PETROBRAS	**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**	Nº **ET-4300.12-6500-275-PTP-001**	
	CLIENTE: **OLEO/SP**		FOLHA 1 de 19
	PROGRAMA:		
	ÁREA: **REGIÃO SP-LITORAL**		
TRANSPETRO/ DSERV/ENG/SUP/ STSPL/OBR	TÍTULO: **ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA ISOLAMENTO TÉRMICO DE DUTOS**		CORPORATIVO
			STSPL

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	30/07/15								
PROJETO	OBR								
EXECUÇÃO	EDUARDO								
VERIFICAÇÃO	ADRIANO								
APROVAÇÃO	FARKAS								

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

FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N-381-REV. J. ANEXO A – FIGURA A.1.

INDICE

1. OBJETIVO 3

2. NORMAS DE REFERÊNCIA 3

3. TERMOS E DEFINIÇÕES 4

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS MATERIAIS DO SISTEMA DE ISOLAMENTO TÉRMICO (SIT) 6

5. RECEBIMENTO, MANUSEIO, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS DE ISOLAMENTO TÉRMICO 9

6. PROCEDIMENTO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA DE ISOLAMENTO TÉRMICO 10

7. APLICAÇÃO DO SISTEMA DE ISOLAMENTO TÉRMICO 11

8. REQUISITOS DO SISTEMA DE ISOLAMENTO TÉRMICO APLICADO 11

ANEXO A – REPARO NO ISOLAMENTO TÉRMICO

ANEXO B – ENSAIO DE ADERÊNCIA DA MANTA TERMOCONTRÁTIL TIPO “WATER STOP” - MÉTODO DO DINAMÔMETRO

ANEXO C – ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA (FATOR K)

ANEXO D – ENSAIO DE RESISTÊNCIA À PROPAGAÇÃO AO CORTE

1. OBJETIVO

Estabelecer os requisitos técnicos para substituição/aplicação de Sistema de Isolamento Térmico (SIT), em superfície externa de tubos de aço de dutos terrestres para transporte de produtos aquecidos.

Notas:

1 O SIT contemplado pela presente Especificação Técnica (ET) compreende um sistema composto pelos seguintes materiais:

a) Adesivo;
b) Espaçadores de PU;
c) Espuma rígida de poliuretano (PU) para temperatura de projeto de, no mínimo, 90 ºC;
d) Camisa de polietileno de alta densidade (PEAD);
e) Mantas termocontráteis tipo “Water stop”;

2 A aplicação deste SIT deve ser realizada em conformidade com um Procedimento de Aplicação (PA) elaborado pelo aplicador, conforme o capítulo 6 desta ET.

3 A qualificação do PA deve ser realizada pelo aplicador, às suas expensas e com acompanhamento de técnicos da PETROBRAS ou profissionais por ela designados, previamente informado.

4 O Sistema de Isolamento térmico deve ser já qualificado pela PETROBRAS.

2. NORMAS DE REFERÊNCIA

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta ET. No caso de divergência entre requisitos dessas normas e os estabelecidos nesta ET, prevalecerá o estabelecido na presente ET. As normas a serem utilizadas devem estar em sua última revisão.

2.1 Normas PETROBRAS

- N-1618 - Material para Isolamento Térmico

2.2 Normas Estrangeiras

- API 1104 - Welding of Pipelines and Related Facilities.
- ABNT NBR 12094 - Espuma Rígida de Poliuretano Para Fins de Isolamento Térmico – Determinação da Condutividade Térmica – Método de Ensaio;
- ASTM C 871 - Standard Test Methods for Chemical Analysis of Thermal Insulation Materials for Leachable Chloride, Fluoride, Silicate, and Sodium Ions;
- ASTM D 412 - Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers -Tension;
- ASTM D 570 - Standard Test Method for Water Absorption of Plastics;
- ASTM D 746 - Standard Test Method for Brittleness Temperature of Plastics and Elastomers by Impact;
- ASTM D 1293 - Standard Test Methods for pH of Water;
- ASTM D 2240 - Standard Test Method for Rubber Property - Durometer Hardness;
- ASTM D 3111 - Standard Test Method for Flexibility Determination of Hot-Melt Adhesives by Mandrel Bend Test Method;

- ASTM E 28 - Standard Test Methods for Softening Point by Ringand- Ball Apparatus;
- EN 253 - District Heating Pipes – Preinsulated Bonded Pipe Systems for Directly Buried Hot Water Networks- Pipe Assembly of Steel Service Pipe, Polyurethane Thermal Insulation and Outer Casing of Polyethylene;
- ISO 845 - Cellular Plastics and Rubbers – Determination of Apparent Density;
- K 3010/17 - Split Propagation.

3. TERMOS E DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta ET, aplicam-se as seguintes definições:

a) Adesivo: Material destinado a proporcionar a aderência dos espaçadores ao revestimento do tubo de aço;

b) Aplicador: Empresa responsável pela aplicação do SIT;

c) Camisa de polietileno: Tubo reto fabricado por extrusão contínua com resina de polietileno de alta densidade aditivada com negro-de-fumo, definido como PE 80 ou superior, destinado à proteção externa do isolamento térmico contra ações mecânicas, penetração de umidade e raios UV;

d) Certificado de Conformidade: Documento expedido pelo fabricante ou aplicador, referente a cada material fornecido, onde são relatados os ensaios requeridos nesta ET, com os respectivos valores típicos em conformidade com os valores limites;

e) Certificado de Qualidade: Documento expedido pelo fabricante ou aplicador, referente a cada lote de material fornecido, onde são relatados os ensaios requeridos nesta ET, com os respectivos valores encontrados;

f) Espaçadores: Dispositivos destinados a proporcionar concentricidade entre o tubo de aço e a camisa de polietileno. São fabricados com espuma rígida de poliuretano (PU);

g) Espuma Rígida de Poliuretano (PU): Material isolante térmico resultante da reação química entre os componentes poliol (componente A) e isocianato (componente B) aplicado no espaço anular entre o tubo de aço revestido e a camisa de polietileno;

h) Fabricante: Empresa que fabrica os materiais de revestimento;

i) Lote: Quantidade típica de produção de um determinado material ou produto, definida pelo seu fabricante, o qual deve informar a metodologia utilizada para sua definição. Essa informação deve ser enviada à PETROBRAS em um documento em separado, apenas uma vez, salvo se houver mudanças na sistemática de definição de lote ou alteração na quantidade típica;

j) Manta Termocontrátil Tipo “Water Stop” (pré-moldado ou não): Manta em polietileno reticulado termocontrátil destinada à proteção contra penetração de umidade na espuma de PU exposta nas extremidades dos tubos isolados termicamente.

k) PA: Procedimento de aplicação;

l) PEAD: Polietileno de alta densidade tipo PE 80 ou superior;

m) Sistema de Isolamento Térmico: Sistema de isolamento térmico externo de duto consistindo de uma camada de revestimento anticorrosivo, uma de isolante térmico (PU) e

uma camada externa de PEAD (camisa) tipo PE 80 ou superior para proteção do isolamento térmico aplicado contra ações mecânicas, raios UV e penetração de umidade.

n) Fita Isolante a Base de PVC Laminado com Mastique: fita tipo “Water Stop” com finalidade impedir entrada de água na junção entre a capa do isolamento do reparo efetuado e a capa do isolamento adjacentes ao reparo.

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS MATERIAIS DO SISTEMA DE ISOLAMENTO TÉRMICO (SIT)

OS MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NO SIT DEVEM ATENDER AOS REQUISITOS CONSTANTES DAS TABELAS 1 A 5.

4.1 Espaçadores

4.1.1 Devem ser fabricados com as mesmas características da espuma rígida de poliuretano (PU) utilizada no isolamento térmico do tubo. A densidade da espuma deve ser de, no mínimo, 150 kg/m^3

4.1.2 Os espaçadores devem garantir a espessura mínima do isolante térmico aplicado nos tubos assim como proporcionar a concentricidade entre o tubo de aço revestido anticorrosivamente e a camisa de PEAD.

4.2 Adesivo para Colagem dos Espaçadores

4.2.1 Deve ser capaz de conferir firme aderência dos espaçadores ao revestimento anticorrosivo aplicado ao tubo de aço a fim de suportar a montagem da camisa de PEAD.

4.3 Espuma Rígida de Poliuretano

4.3.1 O aplicador do SIT é responsável pela escolha das matérias-primas e condições de aplicação.

4.3.2 O aplicador deve apresentar certificado de conformidade das matérias-primas utilizadas, constando a relação de mistura prescrita e os ensaios de desempenho.

4.3.3 A espuma do SIT deve atender a todos os requisitos do item 4.4 da norma EN 253, com requisitos adicionais descritos na Tabela 1.

4.3.4 O agente expansor da espuma de poliuretano deve garantir a condutividade térmica máxima de 0,038 W/mK. O agente expansor a ser utilizado deve obedecer a legislação vigente.

4.3.5 A espessura mínima da camada de PU deve ser de acordo com o especificado pelo projeto (simulação térmica). Caso seja utilizada espessura de 2 polegadas, as dimensões da camisa de PEAD devem estar de acordo com a Tabela 2.

Tabela 1 – Requisitos Adicionais à Espuma

Propriedades (Nota 1)	Unidades	Valores Limites	Métodos de Ensaio
Teor de cloreto (preparação do extrato aquoso a 120 °C e análise em cromatógrafo de íons)	ppm	≤ 45	ASTM C 871
pH do extrato aquoso	-	6-8	ASTM D 1293
Condutividade térmica (Nota 2)	W/mK	0,038	Anexo C
NOTA 1 Deve ser informado pelo fabricante em certificado de conformidade para cada material e os citados em 4.4 da EN 253.			
NOTA 2 Deve ser informado pelo fabricante, no certificado de qualidade do material e acrescentar o ensaio de resistência à compressão.			

4.4 Camisa

4.4.1 A camisa de PEAD aplicada como proteção externa do isolamento térmico contra ações mecânicas, raios UV e penetração de umidade deve atender a todos os requisitos do item 4.3 da norma EN 253, com exceção do diâmetro e da espessura de camisa.

4.4.2 A relação entre o diâmetro externo do tubo-condução e a espessura mínima da camisa de PEAD (SDR) deve ser 64 convenientemente arredondada para as dimensões padrão de fabricação disponíveis no mercado. Caso a espessura de PU a ser adotada seja de 2 polegadas, seguir o indicado na Tabela 2.

Tabela 2 – Diâmetro do Tubo-Condução, Tubo-Camisa e Espessura Mínima da Camisa de PE

Diâmetro nominal do tubo-condução (pol)	Diâmetro nominal do tubo-camisa (mm)	Espessura mínima da camisa de PE (mm)
6	280	4,5
8	340	5.3
10	400	6.2
12	450	7.0
14	480	7.5
16	530	8.3
18	580	9.2
20	630	9.9
22	690	10.8
24	740	11.6
26	800	12.4
28	850	12.6
30	900	12.9
32	950	13.1
34	1000	13.3
36	1050	13.6

4.4.3 Somente polietileno limpo e não degradado, gerado pelo próprio processo de fabricação das camisas pode ser reutilizado desde que em quantidades limitadas a 10 % em peso.

4.4.4 O aplicador deve apresentar certificado de qualidade das matérias-primas utilizadas, constando os ensaios de desempenho: teor de negro-de-fumo, índice de fluidez, tempo de indução oxidativa (OIT), alongamento na ruptura e dimensões da camisa (diâmetro e espessura mínima).

4.4.5 O aplicador deve apresentar certificado de conformidade das matérias-primas utilizadas, constando os ensaios de desempenho: todos os ensaios descritos em 4.3 da EN 253 e dimensões da camisa (diâmetro e espessura mínima).

4.5 Mantas Termocontráteis Tipo “Water Stop”

4.5.1 As mantas termocontráteis tipo “water stop” devem ser constituídas por um filme de polietileno termocontrátil e um adesivo. As mantas termocontráteis tipo “water stop” podem ser fornecidas de duas maneiras:

a) Pré-moldada sem reforço de fibra de vidro, em uma única peça, com dois diâmetros diferentes;
b) Manta com reforço de fibra de vidro e mata-junta.

4.5.2 Como descrito no Anexo A, em ambas extremidades dos tubos de aço deve restar um anel de área exposta revestida em PP3L com “rough coat” (sem sobreposição das mantas termocontráteis tipo “water stop”) com largura de, pelo menos, 120-+10mm, sendo 100 mm destinados à sobreposição da manta termocontrátil empregada na proteção anticorrosiva da junta de campo. A sobreposição à camisa deve ser de, no máximo, 75 mm

4.5.3 As mantas termocontráteis tipo “water stop” devem atender aos requisitos dasTabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Propriedades do Adesivo das Mantas Termocontráteis Tipo “Water Stop”

Propriedades (Notas 1 e 2)	Unidades	Valores Limites	Métodos de Ensaio
Resistência ao cisalhamento a 23ºC, 10 mm/min	N/cm^2	mín. 7	DIN 30672
Ponto de amolecimento	ºC	mín. 130	ASTM E 28
NOTA 1 Deve ser informado pelo fabricante em certificado de conformidade.			
NOTA 2 Deve ser informado pelo fabricante no certificado de qualidade do material.			

Tabela 4 – Propriedades do Filme de Polietileno das Mantas Termocontráteis Tipo "Water Stop"

Propriedades (Nota 1)	Unidades	Valores Limites	Métodos de Ensaio
Pré-moldada sem reforço de fibra de vidro			
Resistência à tração a 23ºC, 50 mm/min (Nota 2)	MPa	mín. 18	ASTM D 638
Alongamento à ruptura a 23ºC, 50 mm/min (Nota 2)	%	mín. 400	ASTM D 638
Alongamento após envelhecimento térmico a 150ºC, 7 dias	%	mín. 320	ASTM D 638
Flexibilidade à baixa temperatura mandril de 25 mm	ºC	mín. -40	ASTM D 3111
Absorção de água a 23ºC, 24 horas	%	máx. 0.3	ASTM D 570
Manta com reforço de fibra de vidro			
Resistência ao rompimento a 23ºC ± 2ºC (Nota 2)	N	mín. 2000	DIN 30672
Resistência ao rompimento a 23ºC após envelhecimento térmico a 150ºC, 7 dias	N	mín. 1700	DIN 30672
Resistência à propagação do corte, 15 minutos a 200ºC ± 2ºC	mm	máx. 5	ANEXO D
Rigidez dielétrica a 23ºC ± 2ºC	kV/mm	mín. 12	ASTM D 149
NOTA 1 Deve ser informado pelo fabricante em certificado de conformidade.			
NOTA 2 Deve ser informado pelo fabricante no certificado de qualidade do material.			

4.6 Fita Isolante a Base de PVC laminado com Mastique - "Water Stop"

4.6.1 Devem atender os requisitos da ET –XXXX.XX-XXXX-940-PEN-26 e Norma Petrobras N-2238 apresentando as seguintes características:

Requisitos da Fita de PVC

Propriedades	Método	Especificação
Cor	Visual	Preta
Espessura do filme (mm)	ASTM D1000	0,40 +/-0,05
Espessura da camada Selante adesiva (mm)	ASTM D1000	0,40 +/-0,05
Espessura total da fita (mm)	ASTM D1000	0,80 +/-0,10
Variação da largura da fita (mm)	--------	+/-0,5
Gramatura (kg/m2)	ASTM D146	0,75 - 1,2
Resistência à tração (N/mm)	ASTM D1000	mín 6
Alongamento à ruptura (%)	ASTM D1000	mín 160
Absorção de umidade (%)	ASTM D570	máx 2
Resistência dielétrica (V/mm)	ASTM D1000	mín 15000
Resistência a Rasgo - Longitudinal (N)	ASTM D1004	mín 25,0
Resistência a Rasgo - Transversal (N)	ASTM D1004	mín 25,0
Resistência ao impacto aplicado (50% de sobreposição) (J)	ASTM G14	mín 4,0
Resistência Química em pH de 4 a 10	ASTM D543	Ausência de ataque
Densidade (g/m3)	ASTM D1505	1,1 - 1,4
Resistência ao ataque de fungos	ASTM G21	Nota 1 conf. ASTM G21
Descolamento Catódico (mm)	ASTM G8	máx 15
Aderência ao aço após aplicação da base após 24h (N/mm)	ASTM D1000 (Método A)	mín 1,7

Adesão ao dorso após 24h (N/mm)	ASTM D1000	mín 2,0
Temperatura de aplicação (°C)	-------	10 - 50
Holiday Detector (kV)	NACE RP0274	mín 10
Resistência ao ciclo de temperatura e umidade - 60 ciclos - (Temperatura: -25 a 75°C / U.R. 50 e 95%)	-------	Sem alteração visual, migração ou fissuras
Resistência UV	ASTM G154 (Ciclo 3)	Atende, > 2000 hrs
Resistência a temperatura - fita aplicada (7 dias 100°C em estufa)	-------	Sem alteração visual, bolhas ou fissuras

5. RECEBIMENTO, MANUSEIO, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS DE ISOLAMENTO TÉRMICO

5.1.1 Recebimento

5.1.1.1 Os materiais constituintes do SIT devem ser inspecionados quando do seu recebimento, incluindo-se a verificação da integridade das embalagens e acondicionamentos. Devem estar de acordo com os documentos de compra e especificações de projeto e em condições normais para aplicação.

5.1.1.2 Cada lote deve estar perfeitamente caracterizado, em condições normais para aplicação e acompanhado do Certificado de Qualidade.

5.1.1.3 A inspeção de recebimento deve incluir:

a) Verificação dos Certificados de Qualidade de cada lote, os quais devem atestar conformidade com os requisitos das Tabelas 1 a 5;

b) Verificação dos prazos de validade e da integridade das embalagens;

c) Verificação da presença de umidade no interior das embalagens. Caso ocorra, estas devem ser segregadas e o fabricante deve ser consultado sobre a possibilidade de perda das propriedades dos materiais e quais providências devem ser tomadas;

d) As camisas de polietileno recebidas na planta, com mais de três danos do Tipo II e pelo menos um dano do Tipo III conforme 12.3 devem ser rejeitadas.

5.1.2 Manuseio e Transporte

5.1.2.1 Os materiais necessários ao isolamento térmico devem ser manipulados e transportados de maneira a evitar danos em suas embalagens e, também, às camisas de polietileno.

5.1.2.2 Durante o transporte, as embalagens, com os materiais, não devem estar sujeitas às intempéries.

5.1.3 Armazenamento

5.1.3.1 A temperatura ideal para o armazenamento de todos os materiais necessários ao isolamento térmico é de 15ºC a 40ºC.

5.1.3.2 Os componentes que, misturados, produzem o PU, devem ser mantidos em suas embalagens originais afastados de, no mínimo, 10 cm do solo de modo a se evitar danos e longe de eventuais fontes de calor. Somente devem ser utilizados após comprovação de estar dentro do prazo de validade.

5.1.3.3 As condições de armazenamento devem, também, obedecer às instruções dos fabricantes.

5.1.3.4 Todos os materiais devem ser armazenados de forma que possam, primeiramente, serem utilizados aqueles com data de fabricação mais antiga. Somente devem ser utilizados após comprovação de estarem dentro do prazo de validade.

6. PROCEDIMENTO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA DE ISOLAMENTO TERMICO

O PA do SIT deve atender a todos os requisitos desta ET e conter os seguintes itens:

a) Documento técnico no qual foi baseado o PA;
b) Materiais constituintes do SIT;
c) Plano de recebimento, armazenamento e transporte dos materiais de isolamento térmico;
d) Método de aplicação do SIT, contemplando:
- Limpeza dos tubos;
- Métodos de inspeção e reparo da tinta de revestimento;
- Método de montagem dos espaçadores;
- Método de montagem do encamisamento do tubo de aço revestido;
- Método de injeção mistura de isocianato e poliol (formadores da espuma de PU) no espaço anular entre a camisa e o tubo de aço revestido;
- Método de preparo das extremidades do reparo do tubo isolado termicamente quanto à proteção com aplicação da manta termocontrátil ou fita a base de PVC tipo “water stop”;

e) Requisitos do SIT aplicado;
f) Métodos de inspeção e ensaios dos itens a seguir listados, contemplando frequência de realização da inspeção e os critérios de aceitação ou rejeição a serem adotados durante a aplicação:
- Requisitos dos materiais utilizados no SIT;
- Requisitos do SIT aplicado;
- Controle de qualidade nos seguintes itens:
  - Revestimento do tubo durante e após a aplicação dos espaçadores;
  - Encamisamento do tubo de aço revestido;
  - Injeção da mistura de isocianato e poliol formadores da espuma de PU;
  - Manta ou Fita “Water stop”;

g) Método para execução de reparos no SIT aplicado;
h) Entidade responsável pelos ensaios.

7. APLICAÇÃO DO SISTEMA DE ISOLAMENTO TÉRMICO

7.1 Descrição do SIT

O sistema consiste no encamisamento do tubo de aço pintado com espaçadores longitudinais colados longitudinalmente em sua superfície, distribuídos circunferencialmente no tubo, garantindo a concentricidade entre a camisa e o tubo de aço. Após a injeção mistura de isocianato e poliol (formadores da espuma de PU) no espaço anular entre o tubo de aço e a camisa, é feito o acabamento das extremidades com aplicação de mantas termocontráteis ou fita a base de PVC tipo “water stop”.

7.2 Procedimento para Aplicação do Sistema

7.2.1 Instalação dos Espaçadores

7.2.1.1 Os espaçadores devem ser colados longitudinalmente ao redor do tubo de aço e permanecer firmemente aderidos e posicionados durante e após o encamisamento.

7.2.1.2 A distância no sentido longitudinal entre os espaçadores não deve exceder a dois metros.

7.2.1.3 Os espaçadores têm por finalidade manter a concentricidade entre o tubo de aço e a camisa.

7.2.2 Instalação da Camisa de PEAD

7.2.2.1 Flamagem Interna

A camisa deve sofrer, em toda a sua superfície interna, um aquecimento por meio de chama a gás, azulada, sem contaminação da superfície interna com fuligem. Este aquecimento é aplicado para que ocorra aderência entre a espuma de PU e a camisa de PEAD.

7.2.2.2 Encamisamento do Tubo de Aço

A camisa deve ter um comprimento adequado, de modo que mantenha livre, após o encamisamento, as extremidades do tubo de aço, conforme indicado no Anexo A, para a confecção da junta de campo. Esta dimensão será fornecida pela ordem de fabricação. A camisa deve ser ajustada por meio de dispositivos próprios, na linha de produção, quando do encamisamento do tubo de aço.

7.2.2.3 Injeção da Mistura de Isocianato e Poliol (Formadores da Espuma de Poliuretano)

A injeção deve ocorrer do ponto mais alto do reparo para facilitar o escoamento do produto propiciando o completo preenchimento, pela espuma, do espaço anular entre o tubo de aço e a camisa. A densidade deve estar entre 60 e 85 Kg/m³. A injeção deve ser feita por máquina própria, onde os produtos (Poliol e Isocianato) se misturam na proporção adequada indicada pelo fabricante dos produtos. A abertura para saída de ar deve permanecer aberta durante a injeção da mistura e a formação da espuma em todo o espaço anular. A partir desse momento, a abertura deve ser vedada de tal modo que as propriedades da espuma possam ser alcançadas pelo aumento de pressão. O furo para a injeção da mistura é imediatamente fechado após esta operação.

7.2.2.4 Instalação da Manta Termocontrátil tipo “Water Stop”

Após a operação de acabamento das extremidades do SIT e a aplicação da camada de silicone, deve ser instalada uma manta termocontrátil tipo “water stop”, pré-moldada, em peça única, com diferentes diâmetros adequados para a camisa e para o tubo de aço ou uma manta com reforço de fibra de vidro protegendo a superfície aparente da espuma rígida de poliuretano. A mant termocontrátil tipo “water stop” (Anexo A) deve ser instalada por contração térmica de acordo com o PA pré-aprovado do fabricante.

7.2.2.5 Instalação da Fita Isolante a Base de PVC Laminado com Mastique - “Water Stop”

Após a operação de acabamento do reparo do SIT, deve ser instalada uma fita isolante a base de PVC laminado garantindo a vedação entre as capas de PU remanescentes e do reparo efetuado (Anexo A).

8. REQUISITOS DO SISTEMA DE ISOLAMENTO TÉRMICO APLICADO

8.1 Espessura do SIT Aplicado

A espessura total do enchimento de PU deve atender ao subitem 4.3.5 desta ET.

8.2 Propriedades do SIT Aplicado

Os valores da Tabela 5 devem ser obtidos no SIT conforme aplicado no tubo.

Tabela 5 – Requisitos do SIT Aplicado

Propriedades	Unidades	Valores Limites	Método de Ensaio
Acabamento dos colarinhos	mm	310 ± 20	EN 253 subitem 4.5.2
Concentricidade	mm	EN 253 subitem 4.5.4	
Espessura da espuma de PU	pol	Subitem 4.5.5	(ver Nota 1)
Espessura e diâmetro da camisa de PE	mm	Subitem 4.4.2	(ver Nota 1)
Acréscimo do diâmetro da camisa de PE	%	2	EN 253 Subitem 8.3.3.3
Tensão de cisalhamento na condição não envelhecida (com revestimento anticorrosivo) (nota 2) Axial: 23 ºC ± 2 ºC 90 ºC ± 2 ºC Ou Tangencial: 23 ºC ± 2 ºC	MPa	 ≥ 0,12 ≥ 0,08 ≥ 0,20	 EN 253 subitens 4.5.5 e 5.4.1.4 EN 253 subitens 4.5.5 e 5.4.1.5 EN 253 subitens 4.5.5 e 5.4.2
Tensão de cisalhamento na condição envelhecida (sem revestimento anticorrosivo) (1) Axial: 23 ºC ± 2 ºC 140 ºC ± 2 ºC Ou Tangencial: 23 ºC ± 2 ºC	MPa	 ≥ 0,12 ≥ 0,08 ≥ 0,20	 EN 253 subitens 4.5.5 e 5.4.1.4 EN 253 subitens 4.5.5 e 5.4.1.5 EN 253 subitens 4.5.5 e 5.4.2
Massa específica (ver nota 3)	Kg/m^3	≥ 60 e ≤ 85	ISO 845
Condutividade térmica (fator k)	W/mk	≤ 0,038	Anexo C

Resistência ao impacto a 0 ºC	J	Sem trinca	EN 253 subitem 4.5.8
Resistência à fluência (CREEP)	mm	Gráfico	EN 253 subitem 4.5.9
Inspeção final da superfície	Visual	Capítulo 11	EN 253 subitem 4.5.10

NOTA 1 A medição deve ser feita por meio de um paquímetro com precisão centesimal, em ambas as extremidades do tubo;
NOTA 2 A tensão de cisalhamento deve ser realizada na direção axial ou na direção tangencial, porém nas condições não envelhecida e envelhecida;
NOTA 3 Devem ser realizados três ensaios: um em cada extremidade do SIT e um ao centro do SIT.

8.3 Propriedades da Manta Termocontrátil Tipo "Water Stop" Instalada

Os valores da Tabela 7 devem ser obtidos na manta termocontrátil tipo "water stop" conforme aplicado no tubo.

Tabela 7 – Inspeção e Ensaios Durante a Produção do SIT

Inspeção	Critério/Item	Frequência	Providência
Recebimento, manuseio e armazenamento dos tubos revestidos em PP3L – "Rough Coat"	5.2 e 7.2.1	Todos os tubos	(1)
Limpeza dos tubos de aço antes da aplicação do SIT	7.2.2	Todos os tubos	(2)
Contaminação por poeira	7.2.2	No início e reinício de cada turno e a cada 1 hora	(3)
Montagem dos espaçadores	7.3.1	Todos os tubos	(3)
Diâmetro e espessura da camisa	Tabela 2	1 a cada 10 tubos	(3)
Encamisamento do tubo de aço	7.3.2.2	Continuamente	(4)
Fixação dos flanges	7.3.2.3	Todos os tubos	(3)
Mistura dos componentes	7.3.3.2	Todos os tubos	(3)
Preparação das extremidades	7.3.4	Todos os tubos	(5)
Espessura da camada de PU	4.3.5	1 a cada 10 tubos	(3)
Identificação dos tubos isolados termicamente	12	Todos os tubos	(5) (6)

Notas:

1) Os tubos com qualquer tipo de dano ou deterioração que possa comprometer o desempenho do isolamento térmico não podem ser revestidos até serem reparados de acordo com a Seção 11 da ABNT NBR 15221-2;
2) Os tubos que não estiverem limpos não podem ser revestidos;
3) Se houver falha, o tubo deve ser rejeitado e um procedimento de verificação deve ser iniciado. Isto deve envolver o exame de todos os tubos até o primeiro tubo precedente que foi considerado aceitável;
4) A camisa de polietileno deve ser rejeitada quando não atender ao subitem 7.3.2.2;
5) Conforme acordado entre o comprador e o aplicador do revestimento;
6) Os tubos não podem ser liberados sem identificação.

8.4 Ensaio de Falhas no Enchimento do Espaço Anular com Espuma Rígida de Poliuretano:

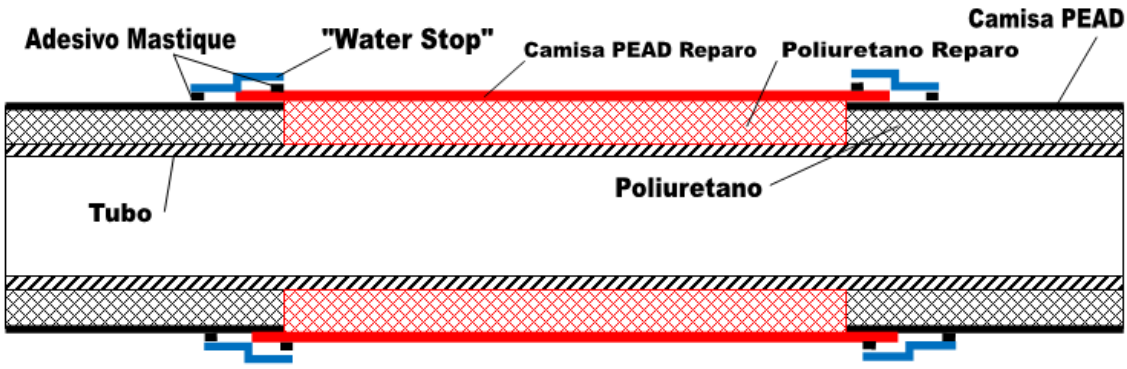
A inspeção de falha no enchimento do espaço anular com espuma rígida de poliuretano deve ser feita em toda a superfície de todos os tubos isolados, por meio de leves pancadas na

camisa com um martelo de borracha de 200 gramas mínimo, descartando-se os tubos que em um ou mais pontos emitam som diferente do padrão.

8.5 Instrumentos de Medição

O aplicador deve apresentar os tipos de instrumentos de medição a serem utilizados, com os respectivos certificados de calibração.

ANEXO A


Adesivo Mastique
"Water Stop"
Camisa PEAD Reparo
Poliuretano Reparo
Camisa PEAD
Tubo
Poliuretano

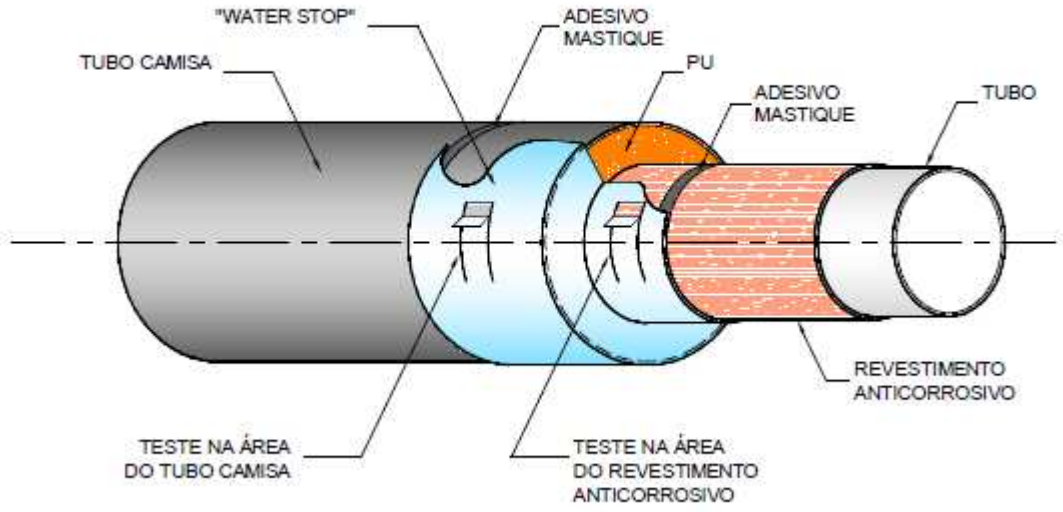
ANEXO B

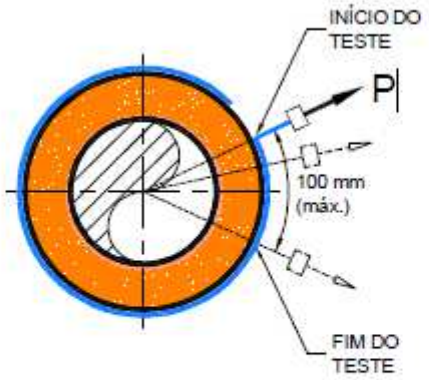
ENSAIO DE ADERÊNCIA DA MANTA TERMOCONTRÁTIL TIPO "WATER STOP" - MÉTODO DO DINAMÔMETRO

B.1 Ensaio na Região de Sobreposição com o Revestimento Original do Tubo de Aço

a) Marcar a superfície da manta, na área de sobreposição ao revestimento original do tubo de aço, com tiras de 25 mm de largura e 125 mm de comprimento na direção transversal ao eixo do tubo;
b) Cortar as tiras demarcadas, até atingir a superfície do revestimento do tubo;
c) Levantar uma das extremidades da tira para fixação da garra do dinamômetro garantindo que o adesivo seja destacado do revestimento anticorrosivo e não somente o filme de polietileno do adesivo, o que viria mascarar o ensaio;
d) Aplicar carregamento crescente de 1,0 kgf/s até a carga de 2,3 kgf;
e) Manter esta carga durante 60 segundos, sempre na direção ortogonal ao eixo do tubo;
f) A velocidade máxima de arrancamento deve ser de 100 mm/min.

B.2 Ensaio na região de sobreposição ao tubo





ENSAIO DE ADERÊNCIA - MÉTODO DO DINAMÔMETRO

ANEXO C

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA (FATOR K)

C.1 Deve ser utilizada a norma ABNT NBR 12094 para a determinação da condutividade térmica da espuma de poliuretano.

C.2 Deve ser levantado um gráfico “fator K” x “T (tempo)” para a determinação do fator K envelhecido por um período de 3 meses.

C.3 Os corpos de prova, para a realização dos ensaios, devem ser confeccionados em espuma de poliuretano com densidade entre 70 e 80 kg/m3 e com dimensões de 200 mm X 200 mm X 25 mm.

C.4 Os ensaios devem ser realizados como descritos na tabela abaixo:

Período Frequência de ensaio

Período	Frequência de ensaio
0 a 5 dias	Uma verificação a cada 12 horas em cada CP
6 a 10 dias	Uma verificação a cada 24 horas em cada CP
11 a 30 dias	Uma verificação a cada 48 horas em cada CP
31 ao fim do ensaio	Uma verificação a cada 96 horas em cada CP

C.5 Durante o período de teste três corpos-de-prova devem ser mantidos em laboratório com temperatura controlada de 23ºC ± 2ºC e três corpos devem ser mantidos em forno com temperatura controlada de 95ºC ± 5ºC.

ANEXO D

Ensaio de Resistência à Propagação ao Corte

D.1 Cortar 2 amostras retangulares do filme de polietileno da manta reticulada sem adesivo e expandido de aproximadamente 180 mm de comprimento na direção de contração e 50 mm de largura.

D.2 Em uma das 2 amostras (A), traça-se 2 linhas paralelas no lado maior do retângulo: uma a 5 mm da borda e a outra a 10 mm.

D.3 No ponto médio da borda e perpendicular a ela, efetua-se um corte de 5 mm até a primeira linha traçada. As extremidades da manta são fixadas firmemente impedindo alguma contração durante o ensaio.

D.4 A amostra assim preparada é colocada em uma estufa com circulação de ar a 200ºC por 15 min juntamente com outra amostra (B) que é mantida na estufa de modo a permitir a livre contração. A amostra (B) serve para monitorar a contração.

D.5 Uma vez decorrido o tempo de ensaio, retiradas as amostras da estufa e resfriadas à temperatura ambiente, a amostra é examinada visualmente e verificado:

a) se a amostra B foi contraída em relação ao seu comprimento inicial na direção de contração;

b) se há propagação do corte na amostra A além da segunda linha marcada (10 mm da borda).