 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº ET-2000.00-1180-210-PPQ-001	
	PROGR AMA:	Poços		Folha 1 de 25
	ÁR EA:	Estrutura de Poço		-
	TÍTULO:	Suspensores e Conjuntos de Vedação dos Sistemas de <i>Liner</i>		PÚBLICO
POCOS/CTPS/QC			POCOS/CTPS/QC	

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Emissão Original
A	Foi incluído o anexo 3.


	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G
DATA	30/08/2018	04/01/2019						
PROJETO	POCOS/CTPS/QC	POCOS/CTPS/QC						
EXECUÇÃO	POCOS/CTPS/QC	POCOS/CTPS/QC						
VERIFICAÇÃO	POCOS/SPO/PEP/PROJ-EP	POCOS/SPO/PEP/PROJ-EP						
APROVAÇÃO	POCOS/CTPS/QC	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.....	9
7 DOCUMENTAÇÃO	9
ANEXO 1.....	11
ANEXO 2.....	18
ANEXO 3.....	24

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-2000.00-1180-210-PPQ-001	REV. 0
	ESTRUTURA DE POÇO		Folha 3 de 25
	TÍTULO:	Suspensores e conjuntos de Vedação dos Sistemas de Liner	PÚBLICO
			POCOS/CTPS/QC

1 INTRODUÇÃO


- 1.1 Esta especificação técnica foi elaborada com o objetivo de definir os requisitos técnicos 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*, dos seus acessórios e consumíveis.

2 ESCOPO

- 2.1 Esta especificação fornece requisitos para os sistemas de *Liner* a serem utilizados em poços marítimos da PETROBRAS. Esta especificação fornece requisitos funcionais e técnicos para projeto, verificação e validação dos sistemas, além de documentação para comprovação destes requisitos.
- 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.*
- 3.7 **ISO 13679:2002**– *Petroleum and natural gas industries – Procedures for testing casing and tubing connections.*

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-2000.00-1180-210-PPQ-001	REV. 0
	ESTRUTURA DE POÇO		Folha 4 de 25
	TÍTULO:	Suspensores e conjuntos de Vedação dos Sistemas de Liner	PÚBLICO
			POCOS/CTPS/QC

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.
- 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.
- 5.3.1 Exceções estão dispostas na tabela 1.
- 5.3.2 Quando for dada a opção de “1 ou +” sistemas de liberação, o mecanismo primário poderá ser mecânico;
- 5.4 O sistema deverá manter suas resistências mecânicas funcionais, nas condições definidas na Tabela 1, durante e 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 25

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	18,460	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 mecanismos 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 As seguintes funções básicas devem ser executadas pelo sistema de *Liner*:

5.6.1 Durante a descida:

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

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

5.6.1.3 Os elementos de ancoragem devem estar protegidos durante a descida de modo a não serem acionados indevidamente por ação mecânica.

5.6.2 Durante a cimentação:

5.6.2.1 Poderá ter contato com fluidos cimentantes (inclusive a ferramenta de instalação do conjunto de *Liner*);

5.6.3 Após a Cimentação:

5.6.3.1 A ferramenta de instalação do conjunto deve permitir testar a estanqueidade do elemento de vedação logo após sua energização.

5.7 Sistemas de *liner* expansíveis devem permitir o giro da coluna a qualquer tempo antes da expansão contra o revestimento anterior. Caso a solução proposta seja sistema de *liner* convencional, o sistema de *liner* deve permitir o giro da coluna, conforme indicado na Tabela 2. Os liners do tipo *drill down* devem ser compatíveis com o giro até a ancoragem, enquanto os liners do tipo rotativo devem ser compatíveis com o giro antes e após a ancoragem no revestimento anterior.

Tabela 2 - Compatibilidade dos liners convencionais com giro da coluna.

Sistema	<i>Liner</i>	Compatibilidade com giro da coluna
1	18 x 22	<i>drill down</i> ou rotativo
2	16 x 20	<i>drill down</i> ou rotativo
3	13 ⁵ / ₈ x 20	<i>drill down</i> ou rotativo
4	13 ⁵ / ₈ x 16	<i>drill down</i> ou rotativo
5	11 ⁷ / ₈ x 13 ³ / ₈	<i>drill down</i> ou rotativo
6	10 ³ / ₄ x 13 ³ / ₈	rotativo
7	9 ⁷ / ₈ x 13 ³ / ₈	rotativo
8	9 ⁷ / ₈ x 11 ⁷ / ₈	<i>drill down</i> ou rotativo
9	7 ⁵ / ₈ x 10 ³ / ₄	rotativo
10	7 ⁵ / ₈ x 9 ⁷ / ₈	rotativo
11	7 x 10 ³ / ₄	rotativo
12	7 x 9 ⁷ / ₈	rotativo

- 5.8 Deve haver a possibilidade de instalação de dispositivo secundário (contingência) para vedação do anular em caso de falha do mecanismo de vedação principal em sistemas de liner 3 a 12 relacionados na Tabela 1.
- 5.8.1 Na ETRBS durante o processo de contratação serão definidos os diâmetros para os quais esta funcionalidade será solicitada;
- 5.9 Após concluída a instalação, a ferramenta de assentamento deve permitir circulação e deslocamento de elemento mecânico (esfera ou dardo) para raspagem do interior da coluna de assentamento a fim de realizar a limpeza.
- 5.9.1 O elemento mecânico poderá retornar ou não junto com a ferramenta;
- 5.10 Não é permitido que o acionamento do suspensor e do packer seja realizado por deslocamento de elementos mecânicos através da coluna de revestimentos do liner.
- 5.10.1 Todas as funcionalidades deverão ser acionadas na ferramenta do sistema de liner;
- 5.11 Na ET-RBS serão especificados os sistemas com aplicação “sour services” (A ou B). Para esses casos deverão ser realizados os testes de qualificação a seguir.
- 5.11.1 O equipamento solicitado para aplicação “sour services” tipo A deve ter resistência química equivalente ao grau C-110 e estar apto para trabalhar nas três regiões definidas na ISO 15156-2 e em qualquer temperatura. Os testes de qualificação devem ser conforme a tabela B1 Teste UT da ISO 15156-2.
- 5.11.2 O equipamento solicitado para aplicação “sour services” tipo B deve estar apto para trabalho na região 1 definida na figura 1 da ISO 15156-2. Os testes de qualificação devem ser conforme a tabela B1 Teste UT da ISO 15156-2 a 75°F.
- 5.11.2.1 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.
- 5.12 As conexões do sistema de *Liner* com os revestimentos serão especificadas pela PETROBRAS na ET-RBS durante o processo de contratação.
- 5.13 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.
- 5.13.1 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.
- 5.14 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*, sendo o primeiro para ser ancorado em revestimento com 65,7 lb/pé e 73,2 lb/pé e outro para ser ancorado em 85,3 lb/pé.
- 5.15 Para os Sistemas de Liner onde o tie back é previsto (sistemas 3, 4, 6, 7 e 8 da Tabela 1) a camisa (TBR/PBR) e a ponteira de tie back devem ter uma extensão mínima 20pés, para os outros sistemas de liner, nos quais o tie back não é previsto, a extensão da camisa fica a critério do proponente;

5.15.4 Nos casos em que o comprimento da camisa fique a critério do proponente, deverá ser assegurado que com a extensão da camisa ofertada, não haverá aumento da complexidade operacional quando comparado com a aplicação de uma camisa de 20pés.

6 REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES

6.1 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 do sistema de *Liner* testado e fornecidos à PETROBRAS.

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

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

7 DOCUMENTAÇÃO

7.1 Documentação Técnica a ser apresentada no ato do atendimento à ET-R para cada tecnologia de Sistema de Liner a ser ofertada:

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

7.1.1 Certificado API, ou acreditado por entidade reconhecida pelo IAF/ILAC, de qualificação do elemento de vedação de cada uma das tecnologias de sistema de *Liner* a serem ofertadas com vedação com grau de validação, conforme especificado em Tabela 1, atendendo aos critérios da API SPEC 11D1/ISO14310.

7.1.1.1 Poderá ser apresentado grau de validação mais rigoroso do que especificado na Tabela 1.

7.1.1.2 Nesta etapa, as cargas aplicadas nos ensaios para validação não é necessário atendimento das cargas especificadas na Tabela 1.

7.1.2 Certificado API Spec Q1 comprovando que está em conformidade com os requisitos da norma vigente.

7.1.2.1 Os certificados deverão ser acreditados por entidade reconhecida pelo IAF/ILAC ou atendimento ao monograma API.

7.1.2.2 Todos os monogramas API apresentados à PETROBRAS deverão ser referentes à(s) fábrica(s) fornecedora(s) do equipamento.

Nota: Os produtos e sistemas, a época do fornecimento, 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.

- 7.1.3 Todos os certificados deverão estar válidos no momento da apresentação das propostas, andamento do processo de contratação, assinatura do contrato e sua vigência.
- 7.1.4 Data Sheet com um exemplo de cada Tecnologia de Sistema de Liner a ser ofertado:
- 7.1.4.1 Conjunto completo de desenhos explicitando diâmetros externos, drifts, diâmetros internos e comprimentos de cada componente do sistema (incluindo as ferramentas de instalação).
- 7.1.4.2 Para sistemas que variam suas dimensões, os desenhos devem refletir suas condições dimensionais antes e após sua instalação;
- 7.1.4.3 Resistência mecânica e tipo de conexões de cada um dos componentes do sistema (incluindo as conexões internas);
- 7.1.4.4 Sequencia operacional de instalação do Sistema de Liner, incluindo as contingências;
- 7.2 Orientações acerca da documentação mínima a ser exigida na ET-RBS:
- 7.2.1 Relatório técnico dos ensaios e procedimentos realizados para o grau de validação do equipamento conforme Anexo 1 e/ou Anexo 2 desta especificação técnica.
- 7.2.1.1 Os ensaios e procedimentos de testes conforme Anexos 1 e/ou 2 desta especificação técnica deverão ser atestados empresa acreditada pelo IAF/ILAC.
- 7.2.1.2 Os testes poderão ou não ser acompanhados por representante da PETROBRAS (sempre será necessário o acompanhamento por empresa acreditada pelo IAF/ILAC).
- 7.2.2 Envoltória de resistência de von Mises;
- 7.2.2.1 Relatório do estudo (incluindo FEA - *Finite Element Analysis* – se for o caso) utilizado para construir a envoltória de resistência de von Mises, contemplando os resultados dos ensaios e procedimentos descritos no Anexo 1.
- 7.3 Formulário de análise de sistemas de Liner preenchido (Anexo 3) atestando a capacidade de atendimento a Tabela 1 e demais requisitos desta ETR;
- 7.3.1 O Anexo 3 deverá ser preenchido para cada diâmetro de Sistema de Liner que a empresa terá capacidade de fornecer;
- 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*;
 - 1.2.3. Experimento 3: conjunto de vedação anular;
- 1.3. Caso o sistema de *Liner* não possa ser fornecido 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 do sistema de *Liner* deverá ser testada no Experimento 1;
 - 1.3.1. Exceção: se a conexão do sistema de liner possuir a mesma qualificação API5C5 que a conexão solicitada pela PETROBRAS na ETRBS, e cobrir as cargas solicitadas na Tabela 1 da ET e Tabelas 1 e 2 deste anexo, esta conexão não precisa ser testada no Experimento 1.
 - 1.3.1.1. Deve ser fornecido o Data Sheet da conexão emitido pelo proprietário da conexão, com informações de desempenho, como por exemplo, mas não exclusivamente, envelope de von Mises, dimensional, make-up loss, etc;
- 1.4. 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 .
 - 1.4.1. 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 e cobrindo os carregamentos solicitados na Tabela 1 e 2 deste anexo;
- 1.5. O relatório com os resultados dos testes deverá conter:
 - 1.5.1. Lista dos componentes testados;
 - 1.5.2. Resultados da inspeção dos componentes, pré e pós-teste, com fotos;
 - 1.5.3. Identificar áreas críticas a serem inspecionadas;
 - 1.5.4. Detalhar cada passo da Tabela 3 do Anexo 1 informando o resultado obtido em cada teste;

- 1.5.4.1. Anexar os gráficos com as pressões, rampas de temperatura e forças aplicadas em cada ponto de verificação (*hold point*);
- 1.5.5. O envelope de desempenho (*rated performance envelope*) dos componentes descritos em 1.2.1;
- 1.5.6. Destacar no envelope definido em 1.5.5 os resultados dos testes dos componentes definidos em 1.2.2;
- 1.5.7. Um envelope de exemplo é ilustrado na Figura 1 a seguir.
- 1.5.8. Resultado do Experimento 3.

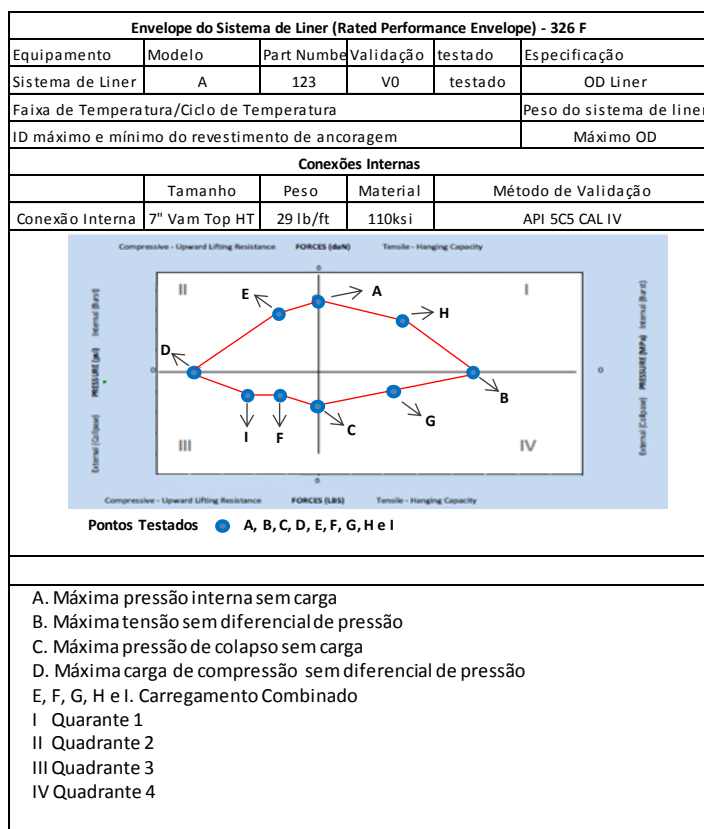


Figura 1 - Exemplo de Envelope do Sistema de Liner.

- 1.6. Os testes deverão ser realizados no maior ID para o qual o sistema é especificado conforme Tabela 1 da ETR;
- 1.7. 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

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

1.8.1. 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:

Tabela 3 – Procedimento de teste para o Experimento 1.

Passos	Procedimentos	Critérios de aceitação
1.	Instalar o suspensor de <i>Liner</i> 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 <i>Liner</i> 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.	Ajustar 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 necessário para preservar a integridade do equipamento, uma vez que o equipamento estará com carregamento de tração nominal máximo).	No caso de acionamento hidráulico, a pressão de acionamento poderá variar +/- 10% do valor especificado pelo fornecedor.
9.	Remover carregamento de tração.	
10.	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.
11.	Remover a pressão interna.	
12.	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.
13.	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.
14.	Remover a pressão externa abaixo do obturador anular.	
15.	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.
16.	Remover pressão externa.	
17.	Aplicar carregamento de compressão nominal máximo de acordo com	O carregamento de compressão nominal máximo deve ser mantido

	capacidade de travamento para esforço axial ascendente.	por um período mínimo de 5 minutos, sem movimentação após a estabilização.
18.	Diminuir a temperatura até a temperatura ambiente (25°C).	Durante o teste a temperatura poderá variar +/- 10 %.
19.	Repetir os passos 10 a 17.	
20.	Aplicar carregamentos combinados de esforço axial e pressão na sequência A-E-D-I-F-C-G-B-H-A, conforme estabelecido nas Tabelas 1 e 2. Na transição de um ponto para o outro não pode haver redução simultânea do esforço axial e da pressão.	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.
21.	Retirar todos os esforços.	
22.	Aumentar a temperatura até a temperatura nominal máxima ou superior.	
23.	Repetir passos 20 e 21.	
24.	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.

2.1.1. Os testes de pressão externa podem ser realizados com líquido para grau de validação V0. Neste caso é obrigatório executar o Experimento 3.

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

Tabela 4 – Procedimento de teste para o Experimento 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 re-inserir a ponteira de <i>Tie Back</i> de modo que metade dos elementos de vedação fiquem alojados 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.

2.2.1. Os testes de pressão externa podem ser realizados com líquido para grau de validação V0;

2.3. Testes do obturador de anular para validação V0, item 1.2.3 – Experimento 3;

2.3.1. O elemento de vedação anular deverá ser testado conforme a API 11D1/ISO 14310 na faixa de temperatura definida na Tabela 1 da ET-R e cobrindo os carregamentos solicitados na Tabela 1 e 2 deste anexo;

2.3.1.1. Caso os testes de pressão externa do item 2.1 tenham sido realizados com nitrogênio o Experimento 3 pode ser dispensado;



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Nº ET-2000.00-1180-210-PPQ-001

REV. 0

ESTRUTURA DE POÇO

Folha 17 de 25

TÍTULO:

**Suspensores e Conjuntos de Vedação dos
Sistemas de *Liner***

PÚBLICO

POCOS/CTPS/QC

(FIM DO ANEXO)

ANEXO 2

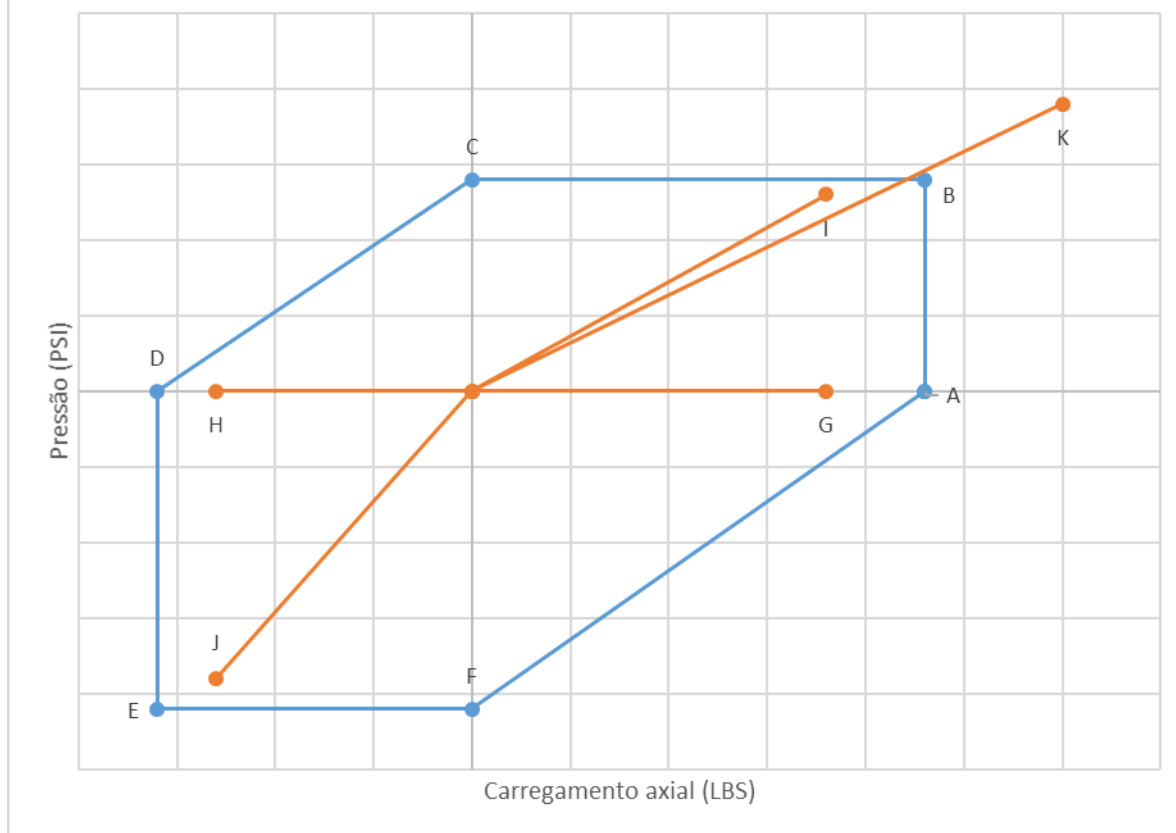
PROTOCOLO DE TESTE PETROBRAS DE SISTEMAS DE *LINER* SOB CARREGAMENTOS CÍCLICOS

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 1:

Tabela 1 - 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 1 - 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 1 da ET-R é a condição inicial para a execução do procedimento de teste de carregamentos cíclicos. A Tabela 2 elenca os passos, procedimentos e critérios de aceitação para os testes de ciclagem.

Tabela 3 – Pontos para avaliação do Sistema de Liner

Passos	Procedimentos	Critérios 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 externa (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	O carregamento deve ser mantido

	D.	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 externa (ponto I) acima do obturador anular. Manter por 5 minutos.	Zero bolhas durante 5 minutos, após estabilização.
16.	Enquanto mantém a pressão externa 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 externa 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.

3. LINERS A SEREM TESTADOS SOB CARREGAMENTOS CÍCLICOS

- 3.1. **Sistema de Liner 1 para carregamentos Cíclicos:** Conjunto de liner 10 3/4" 85,3 lb/pé x 13 5/8" 88,2 lb/pé;
- 3.1.1. Deverá atender especificações para aplicação "sour service" tipo A (conforme definido no item 5.11 da ET-2000.00-1180-210-PPQ-001);
- 3.1.2. Resistência para o Esforço Axial Ascendente: 1.100.000 lbf;
- 3.1.3. Resistência à tração: 1.100.000 lbf;
- 3.1.4. Resistência à pressão interna: 7.000 psi;
- 3.1.5. Resistência ao colapso: 10.500 psi;
- 3.1.6. Diferencial de Pressão do Obturador nos dois sentidos: 10.500 psi @ 300 °F.
- 3.1.7. O Conjunto de liner deverá atender aos demais requisitos descritos na Tabela 1 da ET-2000.00-1180-210-PPQ-001 (ET-R).
- 3.1.8. O conjunto de Liner deverá ser testado de acordo com os protocolos definidos no Anexo 1;
- 3.1.9. O conjunto de Liner deverá ser testado nos seguintes pontos de acordo com o protocolo definido no Anexo 2:

Tabela 3 - Pontos para avaliação do Sistema de Liner 1 para carregamentos Cíclicos

Ponto	Carregamento axial (lbs)	Pressão (psi)
A	1.000.000	0
B	1.000.000	7.000
C	0	7.000
D	-800.000	0
E	-800.000	-10.500
F	0	-10.500
G	800.000	0
H	-650.000	0
I	800.000	6.500
J	-650.000	-9.500
K	1.100.000	7.000

3.2. **Sistema de Liner 2 para carregamentos Cíclicos:** Conjunto de liner 10 3/4" 85,3 lb/pé x 13 5/8" 88,2 lb/pé;

3.2.1. Deverá atender especificações para aplicação "sour service" tipo A (conforme definido no item 5.11 da ET-2000.00-1180-210-PPQ-001);

3.2.2. Resistência para o Esforço Axial Ascendente: 1.500.000 lbf;

3.2.3. Resistência à tração: 1.500.000 lbf;

3.2.4. Resistência à pressão interna: 9.500 psi;

3.2.5. Resistência ao colapso: 10.500 psi;

3.2.6. Diferencial de Pressão do Obturador nos dois sentidos: 10.500 psi @ 300 °F.

3.2.7. O Conjunto de liner deverá atender aos demais requisitos descritos na Tabela 1 da ET-2000.00-1180-210-PPQ-001 (ET-R).

3.2.8. O conjunto de Liner deverá ser testado de acordo com os protocolos definidos no Anexo 1;

3.2.9. O conjunto de Liner deverá ser testado nos seguintes pontos de acordo com o protocolo definido no Anexo 2:

Tabela 4- Pontos para avaliação do Sistema de Liner 2 para carregamentos Cíclicos

Ponto	Carregamento axial (lbs)	Pressão (psi)
A	1.150.000	0
B	1.150.000	7000
C	0	7000
D	-800.000	0
E	-800.000	-10.500
F	0	-10.500
G	900.000	0
H	-650.000	0
I	900.000	6.500
J	-650.000	-9.500
K	1.500.000	9.500

(FIM DO ANEXO)

ANEXO 3

FORMULÁRIO DE ANÁLISE DE SISTEMAS DE LINER

Empresa: *inserir nome da empresa*

Sistema de Liner: *informar nome comercial do sistema de liner*

Informações Gerais do Liner Ofertado

Tipo do Sistema de Liner (convencional ou expansível)		Tipo de sistema de liner	
Para instalação de revestimento	OD pol	peso linear lb/pé	conexão
O liner será fornecido diretamente na conexão definida na ET-RBS? Em caso negativo, descreva qual substituto (sub) de cruzamento de conexão ou de diâmetro será empregado para adequar a conexão, qual o nível de qualificação da conexão intermediária, e anexe a este formulário o envelope desta conexão intermediária.			Sim ou Não. Dados do sub de cruzamento e da conexão intermediária
Assenta em revestimentos com ID máximo de:	ID máx pol	Assenta em revestimentos com ID mínimo de:	ID mín pol
Garantia mínima de passagem (<i>drift</i>)	Drift pol	Diâmetro externo máximo (antes da instalação do sistema)	OD máx pol
Resistência para esforço axial ascendente	esforço axial klb	Capacidade de ancoragem	cap ancoragem klb
Tração	tração klb	Compressão	compressão klb
Colapso	colapso psi	Pressão interna	pressão int psi
Diferencial de pressão suportado pelo obturador nos dois sentidos	pressão psi	Resistência ao torque durante descida e instalação	torque lbxpé
Quantidade de mecanismos independentes de liberação de ferramenta	quantidade	<i>Dog leg</i> máximo	dog leg %/100ft
Máxima inclinação no ponto de ancoragem	inclinação °	Faixa de temperatura de operação	temp mín °C a temp máx °C

O sistema de <i>liner</i> ofertado é para aplicação “ <i>sour services</i> ”? Em caso positivo, é para o cenário tipo A ou tipo B? Foram realizados os testes de qualificação preconizados no item 5.11 da ET-R?	Informações de aplicação “ <i>sour services</i> ”
O sistema de <i>liner</i> mantém suas características mecânicas funcionais após instalação no poço, sob ação de fluido sintético de base olefina, fluido base água, água do mar e hidrocarbonetos do reservatório?	Sim ou Não.
O sistema de <i>liner</i> requer manobra única, mesmo quando requerida vedação anular?	Sim ou Não.
O sistema de <i>liner</i> permite giro durante descida do <i>liner</i> ?	Sim ou Não.
O sistema de <i>liner</i> permite giro durante operação de cimentação?	Sim ou Não.
O mecanismo de vedação é qualificado conforme norma ISO 14310? Em caso afirmativo, qual o nível de qualificação (V0 a V5)?	Sim ou Não. Nível de qualificação.
A configuração de <i>liner</i> ofertada necessita de <i>target joint</i> ?	Sim ou Não.