

[illegible]

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	3
2 ESCOPO	3
3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
4 SIGLAS OU ABREVIATURAS	4
5 DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS	7
6 REQUISITOS TÉCNICOS DE QUALIDADE E CONFIABILIDADE	11
7 REQUISITOS COMPLEMENTARES	12
8 DOCUMENTAÇÃO	13
ANEXO 1 - PROTOCOLO DE TESTE PETROBRAS DE BMA	15
ANEXO 2 - PROTOCOLO DE TESTE - CARREGAMENTOS CÍCLICOS	20
ANEXO 3 - INSTRUMENTAÇÃO (VERIF. DE ASSENTAMENTO).....	23
ANEXO 4 - FLUIDOS PREVISTOS PARA CICLO DE VIDA	24
ANEXO 5 - TESTES DE COMPATIBILIDADE DE ELASTÔMEROS.....	24

1 INTRODUÇÃO

- 1.1 Esta especificação técnica foi elaborada com o objetivo de definir os requisitos técnicos e o protocolo de testes mínimos exigidos pela PETROBRAS para Barreira Mecânica de Anular – BMA.
- 1.2 Entende-se por BMA um obturador (ou conjunto de obturadores), com acionamento controlável pela superfície, através da pressurização e expansão irreversível (deformação plástica) de uma camisa metálica, promovendo sua deformação plástica e a energização de um elemento que promova a ancoragem e um elemento que promova vedação do anular;

2 ESCOPO

- 2.1 Esta especificação fornece requisitos mínimos para a BMA a ser utilizada em poços marítimos da PETROBRAS, apresentando os requisitos funcionais e técnicos básicos para projeto, para verificação e para sua validação, bem como define a documentação básica para comprovação destes requisitos.
- 2.2 Esta ET-R trata exclusivamente de BMA aplicado em poço revestido (*pipe-in-pipe*). A aplicação de BMA em poço aberto não é coberta por este documento.
- 2.3 Os requisitos técnicos listados nesta ET-R deverão balizar os fornecedores e os técnicos responsáveis pela ET-RBS acerca das necessidades técnicas e funcionais mínimas para aquisição de BMA na Petrobras. A especificação exata do equipamento será estabelecida na ET-RBS, que deverá seguir no mínimo os requisitos desta ET-R, delineando as características do cenário de aplicação definido para o processo de compra.

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- 3.1 **API SPEC 11D1/ ISO 14310** – *Petroleum and natural gas industries — Downhole equipment — Packers and bridge plugs*
- 3.2 **API SPEC Q1/ ISO TS 29001** – *Specification for Quality Management System Requirements for Manufacturing Organizations for the Petroleum and Natural Gas Industry.*
- 3.3 **API RP 5C5** – *Procedures for Testing Casing and Tubing Connections.*
- 3.4 **API 5CT: 2011**– *Specification for Casing and Tubing.*
- 3.5 **ASTM D1418** – Standard practice for rubber and rubber lattices – Nomenclature
- 3.6 **ASTM D 6147-97** - Standard Test Method for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomer – Determination of force decay (stress relaxation) in compression
- 3.7 **ET-3000.00-1210-130-PPQ-001** – Componentes Elastoméricos de Poço
- 3.8 **IEC 60812** – *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)*
- 3.9 **ISO 9001** – *Quality management systems – Requirements.*

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-276-PPQ-034	REV. 0
	Estrutura de Poço		Folha 4 de 27
	TÍTULO:		PÚBLICO
	Barreira Mecânica de Anular (BMA) em poço revestido		POCOS/EP/ITC/ETP

3.10 **ISO 10400:2007**– *Petroleum and natural gas industries – Equations and calculations for the properties of casing, tubing, drill pipe and line pipe used as casing and tubing.*

3.11 **ISO 13679:2002**– *Petroleum and natural gas industries – Procedures for testing casing and tubing connections.*

3.12 **ISO 3384-1** - Rubber, Vulcanized or Thermoplastic – Determination of stress relaxation in compression – Part I: Testing at constant temperature, first edition, 2011.

3.13 **ISO 23936-2** - *Petroleum and natural gas industries* - First edition - Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Nonmetallic materials in contact with media related to oil and gas production. Part 2: Elastomers.

3.14 **NACE MR 0175/ ISO 15156** – *Petroleum and Natural Gas Industries – Materials for use in H2S-containing Environments in Oil and Gas Production.*

3.15 **NORSOK STANDARD M-710**, Rev. 2, October 2001 - Qualification of non-metallic sealing materials and manufacturers

3.16 SHYU, G.-D.; HUANG, X.; FURLAN, W. Assessing the performance of long-term elastomeric seals. *Rubber & Plastic News*, August 26, 2019, pp. 14-18

4 SIGLAS OU ABREVIATURAS

4.1 **API** – *American Petroleum Institute.*

4.2 **ET** – Especificação Técnica da PETROBRAS.

4.3 **ET-R** – Especificação Técnica de Requisitos da PETROBRAS. É um documento que contém os requisitos gerais que deverão ser atendidos por todas as contratações quando se tratar do objeto de referência da ET-R: sistema, equipamento, material ou serviço.

4.4 **ET-RBS** – Especificação Técnica de Requisição de Bens e Serviço

4.5 **FMEA** – *Failure Module and Effect Analysis*

4.6 **FMECA** – *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*

4.7 **IAF** – *International Accreditation Forum*

4.8 **ILAC** – *International Laboratory Accreditation Cooperation*

4.9 **ISO** - *The International Organization for Standardization*

4.10 **NACE** – *National Association of Corrosion Engineers*

4.11 **CAD** – Define-se como um programa CAD, *Computer-Aided Design*, uma tecnologia computadorizada com foco no desenho do produto e na documentação da fase de projeto, durante o processo de engenharia.

4.12 **FEA** – *Finite Element Analysis*

4.13 **BMA** – Barreira Mecânica de Anular.

4.14 **ENVELOPE DE DESEMPENHO (RATED PERFORMANCE ENVELOPE)** - Ilustração gráfica do efeito combinado de pressão e carga axial na temperatura nominal máxima. As linhas que formam o limite do envelope são definidas como os limites operacionais máximos do sistema

4.15 **Arrhenius – Svante Arrhenius** - químico sueco que se destacou por seus estudos com soluções eletrolíticas e em de cinética química, que resultaram na equação de Arrhenius, que relaciona a constante de velocidade de reação com a temperatura e é amplamente utilizada na previsão de vida útil de polímeros em determinadas condições de operação.

4.16 **Borracha** - Polímero que apresenta propriedades "elásticas" após vulcanização. Existem 3 definições diferentes dependendo do contexto aplicado, segundo norma ISO 138:1996. O termo pode ser aplicado ao material do produto (composição), à matéria-prima básica (molécula) ou ao próprio produto em si. Compatibilidade química – Característica resultante da baixa interação química do elastômero com o meio ou produtos químicos específicos e suas misturas, em uma dada condição de exposição.

4.17 **Grade** – Termo em inglês que define a arquitetura, a estrutura molecular e a massa molar de uma família de polímeros.

4.18 **Elastômero** - Polímero que apresenta propriedades elásticas, que podem ser obtidas através de reticulação (termofixos) ou não (termoplásticos). Esse tipo de material suporta grandes deformações antes da ruptura.

4.19 **Envelhecimento** – Alterações nas características de um material devidas ao seu tempo de exposição a diferentes agentes químicos e ambientes de operação.

4.20 **FEPM** – Copolímero fluorado de tetrafluoretileno (VDF) e propileno (P). Exemplos comerciais: Aflas®

4.21 **FFKM** – Copolímero fluorado de tetrafluoretileno (VDF) e perfluoralqueno. Exemplos comerciais: Kakrez®, Chemraz®, Tecnoflon®

4.22 **FKM** – Polímero vinílico fluorado. FKMs podem ser divididos em diferentes classes com base em sua composição química, seu conteúdo de flúor e seus mecanismos de reticulação.

4.23 **FKM Tipo I** – Copolímero fluorado formado a partir dos monômeros fluoreto de vinilideno (VDF) e hexafluorpropileno (HFP), contendo teor de flúor de aproximadamente 66 %. Exemplos comerciais: Tecnoflon® N935, Fluorel®, Dai-El®.

4.24 **FKM Tipo II** – Terpolímero fluorado formado a partir dos monômeros fluoreto de vinilideno (VDF), hexafluorpropileno (HFP) e tetrafluoretileno (TFE), contendo teor de flúor entre 68 e 69 %. Exemplos comerciais: Viton® B, Tecnoflon® TN.

4.25 **FKM Tipo III** – Tetrapolímero fluorado formado a partir dos monômeros fluoreto de vinilideno (VDF), hexafluorpropileno (HFP), tetrafluorpropileno (TFE) e perfluormetilvinileter (PMVE), contendo teor de flúor entre 62 e 68%. Exemplos comerciais: Viton® GLT, Tecnoflon® PL 855.

4.26 **FKM Tipo IV** – Terpolímero fluorado formado por fluoreto de vinilideno (VDF), Tetrafluoretileno (TFE) e propileno (P), contendo teor de flúor de aproximadamente 67 %. Exemplos comerciais: Aflas® MZ201, BRE 7132X, Aflas® SP.

4.27 **FKM Tipo V** – Pentapolímero fluorado formado por fluoreto de vinilideno (VDF), hexafluorpropileno (HFP), tetrafluoretileno (TFE), perfluormetilvinileter (PMVE) e etileno (E), contendo teor de flúor de aproximadamente 65 %. Exemplos comerciais: Tecnoflon® BR9151, Dai-El®.

4.28 **HNBR** – Borracha nitrílica hidrogenada.

4.29 **NBR** – Polímero de acrilonitrila e butadieno, conhecida por borracha nitrílica.

5 DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS

- 5.1.1 O fornecedor deverá informar as características técnicas da BMA oferecida e estas deverão atender aos requisitos fornecidos pela Petrobras através dos documentos ET-R e ET-RBS.
- 5.1.2 Deverá ser providenciada toda a documentação comprobatória dos requisitos técnicos exigidos, conforme solicitado nesta ET, sendo o fornecedor responsável pela veracidade das informações. Caso o equipamento não atenda integralmente aos requisitos exigidos, o fornecedor tem a obrigação de informar estas diferenças à Petrobras, que ao seu critério, pode ou não aceitar eventuais discrepâncias.
- 5.1.3 O equipamento validado por entidade de terceira parte deverá ser reconhecido por nome e/ou referência alfanumérica, e deve ser substancialmente o mesmo equipamento (tamanho, modelo e tipo) que aquele fornecido à Petrobras.
- 5.1.4 Uma vez instalado no poço, a BMA deverá permanecer na posição e manter suas características de ancoragem, vedação e *drift* até que haja uma intervenção voluntária para seu desassentamento, quando aplicável.
- 5.1.5 Quando houver qualquer modificação nas especificações de um equipamento já qualificado, o mesmo deverá ser novamente analisado e validado pela Petrobras. Em caso negativo, um novo processo de qualificação deverá ser executado e apresentado.
- 5.2 As características dimensionais, graus de aço, carregamentos e resistências da BMA deverão ser definidas na ETR-BS. Exemplos de requisitos mínimos estão na tabela 1.
- 5.3 Deve ser verificado durante a elaboração da ET-RBS se os ambientes de instalação da BMA estão contemplados na ET apresentada no item 5.9.
- 5.4 A BMA deverá prover ancoragem e vedação em manobra única.
- 5.5 A BMA deverá permitir instalação em poços marítimos, tanto em sondas fixas como em flutuantes.
- 5.6 A BMA deve ser assentada por pressurização do interior da coluna de revestimento. A pressão de assentamento utilizada, P_{set} deverá ser configurável até um valor máximo, a ser definido em ET-RBS. Seguem exemplos de valores a ser solicitados para a pressão $P_{set, máxima}$:
- 3000 psi;
 - 5000 psi;
 - 7500 psi.
- 5.7 A BMA deverá possuir um método alternativo para assentamento, para utilização em casos de impossibilidade de pressurização da coluna de revestimento. O escopo de utilização desta ferramenta será definido na ET-RBS.
- 5.8 Não é permitido que a expansão da BMA seja realizada por deslocamento de elementos mecânicos através da coluna de revestimentos do liner.
- 5.9 A BMA deverá manter suas resistências mecânicas funcionais, nas condições definidas na Tabela 1, durante e após instalação atendendo o ciclo de vida do poço:
- 5.9.1 Sob ação de fluido sintético de base olefina;

5.9.2 Sob ação de fluido base água;

5.9.3 Sob ação de água do mar;

5.9.4 Sob ação de hidrocarbonetos do reservatório;

5.9.5 Utilização em ambiente de águas profundas e ultra profundas.

5.10 Caso a BMA possua elementos elastoméricos, estes devem atender à especificação técnica ET-3000.00-1210-130-PPQ-001 – Componentes Elastoméricos de Poço:

5.10.1 Conjunto de equipamentos: Fundo

5.10.2 Cenários de aplicação: Produtor Tipo 1 e Injetor de Gás/Água.

5.10.2.1 A BMA deve atender simultaneamente as condições de testes propostos para os cenários de aplicação em poço Produtor Tipo 1 e Injetor de Gás/Água;

5.10.2.1.1 Os dois cenários devem ser atendidos por um mesmo Composto Elastomérico testado.

5.11 A BMA deverá ser projetada para operar em qualquer profundidade dentro dos seguintes cenários:

5.11.1 **Temperatura** de operação de acordo com uma faixa de temperatura formada por uma composição dos limites abaixo. A faixa de temperatura será definida na ET-RBS.

- Limite inferior: 10 ou 25 °C
- Limite superior 85, 125 ou 150 °C

5.11.2 **Resistência mecânica do corpo da BMA:** As características mecânicas requeridas da BMA antes e após seu assentamento serão especificadas na ETR-BS de acordo com o cenário de aplicação. Os valores desejáveis, no tocante as resistências de pressão interna (burst), colapso e axial do corpo da BMA, devem ser compatíveis com às dos tubos nos quais as BMAs serão conectadas. Estas resistências constam na ET 3000.00-1210-210-PPQ-001 (Tubos, conexões e reduções para revestimentos e coluna de produção).

5.11.3 **Pressão diferencial** de trabalho ΔP no elemento selante será definido na ETR-BS. Os valores podem variar de projeto a projeto, podendo-se enquadrar nos ranges abaixo:

- a) $5000 \text{ psi} \leq \Delta P < 7500 \text{ psi}$;
- b) $7500 \text{ psi} \leq \Delta P < 10000 \text{ psi}$;
- c) $10000 \text{ psi} \leq \Delta P < 15000 \text{ psi}$;
- d) $15000 \text{ psi} \leq \Delta P < 20000 \text{ psi}$;

5.11.4 **O Carregamento axial** mínimo de operação (F) será definido na ETR-BS. Os valores podem variar de projeto a projeto, podendo-se enquadrar nos ranges abaixo:

- a) $500 \text{ klbf} \leq F < 1000 \text{ klbf}$;
- b) $1000 \text{ klbf} \leq F < 1500 \text{ klbf}$;
- c) $1500 \text{ klbf} \leq F < 2000 \text{ klbf}$;
- d) $2000 \text{ klbf} \leq F < 3000 \text{ klbf}$;

5.11.5 As características geométricas da BMA serão definidas na ETR-BS. Estas características podem variar de projeto a projeto. A Tabela 1 ilustra algumas possibilidades atuais com os requisitos necessários.

Tabela 1 - Requisitos mínimos dos sistemas de BMA.

Tubo no qual a BMA será conectada:	Tubo no qual a BMA será assentada:	Drift da BMA (in)	OD_máximo da BMA antes da expansão (in)
10 3/4", 85,3 lb/ft, C110 (high collapse)	13 5/8", 88,2 lb/ft, C110HC ou 14", 114 lb/ft, C110HC	9,00	12,00
9 7/8", 66,9 lb/ft, C110	13 5/8", 88,2 lb/ft, C110HC ou 14", 115 lb/ft, C110HC	8,50	12,00

5.11.6 As conexões possíveis das BMA serão especificadas na ETR-BS. Caso a BMA não possa ser fornecida diretamente na conexão definida na ET-RBS, substitutos (subs) de cruzamento de conexão ou de diâmetro podem ser empregados para adequar a conexão. Neste caso, a conexão da BMA deverá atender os requisitos da ET 3000.00-1210-210-PPQ-001 (Tubos, conexões e reduções para revestimentos e coluna de produção).

5.12 A inspeção e o teste de aceitação em fábrica deverão ser fiscalizados por um auditor independente contratado pelo fornecedor e conduzidos pelo fabricante de forma a demonstrar que todos os componentes do sistema atendem aos requisitos de qualidade, conforme a ET-3000.00-1000-972-1AL-001.

5.13 A BMA deve permitir ser instalada em tubos com ou sem costura.

5.14 As seguintes funções básicas devem ser executadas pela BMA:

5.14.1 Durante a descida:

5.14.1.1 Permitir descarregar peso, aplicar tração e girar o revestimento. Esses esforços poderão ser combinados;

5.14.1.2 Os elementos de vedação devem estar protegidos de modo a preservar sua integridade;

5.14.1.3 Os elementos de ancoragem devem estar protegidos de modo a não serem acionados indevidamente por ação mecânica por interferência com o poço e seus componentes.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº	REV. 0
	ESTRUTURA DE POÇO		Folha 10 de 27
	TÍTULO:		PÚBLICO
	Barreira Mecânica de Anular (BMA)		POCOS/EP/ITC/ETP

5.14.2 Após a instalação do revestimento:

5.14.2.1 Deve ser possível registrar a efetividade de estanqueidade no anular do elemento de vedação logo após sua energização.

5.14.2.2 Caso solicitado na ET-RBS, a BMA deverá ser equipada com sensores de pressão, para comprovação da vedação no espaço anular, logo após a energização do elemento de vedação. Nesse caso, os sensores deverão seguir as especificações do Anexo 4 - Instrumentação (verificação de assentamento e integridade durante a vida produtiva).

5.15 Na ET-RBS serão especificados os sistemas com aplicação “sour services” (Tipo A ou Tipo B). Para esses casos deverão ser realizados os testes de qualificação a seguir.

5.15.1 Tipo A:

Deve ter resistência química equivalente ao grau C-110.

Teste de qualificação da matéria prima conforme NACE TM0177 método A (full size), na solução A e aplicando 85%AYS, ou 80%AYS se o limite de escoamento das amostras for $\geq 117\text{ksi}$;

Deve estar apto para trabalhar nas regiões 1 ,2 e 3 definidas na ISO 15156-2 em qualquer temperatura.

5.15.2 Tipo B:

A dureza máxima deve ser 36 HRC e limite de escoamento máximo de 140 ksi;

Teste de qualificação da matéria prima conforme NACE TM0177 método A (full size), na solução B modificada com 3%H2S e 97%CO2 e aplicando 90%AYS;

Deve estar apto para trabalho na região 1 definida na figura 1 da ISO 15156-2.

5.16 As conexões da BMA com os revestimentos serão especificadas pela PETROBRAS na ET-RBS durante o processo de contratação.

5.17 Os equipamentos fornecidos devem estar de acordo com os desenhos e especificações da proposta técnica e não devem possuir alterações de projeto em relação aos tamanhos, tipos e modelos de equipamentos que passaram nos testes de validação.

5.17.1 A PETROBRAS deve ser notificada de todas as alterações que se fizerem necessárias ao longo da vigência do contrato. As solicitações de alteração devem ser acompanhadas de justificativa técnica que serão avaliadas pela PETROBRAS que poderá não aceitar tais alterações.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	REV.	0
	ESTRUTURA DE POÇO			Folha 11 de 27	
	TÍTULO:			PÚBLICO	
	Barreira Mecânica de Anular (BMA)			POCOS/EP/ITC/ETP	

6 REQUISITOS TÉCNICOS DE QUALIDADE E CONFIABILIDADE

1.1 Certificação de Terceira Parte

1.1.1 O fornecedor deverá entregar à Petrobras um certificado referente à Aprovação de Projeto e Manufatura dos BMA deste contrato, de acordo com os requisitos das Normas aplicáveis, até a data de entrega dos equipamentos.

1.1.2 O conjunto do BMA deverá ser qualificado em conformidade com a norma API SPEC 11D1, atendendo ao cenário de utilização que será definido pela ET-RBS, onde serão definidos o grau de validação (V0, V1, V2, V3, V4, V5 ou V6) e o nível de controle de qualidade (Q1, Q2 ou Q3).

1.1.3 Deverão ser realizados testes de compatibilidade química dos componentes elastoméricos em conformidade com a ET-3000.00-1210-130-PPQ-001 (elastômeros), para o cenário Produtor 1.

A ET-3000.00-1210-130-PPQ-001 pode ser acessada através do link abaixo.

<https://canalfornecedor.petrobras.com.br/pt/regras-de-contratacao/catalogo-de-padronizacao/#especificacoes-tecnicas>

1.1.4 Materiais termoplásticos deverão ser testados conforme a norma ISO 23936-1 (termoplásticos), com base nos fluidos informados no Anexo 04 e respectivo tempo de exposição.

1.1.5 Os testes com materiais elastoméricos e termoplásticos serão considerados aprovados se houver manutenção das propriedades mecânicas após testes acelerados de vida, considerando o tempo de missão.

1.1.6 Tempo de missão, conforme especificado abaixo e a ser definido na ET-RBS;

- Para usos específicos: A ser definido na ET-RBS.
- Para uso durante a vida produtiva: 27 anos.

1.2 Análises de Confiabilidade

1.2.1 Deverá ser fornecido para avaliação o FMEA do equipamento (Análise dos Modos e Efeitos de Falha), conforme a norma IEC 60812. O fornecedor deve comprometer-se a disponibilizar para a Petrobras os recursos necessários, incluindo documentação técnica dos equipamentos e ao menos 1 (um) profissional qualificado com conhecimento do projeto dos equipamentos, funcionalidade e da sua instalação, para a realização da FMECA e/ou análises de riscos das tarefas componentes da instalação do equipamento ou prestação de serviços. O gerenciamento dos riscos e as incertezas relacionados a confiabilidade e integridade ao longo de toda a vida útil do equipamento devem atender a norma API 17N. A confiabilidade alvo para o BMA, no cenário definido pelo envelope operacional deverá ser equivalente à confiabilidade mostrada na Tabela .

Tabela 2 – Confiabilidade alvo a ser perseguida para conjunto de BMA

Confiabilidade	Nível de Confiança 1-lado (inferior)	Tempo de missão (anos)
90%	80%	27

7 REQUISITOS COMPLEMENTARES

7.1 O fornecedor deverá manter em arquivo as especificações e ensaios realizados nos materiais utilizados na fabricação e os desenhos com todas as dimensões e tolerâncias dos equipamentos da BMA testada e fornecidos à PETROBRAS.

7.1.1 Estas informações deverão ser fornecidas imediatamente sempre que solicitado pela PETROBRAS.

7.2 O fornecedor deve disponibilizar os recursos necessários, incluindo pelo menos documentação técnica e 1 (um) profissional qualificado com conhecimento do projeto, da funcionalidade e da instalação dos equipamentos, para a realização da FMECA e/ou análises de riscos das tarefas e dos componentes da instalação do equipamento ou prestação de serviços.

7.3 O fornecedor deve documentar e arcar com os custos dos testes necessários para a determinação dos requisitos solicitados na Tabela 3 conforme especificado nos Anexos 1 e 2.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	REV. 0
	ESTRUTURA DE POÇO			Folha 13 de 27
	TÍTULO: Barreira Mecânica de Anular (BMA)			PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP

8 DOCUMENTAÇÃO

8.1 Documentação Pré-Licitação:

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.

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

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

- 8.1.2.1 Identificação e domicílio fiscal do fornecedor com CNPJ;
- 8.1.2.2 Nome e número de identificação do equipamento;
- 8.1.2.3 Composição dos materiais metálicos e não metálicos, conforme especificado na ET-RBS em função dos fluidos produzidos e injetados;
- 8.1.2.4 Diâmetro interno e *drift*;
- 8.1.2.5 Diâmetro externo e *range* de assentamento;
- 8.1.2.6 Comprimento do conjunto;
- 8.1.2.7 Ranges de pressão e de temperatura de trabalho;
- 8.1.2.8 Conexões inferior e superior do equipamento;
- 8.1.2.9 Grau de qualidade e grau de validação, conforme norma API SPEC 11D1;

OBS: Em caso de validação do equipamento por similaridade, um relatório detalhado deverá ser emitido, baseando-se nos critérios da norma API SPEC 11D1, e este estará sujeito à aprovação pela Petrobras.

- 8.1.2.10 Envelope de performance considerando pressão, temperatura e tensões axiais, quando aplicável;

8.1.3 Certificação de atendimento da fábrica à norma API SPEC Q1, devidamente Monogramada.

8.1.4 Certificação de atendimento à norma API SPEC 11D1 (quando aplicável), emitida por certificadora acreditada por entidade reconhecida pelo IAF.

8.1.5 Histórico de instalação de equipamentos similares fornecidos na indústria.

8.1.6 Relatório de atendimento aos requisitos adicionais de qualificação.

8.1.7 Seção com lista de desvios (caso existam).

8.2 Documentação Pós-Licitação

Os documentos descritos a seguir são escopo de habilitação do fornecedor durante o processo licitatório e devem ser fornecidos apenas pelo(s) vencedor(es) da disputa.

8.2.1 Acervo técnico do equipamento com desenhos em formato A3, contendo no mínimo:

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	REV.	0
	ESTRUTURA DE POÇO			Folha 14 de 27	
	TÍTULO:			PÚBLICO	
	Barreira Mecânica de Anular (BMA)			POCOS/EP/ITC/ETP	

8.2.1.1

Desenho mecânico do sistema completo, contendo dimensões e detalhamento, com foco na operação de instalação e pescaria eventual, e em conformidade com a ET-RBS;

8.2.1.2

Desenho técnico discriminando cada componente do equipamento, contendo pelo menos: *part number*, descrição, especificação de materiais utilizados na fabricação, partes com metalurgia especial, peso estimado, envelope operacional e relatório de testes de qualificação;

8.2.1.3

Fluxograma representativo do procedimento de instalação do *packer*;

8.2.1.4

Fluxograma esquemático da logística de fornecimento dos equipamentos e acessórios.

8.2.2

Manual técnico e operacional do equipamento;

8.2.3

Análise de FMEA do equipamento, Análise dos Modos e Efeitos de Falha conforme a norma IEC 60812.

8.2.3.1

O fornecedor deve se comprometer a disponibilizar para a Petrobras, os recursos necessários, incluindo documentação técnica dos equipamentos e ao menos 1 (um) profissional qualificado com conhecimento do projeto dos equipamentos, funcionalidade e da sua instalação, para a realização da FMECA e/ou análises de riscos das tarefas componentes da instalação do equipamento ou prestação de serviços.

8.2.4

Procedimentos operacionais de instalação e desinstalação (quando aplicável) com as devidas análises de riscos.

8.2.5

Relatórios de Teste de Aceitação de Fábrica (*FAT*) e Teste de Integração de Sistemas (*SIT*), quando aplicável.

8.2.6

Função confiabilidade estimada para o equipamento ou sistema considerando o cenário descrito na ET-RBS.

8.2.6.1

Memória de cálculo suficiente para comprovação e replicação, dados, métodos e suposições utilizadas será considerada parte do escopo de fornecimento. Sugere-se utilização de um modelo Weibull (conforme Anexo A da norma API RP 17Q).

8.2.7

Relatório de inspeção de fabricação e qualidade do equipamento.

8.2.7.1

Os requisitos de inspeção de fabricação e qualidade a serem atendidos pelos fornecedores, encontram-se na especificação técnica ET-3000.00-1000-972-1AL-001 que pode ser obtida no endereço eletrônico da Petronect, disponível no caminho abaixo.

⇒

<https://www.petronect.com.br>

➤

Compras e Contratações

➤

Qualidade de Bens e Inspeção de Fabricação

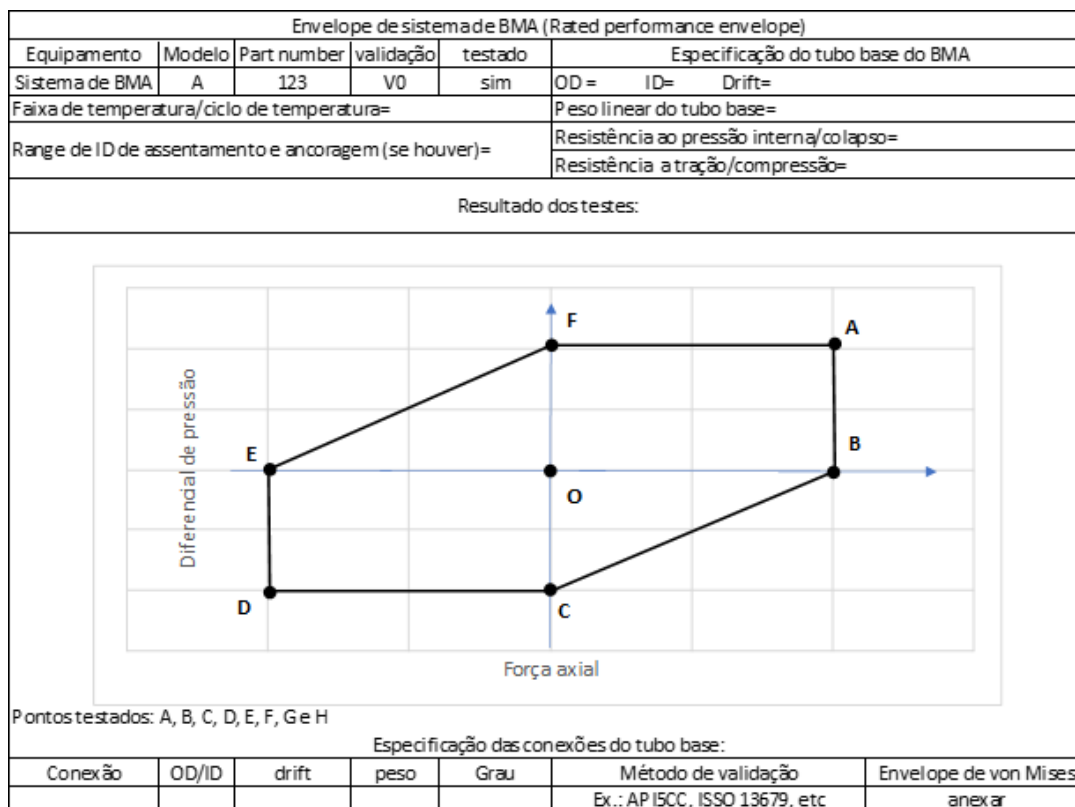
➤

Requisitos Complementares de Qualidade

ANEXO 1 - PROTOCOLO DE TESTE PETROBRAS DE BMA

1. ORIENTAÇÕES GERAIS

- 1.1. Este documento tem o objetivo de especificar os testes a serem realizados pelo fornecedor;
- 1.2. Os componentes da BMA a ser testada são: sistema de ancoragem (se houver) e conjunto de vedação no anular.
- 1.3. Caso a BMA não possa ser fornecida diretamente na conexão definida na ET-RBS, substitutos (subs) de cruzamento de conexão ou de diâmetro podem ser empregados para adequar a conexão. Neste caso, a conexão da BMA deverá atender os requisitos da ET 3000.00-1210-210-PPQ-001 (Tubos, conexões e reduções para revestimentos e coluna de produção)
 - 1.3.1.1. Deve ser fornecido o *Data Sheet* da conexão, emitido pelo proprietário da conexão, com informações de desempenho (CAL), envelope de von Mises, dimensional, *make-up loss*, etc.;
- 1.4. O relatório com os resultados dos testes deverá conter:
 - 1.4.1. Lista dos componentes testados;
 - 1.4.2. Resultados da inspeção dos componentes, pré e pós-teste, com fotos;
 - 1.4.3. Identificar áreas críticas a serem inspecionadas;
 - 1.4.4. Detalhar cada passo da Tabela 5 do Anexo 1 informando o resultado obtido em cada teste;
 - 1.4.4.1. Anexar os gráficos com as pressões, rampas de temperatura e forças aplicadas em cada ponto de verificação (*hold point*);
 - 1.4.5. O envelope de desempenho (*rated performance envelope*) do sistema conforme exemplo ilustrado na Figura 1.


Figura 1 - Exemplo de Envelope do Sistema de BMA.

- 1.5. Os testes deverão ser realizados no maior ID de assentamento para o qual o sistema é especificado;
- 1.6. Os fornecedores deverão testar, obrigatoriamente, os pontos definidos na Tabelas 3 e 4, cujos valores mínimos de força axial e diferencial de pressão foram definidos em 5.11.3 e 5.11.4 e temperaturas definidas em 5.11.1:

Tabela 3 - Envelope de Testes. ΔP : diferencial de pressão; F: força axial resultante

Ponto	Carregamento axial (lbs)	Diferencial de Pressão (psi)
B	$1,3 \times F$	0
C	0	$-1,3 \times \Delta P$
E	$-1,3 \times F$	0
F	0	$1,3 \times \Delta P$

Tabela 4 - Envelope de Testes com cargas combinadas. ΔP : diferencial de pressão; F: força axial resultante.

Ponto	Carregamento axial (lbs)	Diferencial de Pressão (psi)
A	$1,3 \times F$	$1,3 \times \Delta P$
D	$-1,3 \times F$	$-1,3 \times \Delta P$

- 1.7. O envelope de desempenho (*rated performance envelope*) dos componentes formam os limites operacionais máximos do sistema;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	REV. 0
	ESTRUTURA DE POÇO			Folha 17 de 27
	TÍTULO:			PÚBLICO
	Barreira Mecânica de Anular (BMA)			POCOS/EP/ITC/ETP
1.7.1. O envelope deve representar todo o intervalo de ID de assentamento para o qual o sistema é especificado.				
2. PROCEDIMENTO DE TESTE				
2.1. A tabela 5 abaixo define as etapas de teste da BMA para definição do envelope				
Passos	Procedimentos			Critérios de aceitação
1.	Instalar a BMA e sistema de ancoragem (se houver) e retirar pressão de assentamento. Aquecer até à temperatura nominal máxima ou superior			Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
2.	Aplicar o carregamento axial resultante ascendente (ponto B).			O carregamento axial resultante deve ser mantido por um período mínimo de 5 minutos, sem movimentação do sistema de ancoragem (se houver) e vedação após a estabilização.
3.	Diminuir a temperatura até a temperatura ambiente (25°C).			Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
4.	Ajustar o carregamento axial resultante (ponto B)			O carregamento axial resultante deve ser mantido por um período mínimo de 5 minutos, sem movimentação após a estabilização.
5.	Remover esforço axial resultante			Não deve haver movimentação axial do sistema de ancoragem e vedação.
6.	Aquecer até à temperatura nominal máxima ou superior			Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
7.	Aplicar o carregamento axial resultante descendente (ponto E).			O carregamento axial resultante deve ser mantido por um período mínimo de 5 minutos, sem movimentação do sistema de ancoragem (se houver) e vedação após a estabilização.
8.	Diminuir a temperatura até a temperatura ambiente (25°C).			Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
9.	Ajustar o carregamento axial resultante (ponto E)			O carregamento axial resultante deve ser mantido por um período mínimo de 5 minutos, sem movimentação do sistema de ancoragem (se houver) e vedação após a estabilização.
10.	Remover esforço axial resultante			
11.	Aquecer até à temperatura nominal máxima ou superior			Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	REV. 0
	ESTRUTURA DE POÇO			Folha 18 de 27
	TÍTULO:			PÚBLICO
	Barreira Mecânica de Anular (BMA)			POCOS/EP/ITC/ETP
12.	Aplicar diferencial de pressão ascendente (ponto F)	Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.		
13.	Diminuir a temperatura até a temperatura ambiente (25°C).	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.		
14.	Ajustar diferencial de pressão (ponto F)	O diferencial de pressão deve ser mantido por 15 minutos. Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.		
15.	Remover diferencial de pressão			
16.	Aquecer até à temperatura nominal máxima ou superior	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.		
17.	Aplicar diferencial de pressão descendente (ponto C)	Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.		
18.	Diminuir a temperatura até a temperatura ambiente (25°C).	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.		
19.	Ajustar diferencial de pressão (ponto C)	O diferencial de pressão deve ser mantido por 15 minutos. Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.		
20.	Remover diferencial de pressão			
21.	Aplicar carregamentos combinados de esforço axial resultante e pressão na sequência A,B,C,D,E,F, conforme estabelecido na Tabela 1 e Tabelas 2.	Para cada ponto manter o carregamento combinado por 15 minutos. Não pode haver movimentação do sistema de ancoragem (se houver) e vedação e adicionalmente: Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.		
22.	Retirar todos os esforços.			
23.	Aumentar a temperatura até a temperatura nominal máxima ou superior.	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.		
24.	Repetir passos 21 e 22			
25.	Fim de teste.			

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

Nº

REV.

0

ESTRUTURA DE POÇO

Folha 19 de 27

TÍTULO:

Barreira Mecânica de Anular (BMA)

PÚBLICO

POCOS/EP/ITC/ETP

Observações:

Para validação V0, utilizar nitrogênio.

Ciclo de temperatura: intervalo de testes delimitado pela temperatura mínima e máxima.

A BMA deve se manter íntegra durante o teste.

(FIM DO ANEXO)

ANEXO 2 - PROTOCOLO DE TESTE - CARREGAMENTOS CÍCLICOS

1. ORIENTAÇÕES GERAIS

- 1.1. Este protocolo tem o objetivo de especificar os testes para carregamentos cíclicos a serem realizados pelo fornecedor na sequência aos preconizados no Anexo 1 da presente ET.
- 1.2. Os componentes do sistema de *BMA* a serem testados são: Sistema de ancoragem (se houver) e sistema de vedação de anular.
- 1.3. O relatório com os resultados dos testes deverá conter:
 - 1.3.1. Lista dos componentes testados;
 - 1.3.2. Resultados da inspeção dos componentes, pré e pós-teste, com fotos;
 - 1.3.3. Identificar áreas críticas a serem inspecionadas;
 - 1.3.4. Detalhar cada passo do procedimento descrito na tabela 4 deste anexo, informando o resultado obtido em cada teste;
 - 1.3.5. Anexar os gráficos com as pressões, rampas de temperatura e forças aplicadas em cada ponto de verificação (*hold point*);
- 1.4. Os testes deverão ser realizados no maior ID de assentamento para o qual o sistema é especificado;
- 1.5. Os fornecedores deverão testar, obrigatoriamente, os pontos definidos na Tabela 6, cujos valores mínimos de força axial e diferencial de pressão foram definidos em 5.11.3 e 5.11.4 e temperaturas definidas em 5.11.1: considerando carregamentos e descarregamentos a partir da origem (ponto O):

Tabela 6 - Pontos para avaliação do Sistema de BMA. ΔP : diferencial de pressão; F: força axial resultante.

Ponto	Carregamento axial (lbs)	Pressão (psi)
A	F	ΔP
D	-F	$-\Delta P$

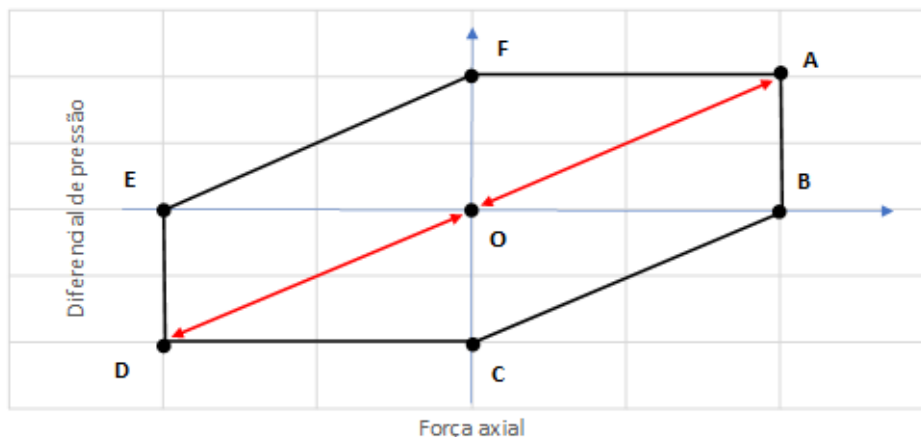


Figura 2 – Pontos para avaliação da BMA.

2. PROCEDIMENTO DE TESTE DE CARREGAMENTOS CÍCLICOS

2.1. A aceitação do sistema de BMA diante do protocolo de testes definido no Anexo 1 da presente ET-R é a condição inicial para a execução do procedimento de teste de carregamentos cíclicos. A Tabela 7 elenca os passos, procedimentos e critérios de aceitação para os testes de ciclagem.

Tabela 7 – Pontos para avaliação do Sistema de BMA

Passos	Procedimentos	Crítérios de aceitação
1.	Manter dispositivo de teste na temperatura ambiente.	N/A.
2.	Instalar a BMA e sistema de ancoragem (se houver) e retirar pressão interna do revestimento.	
3.	Aplicar carga axial e diferencial de pressão (ponto A).	O carregamento deve ser mantido por um período mínimo de 1 minuto, sem movimentação do sistema de ancoragem (se houver) e vedação.
4.	Retirar carga axial e diferencial de pressão (ponto O).	N/A
5.	Repetir os passos 2 e 3 por mais 49 vezes, totalizando 50 ciclos.	O carregamento deve ser mantido por um período mínimo de 1 minuto, sem movimentação do sistema de ancoragem (se houver) e vedação.
6.	Aquecer até a temperatura máxima de 150 C.	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.

7.	Repetir os passos 3 e 4 por mais 50 vezes com a temperatura do item 6, totalizando 100 ciclos	O carregamento deve ser mantido por um período mínimo de 1 minuto, sem movimentação do sistema de ancoragem (se houver) e vedação.
8.	Aplicar carga axial e diferencial de pressão (ponto D).	O carregamento deve ser mantido por um período mínimo de 1 minuto, sem movimentação do sistema de ancoragem (se houver) e vedação.
9.	Retirar carga axial e diferencial de pressão (ponto O).	N/A
10.	Repetir os passos 8 e 9 por mais 49 vezes, totalizando 150 ciclos.	O carregamento deve ser mantido por um período mínimo de 1 minuto, sem movimentação do sistema de ancoragem (se houver) e vedação.
11.	Reduzir até a temperatura ambiente	N/A.
12.	Repetir os passos 8 e 9 por mais 49 vezes, totalizando 199 ciclos.	O carregamento deve ser mantido por um período mínimo de 1 minuto, sem movimentação do sistema de ancoragem (se houver) e vedação.
13.	Teste de vedação: aplicar carga axial e diferencial de pressão (ponto D).	O carregamento deve ser mantido por um período mínimo de 15 minutos, sem movimentação do sistema de ancoragem (se houver) e vedação. Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
14.	Fim do Teste	

Observações:

Para validação V0, utilizar nitrogênio.

O revestimento deve se manter íntegro durante o teste.

Para cada ciclo o critério de aceitação é ausência de movimentação e zero bolhas.

ANEXO 3 - INSTRUMENTAÇÃO (VERIF. DE ASSENTAMENTO)

Assinatura de expansão

Durante a expansão da camisa metal-elastomérica a medida de pressão e temperatura interna da BMA deve estar disponível para validação da correta expansão. Os eventos importantes a serem medidos e confirmado são: contato com o revestimento anterior, fechamento da comunicação com o interior/exterior do revestimento, pressão interna trapeada.

Selo

A pressão e temperatura do anular superior e inferior da BMA deverá estar disponível através de operação through tubing ou através de integração com o PDG por acoplamento de proximidade. A taxa de amostragem local deverá permitir a análise estática e transiente de pressão de forma a permitir a identificação e confirmação de vazamento.

Sistema de medida

Temperatura: 10 °C a 125 °C.

Exatidão: 0,5% do fundo de escala.

Resolução: 0,01 °C @ uma amostra por segundo

Sobre-temperatura: 1.1 x 125°C

Pressão: 15.000 psi

Exatidão: 0,02% do fundo de escala

Resolução: 0,01 psi @ uma amostra por segundo

Sobre-pressão: 1,25 x 15.000 psi

Sensor de posição: caso seja necessário para indicar o status de elementos de controle de expansão e pressão de suporte externo.

Unidade de alimentação e comunicação por proximidade deve estar disponível.

Bateria para até 120 dias de operação e pelo menos 3.000 pontos (aquisição local e transferência por proximidade).

Unidade de leitura

A unidade de leitura deverá ser compatível com as operações de cabo elétrico da Petrobras (*wireline operations*). A taxa de comunicação entre a unidade leitura e o sistema de medida da BMA deverá permitir uma medida (pressão e temperatura) a cada 5 segundos. A unidade de leitura deverá ser capaz de alimentar por proximidade e o sistema de medida da BMA.

Sistema de verificação de integridade.

Havendo viabilidade para integração por proximidade do sistema de leitura com o PDG (mesmo cabo TEC), esse será o meio desejável para comunicação e alimentação durante a produção para verificação de integridade.

Testes da instrumentação da BMA

Conformidade com AWES 3362 RP PIIWDC (exceto pelo alvo de confiabilidade que deve respeitar aquele definido por esta ET).

ANEXO 4 - FLUIDOS PREVISTOS PARA CICLO DE VIDA

Para a correta seleção das borrachas para os produtos químicos abaixo listados, a empresa fabricante da BMA terá que verificar com seus fornecedores de borracha onde eles se encaixam nas normas NORSOK-M-170 e ISO 23936-2, levando-se em consideração os produtos listados. Essas normas descrevem vários testes para qualificação de elastômeros e são amplamente utilizadas na indústria do petróleo.

- fluido sintético de base olefina;
- fluido base água;
- água do mar;
- hidrocarbonetos do reservatório;

Obs 1 : Utilização em ambiente de águas profundas e ultra profundas.

Obs 2 : Todos os fluidos serão expostos por 27 anos de vida do poço.

ANEXO 5 - TESTES DE COMPATIBILIDADE DE ELASTÔMEROS.

Para o sistema de selagem constituído de elastômeros devem ser realizados testes de compatibilidade química com fluidos possivelmente presentes durante a perfuração, completação e injeção para estimulação de poços, além da aromaticidade típica dos óleos produzidos no(s) reservatório(s) em questão.

Como fluido produzido pelo reservatório entende-se misturas de cadeias de carbono de tamanhos e geometrias distintas nas fases líquidas ou gasosas, podendo conter contaminantes ácidos tais como H₂S e CO₂. Os fluidos para controle de poço e injeção abrangem, mas não somente, as salmouras (cloreto de sódio e cálcio e outros sais) e os ácidos para estimulação (ácido clorídrico, acético, etileno diamino tetra acético – EDTA), glutaraldeído, além de inibidores compostos por solventes, sequestrantes de H₂S e álcoois. Uma lista de fluidos pode ser encontrada na Tabela 8, com tempos de exposição, concentrações e temperaturas típicas. Outros fluidos podem ser adicionados a esta lista, dependendo da especificidade do projeto a ser considerado.

A estimativa para longos tempos de contato (acima de 1 ano) devem ser realizadas de acordo com os critérios de envelhecimento acelerado, tomando como base o modelo de Arrhenius, conforme descrito na Norma ISO 23936-2. As faixas de condições da Tabela 8 devem ser respeitadas na execução dos testes de compatibilidade.

Tabela 8 – Fluidos para teste de imersão dos elastômeros propostos no projeto de Barreira Mecânica do Anular.

Fluido	Concentração (%)	Temperatura (°C)	Tempo de exposição (dias)
Ácidos graxos	50	100	15
Ácidos graxos aminados	50	100	15
glutaraldeído	0,5 – 5	100	15
Xileno	45 – 100	100	15
Ácido clorídrico	15 – 20	100	15
Butilglicol	10	100	15
GLDA (pH 3,5)	20	100	15
EDTA (pH 13)	20	100	15
Tensoativos	0,5	100	15
Inibidor de corrosão (base amina)	0,5 – 5 %	100	15
Lignina organofílica	100	100	15
Argila organofílica		100	15

Durante o período de imersão, deverão ser realizadas retiradas intermediárias dos corpos de prova em 1, 2, 4, 8 e 15 dias, de forma a medir a dinâmica de variação de propriedades dos materiais envelhecidos.

O fluido do reservatório pode ser usado em uma mistura de hidrocarbonetos parafínicos, alifáticos e aromáticos. Para título de teste de material elastomérico empregado em sistema de selagem, a Tabela 9 apresenta as condições.

Tabela 9 – Condições de teste para fluidos simulando o óleo de formação.

Condição	Heptano (% v/v)	Ciclohexano (% v/v)	Tolueno (% v/v)	Temperatura (°C)
2	60	20	20	120
3	60	10	30	120

A fase gás do teste de imersão deverá ter a seguinte composição:
60 % CO₂, 2 % H₂S e 38 % CH₄.

A distribuição das fases deve ser: 60 % fluidos da Tabela 9, 10 % de água deionizada e 30 % da fase gás.

Os testes deverão ser realizados em pressão de 100 bar.

Para os fluidos da composição do óleo de reservatório, deve-se considerar um tempo de 30 anos de atividade do poço, portanto, o modelo de Arrhenius para avaliação do envelhecimento acelerado deverá ser aplicado, de acordo com a Norma ISO 23936-2.

Para todos os testes, os corpos de prova devem ser cuidadosamente arranjados dentro da autoclave, de forma que todas as superfícies estejam separadas e igualmente em contato com o fluido. Esta disposição pode ser conseguida através da disposição dos

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	REV. 0
	ESTRUTURA DE POÇO			Folha 26 de 27
	TÍTULO:			PÚBLICO
	Barreira Mecânica de Anular (BMA)			POCOS/EP/ITC/ETP

corpos de prova em suportes. É recomendada uma relação mínima de 4,0 ml/cm² e o fluido deve ser renovado a cada retirada intermediária.

As propriedades mecânicas de tração na ruptura, alongamento na ruptura, tração no escoamento, alongamento no escoamento, módulo de Young e dureza deverão ser medidos antes e após o envelhecimento/conato com o fluido. Os critérios de aceitação dos materiais após envelhecimento químicos devem se enquadrar nos limites de variação abaixo:

Volume: +25%/ -5 %
Dureza: +10/ -20 pontos (+5/ -20 pontos quando a dureza original for 90) – aplicável tanto para dureza IRHD, quanto Shore
Tensão: 50% [módulo (a 50% ou a 100% do alongamento), tração, alongamento na ruptura]:
Relaxação das tensões compressivas (*compressive stress relaxation*) - seguindo as normas ASTM D6147-97 ou ISO 3384-1: Critério a ser definido com o contratante (Petrobras).

Os resultados devem ser apresentados em relatório com significância estatística e análise de diferenças de médias (método de Fisher e/ou método de Duncan) com nível de significância de 95 %, assim como a especificação do elastômero (família, *grade*, fornecedor), fabricante, tempo de vida em prateleira e rastreabilidade (número de série ou outro identificador).

Deverão ser realizados testes de descompressão rápida, de acordo com os critérios da Norma ISO 23936-2, Anexo B, considerando composição do gás de 40 % CO₂ e 60 % N₂.

O critério de aceitação está atrelado à não haver nota alguma acima de 3 para qualquer seção transversal de anel considerado.

A temperatura mínima de realização dos testes de descompressão rápida (RGD) é de 100 °C e pressão de 600 bar, sendo aceitas temperaturas e pressões maiores. A taxa de descompressão no valor de 20 bar/min até a pressão 0 bar deve ser registrada em sistema automático. A avaliação dos corpos de prova deverá ser realizada após 8 ciclos de compressão e descompressão.

A tabela B6 da Norma ISO 23936-2 contém o modelo do formato de apresentação de dados que deverá ser adotado.

Os seguintes dados devem constar do relatório de testes:

- Nome do fabricante do elastômero
- Nome do fornecedor do elastômero
- Tipo de elastômero
- *Grade*

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	REV.	0
	ESTRUTURA DE POÇO			Folha 27 de 27	
	TÍTULO:			PÚBLICO	
	Barreira Mecânica de Anular (BMA)			POCOS/EP/ITC/ETP	
- Densidade - Dureza - Limite de Escoamento - Tensão aplicada com 50% de alongamento - Tensão aplicada com 100% de alongamento - Alongamento na ruptura - Temperatura de transição vítrea (T_g)					