

F - Empreendimentos Associados e Decorrentes

A seguir serão descritos os procedimentos de instalação dos dutos rígidos do sistema de coleta e escoamento da produção, além da jaqueta metálica da plataforma, seus módulos e demais equipamentos constituintes do arranjo submarino, como os elementos de interligação.

A duração das atividades de instalação está apresentada no item II.2.1.B. deste EIA.

F1 - Procedimento Geral de Instalação das Linhas Rígidas do Sistema Submarino de Coleta da Produção

O procedimento geral de instalação das linhas rígidas prevê o levantamento de batimetria e das características do solo na rota de lançamento, seguido de inspeção por ROV (*Remote Operated Vehicle*), antes do lançamento dos dutos.

A instalação dos dutos será realizada pelo método *Reel-Lay*, através de embarcações equipadas com sistema de posicionamento dinâmico, carretel para lançamento de linhas, rampa provida por tensionadores, guinchos, ROV de inspeção e intervenção, entre outros, semelhantes a embarcação MSV *Skandi Navica*, ilustrada na Figura II.2.4.2-23.



Figura II.2.4.2-23 - Embarcação a ser empregada nas atividades de instalação dos dutos – *Skandi navica*. Fonte: Petrobrás.

Geralmente, os tramos do duto são soldados e carregados no carretel do navio de lançamento através de bobinamento (*spooling*). Após completar o bobinamento dos dutos ou trecho do duto, dependendo da dimensão e capacidade do carretel, o navio desloca-se para o local de instalação e conforme o comprimento do duto, o lançamento é feito em etapas, tais como:

- ★ lançamento e abandono de um trecho;
- ★ retorno ao canteiro para carregamento de novo trecho;
- ★ viagem para a locação da extremidade do trecho abandonado;
- ★ recuperação da extremidade do trecho abandonado e solda com a extremidade do trecho do carretel;
- ★ continuação do lançamento; e
- ★ abandono parcial ou final.

Após o lançamento, os dutos rígidos do sistema de coleta da produção do Campo de Mexilhão serão submetidos a um teste hidrostático e posteriormente preenchidos com MEG. No final do período de hibernação, os dutos serão conectados diretamente a PMXL-1, quando então o MEG é encaminhado para a planta de processo, junto com a produção coletada.

F2 - Procedimento Geral de Instalação das Estruturas Submarinas

Instalação dos Manifolds

O transporte será realizado por uma plataforma (sonda) até a locação, que também será responsável pelo início do lançamento. Dois rebocadores serão utilizados para o apoio no lançamento e alinhamento do *manifold*. Adicionalmente, outros dois barcos equipados com ROV serão responsáveis pela inspeção visual submarina.

As atividades de instalação dos *manifolds* serão precedidas pelas seguintes etapas de preparação:

- ★ Instalação de *transponders* no fundo do mar, que auxiliarão no posicionamento dos *manifolds*;
- ★ Estabelecimento dos parâmetros de segurança para a realização da operação em relação às condições de mar e deslocamentos máximos das embarcações;
- ★ Simulações dos esforços durante o lançamento do *manifold*;
- ★ Monitoração das condições de mar: corrente para várias profundidades, velocidade do vento, altura e frequência das ondas;
- ★ Monitoração dos movimentos da plataforma e do rebocador de apoio, com acelerômetros, visando a segurança da operação;
- ★ Monitoração dos esforços sofridos no compensador da sonda.

Inicialmente, o lançamento do *manifold* será realizado através do guindaste da sonda. Em seguida, um dos rebocadores de apoio dividirá, com a sonda, a carga envolvida no lançamento através de um cabo de sustentação de 4". A transferência da carga e o restante da descida são acompanhados por ROV. As Figuras II.2.4.2-24 e II.2.4.2-25 ilustram o início das operação de lançamento do *manifold* e a etapa de transferência de carga para o rebocador de apoio.

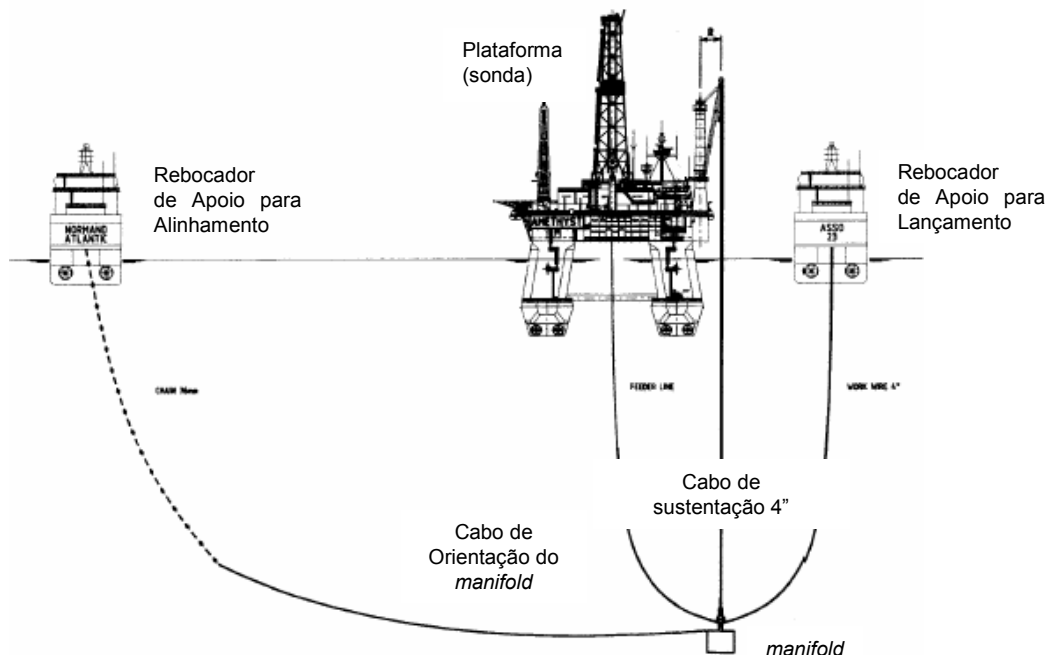


Figura II.2.4.2-24 - Esquema ilustrando o início do lançamento do manifold.

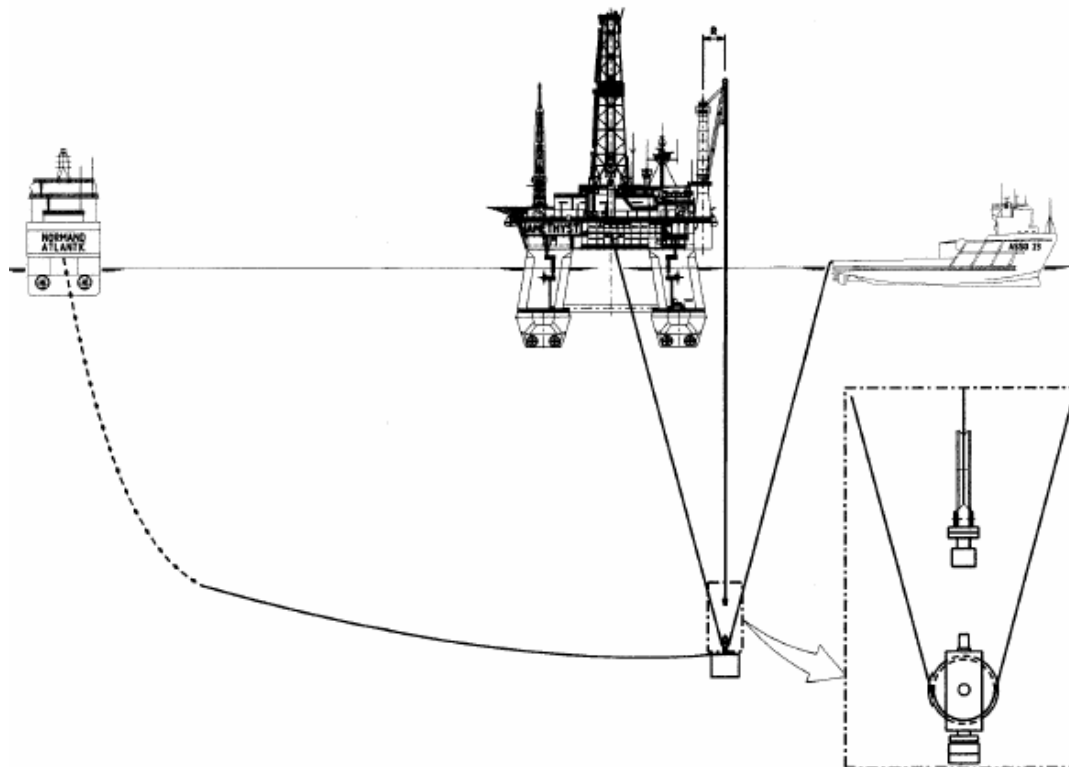


Figura II.2.4.2-25 - Esquema ilustrando a transferência de carga da sonda para o rebocador

Devido ao risco da perda de posição das embarcações provocada pelo fenômeno de cintilação ionosférica, o início das operações anteriores à transferência de carga (da plataforma para o rebocador de apoio) se dará preferencialmente durante o dia, sendo que a operação de transferência propriamente dita deverá ocorrer antes da meia-noite.

Após a transferência de carga do guindaste da plataforma para o cabo de 4" e medição de esforços na sonda, é reiniciado a descida com acompanhamento do ROV. A descida será auxiliada por um dos rebocadores.

O posicionamento e alinhamento do *manifold* além da configuração das embarcações e dos cabos próximo ao fundo são verificados para, enfim, se realizar o assentamento no leito marinho. A Figura II.2.4.2-26 ilustra o assentamento do *manifold* no leito marinho.

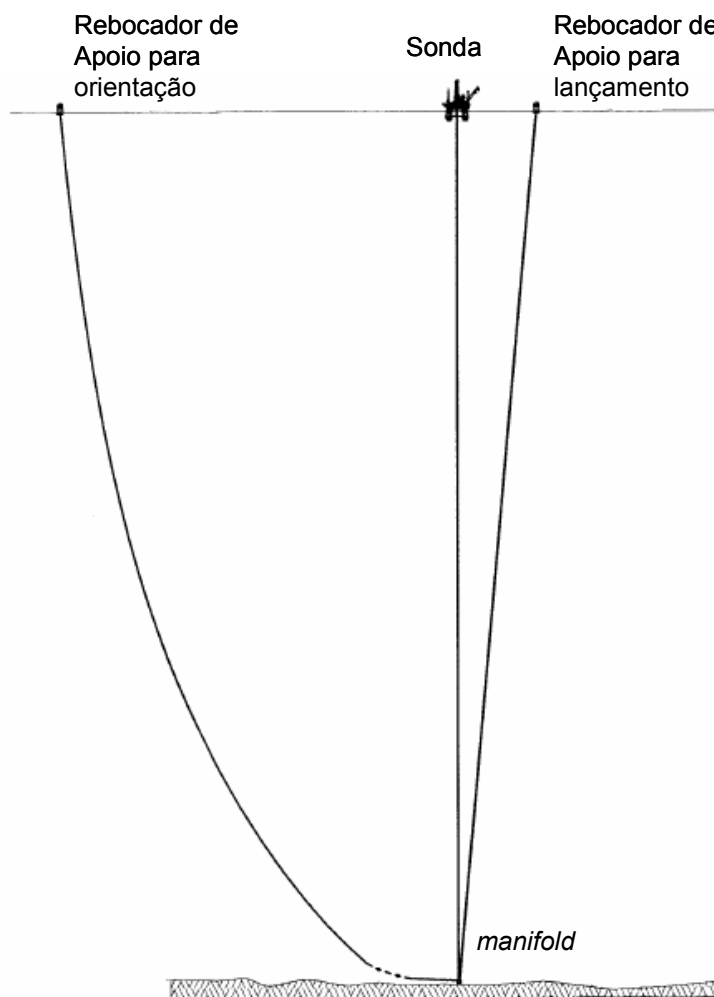


Figura II.2.4.2-26 - Ilustração do assentamento do manifold no leito marinho.

Lançamento dos PLET

Cada estrutura será carregada no navio de lançamento, com todos os certificados de fabricação e de testes da integridade, que deverão ser devidamente comprovados por uma entidade certificadora. Durante o trajeto para a locação, serão feitos testes funcionais para verificar se todas as funções operacionais estão atendendo às especificações de projeto. Na locação, o PLET será posicionado na rampa de lançamento e conectado ao flange do duto rígido. Após o teste de estanqueidade inicia-se a descida do PLET, até seu assentamento final no solo marinho.

Lançamento das ANMs

As ANMs serão lançadas a partir de recursos da sonda de perfuração e serão instaladas através do *riser* de completção.

F3 - Instalação da Jaqueta e dos módulos da PMXL-1

Após construção em terra, a jaqueta será embarcada, transportada até a sua locação definitiva por uma balsa de lançamento de grande porte e instalada por uma balsa guindaste, conforme ilustrado na Figura II.2.4.2-27 a seguir.



Figura II.2.4.2-27 - Instalação da jaqueta metálica.

Já os módulos da plataforma, serão transportados até a locação por barcos rebocadores, e instalados sobre a jaqueta através de balsas guindaste, conforme ilustrado na Figura II.2.4.2-28 abaixo.



Figura II.2.4.2-28 - Instalação dos módulos da jaqueta.

F4 - Instalação do Sistema de escoamento da Produção

Para a construção do gasoduto de exportação, serão utilizadas técnicas de arraste, combinadas com o lançamento *S-Lay*. O método de arraste será utilizado no trecho da rota de lançamento compreendida entre a praia e até uma distância máxima de 22 km da mesma, correspondendo a uma profundidade de 20m, e o trecho compreendido entre 20m e 172m de profundidade, será utilizado o método *S-Lay*.

De uma maneira geral, a instalação do duto de escoamento pode ser resumida através das seguintes etapas:

1. Lançamento dos dutos em ambiente exclusivamente marinho pelo método *S Lay*;
2. Execução do arraste dos dutos, com auxílio da base guincho;
3. Enterramento dos dutos nas imediações da costa,
4. Instalação do duto na parte terrestre entre a praia e a UTGCA;
5. Comissionamento do Gasoduto 34”

Para o lançamento e enterramento do gasoduto serão consideradas alternativas metodológicas que serão apresentadas na Figura II.2.4.2-29 a seguir de forma ilustrativa os trechos os quais serão aplicados os métodos construtivos.

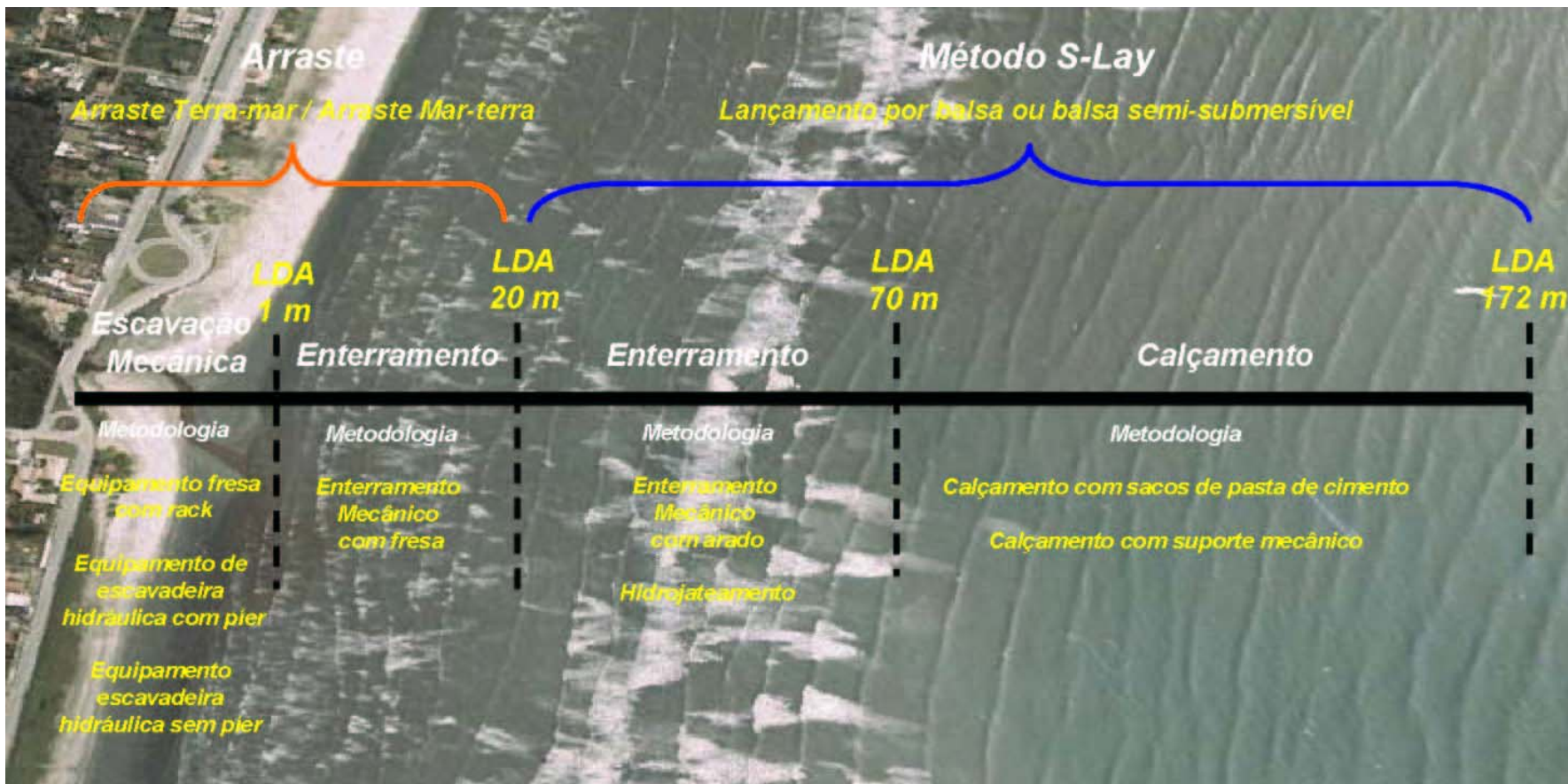


Figura II.2.4.2-29. Esquema de métodos de lançamento e enterramento do gasoduto.

Lançamento em ambiente exclusivamente marinho

Conforme mencionado anteriormente, o lançamento dos dutos em ambiente exclusivamente marinho será realizado através do método *S-Lay*, amplamente empregado na indústria de dutos submarinos.

Neste método, utiliza-se uma balsa equipada com uma rampa de produção horizontal, onde tramos são soldados resultando em um trecho de duto a ser instalado. Assim que cada tramo for soldado ao anterior, a balsa se moverá para frente, de modo que o duto seja liberado na sua popa, em uma linha contínua e suavemente curvada, assentando-se no assoalho, seguindo a diretriz estabelecida em projeto, e após terem sido inspecionadas e revestidas as juntas de campo e da instalação dos anodos.

A Figura II.2.4.2-30, a seguir, ilustra este processo de instalação de dutos em leito marinho.

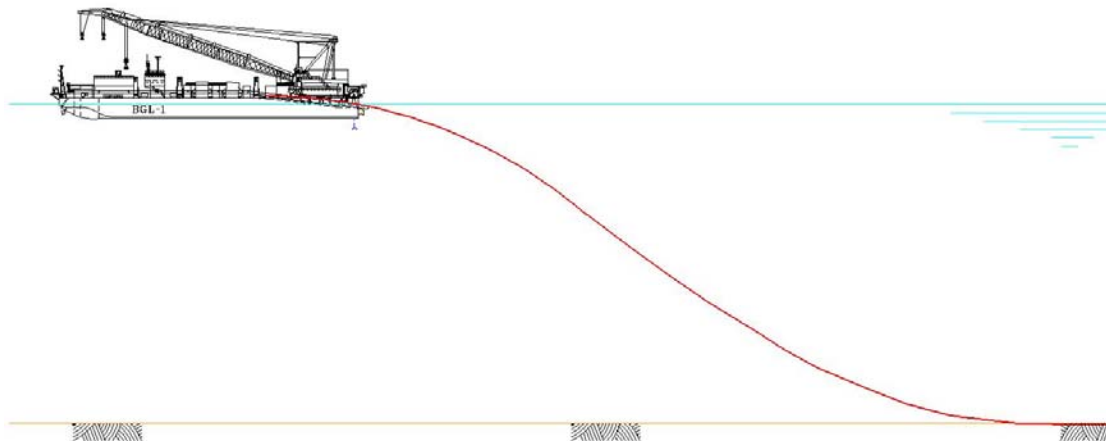


Figura II.2.4.2-30 - Esquema indicando o lançamento do duto no leito marinho.

Fonte: Petrobrás.

A extensão da rampa de produção denominada *stinger*, montada a ré da balsa, tem o objetivo de guiar e sustentar o duto durante a sua imersão, reduzindo o esforço provocado pelo seu curvamento. Todavia, podem ocorrer deformações na região curva que precede o ponto de contato com o fundo do mar, onde o duto

não pode ser suportado. Para evitar essa deformação, a tubulação deverá ser mantida por meio de tracionadores ao longo da rampa de lançamento. Serão empregados rebocadores presos às extremidades dos *strings* (tramos de dutos soldados) responsáveis pelo seu tracionamento.

Para a instalação do gasoduto de exportação em ambiente marinho, a partir da profundidade de 6-8 metros, será utilizada uma balsa de lançamento de grande porte, dotada de facilidades para montagem, soldagem e inspeção dos tramos, sistema de ancoragem convencional, área para armazenamento de tubos e equipamentos, equipamentos para enterramento do duto, guindastes, tensionadores, geradores, etc. A embarcação específica para esta etapa ainda será definida em função da disponibilidade das opções adequadas, dentre elas, embarcações do porte DLB *Iroquois*, *Castoro Sei* ou *Acergy Piper*, esta última ilustrada no desenho esquemático da Figura a seguir.



Figura II.2.4.2-31 - Foto ilustrativa da embarcação de lançamento *Acergy Piper*.
Fonte: Petrobras.

Estarão envolvidos nestas operações de lançamento a embarcação de lançamento e rebocadores para reposicionamento das âncoras. Ressalta-se que durante esta etapa, a área de lançamento de dutos será sinalizada

por bóias, conforme fotos na Figura abaixo.

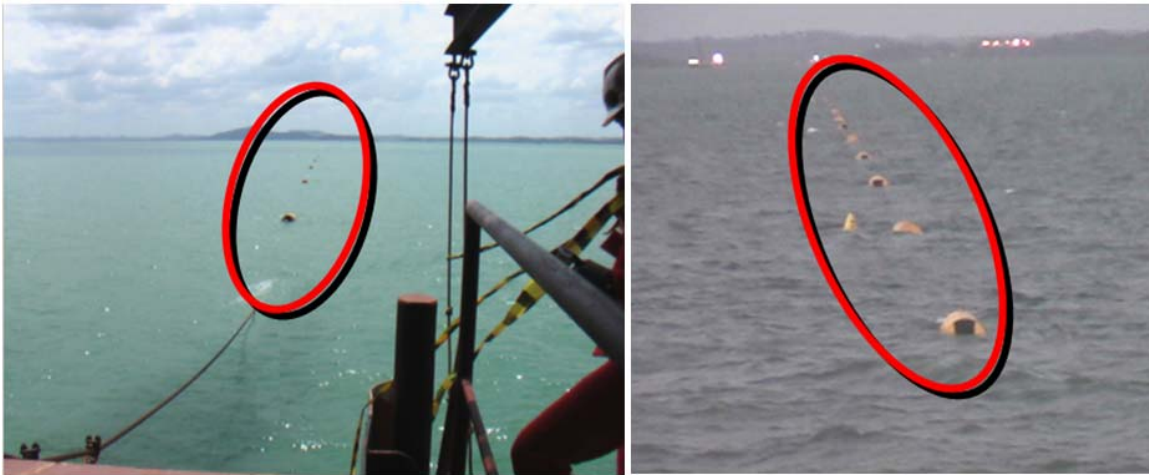


Figura II.2.4.2-32- Bóias sinalizadoras.

Sempre que necessário, o assentamento da tubulação no assoalho marinho será feito mediante a instalação de "calços". O calçamento do duto tem como objetivo nivelar a tubulação para que não ocorram vãos livres, que possam comprometer a tubulação estruturalmente. Assim, após o dimensionamento dos vãos livres máximos admissíveis definidos em projeto, a linha lançada será inspecionada de modo a localizar-se a existência de vãos livres acima dos admissíveis. Todos os vãos livres identificados com medida superior à admissível serão calçados, de modo a evitar que a estrutura venha a sofrer danos futuros.

Para esta atividade poderão ser utilizados ora bolsas preenchidas com pasta de cimento injetada (*grout bag*), após o posicionamento embaixo do duto, ora suportes mecânicos ajustáveis. O critério utilizado para a escolha de um ou outro tipo de calçamento é a altura do vão livre. Os vãos livres são identificados através de ROV (*Remote Operated Vehicle*). As Figuras II.2.4.2-33 e II.2.4.2-34 ilustram estes dois tipos de calçamento de dutos submarinos.

Para a profundidade máxima prevista de instalação do gasoduto de exportação (cerca de 172 m), ambos os tipos de calçamento serão posicionados com o auxílio de mergulhadores.



Figura II.2.4.2-33 - Calçamento com suporte mecânico.

Fonte: Petrobras



Figura II.2.4.2-34 - Calçamento com sacos de pasta de cimento.

Fonte: Petrobras

Lançamento em ambiente de transição terrestre / marinho (shore approach)

Neste pequeno trecho, será utilizada a técnica de arraste da tubulação, tendo em vista a baixa declividade do terreno na região de Caraguatatuba, há a necessidade da redução da força de atrito e aumento da flutuabilidade do duto

para que a operação de arraste do mesmo seja executada de forma efetiva. Desta forma é fundamental abertura de vala.

O projeto prevê a utilização de escavação mecânica que poderá ser executada por dois métodos, que serão apresentados a seguir:

- a) Escavação mecânica utilizando uma máquina do tipo PTM COMBO, sendo conduzida por veículo anfíbio sob rodas, tipo *RACK*, que permite a abertura de um canal com uma profundidade e largura máxima de 2x2 m para realizar o arraste da tubulação com suas respectivas bóias flutuadoras até a praia. A Figura II.2.4.2-35 apresenta uma foto ilustrativa da máquina PTM COMBO acoplada pelo veículo anfíbio tipo *RACK*.



Figura II.2.4.2-35 - Máquina tipo PTM COMBO acoplada ao veículo anfíbio Tipo RACK. Fonte: Petrobrás.

- b) Escavação mecânica no trecho da praia (500 m) através da instalação em caráter temporário de um píer. O píer possuirá estacas de fundação com cerca de 3 m de profundidade, e entre estas, pranchões lado a lado em toda sua extensão. Tal estrutura será enterrada no leito marinho impedindo temporariamente o retorno natural do material retirado do seu

interior. Sobre a referida estrutura será instalado um píer com 500 m de extensão e 6 m de largura, ver Figura II.2.4.2-36, que permitirá o uso de escavadeira hidráulica sobre esteira equipada com concha, que executará a abertura de canal com profundidade e dimensão suficientes (aproximadamente 2 x 2 m) que possibilitem a realização do arraste da tubulação e respectivas bóias flutuadoras até a praia. Este conjunto, píer e estacas-pranchas, também terá o caráter temporário. A Figura II.2.4.2-36 apresenta o desenho esquemático da estrutura temporária do píer com a estrutura enterrada no solo marinho.

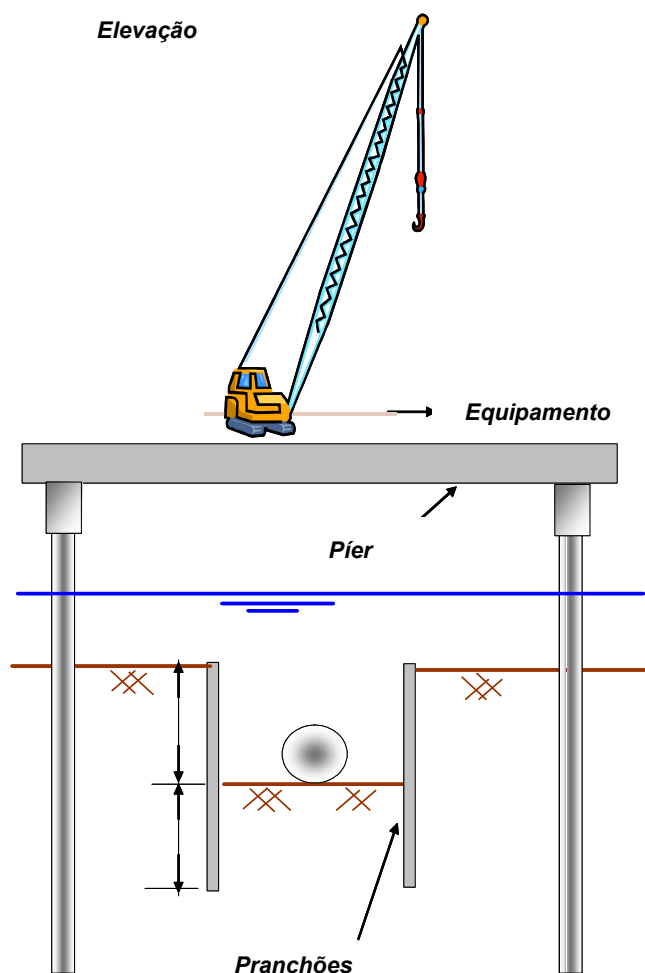


Figura II.2.4.2-36 - Desenho esquemático da estrutura temporária do píer com a estrutura enterrada no solo marinho.

Fonte: Petrobras.

Assim, no trecho compreendido desde a praia até 2-4 km em direção ao mar (profundidade de 6-8 metros), será realizada escavação mecânica.

O arraste da tubulação poderá ser realizado através de duas técnicas, que cujas diferenças fundamentais estão relacionadas à direção que o arraste será realizado.

a) Arraste Mar-terra

Metodologia usualmente aplicada e prevê a utilização de canteiro de obras na praia, temporário, denominado “base-guincho” na qual serão instalados equipamentos com a capacidade de realizar o puxamento do duto, o qual será montado em uma balsa apropriada para execução de soldas e testes, posicionada no mínimo a 1 Km da praia.

O canteiro será munido com um guincho de arraste responsável pelo arraste da tubulação e é composto de uma unidade hidráulica, bobinador e guincho linear de tração contínua, com capacidade de 600.000 lb, para execução do arraste. O equipamento será assentado sobre pranchões de madeira dispostos, diretamente, sobre um aterro compactado a ser construído no local.

A Figura II.2.4.2-37 apresenta um esquemático do canteiro de obras e a Figura II.2.4.2-38 apresenta uma foto ilustrativa da Base Guincho e o detalhe do guincho de arraste instalados na praia.

- A – Banheiros químicos (2x5m);
- B – Gerador de energia;
- C – Coletores de resíduos (1x4m);
- D – Área para armazenamento de bóias;
- E – Unidade hidráulica;
- F – Vestiário;
- G e K – Ferramentarias;
- H e J – Escritórios;
- I – Refeitório

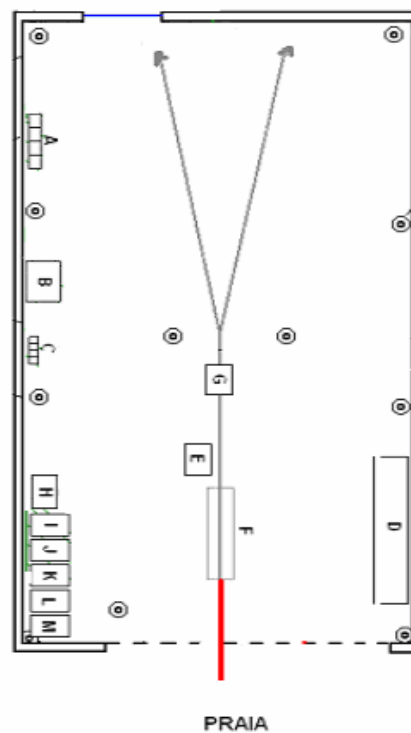


Figura II.2.4.2-37 - Desenho esquemático da estrutura de uma Base Guincho.

Fonte: Petrobras



Figura II.2.4.2-38 - Foto ilustrativa da Base Guincho na praia (a). Detalhe do guincho de arraste (b). Fonte: Petrobras

b) Arraste Terra – Mar

O outro método seria a utilização de um canteiro de solda temporário na praia, onde será executada a montagem do duto. Será necessário à execução

das operações de transporte dos tubos por meio de carretas, movimentação para descarregamento e posicionamento dos tubos e soldagem dos mesmos. Uma vez montado um trecho, com no máximo de 48m do referido duto, ao mesmo será soldada uma “cabeça-de-arraste” que possibilitará o puxamento do por meio de guincho posicionado em uma balsa localizada no mínimo a 1 Km da praia. A Figura II.2.4.2-39 a seguir apresenta um esquemático do canteiro de soldas.

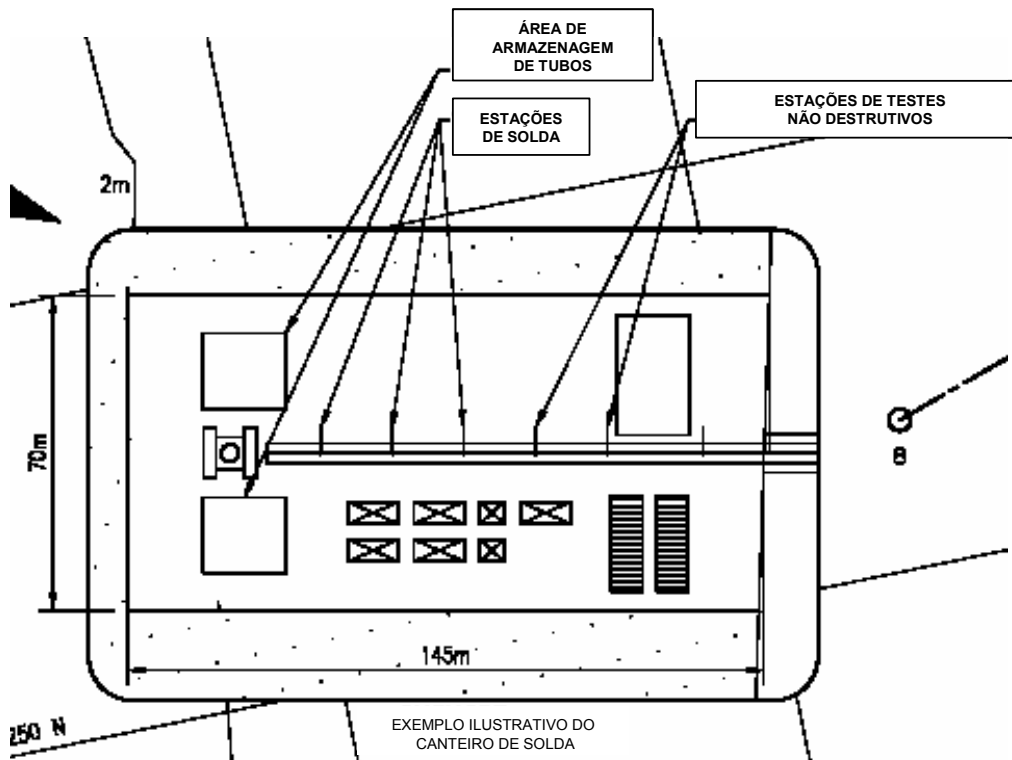


Figura II.2.4.2-39 - Esquemático ilustrativo do canteiro de solda.

Durante a operação de arraste, tanto direção mar-terra quanto terra-mar, os cabos de aço serão dotados de bóias, entre a embarcação de lançamento e a base guincho em terra ou vice-versa.

Ressalta-se que a extremidade conectada ao guincho permanecerá tamponada ao longo de todo o período. Uma vez concluído o trecho onde é necessário o arraste da tubulação, o lançamento da linha no assoalho marinho será feito sem o auxílio da base guincho.

Ao longo do período de construção deste trecho, toda a área de praia entre a base guincho e a linha de baixa-mar, será bloqueada ao trânsito de pessoal e/ou

veículos, através de cordão de isolamento ou outro tipo de barreira.

Toda a área de operação de arraste será ostensivamente sinalizada, inclusive e principalmente durante os períodos noturnos, alertando transeuntes e embarcações para as operações que estarão sendo efetuadas no local.

Enterramento dos Dutos

Dada a necessidade de enterramento do gasoduto de exportação nas proximidades da praia até a isóbata de 70 m, este será efetuado com uma camada de cobertura de, pelo menos, 1,0 m a partir de seu bordo superior.

Para o enterramento do gasoduto poderão ser utilizados dois métodos: o Mecânico e o Hidrojato.

O enterramento mecânico poderá ser realizado com a utilização de dois equipamentos distintos:

- a) O enterramento poderá ser realizado utilizando o equipamento dotado com fresa (Figura II.2.4.2-40), sendo conduzido e apoiado por embarcação do tipo balsa, as quais poderão possuir sistema de posicionamento dinâmico (sem âncoras) ou ancoradas. Tal equipamento é posicionado sobre o duto, momento no qual, seu par de fresas é acionado e rebaixado até que esteja abaixo do duto a ser enterrado. A própria rotação das fresas provoca um movimento de avanço do equipamento que abre uma vala de 2 m de profundidade por 5 m de largura, suficiente para que o duto se acomode em seu interior, sendo recoberto pela movimentação natural do solo marinho.



Figura II.2.4.2-40 - Máquina de enterramento equipada com fresa.

- b) Equipamentos utilizando ferramenta mecânica do tipo arado (*pipeline plough*). Tais equipamentos são acoplados sobre o duto que será enterrado, ficando sua cunha posicionada abaixo do mesmo. Este equipamento, é então puxado por embarcação de apoio, provocando a penetração do solo marinho por sua cunha, devido ao peso do equipamento, a forma da cunha e a tração aplicada. Desta forma o equipamento inicia a abertura de vala em “V”, com abertura máxima 12 metros de largura e profundidade de 2 metros, na qual o duto se acomoda em seu interior, sendo recoberto pela movimentação natural do solo marinho. A Figura II.2.4.2-41 apresenta uma foto ilustrativa do equipamento de enterramento do tipo arado.



Figura II.2.4.2-41 - Máquina de enterramento do tipo arado.

Fonte: Petrobras

Em alternativa ao enterramento mecânico poderá ser utilizada a técnica de hidrojetato, que consiste em uma máquina de escavação com jateamento hidráulico (tipo ROTTECH DREDGE), sendo conduzida por embarcação com posicionamento dinâmico.

Este equipamento, tendo forma geral em “T”, possui duas turbinas posicionadas nas extremidades opostas do braço superior e girando, relativamente, em sentido opostos, visando anular o efeito giroscópico. Tais turbinas captam água que é conduzida com extrema velocidade para o cifão inferior, o qual está posicionado imediatamente acima do duto que será enterrado. A velocidade com que a água é expelida do equipamento transforma-se em pressão, a qual é aplicada à área onde o duto está repousando sobre o solo marinho. Desta forma o solo é cavado formando vala na qual o duto se acomoda e é recoberto pela movimentação natural do solo marinho. A Figura II.2.4.2-42 apresenta uma ilustração da máquina de jateamento hidráulico.

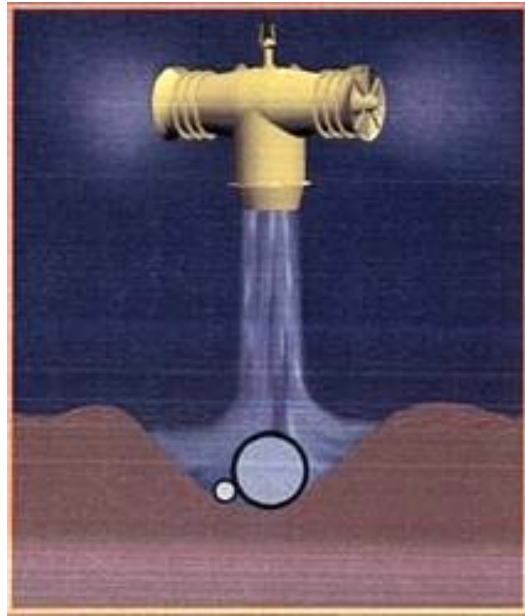


Figura II.2.4.2-42 - Máquina de enterramento utilizando hidro-jateamento-tipo ROTECH. Fonte: Petrobras

Instalação do Duto no Trecho Terrestre

No trecho terrestre, entre a praia e a UTGCA, o duto será instalado conforme metodologia convencional de construção, a partir da abertura de valas por meio de valetadeira ou retroescavadeira, baseando-se em normas técnicas e boas práticas de engenharia. A Figura II.2.4.2-43 A e B ilustra os métodos de abertura de vala com a utilização de valetadeira e retroescavadeira.



Figura II.2.4.2-43 - Abertura de vala utilizando uma valetadeira (A) e uma retroescavadeira (B).

O procedimento de instalação se inicia com o transporte dos dutos até os locais previstos de montagem, de acordo com o traçado projetado, onde são distribuídos ao longo da faixa de trabalho, como ilustrado na Figura II.2.4.2-44.

Posteriormente, ocorre a abertura da vala, onde os tubos ficarão acomodados. As valas serão abertas de forma que os bordos superiores dos tubos fiquem a uma profundidade mínima de 1 metro. Estes serão, então, soldados e curvados, quando for necessário realizar mudanças de direção. As soldas serão inspecionadas por ultra-som e, caso seja detectada qualquer anomalia, estas serão corrigidas antes do abaixamento do duto na vala. O processo de soldagem pode ser observado na Figura II.2.4.2-45.



Figura II.2.4.2-44 - Desfile da tubulação ao longo da área de montagem. Fonte: Petrobras.



Figura II.2.4.2-45 - Soldagem dos tubos. Fonte: Petrobras.

Os tubos serão colocados na vala de modo a garantir uma acomodação perfeita, evitando deslocamentos, deslizamentos, deformações ou danos ao revestimento. A Figura II.2.4.2-46, abaixo, apresenta uma típica vala de escavação para enterramento de duto.



Figura II.2.4.2-46 - Ilustração de uma vala de escavação para enterramento de duto. Fonte: Petrobrás.

Depois de estarem devidamente acomodados e soldados, será realizado o teste hidrostático nos dutos. Quando da comprovação da sua integridade, a tubulação será recoberta com a camada de solo originalmente removida e a vegetação superficial, onde houver, será reconstituída.

Nas áreas próximas a aglomerados urbanos, durante a construção e montagem, as vias de tráfego e de acesso às residências serão mantidas, exceto por períodos curtos necessários para o assentamento da tubulação. Serão instalados tapumes temporariamente, nas ruas e casas adjacentes, para isolar a zona de construção. Assim que as valas forem re-aterradas, as áreas serão restauradas e limpas imediatamente, com vistas a restabelecer as condições anteriores.

Em áreas úmidas, que não suportam equipamentos nas condições naturais, antes da instalação dos dutos será necessária a estabilização da faixa de instalação através da utilização de recursos e práticas como o uso de mantas geotêxteis, estivas removíveis, terra ou pedregulhos, entre outros. A tubulação também deverá ser revestida com concreto, para proporcionar uma flutuação negativa, e possuir âncoras ou outros dispositivos que permitam o posicionamento no fundo.

Na abertura da vala, poderão ser utilizadas retroescavadeiras sustentadas por esteiras de madeira fabricadas ou bóias, que se moverão gradualmente através da terra úmida, quando a esteira for movida, imediatamente, de trás para frente da trilha da retroescavadeira. Esse processo reduz o impacto na terra úmida, porque distribui o peso da retroescavadeira e reduz o movimento na terra úmida, minimizando ao máximo a área coberta por esteiras de madeira/toras.

Se na abertura da vala existirem rochas a serem escavadas, no final do processo, as mesmas deverão ser recolocadas com o subsolo. No entanto, o material rochoso não poderá ficar em contato direto com o duto, para não danificá-lo.

Ao fim da instalação, quando a cobertura estiver terminada, as áreas afetadas deverão ser restauradas aos seus contornos originais e o regime de fluxo, restabelecido, sempre que viável, a menos que haja características extraordinárias e níveis instáveis.

Alternativamente, poderá ser utilizado um método construtivo no qual cada segmento de duto flutuante deverá ser empurrado/puxado e guiado pelo fundo da vala. Uma vez que a localização apropriada seja alcançada, as bóias deverão ser

soltas, e a tubulação abaixará, devido à presença de dispositivos de flutuação negativa, tais como revestimento de concreto, âncoras ou qualquer outro aplicável.

Esse método deverá ser usado nas grandes extensões de áreas úmidas, onde o nível da água é alto o suficiente, na época da construção, para fazer com que o duto flutue dentro da vala e para que esses níveis sejam mantidos sem problemas.

Em trechos de curso de água, o método convencional para a travessia e abertura de vala utiliza a escavação do leito do rio, com os equipamentos cruzando o fluxo, por meio de retroescavadeira ou “linha de arrasto” (*drag-line*), que operam sobre as margens do curso d’água ou sobre o equipamento de travessia.

Na construção do equipamento de travessia, poderão ser utilizados materiais diversos, tais como: esteiras, pranchas, toras e estacas cravada de madeira, enrocamento e pedra-de-mão, cercas-filtros, ponte portátil de madeira ou metálica, tubos metálicos (para travessias de talwegues secos) e “*rip-rap*” de solo-cimento (para travessias de talwegues secos).

Durante a implantação dos equipamentos de travessia e no decorrer das obras, deverão ser observados os seguintes procedimentos:

- ★ a profundidade da vala deve ser suficiente para permitir a cobertura de projeto sobre o duto, abaixo do leito do curso d’água;
- ★ as fases de abertura da vala, abaixamento e cobertura, deverão ser executadas continuamente;
- ★ a implementação de controles de sedimento e erosão, além da estabilização das margens;
- ★ a suavização do talude em faixa longitudinal à vala, com largura estritamente necessária para a operação dos equipamentos, quando as margens do curso d’água estiverem em cota muito elevada, em relação ao fundo da vala;
- ★ o material proveniente das escavações deverá ser disposto a montante da primeira linha de contenção de sedimentos (cerca-filtro), de maneira a evitar seu carreamento para o curso d’água;

- ★ a remoção de todos os materiais usados na travessia de cursos d'água durante a recuperação. As margens deverão ser recuperadas, levando-se em consideração as condições dos materiais, a declividade dos aterros e as condições hidrológicas locais.

Comissionamento do Gasoduto

As operações de comissionamento do Gasoduto consistem em teste hidrostático, limpeza, secagem e inertização do duto. Essas operações estão descritas a seguir.

Teste Hidrostático

Uma vez concluída a construção e montagem no trecho terrestre, *shore approach* e marítimo, antes do enterramento do duto, este será submetido a um teste hidrostático, juntamente com os seus complementos, quais sejam o 'riser', o 'tie-in' e acessórios, com os seguintes objetivos:

- ★ verificar e garantir a estanqueidade do sistema (a pressão de teste é mantida por, no mínimo, 24 horas consecutivas);
- ★ verificar e garantir a integridade estrutural do sistema (como a pressão de teste é maior que a pressão de projeto, fica garantida a integridade dos tubos, soldas, uniões flangeadas e válvulas, comprovando-se que não houve danos gerados na montagem que venham a afetar a utilização do sistema).

O teste hidrostático consiste no preenchimento do duto (alagamento) com água do mar e/ ou água aditivada a qual conterá os seguintes produtos químicos:

Quadro II.2.4.2-17 - Produtos químicos a serem utilizados no alagamento do gasoduto de exportação .

PRODUTO	DESCRIÇÃO	CONCENTRAÇÃO UTILIZADA	NOME COMERCIAL
Biocida	Glutaraldeído a 43,6%	300 ppm	BULAB 6094 ou similar
Seqüestrante de Oxigênio	Bissulfito de Sódio a 40%	200 ppm	(BULAB 9602) ou similar
Corante	Solução de Fluoresceína a 20%	40 ppm	Fluorene R2 ou similar

Fonte: Petrobras.

Após o alagamento, procede-se com a pressurização do duto (25% maior que a pressão de projeto, de acordo com normas internacionais que regem a realização destes testes), monitorando-se parâmetros tais como temperatura, vazão e pressão, para verificação da existência ou não de vazamentos. A detecção de vazamentos é feita através da observação de queda de pressão contínua no duto.

Na parte terrestre, a simples inspeção visual ao longo da linha é suficiente para detectar o local de reparação, caso haja vazamentos. Na parte submarina, este tipo de detecção só é possível devido à presença do corante fluoresceína no fluido de preenchimento do duto. Esta substância dá testemunho, na superfície da água, do local do vazamento. A seguir são descritas as características do teste.

Após realização do teste, os dutos serão despressurizados e permanecerão alagados com um fluido de preenchimento no leito marinho até a execução do enterramento e interligação com seus respectivos pontos. O gasoduto permanecerá em fase de hibernação por cerca de 16 meses. Após o período de hibernação o duto será desalagado, conforme apresentado no item seguinte.

Desalagamento dos Dutos

O processo de desalagamento é realizado através da passagem de um raspador (*pig*), em intervalos constantes, deslocando o fluido contido no interior dos dutos.

O desalagamento do gasoduto de exportação se dará próximo a plataforma numa lâmina d'água de 170 m , descartando o volume de 70.000 m³ de fluido de preenchimento, durante cerca de 15 dias, numa profundidade de 10 m abaixo da

superfície do mar. Entretanto caso a instaladora consiga secar o duto imediatamente após o teste hidrostático, o fluido do teste que será água do mar será descartada sem aditivos na superfície do mar (10 m), caso contrário será adicionado ao fluido inibidores de corrosão no duto. O descarte nesse caso também será o mesmo (LDA 170 m a 10 m de profundidade da superfície do mar).

Após o desalagamento, inicia-se o processo de secagem, que também consiste na passagem de *pigs* especiais para absorção da umidade residual, até se atingir o ponto de orvalho, estabelecido em -20°C a 1 atm. Em seguida, o espaço interno é preenchido com gás inerte, quando são mantidas as condições mínimas para evitar formação de hidratos no início do escoamento do gás.