especificada em anos, com um mínimo de 15.000 ciclos, neste caso correspondente a 15 anos; para mais de 15 anos deverá ser pressurizado ciclicamente, a razão de 1000 vezes por ano acrescido a vida útil até o limite de 20 anos. Seguindo o ciclo de pressurização requerido, o cilindro deve ser ensaiado a escoamento em conformidade com o método descrito em A.10 e deve atender aos requisitos lá contidos;

b) se numa produção sequencial de dez lotes de mesma família de projeto (por exemplo, materiais e processos similares dentro das definições de mudanças menores do projeto, visto em 9.5.3) nenhum dos cilindros submetidos ao ciclo de pressurização descrito em a) vazou ou rompeu em menos de 1.500 ciclos multiplicado pela vida útil, em anos, do cilindro (num mínimo de 22.500 ciclos), então o ensaio de pressurização cíclica pode ser reduzido para um cilindro de cada cinco lotes de produção;

c) se numa produção sequencial de dez lotes de mesma família de projeto nenhum dos cilindros submetidos ao ciclo de pressurização descrito em a) vazou ou rompeu em menos de 2.000 ciclos multiplicado pela vida útil, em anos, do cilindro (num mínimo de 30.000 ciclos), então o ensaio de pressurização cíclica pode ser reduzido para um cilindro de cada dez lotes de produção;

d) ao expirar o prazo de três meses desde a realização do último ensaio de pressurização cíclica, um cilindro do próximo lote de fabricação deve ser submetido ao ensaio de pressurização cíclica, a fim de manter a frequência reduzida de ensaio de lotes definidos em b) e c);

e) se algum ensaio de pressurização cíclica de cilindro com frequência reduzida descrito em b) ou c) falhar antes de atingir o número requerido de ciclos de pressurização (mínimo de 22.500 ou 30.000 ciclos de pressurização, respectivamente), então é apropriado repetir o ensaio de pressurização cíclica de lote na frequência descrita em a) por um mínimo de dez lotes de produção, a fim de restabelecer a frequência reduzida de ensaio de pressurização cíclica de lotes descritos em b) e c).

Se algum cilindro descrito em a), b) ou c) falhar antes de completar o período de ciclagem mínimo requerido de 1.000 ciclos multiplicado pela vida útil do cilindro, em anos (mínimo de 15.000 ciclos), então, a causa da falha deve ser determinada e corrigida seguindo os procedimentos descritos no item 9.9. O ensaio de pressurização cíclica deve ser repetido em mais três cilindros de este lote. Se algum destes três cilindros adicionais falhar antes de completar o período de ciclagem mínimo requerido de 1.000 ciclos multiplicado pela vida útil do cilindro, em anos, o lote deve ser rejeitado.

9.7 Ensaios em cada cilindro

Exames de produção e ensaios devem ser realizados em todos os cilindros de cada lote.

Cada cilindro deve ser examinado durante a fabricação e depois de concluído, como descrito a seguir:

a) por inspeção dos revestimentos, para confirmar que o tamanho de defeito máximo apresentado é inferior à tolerância dimensional especificada no projeto;

b) por verificação das dimensões críticas e da massa do cilindro finalizado e de algum revestimento ou revestimento com respeito às tolerâncias de projeto;

c) por verificação ao acabamento superficial com o especificado;

d) por verificação das marcações;

e) por ensaio hidráulico em cilindros finalizados, em conformidade com A.11, opção 1. O fabricante deve definir o limite de expansão elástica apropriado para o ensaio pressão aplicado, mas em nenhum caso o limite de expansão elástica de algum cilindro pode exceder o valor médio do lote em mais de 10%;

f) por ensaio de escoamento em conformidade com A.10, atendendo aos requisitos lá apresentados;

9.8 Certificado de aceitação do lote

Se os resultados dos ensaios de lote realizados de acordo com 9.6 e 9.7 forem satisfatórios, o fabricante e o inspetor devem assinar um certificado de aceitação. Um exemplo de certificado de aceitação (referido como "Relatório do Fabricante e Certificado de Conformidade") é apresentado no Apêndice E.

9.9 Falha em atender aos requisitos dos ensaios

Na eventualidade de ocorrer a incapacidade de atendimento aos requisitos de ensaio, pode ser realizado novo ensaio ou novo tratamento térmico, e novo ensaio deve ser executado como descrito a seguir:

a) se houver evidência de uma falha de execução durante a realização de um ensaio ou um erro de medição, um ensaio adicional deve ser executado. Se o resultado deste ensaio for satisfatório, o primeiro ensaio pode ser ignorado;

b) caso o ensaio tenha sido realizado de maneira satisfatória, a causa da falha deve ser identificada;

- todos os cilindros defeituosos devem ser rejeitados ou reparados por um método aprovado. Providenciando que os cilindros reparados passem pelo ensaio(s) requerido para reparo, eles podem ser recolocados como parte do lote original;

- novo lote deve ser retestado. Todos os ensaios relevantes de protótipos ou de lotes apropriados para provar a aceitabilidade do novo lote devem ser novamente realizados. Se um ou mais ensaios indicarem uma insatisfação, mesmo que parcial, todos os cilindros do lote devem ser rejeitados.

10. Marcações

O fabricante deve providenciar que em cada cilindro seja feita uma marcação clara e permanente; os dígitos não podem ser menores que 6 mm de altura. A marcação pode ser feita por rótulos incorporados à resina, rótulos presos por adesivos ou dígitos marcados em baixo relevo nas espessuras das extremidades dos cilindros tipo GNV-1 e GNV-2 ou, ainda, combinações das alternativas citadas. Rótulos adesivos e suas aplicações devem estar em conformidade com a norma ISO 7225. Rótulos múltiplos são permitidos e devem ser posicionados de modo a não ficarem obstruídos pelas cintas de montagem.

Os cilindros fabricados em conformidade com este Regulamento Técnico devem ter as seguintes marcações:

a) as palavras "SOMENTE GNV"

b) as palavras "NÃO UTILIZAR DEPOIS DE XX/XXXX" onde XX/XXXX identifiquem o mês e ano de expiração da validade. O período compreendido entre a data de fabricação e a data final de validade não deve exceder a vida útil de serviço especificada. A data de validade deve ser aplicada ao cilindro no momento do despacho, provendo que os cilindros tenham sido armazenados em lugares secos e sem pressão interna;

c) identificação do fabricante

d) identificação do país de origem

e) Código de Identificação MERCOSUL (CIM) de cilindro de acordo com o Apêndice J;

f) pressão de serviço numa dada temperatura;

g) número da Resolução MERCOSUL;

h) tipo de cilindro;

i) as palavras "usar somente Dispositivo de Alívio de Pressão (DAP) aprovados pelo fabricante";

j) data de fabricação (mês e ano);

11. Preparação para despacho

Antes de ser despachado pelo fabricante, cada cilindro deve ser internamente limpo e seco. Cilindros não fechados imediatamente pela instalação da válvula, e dispositivos de segurança, se aplicáveis, devem ser tampados, para prevenir a entrada de umidade e proteger a rosca. Um inibidor de corrosão (por exemplo, fluidos com óleo) deve ser borrifado em todos os cilindros e liner antes do despacho.

A relação de serviços do fabricante e toda informação necessária e instruções para assegurar o correto manuseio, utilização e inspeções de serviço do cilindro deve ser fornecida ao comprador. A relação de serviços deve estar em conformidade com 5.2.3. Orientações sobre o conteúdo das instruções são dadas no anexo H.

APÊNDICE A - Métodos e critérios de ensaio

A.1 Ensaio de tração para cilindros de aço, de alumínio e Liner

O ensaio de tração deve ser realizado em materiais a partir da parte cilíndrica de cilindros acabados ou recobertos, usando um corpo-de-prova na forma retangular, de acordo com a norma ISO 9809-1, para aços, e a norma ISO 7866, para alumínio. As duas faces do corpo-de-prova, representando o lado externo e interno da parede cilíndrica, não devem ser usadas.

O ensaio de tração deve ser realizado de acordo com a norma ISO 6892.

A resistência à tração deve ser determinada segundo as especificações do projeto do fabricante do aço ou alumínio.

Para cilindros de aço e revestimentos, o alongamento deve ser de pelo menos 14%.

Para cilindros de liga de alumínio e revestimentos dos tipos de construção 1 ou 2, o alongamento deve ser de pelo menos 12%.

Para liner para liga de alumínio do tipo de construção 3, o alongamento deve ser determinado segundo as especificações de projeto (fabricante).

Nota: Atenção deve ser dada para o método de medição do alongamento, descrito na norma ISO 6892, especialmente em regiões, onde o corpo-de-prova de tração gera a forma cônica, podendo resultar em um ponto de fratura fora do meio do comprimento útil (gauge length).

A.2 Ensaio de impacto para cilindros de aço e de liner de aço

O ensaio de impacto deve ser realizado a partir de três corpos-de-provas retirados da parte cilíndrica de um cilindro ou liner acabado, seguindo as especificações contidas na norma ISO 148.

Para realização do ensaio de impacto, devem ser retirados corpos-de-prova (parede cilíndrica) nas direções, especificadas na tabela A.1. O entalhe deve ser perpendicular à superfície da parede cilíndrica. Para ensaios longitudinais, o corpo-de-prova deve ser usado nas seis faces. Se a espessura não permitir corpos-de-prova com largura final de 10 mm, a largura deve ser tão próxima quanto possível do valor da espessura da parede do cilindro. Os corpos-de-prova retirados na direção transversal devem ser usados sobre os quatro lados, somente as faces interna e externa da parede do cilindro não devem ser usadas.

Os valores do ensaio de impacto não podem ser inferiores aos especificados na tabela A.1.

Tabela A.1 – Valores aceitáveis para o ensaio de impacto

Diâmetro do cilindro D, mm		>140			≤140
Direção do ensaio		Transversal			Longitudinal
Largura do corpo-de-prova, mm		3 a 10	>5 a 7,5	>7,5 a 10	3 a 10
Temperatura, °C		-50			-50
Resistência ao impacto J/cm²	Média de 3 corpos-de-prova	30	35	40	60
	CP individual	24	28	32	48

