 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-2000.00-1180-210-PPQ-001
	PROGRAMA: Poços	Folha 1 de 20
POCOS/CTPS/ QC	ÁREA: ESTRUTURA DE POÇO	-
	TÍTULO: Suspensores e Conjuntos de Vedação dos Sistemas de <i>Liner</i>	PÚBLICO
POCOS/CTPS/QC		

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Emissão original.


	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	30/08/2018								
PROJETO	POCOS/CTPS/QC								
EXECUÇÃO	POCOS/CTPS/QC								
VERIFICAÇÃO	POCOS/SPO/PEP/PROJ-EP								
APROVAÇÃO	POCOS/CTPS/QC								

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

FORMULÁRIO PERTENCENTE À PETROBRAS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	3
2 ESCOPO	3
3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
4 SIGLAS OU ABREVIATURAS	4
5 DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS	5
6 REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES.....	8
7 DOCUMENTAÇÃO	9
ANEXO 1.....	11
ANEXO 2.....	17

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-2000.00-1180-210-PPQ-001	REV. 0
	ESTRUTURA DE POÇO		Folha 3 de 20
	TÍTULO: Suspensores e conjuntos de Vedação dos Sistemas de <i>Liner</i>		PÚBLICO

1 INTRODUÇÃO


- 1.1 Esta especificação técnica foi elaborada com o objetivo de definir os requisitos técnicos mínimos e o protocolo de testes exigidos pela PETROBRAS para suspensor e conjunto de vedação dos sistemas de *Liner*.
- 1.2 Entende-se por sistema de *Liner* todos os consumíveis que se tornam parte integrante do poço e que são responsáveis pela ancoragem do *Liner* e vedação do anular, os acessórios necessários para a tarefa de cimentação do *Liner* e instalação dos consumíveis, e as ferramentas necessárias para a instalação do sistema de *Liner* e seus acessórios e consumíveis.

2 ESCOPO

- 2.1 Esta especificação fornece requisitos mínimos para os sistemas de *Liner* a serem utilizados em poços marítimos da PETROBRAS. Esta especificação fornece requisitos funcionais e técnicos mínimos para projeto, verificação e validação dos sistemas, além de documentação para comprovação destes requisitos.
- 2.1.1 Na ET-RBS os requisitos podem ser revistos apenas para uma condição mais severa de acordo com o cenário de aplicação;
- 2.2 Não estão incluídos no escopo desta especificação os substitutos (subs) de cruzamento de conexão ou diâmetro de revestimento, acessórios de cimentação (sapatas, colares, plugues de cimentação, dardos e esferas), colar de assentamento e cabeças de cimentação. A especificação técnica de todo o sistema de *Liner* será apresentada na ET-RBS para o processo de contratação.
- 2.3 Os sistemas de *Liner* deverão prover ancoragem e vedação em manobra única.
- 2.4 O sistema poderá ser composto de peça única para ancoragem do revestimento e vedação de anular ou utilizar um conjunto de suspensor e obturador de anular combinados, mas que devem, obrigatoriamente, ser instalados em manobra única.

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 **ISO 9001** – *Quality management systems – Requirements.*
- 3.6 **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.*

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-2000.00-1180-210-PPQ-001	REV. 0
	ESTRUTURA DE POÇO		Folha 4 de 20
	TÍTULO:	Suspensores e conjuntos de Vedação dos Sistemas de Liner	PÚBLICO
			POCOS/CTPS/QC

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

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

3.9 **IEC 60812** – *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)*

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 **TBR** – *Tieback Receptacle.*

4.14 **PBR** – *Polished Bore Receptacle.*

4.15 **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

5 DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS

- 5.1 O sistema de *Liner* deverá permitir flexibilidade de instalação tanto em sondas fixas como em flutuantes providas de sistema de compensação de movimento.
- 5.2 Todos os componentes dos sistemas de *Liner* deverão manter suas funcionalidades de ancoragem e isolamento durante e após a instalação, seja com o poço em operação ou fechado. Este requisito vale inclusive para os elementos de vedação do sistema hidráulico de acionamento de cunhas quando o sistema de *Liner* fizer uso deste mecanismo.
- 5.3 A ferramenta de assentamento do sistema de *Liner* deverá possuir no mínimo 2 mecanismos de liberação independentes. O sistema de liberação principal deverá ser obrigatoriamente hidráulico e o mecanismo secundário pode ser mecânico ou hidráulico. Exceções estão dispostas na tabela 1.
- 5.4 O sistema deverá manter suas resistências mecânicas funcionais, nas condições definidas na Tabela 1, após instalação atendendo o ciclo de vida do poço:
- 5.4.1 Sob ação de fluido sintético de base olefina;
 - 5.4.2 Sob ação de fluido base água;
 - 5.4.3 Sob ação de água do mar;
 - 5.4.4 Sob ação de hidrocarbonetos do reservatório;
 - 5.4.5 Utilização em ambiente de águas profundas e ultra profundas.



PETROBRAS

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Nº ET-2000.00-1180-210-PPQ-001

REV. 0

ESTRUTURA DE POÇO

Folha 6 de 20

TÍTULO:

Suspensores e conjuntos de Vedação dos Sistemas de Liner

PÚBLICO

POCOS/CTPS/QC

Tabela 1 - Requisitos mínimos dos sistemas de Liner.

Sistema		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Liner		18 x 22	16 x 20	13 5/8 x 20	13 5/8 x 16	11 7/8 x 13 3/8	10 3/4 x 13 3/8	9 7/8 x 13 3/8	9 7/8 x 11 7/8	7 5/8 x 10 3/4	7 5/8 x 9 7/8	7 x 10 3/4	7 x 9 7/8		
CARACTERÍSTICAS DO REVESTIMENTO ANTERIOR	Para assentar em (pol)	A	22	20	20	16	13 3/8	13 3/8	13 3/8	11 7/8	10 3/4	9 5/8	10 3/4	9 5/8	
		B	22	20	20	16	13 3/8	13 3/8	13 3/8	-	10 3/4	9 5/8	10 3/4	9 5/8	
		C	-	20	20	-	14	14	14	-	10 3/4	9 7/8	10 3/4	9 7/8	
	Peso (lb/pé)	A	253	133	133	84	72	72	72	71,8	65,7	47	65,7	47	
		B	188	158	158	96	88,2	88,2	88,2	-	73,2	53,5	73,2	53,5	
		C	-	206	206	-	114	114	114	-	85,3	66,9	85,3	66,9	
	D.I. (pol)	A	19,75	18,75	18,75	14,85	12,347	12,347	12,347	10,711	9,56	8,681	9,56	8,681	
		B	20 3/8	18,5	18,5	15	12,375	12,375	12,375	-	9,406	8,535	9,406	8,535	
		C	-	18	18	-	12,375	12,375	12,375	-	9,156	8,539	9,156	8,539	
	Drift (pol)	A	19,563	18,563	18,563	14,822	12 1/4	12 1/4	12 1/4	10,625	9 1/2	8,525	9 1/2	8,525	
		B	20,189	18,165	18,165	14 3/4	12 1/4	12 1/4	12 1/4	-	9,25	8 1/2	9,25	8 1/2	
		C	-	17,813	17,813	-	12 1/4	12 1/4	12 1/4	-	9	8 1/2	9	8 1/2	
	Aço (ksi)	A	-	X-56	X-56	X-80	P-110	P-110	P-110	C-125 HC	C-110 HC	L-80	C-110 HC	L-80	
		B	X-80	X-80	X-80	C-110HC	C-110 HC	C-110 HC	C-110 HC	-	C-110 HC	C-110 HC	C-110 HC	C-110 HC	
		C	-	X-70	X-70	-	C-125 HC	C-125 HC	C-125 HC	-	C-110 HC	C-125 HC	C-110 HC	C-125 HC	
	REQUISITOS MÍNIMOS DO SISTEMA	Componentes do Liner deverão ter diâmetro externo máximo que atendam ao drift (pol)	A	-	-	-	-	-	-	-	9,315	-	9,315	-	
			B	18,438	17,500	17,500	14,600	12,150	12,150	12,150	10,500	8,965	8,460	8,965	8,460
			C	-	-	-	-	-	-	-	-	8,965	-	8,965	-
Peso nominal do revestimento a ser descido (lb/pé)		1	117	96	88,2	88,2	71,8	65,7	66,9	66,9	55,3	55,3	32	32	
		2	162	84	-	-	-	-	73,2	-	-	-	-	-	
		3	-	-	-	-	-	-	85,3	-	-	-	-	-	
Garantia mínima de passagem (drift) do sistema de Liner (pol)		1	-	-	-	-	-	9,500	-	-	-	-	-	-	
		2	16,000	14,750	12,250	12,250	10,625	9,250	8,500	8,500	6,126	6,126	6,000	6,000	
		3	-	-	-	-	-	9,000	-	-	-	-	-	-	
(*) Resistência para Esforço Axial Ascendente (lbf)		400.000	300.000	300.000	300.000	400.000	700.000	700.000	700.000	400.000	400.000	400.000	400.000		
Capacidade de ancoragem (lbf)		1.000.000	1.000.000	1.400.000	600.000	400.000	550.000	890.000	400.000	385.000	440.000	470.000	500.000		
Quantidade de liberação de ferramenta		2	1 ou +	1 ou +	1 ou +	1 ou +	2	2	1 ou +	2	2	2	2		
Resistência à tração mínima (klbf)		1.000	1.200	1.200	1.500	700	1000	1000	790	800	400	400	400		
Resistência à compressão mínima (klbf)		1.000	950	950	950	500	800	800	400	350	300	350	350		
Resistência ao colapso mínima (psi)		2.800	1.500	1.500	4.500	3.900	7.000	10000	6000	9000	7000	9000	7000		
Resistência à pressão interna mínima (psi)		6.400	4.400	4.400	6.000	5.000	7.500	11000	7000	10000	7500	10000	7500		
Resistência ao torque durante a descida e instalação		40.000	40.000	40.000	45000	20500	35000	35000	34000	25000	25000	25000	25000		
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	Faixa de temperatura de operação (°F)		40 - 275	40 - 275	77 - 275	77 - 300	77 - 300	77 - 300	77 - 300	77 - 300	77 - 300	77 - 300	77 - 300	77 - 300	
	Faixa de inclinação no ponto de ancoragem		0° - 15°	0° - 15°	0° - 15°	0° - 45°	0° - 45°	0° - 90°	0° - 90°	0° - 90°	0° - 90°	0° - 90°	0° - 90°	0° - 90°	
	Dog leg máximo (°/100ft)		3	3	3	5	5	7	7	7	7	7	7	7	
	Diferencial Pressão Obturador nos dois sentidos (psi@°F)		2000 @ 200	2000 @ 200	2500 @ 200	2500 @ 300	3000 @ 300	6500 @ 300	6500 @ 300	5000 @ 300	6500 @ 300	6500 @ 300	6500 @ 300	6500 @ 300	
	Grau de validação ISO 14310		V3	V3	V3	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	
Vazão (bpm)		13,5	13,5	13,5	13,5	11	12,5	12,5	10,5	11	11	9	9		

(*) A resistência para esforço axial ascendente pode ser obtida com aplicação hold-down slips quando necessário

- 5.5 O sistema de *Liner* poderá ser instalado em tubos com ou sem costura.
- 5.6 No caso de impossibilidade de instalação do sistema de *Liner* nos revestimentos informados, o fornecedor poderá prover um *target joint*, mas neste caso deverão ser fornecidos os acessórios necessários para compatibilizar o sistema conforme requisitos da ET-RBS. Esses acessórios devem atender a todos os requisitos apresentados na Tabela 1
- 5.6.1 As condições de aplicação para um *target joint* serão definidas na ET-RBS observando os cenários de aplicação;
- 5.7 As seguintes funções básicas devem ser executadas pelo sistema de *Liner*:
- 5.7.1 Durante a descida:
- 5.7.1.1 Permitir descarregar peso, aplicar tração e girar o revestimento. Esses esforços poderão ser combinados;
- 5.7.1.2 Os elementos de vedação devem estar protegidos de modo a preservar sua integridade;
- 5.7.1.3 Os elementos de ancoragem devem estar protegidos durante a descida de modo a não serem acionados indevidamente por ação mecânica.
- 5.7.2 Durante a cimentação:
- 5.7.2.1 Poderá ter contato com fluidos cimentantes (inclusive a ferramenta de instalação do conjunto de *Liner*);
- 5.7.2.2 Deverá permitir o giro da coluna de revestimento.
- 5.7.3 Após a Cimentação:
- 5.7.3.1 A ferramenta de instalação do conjunto deve permitir realizar teste de estanqueidade do elemento de vedação logo após sua energização, sem pressurizar o interior do *Liner*.
- 5.8 Deve haver a possibilidade de instalação de dispositivo secundário (contingência) para realizar a vedação do anular em caso de falha do mecanismo principal.
- 5.9 Após a instalação e teste do elemento de vedação, não deve permanecer nenhum elemento no interior da coluna de assentamento que possa causar sua obstrução.
- 5.10 Na ET-RBS serão especificados os sistemas com aplicação "*sour services*" (C-110 e 125ksi SS). Para esses casos deverão ser realizados os testes de qualificação a seguir.
- 5.10.1 API 5CT grau C-110 - O tubo em metalurgia C-110 deve estar apto para trabalhar nas três regiões definida na ISO 15156-2, em qualquer temperatura. Os testes de qualificação devem ser conforme a tabela B1 Teste UT da ISO 15156-2.
- 5.10.2 API 5CT 125ksi *Sour Service* – C-125 - Testes de qualificação conforme a tabela B1 Teste UT da ISO 15156-2 para trabalho na região 1 da figura.

5.10.2.1 Usar solução A com mistura CO₂/H₂S, 97% CO₂ e 3% H₂S e o pH variando de 2,6 a 2,8 no início dos testes, não podendo exceder 4,0 ao final.

5.10.3 Para os sistemas de *Liner* compostos por peça única (expansíveis) a parte do equipamento que sofrer expansão poderá ser de metalurgia diferente dos graus C-110 e 125ksi SS desde que, após a sua expansão, o material atenda as exigências dispostas em 5.9.1 e 5.9.2.

5.11 As conexões do sistema de *Liner* com os revestimentos serão especificadas pela Petrobras na ET-RBS durante o processo de contratação.

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

5.12.1 A PETROBRAS deve ser notificada de todas as alterações que se fizerem necessárias ao longo da vigência do contrato.

5.13 Com o objetivo de atender as características dimensionais e de resistência, a contratada poderá apresentar, para um mesmo sistema, diferentes arranjos de equipamentos. Por exemplo, para um sistema que será ancorado em revestimento de 10 ¾ " poderão ser considerados dois tipos de suspensores de *Liner* (e obturadores anulares, caso o sistema utilize), sendo o primeiro para ser ancorado em revestimento com 65.7 lb/pé e 73,2lb/pé e outro para ser ancorado em 85.3lb/pé.

5.14 No ato do atendimento à ET-R, o sistema de *Liner* deverá promover vedação com grau de validação mínimo, conforme especificado em Tabela 1, ou superior, nos dois sentidos, atendendo aos critérios da API SPEC 11D1/ISO14310. Os testes devem ter sido realizados no mínimo de acordo com a temperatura e diferencial de pressão exigidos.

5.14.1 A escala do grau de validação define o grau V0 como o maior de todos, enquanto que o V6 é o menor;

5.14.2 O grau de validação definitivo do sistema será definido na ET-RBS;

6 REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES

6.1 Os produtos e sistemas produzidos de acordo com a especificação devem ser projetados e fabricados sob um sistema de gestão da qualidade (QMS) que esteja em conformidade com API Spec Q1 ou ISO / TS 29001;

6.2 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 do sistema de *Liner* testado, bem como daqueles a serem fornecidos à PETROBRAS. Estas informações deverão ser fornecidas sempre que solicitado pela PETROBRAS.

6.3 Relatórios técnicos com os ensaios e procedimentos realizados conforme a norma API 11D1/ISO14310, devem ser certificados pela API ou por terceira parte reconhecida pelo IAF/ILAC.

- 6.4 Quando solicitado protocolo de testes conforme Anexo I desta especificação técnica, os ensaios e procedimentos deverão ser atestados por parte reconhecida pelo IAF/ILAC e poderão ser acompanhados por representante da PETROBRAS;
- 6.5 O fornecedor deve disponibilizar os recursos necessários, incluindo pelo menos documentação técnica e 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 e dos componentes da instalação do equipamento ou prestação de serviços.

7 DOCUMENTAÇÃO

- 7.1 A empresa ou fornecedor deve documentar e arcar com os custos dos testes necessários para a determinação dos requisitos solicitados na Tabela 1 e conforme especificado no Anexo 1.
- 7.2 Documentação Técnica a ser apresentada no ato do atendimento à ET-R:
- 7.2.1 Formulário de análise de sistemas de *Liner* preenchido (Anexo 2).
 - 7.2.2 *Data Sheet* dos sistemas a serem fornecidos.
 - 7.2.3 Certificação API Spec Q1 comprovando que está em conformidade com os requisitos da norma vigente. Os produtos e sistemas produzidos de acordo com a especificação devem ser projetados e fabricados sob um sistema de gestão da qualidade (QMS) que esteja em conformidade com API Spec Q1 ou ISO / TS 29001.
 - 7.2.3.1 Os certificados deverão ser acreditados por entidade reconhecida pelo IAF/ILAC ou atendimento ao monograma API.
 - 7.2.3.2 Os certificados deverão estar válidos no momento da apresentação das propostas, andamento do processo de contratação, assinatura do contrato e sua vigência.
 - 7.2.3.3 Todos os monogramas API apresentados à PETROBRAS deverão ser referentes à(s) fábrica(s) fornecedora(s) do equipamento.
 - 7.2.4 Conjunto completo de desenhos explicitando diâmetros externos, *drifts*, diâmetros internos e comprimentos de cada componente do sistema (incluindo as ferramentas de instalação).
 - 7.2.4.1 Para sistemas que variam suas dimensões, os desenhos devem refletir suas condições dimensionais antes e após sua instalação;
 - 7.2.4.2 Tipo de material, limite de escoamento e as conexões de cada um dos componentes (incluindo as conexões internas) do sistema;
 - 7.2.5 Manual de operação dos sistemas que serão fornecidos.
 - 7.2.6 Relatório de teste de validação dos obturadores de anular:
 - 7.2.6.1 Os obturadores de anular deverão promover vedação com grau de validação mínimo, conforme item “Diferencial Pressão Obturador nos dois sentidos (psi@°F)”

da seção “Condições Operacionais” da Tabela 1, ou superior, atendendo aos critérios da API SPEC 11D1/ISO14310.

7.2.6.2 Deverá ser apresentado o relatório de validação de pelo menos um obturador anular para cada tecnologia de sistema de *Liner* ofertada.

- a) Entenda-se como inserido em uma mesma tecnologia de sistema de *Liner* aqueles sistemas de *Liners* com diâmetros nominais diferentes entre si, mas com metodologias de design, mecanismos de acionamento e de liberação iguais.

7.2.6.3 O relatório deverá ser elaborado conforme descrito no item 1.6 do Anexo 1;

7.2.6.4 A escala do grau de validação define o grau V0 como o maior de todos, enquanto que o V6 é o menor;

7.2.7 Histórico de utilização do equipamento contendo os cenários de aplicações, os parâmetros de desempenho e análise de falhas ocorridas, com evidências fornecidas pelas empresas que contrataram o serviço ou compraram equipamento e /ou por apresentação de publicações em meios de reconhecida reputação técnica tais como SPE, IADC, *Oil & Gas Journal*, etc.

7.3 Orientações acerca da documentação a ser exigida na ET-RBS:

7.3.1 Relatório técnico dos ensaios e procedimentos realizados para o grau de validação do equipamento conforme Anexo I desta especificação técnica.

7.3.1.1 O fornecedor deverá disponibilizar a PETROBRAS a envoltória de resistência de von Mises;

7.3.1.2 Os testes deverão ser atestados por parte reconhecida pelo IAF/ILAC e poderão ser acompanhados por representante da PETROBRAS;

7.3.2 A envoltória deverá ser construída utilizando FEA (*Finite Element Analysis*), contemplando os resultados dos ensaios e procedimentos descritos no Anexo I.

7.3.2.1 Os tipos de elementos numéricos utilizados no FEA deverão ser discriminados explicitamente no memorial de cálculo;

7.3.2.2 Informar caso sejam realizadas simplificações nos desenhos mecânicos para agilizar ou viabilizar as análises numéricas;

7.3.2.3 Todas as cargas do modelo deverão ser listadas, dentre elas, Forças, Momentos, Pressão e Fluxos de calor.

7.3.2.4 O memorial de cálculo deverá conter para cada uma das cargas aplicadas uma série de figuras extraídas do modelo indicando onde as mesmas são aplicadas;

7.4 Todos os documentos deverão ser fornecidos a PETROBRAS em formato pdf em Português e/ou Inglês.

ANEXO 1

PROTOCOLO DE TESTE PETROBRAS DE SISTEMAS DE *LINER*

1. ORIENTAÇÕES GERAIS

- 1.1. Este documento tem o objetivo de especificar os testes a serem realizados pelo fornecedor;
- 1.2. Os componentes do sistema de *Liner* a serem testados são: Suspensor, conjunto de vedação anular, camisa (TBR/PBR) e a ponteira de *Tie Back*. Os testes deverão ser realizados na configuração a seguir:
 - 1.2.1. Experimento 1: suspensor, conjunto de vedação anular e camisa (TBR/PBR) são testados conectados;
 - 1.2.2. Experimento 2: será testada a vedação entre a camisa (TBR/PBR) e a ponteira de *Tie Back*;
- 1.3. Caso o sistema de *Liner* não possa ser fornecido diretamente na conexão a ser definida da ET-RBS, a conexão do sistema de *Liner* deverá ser testada no Experimento 1;
 - 1.3.1. Caso possa haver dúvidas sobre a capacidade de fornecer o sistema de *Liner* diretamente na conexão a ser definida na ET-RBS, substitutos (subs) de cruzamento de conexão ou diâmetro de revestimento podem ser empregados, contudo, a conexão original do sistema de *Liner* deverá ser testada no Experimento 1;
- 1.4. Com o objetivo de otimizar a quantidade de testes a serem realizados, deverá ser observado o seguinte critério:
 - 1.4.1. Para o caso em que a única diferença entre sistemas de diferentes diâmetros nominais se resume ao elemento de vedação, é obrigatório realizar o teste de pelo menos um sistema de *Liner* conforme item 1.2. Para os demais diâmetros nominais poderá ser testado apenas o elemento de vedação anular conforme a API 11D1/ISO 14310 na faixa de temperatura definida na Tabela 1 da ET-R;
- 1.5. O envelope de carregamentos do sistema (*rated performance envelope*) será definido a partir dos carregamentos a seguir:
 - 1.5.1. Pressão interna;
 - 1.5.2. Pressão de colapso;
 - 1.5.3. Diferencial de pressão através do elemento do obturador;
 - 1.5.4. Resistência à tração;
 - 1.5.5. Resistência à compressão;
 - 1.5.6. Ciclos de temperatura;
 - 1.5.7. Capacidade de ancoragem;

1.5.8. Resistência para esforço axial ascendente (*hold down*);

1.5.9. Resistência ao torque.

1.6. O relatório com os resultados dos testes deverá conter:

1.6.1. Lista dos componentes testados;

1.6.2. Resultados da inspeção dos componentes, pré e pós-teste, com fotos;

1.6.3. Identificar áreas críticas a serem inspecionadas;

1.6.4. Detalhar cada passo da Tabela 3 do Anexo 1 informando o resultado obtido em cada teste;

1.6.4.1. Anexar os gráficos com as pressões, rampas de temperatura e forças aplicadas em cada ponto de verificação (*hold point*);

1.6.5. O envelope de desempenho (*rated performance envelope*) dos componentes descritos em 1.2.1;

1.6.6. Destacar no envelope definido em 1.6.5 os resultados dos testes dos componentes definido em 1.2.2;

1.6.7. Um envelope de exemplo é ilustrado na Figura 1 a seguir.

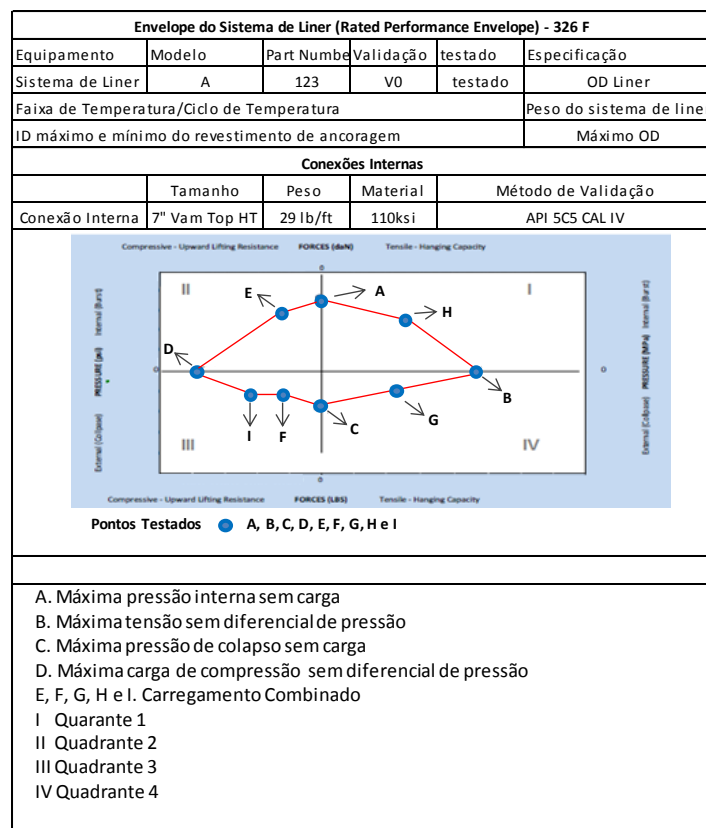


Figura 1 - Exemplo de Envelope do Sistema de Liner.

1.7. Os testes deverão ser realizados no maior ID para o qual o sistema é especificado;

1.8. Os fornecedores deverão testar, obrigatoriamente, os pontos definidos nas Tabelas 1 e 2 do Anexo 1;

Tabela 1 - Envelope de Testes. P_i : resistência à pressão interna; P_c : resistência à pressão de colapso; R_t : resistência à tração e R_c : resistência à compressão

Ponto	Carregamento axial (lbs)	Pressão (psi)
A	0	P_i
B	R_t	0
C	0	P_c
D	R_c	0

Tabela 2 - Envelope de Testes com cargas combinadas. P_i : resistência à pressão interna; P_c : resistência à pressão de colapso; R_t : resistência à tração e R_c : resistência à compressão

Ponto	Carregamento axial (lbs)	Pressão (psi)
E	0,5 R_c	0,75 P_i
F	0,5 R_c	0,5 P_c
G	0,5 R_t	0,5 P_c
H	0,75 R_t	0,75 P_i
I	0,75 R_c	0,5 P_c

1.9. As linhas limítrofes do envelope são formadas com os carregamentos máximos de compressão, tração (capacidade de ancoragem), pressão interna e pressão externa (colapso) do sistema.

1.9.1. A área dentro dos limites define o envelope de desempenho. As linhas que formam o limite do envelope são definidas como os limites operacionais máximos do sistema;

1.9.2. O envelope deve representar todo o intervalo de ID para o qual o sistema é especificado;

2. PROCEDIMENTO DE TESTE

2.1. Teste do suspensor e conjunto de vedação anular, com a camisa (TBR/PBR), conforme descrito em 1.2.1:

Passos	Procedimentos	Critérios de aceitação
1.	Instalar o suspensor de Liner no suporte. Aquecer até à temperatura máxima de funcionamento menos metade do intervalo de ciclo de temperatura.	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
2.	Pressurizar internamente para ativar o suspensor de Liner na menor pressão especificada pelo fornecedor.	A pressão de acionamento poderá variar +/- 10% do valor especificado pelo fornecedor.
3.	Aumentar a temperatura até a temperatura nominal máxima ou superior.	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
4.	Aplicar carregamento de tração nominal máximo.	O carregamento de tração nominal máximo deve ser mantido por um período mínimo de 5 minutos, sem movimentação após a estabilização.

5.	Diminuir a temperatura até a temperatura ambiente (25°C).	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
6.	Aplicar carregamento de tração nominal máximo.	O carregamento de tração nominal máximo deve ser mantido por um período mínimo de 5 minutos, sem movimentação após a estabilização.
7.	Aumentar a temperatura até a temperatura nominal máxima ou superior.	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
8.	Instalar obturador de anular de acordo com procedimentos do fornecedor (incluindo ajuste de tração definida no item 6).	No caso de acionamento hidráulico, a pressão de acionamento poderá variar +/- 10% do valor especificado pelo fornecedor.
9.	Aplicar pressão interna nominal máxima.	Para validação V3: redução de no máximo 1% na pressão nominal máxima durante 15 minutos, após estabilização. Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
10.	Remover a pressão interna.	
11.	Aplicar pressão externa nominal máxima, simultaneamente, acima e abaixo do obturador anular.	Para validação V3: redução de no máximo 1% na pressão nominal máxima durante 15 minutos, após estabilização. Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
12.	Remover a pressão externa acima do obturador anular, ajustando a pressão externa abaixo para o diferencial de pressão nominal máximo do obturador anular.	Para validação V3: redução de no máximo 1% na pressão nominal máxima durante 15 minutos, após estabilização. Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
13.	Remover a pressão externa abaixo do obturador anular.	
14.	Aplicar a pressão somente acima do obturador anular, de acordo com o diferencial de pressão máximo do obturador anular.	Para validação V3: redução de no máximo 1% na pressão nominal máxima durante 15 minutos, após estabilização. Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
15.	Remover pressão externa.	
16.	Aplicar carregamento de compressão nominal máximo de acordo com capacidade de travamento para esforço axial ascendente.	O carregamento de compressão nominal máximo deve ser mantido por um período mínimo de 5 minutos, sem movimentação após a estabilização.
17.	Diminuir a temperatura até a temperatura ambiente (25°C).	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.

18.	Repetir os passos 9 a 16.	
19.	Aplicar carregamentos combinados de carga e pressão para testar os pontos de intersecção do envelope, um ponto mínimo por quadrante, conforme Tabela . As cargas não poderão ser zeradas na transição de um ponto para o outro, seguindo a sequência definida na Tabela .	Para validação V3: redução de no máximo 1% na pressão nominal máxima durante 15 minutos, após estabilização. Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
20.	Aumentar a temperatura até a temperatura nominal máxima ou superior.	
21.	Repetir o passo 19.	
22.	Fim de teste.	

Observações:

Para validação V3, utilizar líquido conforme descrito na API 11D1 / ISO 14310.

Para validação V0, utilizar nitrogênio.

Ciclo de temperatura: intervalo de testes delimitado pela temperatura mínima e máxima, definidas na Tabela 1 da ET.

O revestimento deve se manter íntegro durante o teste.

O diferencial de pressão máximo suportado pelo obturador está definido na Tabela 1 da ET.

2.2. Teste da vedação entre a camisa (TBR/PBR) e a ponteira de *Tie Back*, conforme descrito em 1.2.2.

Passos	Procedimentos	Observações e critérios de aceitação
1.	Aquecer até à temperatura máxima de funcionamento menos metade do intervalo de ciclo de temperatura.	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
2.	Inserir por completo a ponteira de <i>Tie Back</i> na camisa, retirar por completo e inserir apenas meio curso da ponteira de <i>Tie Back</i> na camisa (TBR/PBR).	
3.	Aumentar a temperatura até a temperatura nominal máxima ou superior.	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
4.	Aplicar pressão interna nominal máxima.	Para validação V3: redução de no máximo 1% na pressão nominal máxima durante 15 minutos, após estabilização. Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
5.	Retirar pressão interna.	
6.	Aplicar pressão externa nominal máxima.	Para validação V3: redução de no máximo 1% na pressão nominal máxima durante 15 minutos, após estabilização. Para validação V0: zero bolhas

		durante 15 minutos, após estabilização.
7.	Retirar pressão externa.	
8.	Aplicar pressão interna nominal máxima.	Para validação V3: redução de no máximo 1% na pressão nominal máxima durante 15 minutos, após estabilização. Para validação V0: zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
9.	Retirar pressão interna.	
10.	Diminuir a temperatura até a temperatura ambiente (25°C).	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
11.	Repetir passos 4 a 9.	
12.	Aumentar a temperatura até a temperatura nominal máxima ou superior.	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
13.	Inserir por completo a ponteira de <i>Tie Back</i> na camisa (TBR/PBR).	
14.	Repetir passos 4 a 9.	
15.	Fim de teste.	

Observações:

Para validação V3, utilizar líquido conforme descrito na API 11D1 / ISO 14310.

Para validação V0, utilizar nitrogênio.

Ciclo de temperatura: intervalo de testes delimitado pela temperatura mínima e máxima, definidas na Tabela 1 da ET.

O revestimento deve se manter íntegro durante o teste.

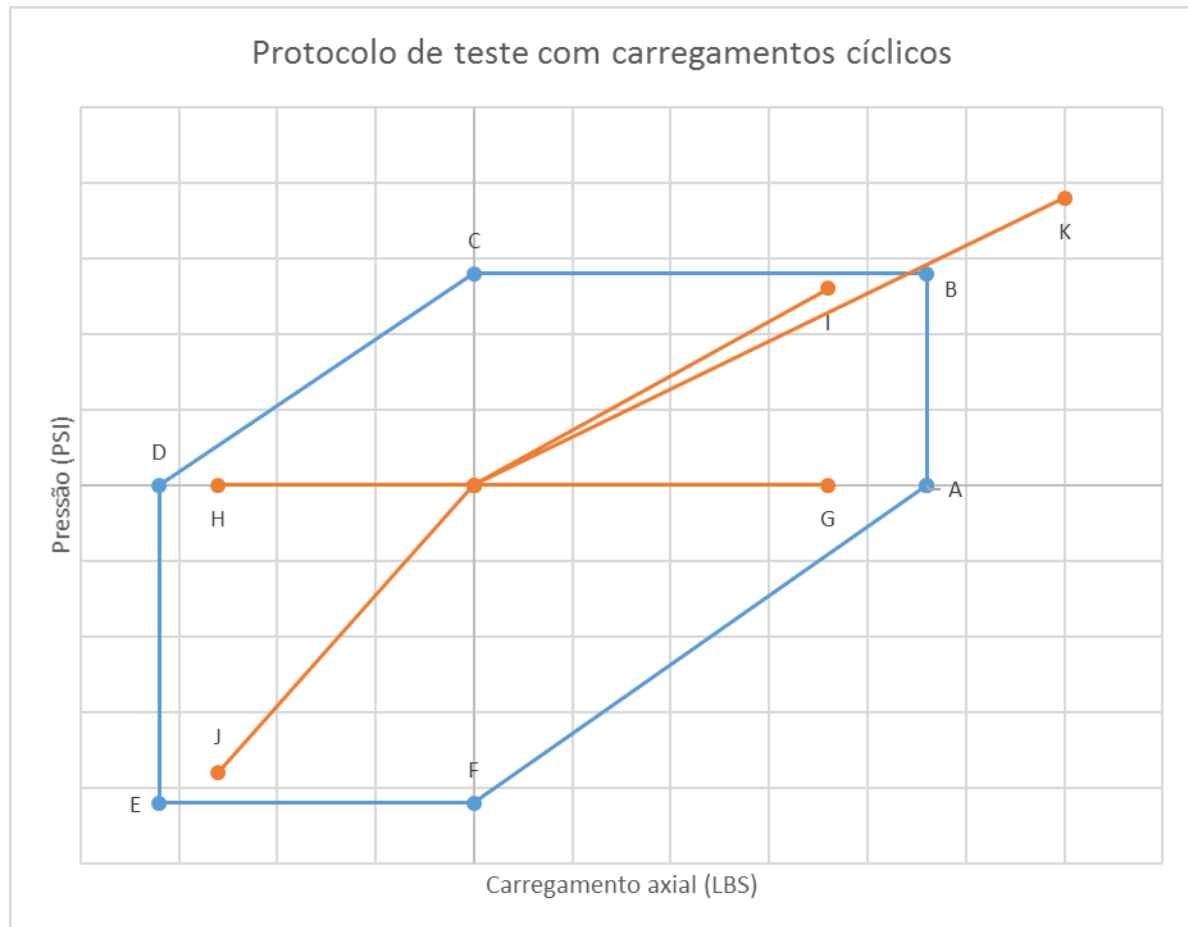
(FIM DO ANEXO)

ANEXO 2**PROTOCOLO DE TESTE PETROBRAS DE SISTEMAS DE *LINER* SOB
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 ET-2000.00-1180-210-PPQ-001 (ET-R);
- 1.2. Os componentes do sistema de *Liner* a serem testados são: Suspensor, conjunto de vedação anular e camisa (TBR/PBR). Os testes deverão ser realizados com suspensor, conjunto de vedação anular e camisa (TBR/PBR) conectados;
- 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 no item 0 deste documento, 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 para o qual o sistema é especificado;
- 1.5. Os fornecedores deverão testar, obrigatoriamente, os pontos definidos na Tabela 2:

Tabela 2- Pontos para avaliação do Sistema de Liner

Ponto	Carregamento axial (lbs)	Pressão (psi)
A	Rt	0
B	Rt	Pi
C	0	Pi
D	Rc	0
E	Rc	Pc
F	0	Pc
G	Ct	0
H	Cc	0
I	i1	i2
J	j1	j2
K	k1	k2

Protocolo de teste com carregamentos cíclicos

Figura 2 - Pontos para avaliação do Sistema de Liner
2. PROCEDIMENTO DE TESTE DE CARREGAMENTOS CÍCLICOS

2.1. A aceitação do sistema de *liner* diante do protocolo de testes definido no item 1.2.1 do Anexo I da ET-R é a condição inicial para a execução do procedimento de teste de carregamentos cíclicos. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** elenca os passos, rocedimentos e critérios de aceitação para os testes de ciclagem.

Passos	Procedimentos	Crítérios de aceitação
1.	Manter dispositivo de teste na temperatura ambiente.	N/A.
2.	Aplicar carga axial, conforme ponto A.	O carregamento deve ser mantido por um período mínimo de 5 minutos, sem movimentação.
3.	Aplicar pressão interna (ponto B) acima do obturador anular. Manter por 15 minutos.	Zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
4.	Retirar a carga axial enquanto mantém pressão (ponto C).	Zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
5.	Ventilar a pressão.	N/A.
6.	Aplicar carga axial, conforme ponto D.	O carregamento deve ser mantido por um período mínimo de 5

		minutos, sem movimentação.
7.	Aplicar pressão externa (ponto E) abaixo do obturador anular. Manter por 15 minutos.	Zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
8.	Retirar a carga axial enquanto mantém pressão (ponto F).	Zero bolhas durante 5 minutos, após estabilização.
9.	Ventilar a pressão.	N/A.
10.	Aplicar carga axial, conforme ponto G.	O carregamento deve ser mantido por um período mínimo de 5 minutos, sem movimentação.
11.	Retirar a carga axial.	N/A.
12.	Aplicar carga axial, conforme ponto H.	O carregamento deve ser mantido por um período mínimo de 5 minutos, sem movimentação.
13.	Retirar a carga axial.	N/A.
14.	Repetir os passos 10 a 13 por mais 18 vezes, totalizando 19 ciclos.	N/A.
15.	Aplicar pressão interna (ponto I) acima do obturador anular. Manter por 5 minutos.	Zero bolhas durante 5 minutos, após estabilização.
16.	Enquanto mantém a pressão interna acima do obturador anular, aplicar carga axial, (ponto I).	Sem movimentação e Zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
17.	Retirar a carga axial enquanto mantém pressão.	N/A.
18.	Ventilar a pressão.	N/A.
19.	Aplicar pressão externa abaixo do obturador anular (ponto J). Manter por 5 minutos.	Zero bolhas durante 5 minutos, após estabilização.
20.	Enquanto mantém a pressão externa abaixo do obturador anular, aplicar carga axial (ponto J).	Sem movimentação e Zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.
21.	Retirar a carga axial enquanto mantém pressão.	N/A.
22.	Ventilar pressão.	N/A.
23.	Repetir os passos 10 a 22 por mais 7 vezes, totalizando 8 ciclos.	N/A.
24.	Aquecer até a temperatura máxima de 300° F.	N/A.
25.	Repetir os passos 10 a 22 por mais 2 vezes com a temperatura definida no passo 24.	N/A.
26.	Aplicar pressão interna acima do obturador anular (ponto K). Manter por 5 minutos.	Zero bolhas durante 5 minutos, após estabilização.
27.	Enquanto mantém a pressão interna acima do obturador anular, aplicar carga axial (ponto K).	Sem movimentação e Zero bolhas durante 15 minutos, após estabilização.

28.	Retirar a carga axial enquanto mantém pressão.	N/A.
29.	Ventilar pressão.	N/A.
30.	Repetir os passos 1 a 9	Sem movimentação e Zero bolhas
31.	Fim do Teste	

Observações:

Para validação V0, utilizar nitrogênio.

O revestimento deve se manter íntegro durante o teste.

(FIM DO ANEXO)