

## D - Descrição do Sistema Dutoviário

Neste item, serão descritos os principais aspectos técnicos dos dutos e dos equipamentos submarinos denominados PLEM's, que compõem o Sistema de Rebombeio Autônomo e Escoamento ou Complexo PDET.

Além disso, serão apresentados o sistema de detecção e localização de vazamentos e as operações de limpeza da malha de dutos.

### D1 - Dutos

Conforme mencionado, anteriormente, a unidade PRA-1 estará interligada ao FSO, a duas monobóias e ao PLAEM de Roncador por meio de dutos submarinos. A Figura II.2.1-3, apresentada no início desta Seção, ilustra a malha de dutos de interligação destas unidades.

Os principais aspectos técnicos dos dutos e risers que interligam as duas monobóias, o FSO e o PLAEM de Roncador à unidade PRA-1 encontram-se apresentados no Quadro II.2.4-8.

**Quadro II.2.4-8 - Principais especificações técnicas dos dutos e risers marítimos do Sistema de Rebombeio e Escoamento.**

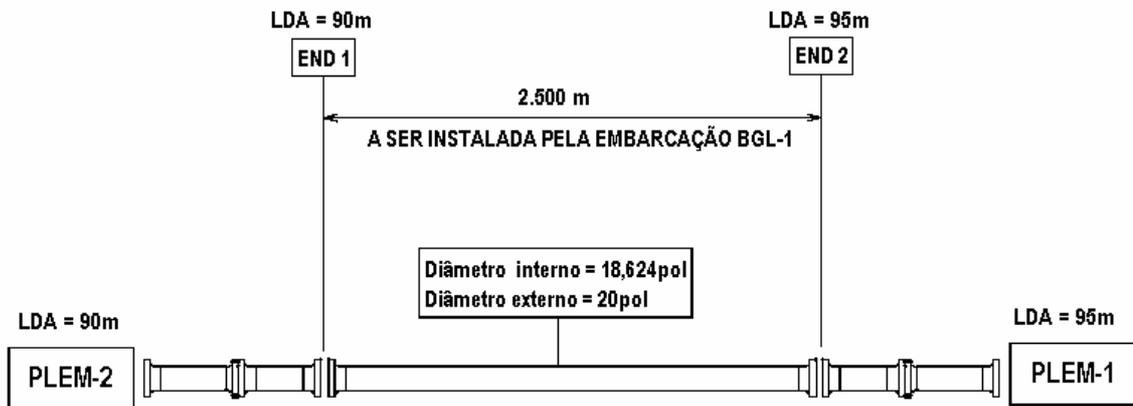
Especificação Dutos e Risers	Quantidade	Extensão (m)	$\phi_i$ ('')	$\phi_e$ ('')	P (kgf/cm <sup>2</sup> )	T(°C)	Vida Útil (anos)
PRA-1 : PLEM-1 (duto)	2	3072	18,62	20	70	55	30
PLEM-1 : FSO (riser)	2	590	12	16,05	70	55	30
FSO : PLEM-1 (riser)	4	590	12	16,05	69	55	30
PLEM-1: PLEM-2 (duto)	4	2500	18,62	20	69	55	30
PLEM-2:MONOBÓIA 1 (riser)	4	420	12	16,05	69	55	30
PLEM-2:PLEM-3 (duto)	4	2285	18,62	20	69	55	30
PLEM-3:MONOBÓIA 2 (riser)	4	420	12	16,05	69	55	30
PRA-1:PLAEM-1 (duto)	1	4.100	10	11	180	20	30
PRA-1:PLAEM-1 (duto)	1	4.100	20	21,75	180	20	30
PRA-1:FSO (duto flexível)	1	3.967	4	4	203,9	38	30

Fonte: PETROBRAS. Legenda:  $\phi$ : diâmetro; P: pressão; T: temperatura

Nas Figuras II.2.4-14 a II.2.4-18, são apresentados os esquemas dos dutos responsáveis pela interligação das unidades de rebombeio, escoamento/estocagem e transferência (PRA-1, FSO, monobóias), constituintes do Complexo PDET.



**Figura II.2.4-14 - Esquema dos oleodutos de 20" entre a PRA-1 e o PLEM-1 (total de 2).**  
 Fonte: PETROBRAS.

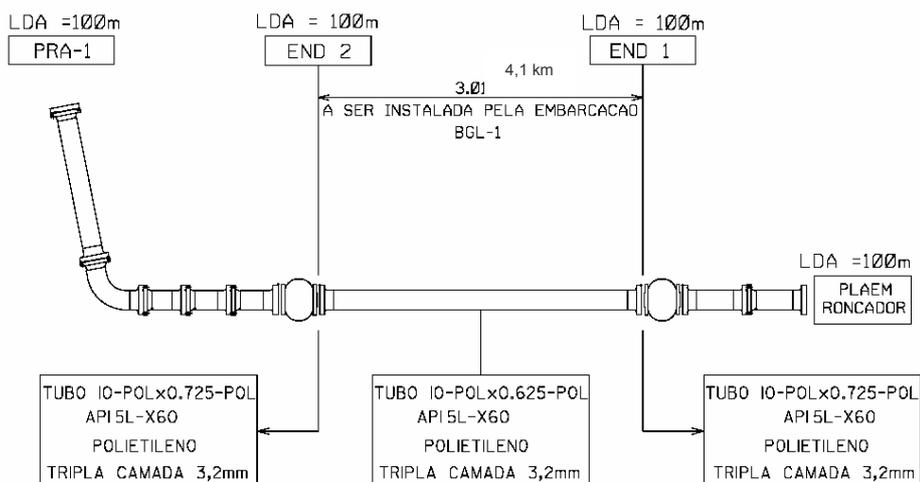


**Figura II.2.4-15 - Esquema dos oleodutos de 20" entre o PLEM-1 e o PLEM-2 (total de 4).**  
 Fonte: PETROBRAS

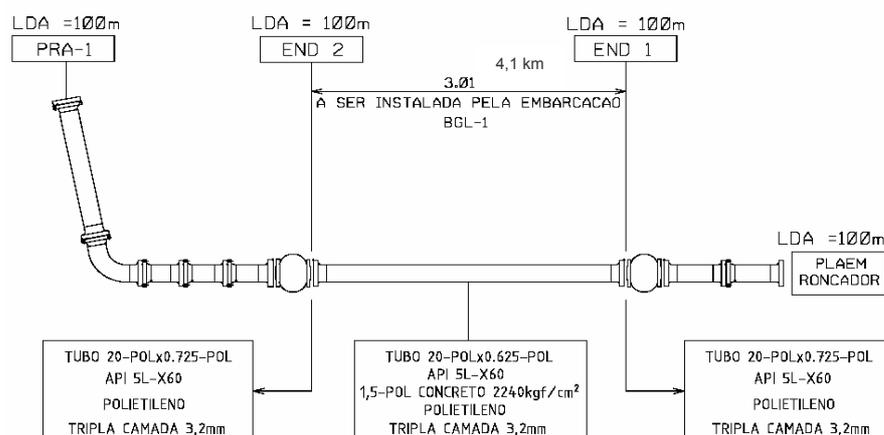


**Figura II.2.4-16** - Esquema dos oleodutos de 20" entre o PLEM-2 e o PLEM-3 (total de 4). Fonte: PETROBRAS.

O PLAEM-1 de Roncador estará interligado à PRA-1 através de dois gasodutos, de 10" e 20" de diâmetro, cujos esquemas são apresentados nas Figuras II.2.4-17 e II.2.4-18. Este equipamento submarino trata-se de um *manifold* constituído por um *skid* dotado de tubulações e válvulas, o qual permite a interligação de gasodutos vindos de diferentes campos produtores da Bacia de Campos em um único ponto, dando a flexibilidade operacional necessária ao escoamento do gás na Bacia de Campos.



**Figura II.2.4-17** - Esquema do gasoduto de 10" entre a PRA-1 e o PLAEM-1 de Roncador. Fonte: PETROBRAS.



**Figura II.2.4-18 - Esquema do gasoduto de 20'' entre a PRA-1 e o PLAEM-1 de Roncador.** Fonte: PETROBRAS.

#### a) Principais Acessórios dos Dutos

Os dutos (oleodutos de 20'' e gasodutos de 10'' e 20'') serão munidos de equipamentos e instalações necessários à sua operação e manutenção, além de sistemas de monitoramento e segurança. As instalações para operação incluem: *scraper traps* (lançador e receptor de *pigs*), válvulas e sensores de temperatura e pressão com atuação automática.

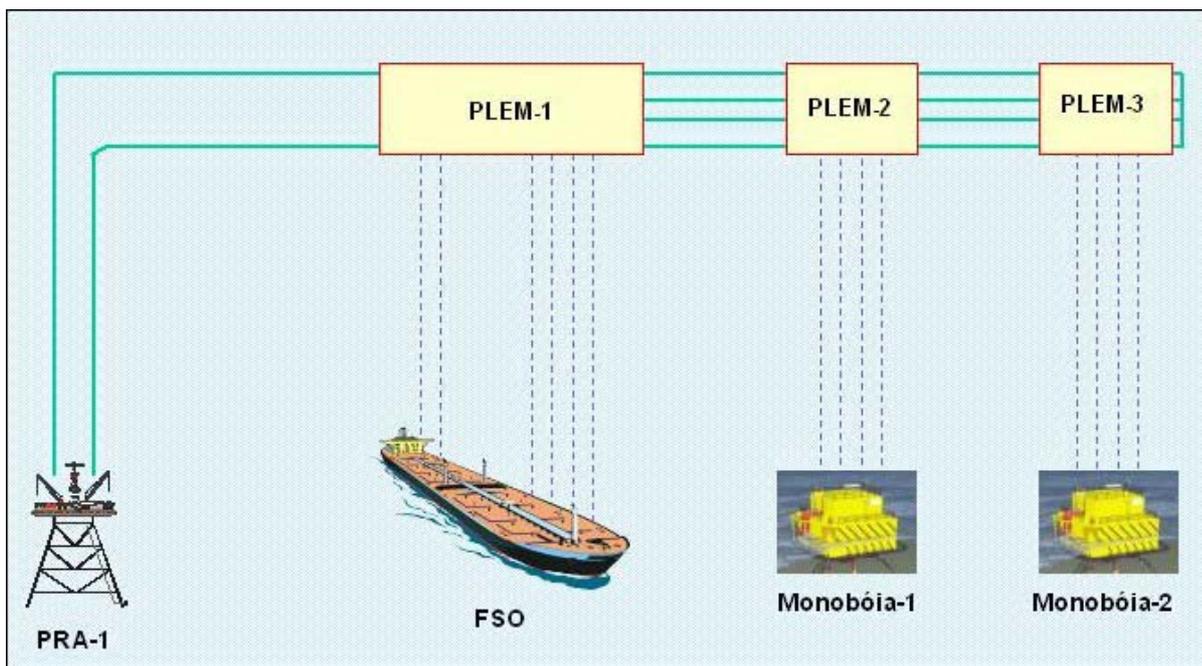
#### D2 - Equipamentos Submarinos

A interligação dos dutos submarinos apresentados, no item anterior, e das respectivas unidades pertencentes ao Complexo PDET (PRA-1, FSO e monobóias), será feita através de um sistema submarino de válvulas tipo PLEM (*Pipeline End Manifold*).

Os sistemas submarinos de válvulas serão instalados no fundo do mar, próximos ao FSO e às duas Monobóias, sendo compostos de uma estrutura metálica para suporte e assentamento no fundo do mar, tubulações e válvulas operadas hidráulicamente. Vale ressaltar que o fluido hidráulico será proveniente de unidades hidráulicas instaladas no FSO.

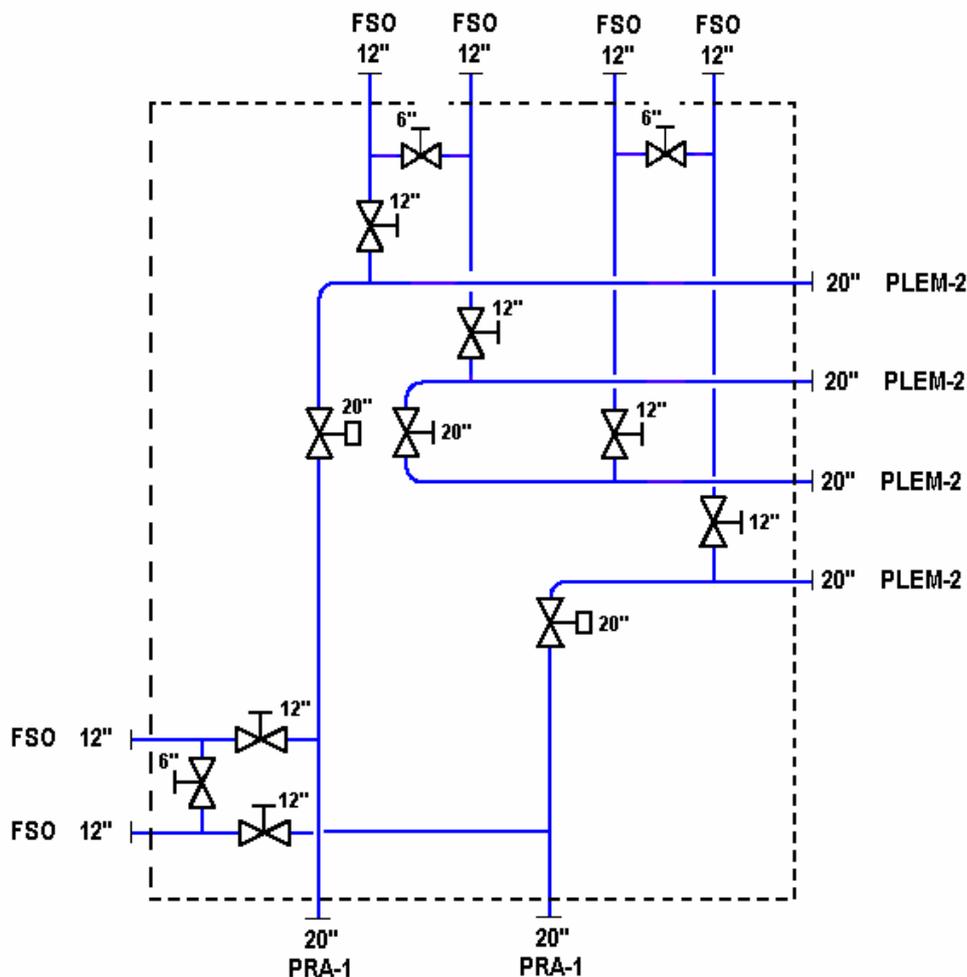
O objetivo fundamental dos PLEM's é permitir operações de abertura e fechamento das válvulas dos dutos, conforme as funções operacionais apresentadas anteriormente, assim como, a passagem de raspadores (*pigs*) pelos dutos, até o "turret" do FSO ou até as monobóias.

Para alcançar a flexibilidade operacional desejada do complexo PDET, será necessária a instalação de 3 (três) PLEM's, um para cada unidade (FSO e monobóias), conforme pode ser observado na Figura II.2.4-19, a seguir.



**Figura II.2.4-19 - Interligação dos dutos via PLEM's.** Fonte: PETROBRAS.

A Figura II.2.4-20 apresenta um esquema ilustrativo do PLEM-1, que interligará o FSO à PRA-1 e à primeira monobóia (MB1). São também apresentados os 6 (seis) *risers* de 12", que estarão conectados ao *turret* do FSO, assim como os 4 (quatro) oleodutos que interligarão o PLEM-1 ao PLEM-2.



**Figura II.2.4-20 - Ilustração esquemática do PLEM-1.**

Fonte: PETROBRAS.

Na Figura II.2.4-21, é apresentado o esquema do PLEM-2, o qual estará interligado ao PLEM-1 (FSO) e ao PLEM-3 (Monobóia 2) através de 4 (quatro) oleodutos de 20". A Figura II.2.4-22 ilustra o PLEM-3, o qual realizará a interligação da Monobóia 2 ao PLEM-2 (MB-1), através de 4 (quatro) oleodutos de 20".

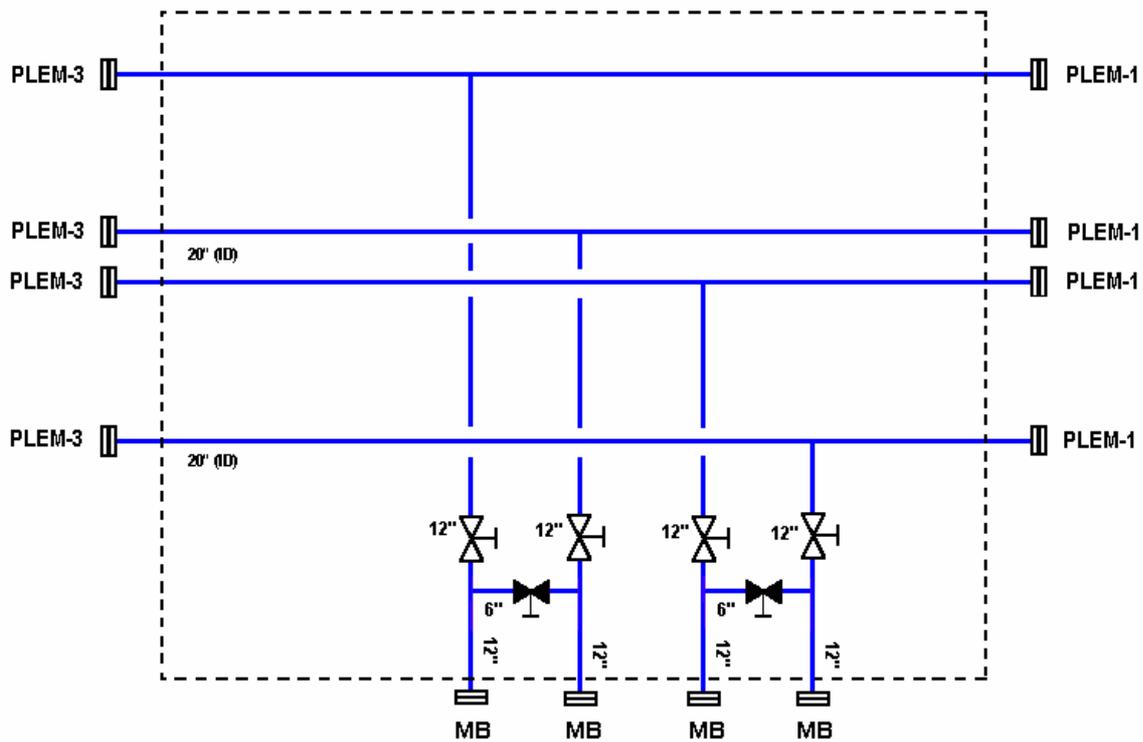


Figura II.2.4-21 - Ilustração esquemática do PLEM-2. Fonte: PETROBRAS.

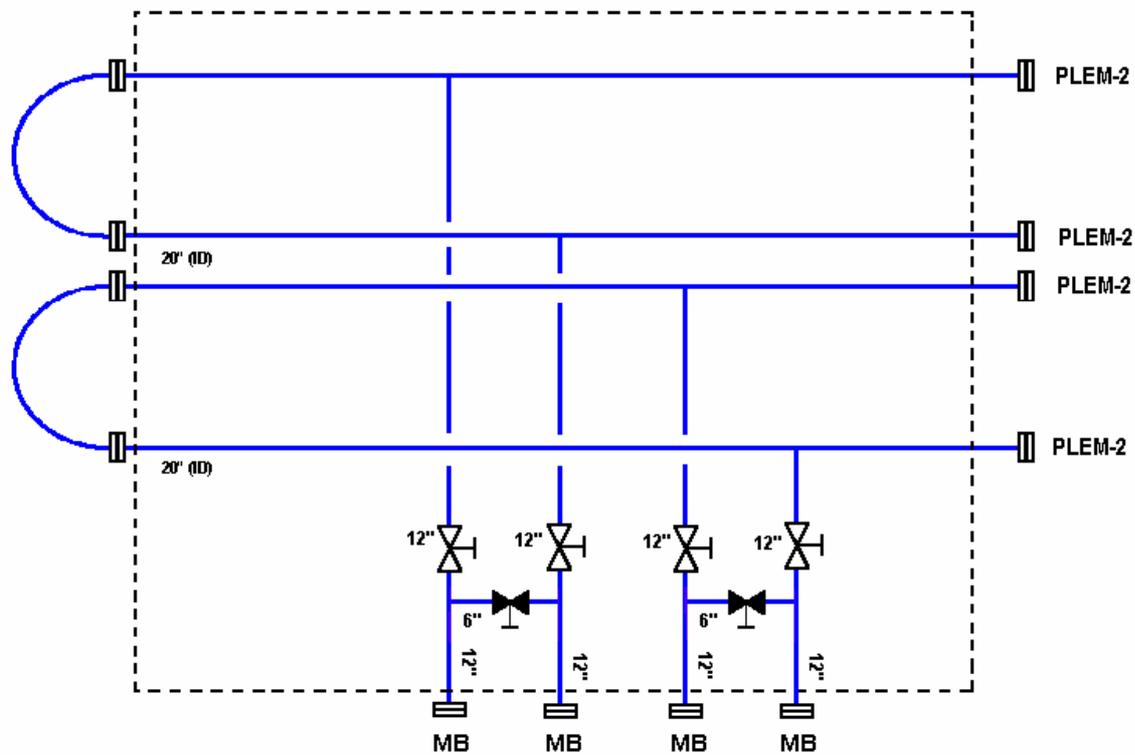


Figura 2.4-22 - Ilustração esquemática do PLEM-3. Fonte: PETROBRAS.

### *D3 - Sistema de Detecção e Localização de Vazamentos*

A detecção e localização de vazamentos na malha dutoviária submarina durante a operação do Complexo PDET serão realizadas por intermédio de um sistema automatizado (LDS), através de um *software* especializado, um dos mais robustos e confiáveis na indústria de dutos.

O sistema LDS operará em tempo real, em conjunção com um sistema de aquisição (ECOS/SCADA) de dados medidos no campo (vazão, pressão e temperatura), o qual executa suas funções automaticamente, minimizando a probabilidade de falha humana.

O sistema LDS informará aos operadores na Sala de Controle Central da PRA-1, de forma objetiva e clara, as condições operacionais dos dutos através de tabelas e gráficos de alta resolução, os quais, juntamente com fluxogramas e desenhos de estruturas fixas, darão o suporte necessário para tomadas eficazes de decisões.

A detecção de um vazamento se fará a partir de técnicas de balanço compensado de massa, ou seja, comparação entre as medições de vazão na PRA-1 e no FSO e Monobóias, considerando variações de pressão, temperatura, composição e densidade do fluido escoado. O *software* poderá, ainda, fazer a distinção entre vazamentos reais e eventos relacionados às falhas de instrumentação, minimizando assim a probabilidade de alarmes falsos.

Numa ocorrência de vazamento, o sistema acusará uma discrepância entre as vazões na PRA-1 e FSO, PRA-1 e Monobóias, FSO e Monobóias, acionando um alarme sinalizando a ocorrência de não conformidades.

A localização de um eventual vazamento pelo *software* se fará a partir do cálculo da mudança de gradiente de pressão antes e após o ponto de vazamento. O erro associado à localização do vazamento será função da sua posição na linha, da magnitude do vazamento e das incertezas dos medidores de vazão e pressão, sendo, de forma geral, de 5% a 10% da distância entre os medidores de pressão (segundo o fabricante). Após a localização do vazamento, é então acionado o Plano de Emergência para combate ao derramamento.

#### D4 - Operações de Limpeza dos dutos

As operações de limpeza com *pigs* fazem parte de uma prática operacional mandatória para a preservação da condição interna de um duto. Estas operações visam remover acúmulos de depósitos (sulfato de bário, parafina, asfaltenos, resíduos de corrosão, etc.) e de fases líquidas no interior do duto, assim como monitorar as condições das paredes internas do mesmo, quanto à ocorrência de processos corrosivos.

Conforme ilustrado na Figura II.2.4-23, as operações de limpeza são realizadas por ação de raspadores, chamados de *pigs*, que se deslocam no interior dos dutos, impulsionados por um fluido pressurizado. Existem vários tipos de *pig*, selecionados de acordo com o objetivo da operação: *pig* com escovas circunferenciais, *pigs* geométricos, *pigs* espuma e *pigs* instrumentados, dentre outros.



**Figura II.2.4-23 - Exemplo de pig utilizado em operações de limpeza.**

Fonte: PETROBRAS.

Estes dispositivos serão enviados a partir do lançador de *pig* instalado na plataforma PRA-1 e deslocados pelo bombeio de óleo até o FSO e as duas monobóias. A Figura II.2.4-24 apresenta a câmara aberta de um receptor de *pig*.



**Figura II.2.4-24 - Ilustração de uma câmara de recebimento de pig.** Fonte: PETROBRAS.

A inspeção da parede interna dos dutos é realizada através de *pig* instrumentado (de inspeção), o qual é capaz de aferir a extensão e a localização de eventos, tais como resíduos de corrosão, mossas, ovalizações e dobras. Estas operações são precedidas por operações de *pig* de limpeza, de modo a preparar a superfície, possibilitando um perfeito acesso do *pig* de inspeção durante todo o comprimento dos dutos, além de evitar riscos de aprisionamento pelo acúmulo de resíduos não removidos. Vários fatores, tais como a extensão do duto, a taxa de formação de depósitos e as condições operacionais, irão influenciar a escolha do tipo de *pig* a ser utilizado e a frequência das operações.

Nos dutos rígidos, haverá operações de limpeza mensal, com *pig* espuma, e de inspeção, com *pig* instrumentado, em média a cada 5 anos. No entanto, no gasoduto de 4", somente haverá passagem de *pig* espuma, no sentido da PRA-1 para o FSO, quando for necessário, não havendo uma periodicidade pré-determinada.