

4.6 Superfícies externas
A superfície externa do cilindro deve ser projetada para resistir a exposição inadvertida, conforme listado abaixo:
a) água, tanto por imersão intermitente, como por borrifio da estrada;
b) sal, devido à operação do veículo em zona litorânea, ou em lugares em que é usado para dissolver o gelo;
c) radiação ultravioleta da luz solar;
d) impacto de cascalho;
e) solventes, ácidos e álcalis, fertilizantes;
f) fluidos automotivos, incluindo combustíveis líquidos, fluidos hidráulicos, ácido de bateria, glicol e óleos;
g) gases de exaustão.

5. REQUISITOS GERAIS PARA APROVAÇÃO E CERTIFICAÇÃO

5.1 Ensaio e inspeção

Os cilindros objeto deste Regulamento Técnico devem cumprir com os requisitos para a avaliação da conformidade, para verificar se estes cilindros mantêm as especificações técnicas, que deram origem a obtenção da certificação.

A fim de assegurar que os cilindros cumpram com este Regulamento Técnico, estes devem ser submetidos à aprovação do projeto de acordo com 5.2, inspeções e ensaios de acordo com as seções 6, 7, 8 ou 9, conforme o projeto. Isto deve ser levado a efeito por um OAC do Estado Parte onde se comercializam estes cilindros.

Os procedimentos de ensaio estão detalhados nos apêndices A e B, o procedimento de aprovação e certificação encontra-se no apêndice C.

5.2 Procedimento de aprovação de tipo

5.2.1 Generalidades

A aprovação de tipo compõe-se de duas partes:

a) aprovação de projeto, compreendendo a submissão da informação do fabricante pelo OAC, como detalhado em 5.2.2;
b) ensaio de protótipo, compreendendo ensaio executado sob a supervisão do OAC. O material, projeto, fabricação e exames do cilindro devem provar serem adequados para o serviço pretendido, devendo atender aos requisitos dos ensaios de protótipo especificados em 6.5, 7.5, 8.5 ou 9.5, como apropriado ao particular projeto do cilindro.

Os dados de ensaio devem documentar as dimensões, espessuras de parede e pesos de cada cilindro ensaiado.

5.2.2 Aprovação do projeto

Os projetos de cilindro devem ser aprovados pelo OAC. As seguintes informações devem ser submetidas pelo fabricante com uma solicitação para a aprovação do OAC:

- dados de projeto, de acordo com 5.2.4;
- dados de fabricação, de acordo com 5.2.5;
- declaração de serviço, de acordo com 5.2.3;
- sistema da qualidade, de acordo com 5.2.6;
- comportamento de fraturas e tamanho de defeito para END (Ensaio Não Destrutivo), de acordo com 5.2.7;
- olha de especificações, de acordo com 5.2.8;
- dados adicionais complementares, de acordo com 5.2.9.

5.2.3 Declaração de serviço

A finalidade desta "declaração de características de serviço" é orientar os usuários e instaladores de cilindros, bem como prover informações ao OAC. A declaração deve conter:

- declaração de que o projeto do cilindro é propício ao uso nas condições de serviço definidas na seção 4 para a sua vida útil;
- declaração da vida útil;
- especificações dos requisitos mínimos para ensaios e/ou inspeções durante o serviço;
- especificações dos dispositivos de alívio de pressão e isolamento (desde que provido);
- especificações de métodos complementares, revestimento de proteção e qualquer outro item requerido, mas não fornecido;
- descrição do projeto do cilindro;
- qualquer outra informação e instruções necessárias para assegurar o uso correto e a inspeção do cilindro.

5.2.4 Dados de projeto

5.2.4.1 Desenhos

Os desenhos devem conter no mínimo:

- título, número de referência, data de execução e números das revisões com as datas de execução, se aplicável;
- referência a este Regulamento Técnico e tipo de cilindro;
- dimensões completas com tolerâncias, incluindo detalhes da forma de fechamento das extremidades com espessuras mínimas e aberturas;
- massa do cilindro com as devidas tolerâncias;
- especificações dos materiais, com as mínimas tolerâncias mecânicas e propriedades químicas ou faixas de tolerância e, para cilindros ou liners, a faixa especificada de dureza;
- faixa de pressão de auto-interferência, mínima pressão de ensaio, detalhes do sistema de proteção contra fogo e qualquer revestimento de proteção externa.

5.2.4.2 Relatório de análise de tensões

Deve ser realizado um estudo de tensões por elementos finitos ou outro tipo de análise de tensões.

Deve conter uma tabela sintetizando as tensões calculadas.

5.2.4.3 Dados sobre as propriedades dos materiais

Uma descrição detalhada dos materiais e das tolerâncias das propriedades dos materiais utilizados no projeto deve ser fornecida. Dados sobre os ensaios também devem ser apresentados caracterizando as propriedades mecânicas e a adequação dos materiais para os serviços nas condições especificadas na seção 4.

5.2.4.4 Proteção contra fogo

O arranjo dos dispositivos de alívio de pressão e isolamento (se fornecido), que protegerá o cilindro de rupturas repentinas quando exposto a situações de fogo, conforme o anexo A.15, deve ser especificado. Dados de ensaios devem consubstanciar a eficácia dos sistemas de proteção contra incêndio especificados.

5.2.5 Dados de fabricação

Devem ser fornecidos os detalhes de todos os processos de fabricação, ensaios não-destrutivos, ensaios de produção e ensaios de lote devem ser fornecidos. Devem ser especificadas as tolerâncias de todos os processos de produção como o tratamento térmico, conformação das extremidades, razão de mistura das resinas, tensão dos filamentos e velocidade para enrolamento com tensão controlada, tempos e temperaturas de transição vítrea, assim como os procedimentos de autointerferência.

Acabamento superficial, detalhes das roscas, critérios de aceitação de varredura ultra-sônica (ou equivalente) e tamanhos máximos de lotes para ensaios também devem ser especificados.

5.2.6 Programa de controle de qualidade

O fabricante deve especificar os métodos e procedimentos em conformidade com o sistema de garantia de qualidade com base na Norma ISO 9000:2000.

5.2.7 Desempenho de fratura e tamanho de defeito para Ensaio Não Destrutivo (END)

O fabricante deve especificar o máximo tamanho de defeito para END que irá assegurar um desempenho da fratura do tipo "escoamento-antes-do-coloapso" (VAC) e irá prevenir falhas no cilindro devido à fadiga durante a sua vida útil ou falha do cilindro por ruptura.

O tamanho máximo de defeito deve ser estabelecido pelo método estabelecido no apêndice D.

5.2.8 Planilha de especificações

Um resumo dos documentos que contenham as informações requeridas em 5.2.2 devem ser listadas numa planilha de especificações para cada projeto de cilindro. O título, número de referência, números das revisões e datas da emissão original, além de

outras versões de cada documento, devem ser fornecidas. Todos os documentos devem ser assinados pelo emissor.

5.2.9 Dados adicionais de apoio

Dados adicionais que podem defender a utilização, como um histórico do trabalho do material proposto para a utilização ou o uso de um projeto particular de cilindro em outras condições de serviço, devem ser fornecidos, onde aplicável.

5.3 Certificado de aprovação de tipo

Se os resultados da aprovação do projeto, de acordo com 5.2, e os ensaios de protótipo, de acordo com 6.5, 7.5, 8.5 ou 9.5, como for condizente a cada projeto particular de cilindro, forem satisfatórios, o OAC deve emitir um certificado de aprovação de tipo de acordo com o apêndice E.

6 Requisitos para cilindros metálicos tipo GNV-1

6.1 Generalidades

Este Regulamento Técnico não prevê fórmulas de projeto nem lista de tensões ou deformações admissíveis mas requer que a adequação do projeto seja estabelecida por cálculos apropriados e demonstrado por ensaios que os cilindros sejam capazes de atender satisfatoriamente às especificações de projeto, materiais, produção e ensaios de lotes especificados neste Regulamento Técnico.

O projeto deve assegurar um modo de falha tipo "escoamento-antes-do-coloapso" (VAC) sob possível degradação de partes que estão submetidas, em condições normais de trabalho. Se ocorrer algum escoamento através do cilindro, deve advir somente do crescimento de alguma falha por fadiga.

6.2 Materiais

6.2.1 Requisitos gerais

Os materiais utilizados devem ser próprios para as condições de serviço especificadas no item 4. O projeto não deve admitir contato entre materiais incompatíveis.

6.2.2 Verificação da composição química

6.2.2.1 Aço

O aço deve ser acalmado ao alumínio e/ou silício e produzidos predominantemente com fina granulometria. A composição química do aço deve ser declarada e definida pelo menos por:

- conteúdo de carbono, manganês, alumínio e silício em todos os casos;
- conteúdo de cromo, níquel, molibdênio, boro e vanádio e qualquer outro elemento de liga intencionalmente adicionado.

O enxofre e fósforo contidos na análise da corrida não devem exceder os valores indicados na Tabela 1.

Tabela 1 - Limites máximos de enxofre e fósforo

Resistência à tração		< 950 MPa	≥ 950 MPa
Limite de	enxofre	0,020%	0,010%
	fósforo	0,020%	0,020%
	enxofre + fósforo	0,030%	0,025%

6.2.2.2 Alumínio

As Ligas de alumínio podem ser utilizadas na produção de cilindros, desde que atendam a todos os requisitos deste Regulamento Técnico e tenham, no máximo, quantidades de chumbo e bismuto que não excedam 0,003%.

6.3 Requisitos de projeto

6.3.1 Pressão de ensaio

A mínima pressão de ensaio na fabricação deve ser de 30 MPa (1,5 vezes a pressão de serviço).

6.3.2 Pressão de Ruptura

A pressão mínima efetiva não deve ser menor que 45 MPa.

6.3.3 Análise de tensões

As tensões nos cilindros devem ser calculadas para 20 MPa, pressão de ensaio e pressão de ruptura de projeto. Os cálculos devem utilizar técnicas de análises convenientes para estabelecer a distribuição das tensões para justificar o projeto da espessura mínima da parede.

6.3.4 Tamanho máximo da falha

Deve ser especificado o tamanho máximo da falha em qualquer área do cilindro, tal que o cilindro alcance os requisitos de pressão cíclica e de VAC (Escoamento antes do colapso).

O tamanho de defeito admitido para END deve ser determinado pelo método descrito no apêndice D.

6.3.5 Aberturas

Somente devem ser permitidas aberturas na parte superior do cilindro. A linha de centro das aberturas deve coincidir com a do eixo longitudinal do cilindro.

6.3.6 Proteção contra fogo

O cilindro, de acordo com seu projeto, deve contar com dispositivos de alívio de pressão (DAP). O cilindro, seus materiais, DAP e qualquer isolamento ou material de proteção devem ser projetados conjuntamente para garantir a adequada segurança nas condições de fogo, no ensaio especificado em A.15. O fabricante pode especificar locais alternativos de DAP em instalações especiais no veículo, para otimizar esquemas de segurança.

Os dispositivos de alívio de pressão devem ser aprovados de acordo com os requisitos técnicos estabelecidos de acordo com o Regulamento Técnico MERCOSUL correspondente.

6.3.7 Acessórios

Quando são fixados colarinhos, sapatas ou suporte, estes devem ser de material compatível com o cilindro, devendo ser seguramente fixado por outro método que não solda no corpo do próprio cilindro.

6.4 Construção e acabamento

6.4.1 Conformação das extremidades

Cada cilindro deve ser examinado antes da operação de conformação das extremidades, quanto à espessura e acabamento superficial. A extremidade da base do cilindro de alumínio não deve ser fechada pelo processo de conformação. A extremidade da base do cilindro de aço que teve seu fechamento por conformação deve passar por ensaio não destrutivo. Não deve ser adicionado metal no fechamento da extremidade.

6.4.2 Tratamento térmico

Depois da conformação das extremidades, os cilindros devem ser tratados termicamente até a faixa de dureza especificada conforme o projeto. Tratamento térmico localizado não deve ser realizado.

6.4.3 Roscas no pescoço

As roscas devem ter bom acabamento, sem superfícies descontínuas, e devem atender aos requisitos estabelecidos neste Regulamento Técnico. A rosca no pescoço do cilindro, que tiver a forma cônica, deverá atender aos requisitos técnicos estabelecidos na norma ISO 10920.

6.4.4 Proteção externa ao meio ambiente

A parte externa dos cilindros deve atender aos requisitos do ensaio de ambientação em ácido de acordo com A.14. A proteção externa deve ser alcançada por uma das seguintes formas:

- dando acabamento superficial para uma devida proteção (por exemplo, pulverização de metal, anodização); ou
- usando proteção externa (por exemplo, proteção orgânica, pintura). Se a proteção externa for exigência de projeto, o requisito de A.9 deve ser atendido; ou

