

## **II.2.4 - Descrição do Empreendimento**

Neste item, será apresentada uma descrição dos sistemas que compõem o Sistema de Rebombeio Autônomo e Escoamento dos Campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador ou Complexo PDET, com enfoque nos principais aspectos ambientais referentes às fases de instalação, operação e desativação do empreendimento.

O Complexo PDET foi desenvolvido visando à ampliação e otimização da capacidade de escoamento da Bacia de Campos, unindo-a aos centros consumidores da região sudeste do país. Este irá escoar o óleo produzido pelas plataformas P-51 (campo de Marlim Sul), P-53 (campo de Marlim Leste) e P-52, P-55 e Roncador Módulo 4 (campo de Roncador).

Este sistema será composto por uma unidade de rebombeio autônomo fixa (a PRA-1), uma unidade de estocagem e transferência (FSO) e duas monobóias (unidades de transferência). Seu sistema submarino é constituído por 3 PLEM's (*Pipeline End Manifold*), oleodutos de interligação entre as várias unidades e três gasodutos, dois interligando a PRA-1 ao PLAEM de Roncador, estrutura já instalada e que não faz parte do escopo deste EIA, e o outro fazendo a interligação da PRA-1 ao FSO. Este arranjo tem como objetivo conferir maior flexibilidade ao sistema, conforme será visto mais adiante.

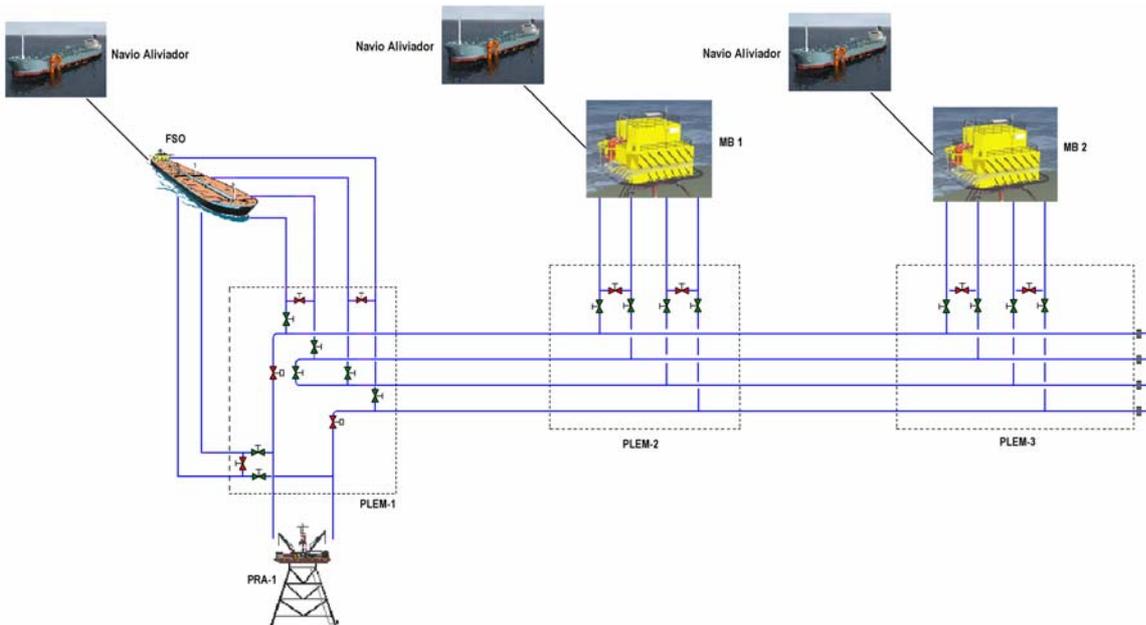
### **A - Descrição Geral do Processo**

A unidade PRA-1 terá funções operacionais que a possibilitarão trabalhar em dois modos (normal e segregação), dependendo do óleo a ser escoado para o continente, os quais são apresentados a seguir:

#### *Modo Normal*

No modo normal de operação, a plataforma PRA-1 está projetada para rebombear até 130.000 m<sup>3</sup>/dia de óleo, a partir da PRA-1. O óleo, então, será encaminhado para o FSO e deste, poderá seguir por dois caminhos diferentes, dependendo das condições de operação, isto é, poderá ser bombeado

diretamente para um navio aliviador, se este for do tipo DP (*Dynamic Positioning*) ou enviado para as monobóias e, somente então, encaminhado para o navio aliviador. O modo de escoamento normal se encontra ilustrado na Figura II.2.4-1.

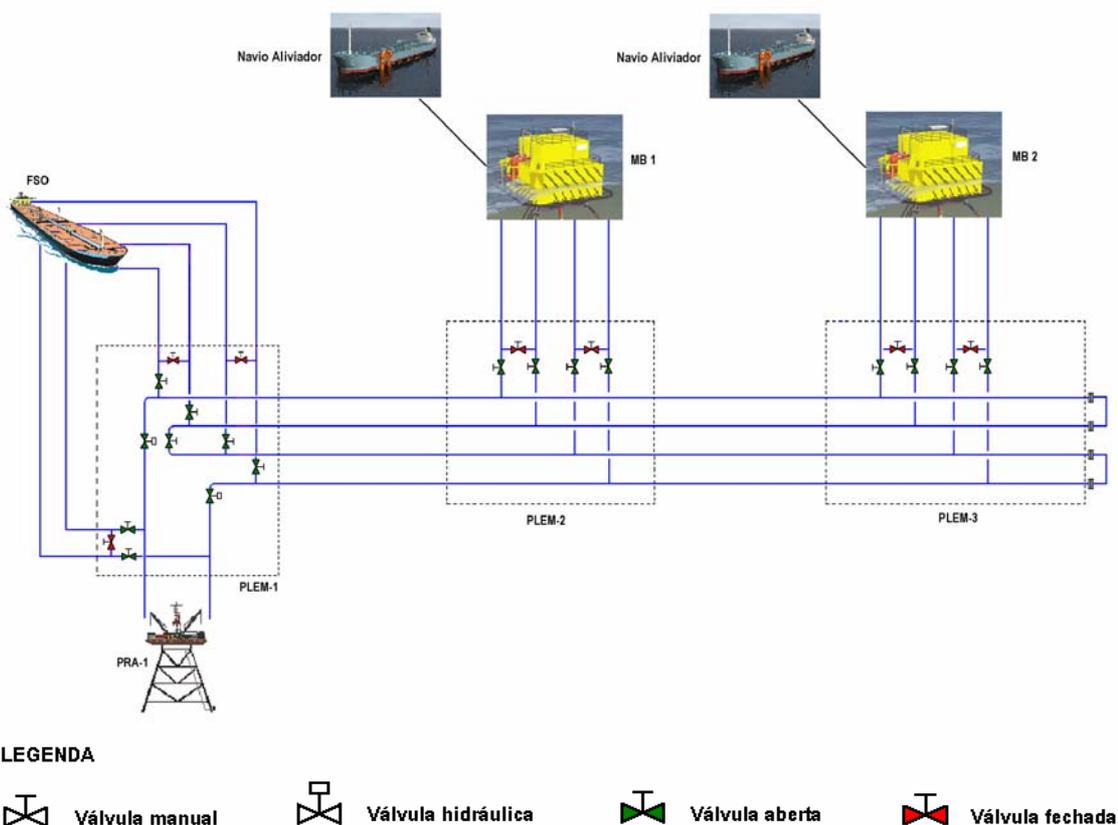


**LEGENDA**



**Figura II.2.4-1 - Escoamento de óleo do Sistema de Rebombeio e Escoamento - modo normal - escoamento da PRA-1 para o FSO e deste para o navio aliviador ou para as monobóias.** Fonte: PETROBRAS.

Neste modo de operação poderá, também, haver o rebombeio direto do óleo a partir da PRA-1 para as monobóias, em caso de indisponibilidade do FSO, conforme apresentado na Figura II.2.4-2.

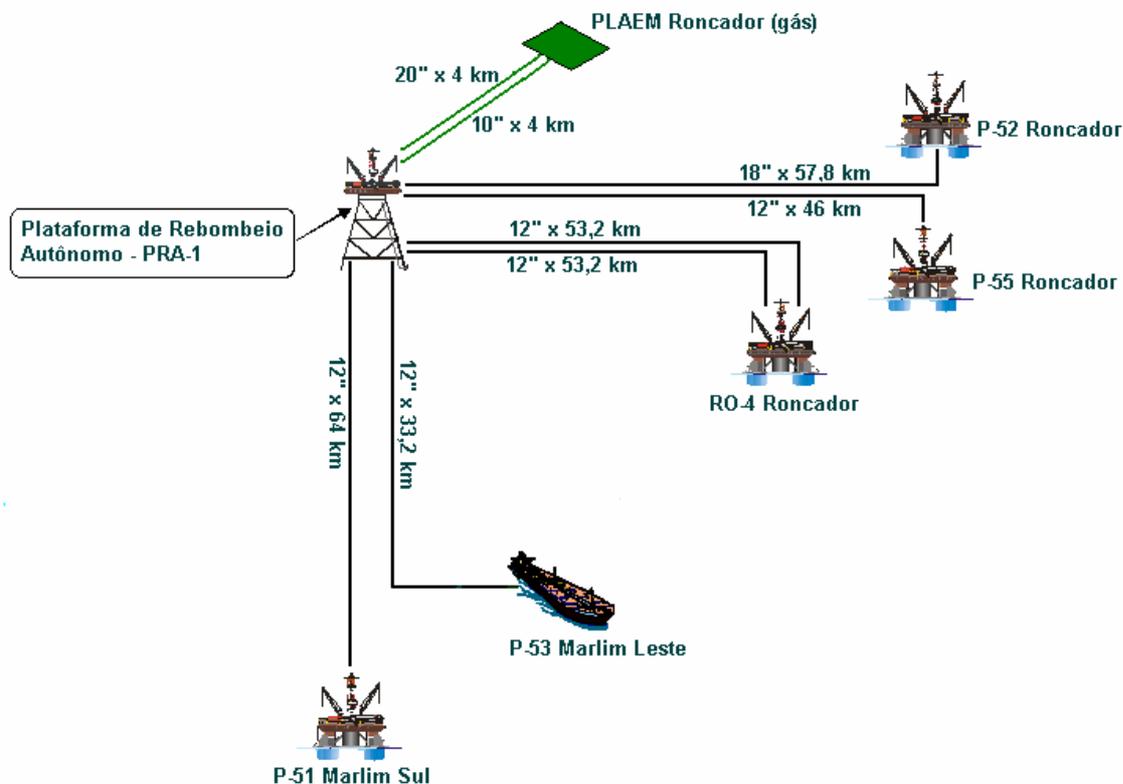


**Figura II.2.4.2 - Escoamento de óleo do Sistema de Rebombeamento e Escoamento - modo normal - escoamento de PRA-1 para Monobóias 1 ou 2 / Navio aliviador.** Fonte: PETROBRAS.

O óleo de cada uma das unidades a serem conectadas à PRA-1 irá escoar por dutos independentes, com os seguintes diâmetros e extensões, conforme ilustrado na Figura II.2.4-3.

- ★ o módulo 1 (UEP P-52) de Roncador escoará por duto com diâmetro de 18" (interligando a P-52 à PRA-1) com extensão de 57,8 km. Será instalada uma derivação na extremidade deste duto que permitirá a interligação alternativa direta entre a P-52 e o FSO, possibilitando a manutenção do escoamento da produção da P-52 independente da situação operacional da plataforma PRA-1. Esta interligação se dará por um duto de 12", com extensão de 4 km;
- ★ o módulo 3 (UEP P-55) de Roncador escoará por um duto com diâmetro de 12" e com extensão de 46 km;

- ★ o módulo 4 de Roncador escoará por dois dutos com diâmetro de 12" cada e com extensão de 53,2 km, respectivamente, que se juntarão, através de uma conexão, a um riser de 18" para subida na PRA-1;
- ★ o módulo 2 (UEP P-51) de Marlim Sul, escoará por um duto de 12" de diâmetro e 64 km de extensão;
- ★ o módulo único (UEP P-53) de Marlim Leste escoará através de um duto de 12" e 33,2 km de extensão.



**Figura II.2.4-3 - Escoamento do óleo proveniente das unidades de produção interligadas à PRA-1.** Fonte: PETROBRAS.

### Modo de Segregação

Sob este modo de operação, o escoamento da produção de qualquer uma das unidades de produção (UEP's) associadas ao Sistema poderá ser segregado para o FSO, a partir da PRA-1. Nesta condição, a unidade PRA-1 poderá enviar uma corrente de óleo específica, a qual precise ser segregada, por um dos dois

duto de 20”, com o restante da produção sendo escoada pelo outro duto de 20”, conforme pode ser verificado na Figura II.2.4-1, apresentada anteriormente.

## ***B - Instalação dos Sistemas de Rebombeio, Escoamento e Transferência***

### ***B1 - Reconhecimento e Escolha de Locações***

Com o objetivo de verificar a existência de possíveis riscos quanto à instabilidade geológica da região abrangida pelo Complexo PDET, realizou-se uma campanha de aquisição de dados geofísicos e geotécnicos, visando a definição de perfis de fundo e de propriedades tais como resistência e estabilidade do solo marinho.

### ***B2 - Procedimentos de Instalação e Montagem***

Neste item, serão descritas as operações de lançamento e instalação das linhas flexíveis e dos dutos, bem como o assentamento destes últimos, a instalação e montagem da unidade de rebombeio (PRA-1), a instalação das duas monobóias e o lançamento dos sistemas submarinos de válvulas (PLEM's).

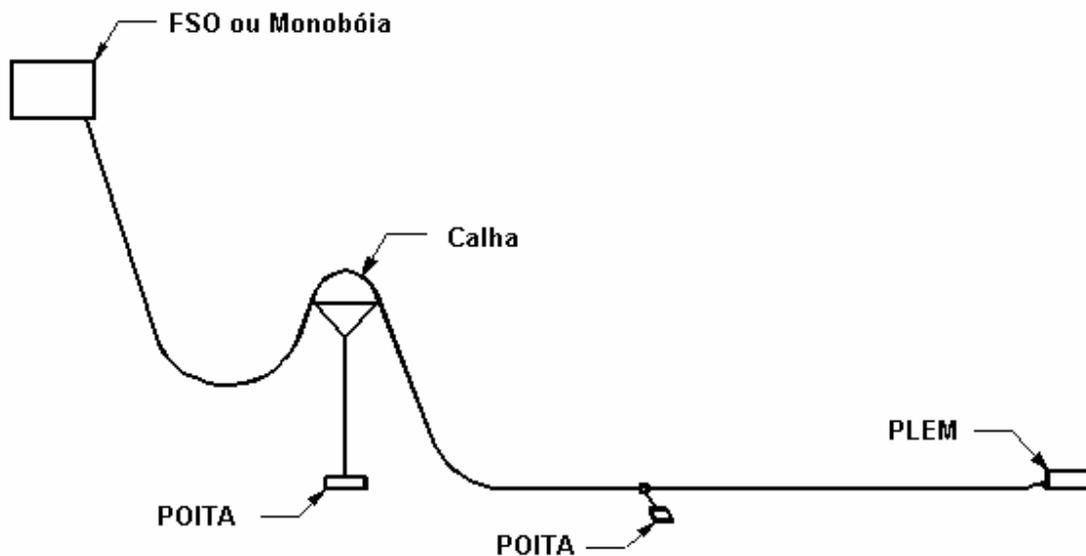
#### ***B2.1 - Instalação das linhas flexíveis***

O procedimento para a instalação das linhas de interligação do FSO e das monobóias aos seus respectivos PLEM's e do gasoduto flexível, que interligará a PRA-1 ao FSO, será descrito a seguir.

As linhas flexíveis deverão ser testadas com nitrogênio a fim de comprovar a sua integridade, antes da instalação. Elas serão lançadas cheias de água aditivada, com o auxílio de guinchos. Seu lançamento será monitorado com o auxílio de ROV. A instalação deverá ser realizada conforme as etapas a seguir:

- ★ Conexão da primeira extremidade da linha flexível ao FSO ou às monobóias;

- ★ Montagem da calha flutuante ao corpo da linha flexível, e seu lançamento ao mar junto com sua poita (peso morto), com o auxílio de guindastes;
- ★ Fixação de uma segunda poita, previamente lançada ao leito submarino, com a finalidade de ancorar a linha flexível, com o auxílio de mergulhador;
- ★ Abandono da segunda extremidade da linha flexível próximo ao flange de conexão do PLEM ou, no caso do gasoduto de interligação entre a PRA-1 e o FSO, próximo ao *riser* rígido da primeira;
- ★ Conexão da extremidade da linha flexível com o PLEM ou a PRA-1, com o auxílio de mergulhador;



**Figura II.2.4-4** - Ilustração do procedimento de instalação das linhas flexíveis.

#### a) Ancoragem das linhas flexíveis

As linhas que interligam os PLEM's ao FSO e às duas monobóias (oleodutos de diâmetro de 12") e a PRA-1 ao FSO (gasoduto de diâmetro de 4") são flexíveis, as quais ficarão ancoradas. Após o toque das linhas suspensas (*risers*) no solo marinho, serão instalados pesos mortos com o objetivo de impedir o deslocamento das mesmas. A instalação desses pesos será realizada através de colares e cabos, sendo que seu dimensionamento dependerá da configuração do trecho suspenso e dos movimentos das unidades.

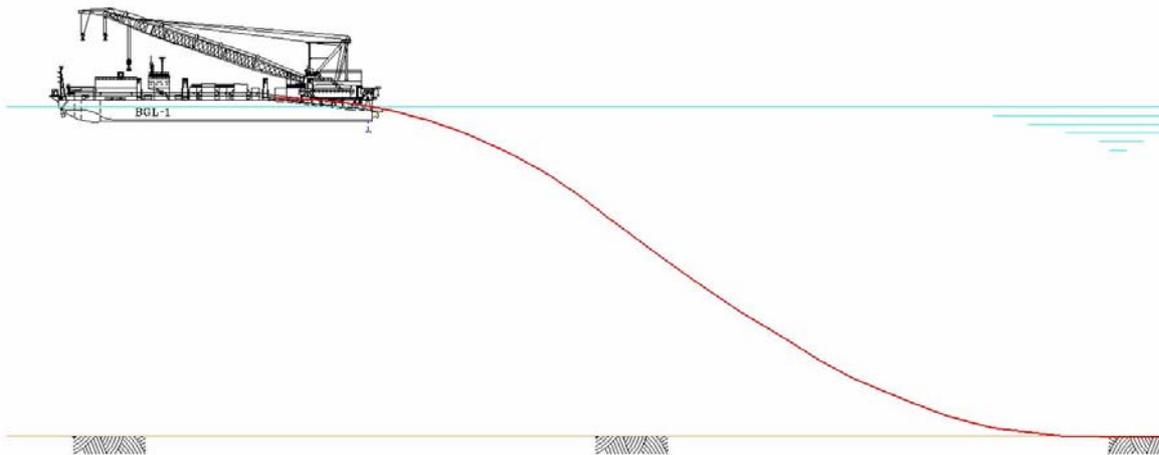
## *B2.2 - Instalação dos dutos e equipamentos marítimos (PLEM's)*

A instalação dos dutos submarinos rígidos (oleodutos e gasodutos) do Complexo PDET, aqueles que interligarão a unidade PRA-1 ao FSO (oleodutos) e às duas monobóias (oleodutos), assim como a PRA-1 ao PLAEM-1 de Roncador (gasodutos), será efetuada com a utilização da embarcação BGL-1, a qual é dotada de toda a infra-estrutura necessária para o assentamento de dutos marítimos, além de escritórios e local para o armazenamento de tubulação e materiais.

Ressalta-se que os dutos marítimos serão instalados juntamente com os sistemas submarinos de válvulas, chamados de PLEM's e, ainda, que estes serão lançados vazios e posteriormente preenchidos com água do mar aditivada, após seu lançamento e conexão com a PRA-1.

O transporte dos tubos até a balsa será realizado por embarcações de apoio adaptadas para tal fim.

Na balsa de lançamento, os tubos serão colocados, em seqüência, sobre uma correia transportadora denominada rampa de lançamento, onde serão soldados, um a um, resultando no 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, formando uma linha contínua e suavemente curvada, à medida que os diversos trechos da tubulação vão se assentando no assoalho marinho. A Figura II.2.4-5, a seguir, ilustra o processo de instalação de dutos em leito marinho.



**Figura II.2.4-5 - Esquema indicando o lançamento do duto no leito marinho pela BGL-1.**

Fonte: PETROBRAS

Uma extensão da rampa de produção denominada *stinger* é montada a ré da balsa, com 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 do duto com o fundo do mar, onde este último não pode ser suportado. Para evitar isso, a tubulação deverá ser mantida por meio de tensionadores ao longo da rampa de lançamento.

O lançamento do duto no mar será feito através do deslocamento da embarcação (BGL-1) sob âncoras. Neste caso, a partir da conclusão de cada solda, a embarcação será deslocada para frente, seguindo a diretriz estabelecida em projeto. Estarão envolvidos, nesta operação, a embarcação de lançamento BGL-1 e rebocadores para reposicionamento das âncoras.

As linhas de ancoragem são compostas de cabos de aço de 2½" de diâmetro e 1.700 m de comprimento, com âncoras em suas extremidades e bóias de superfície pintadas com tinta reflexiva. Portanto, em um raio de influência de aproximadamente 1,5 km em torno da balsa BGL-1, o trânsito de embarcações no local será restringido durante a instalação.

A balsa é ancorada e o movimento de avanço é proporcionado pela tração dos guinchos de ancoragem. Assim sendo, esta necessita da assistência de

embarcações manuseadoras de âncoras para efetuar as sucessivas transposições de âncoras.

#### a) Calçamento da Tubulação

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 do vão livre máximo admissível definido em projeto, a linha lançada será inspecionada de modo a localizar a existência de vãos livres. Toda vez que o vão livre identificado for superior à medida admissível, o duto será calçado naquele trecho, de modo a evitar que a estrutura venha a sofrer danos futuros.

Para esta atividade poderão ser utilizados tanto sacos de concreto (*grout bag*), colocados embaixo do duto ou calços mecânicos. O critério utilizado para a escolha de um ou outro tipo de calçamento é a altura do vão livre, o qual é identificado através de ROV (*Remote Operated Vehicle*). As Figuras II.2.4-6 e II.2.4-7 ilustram estes dois tipos de calçamento de dutos submarinos.

Para a profundidade máxima prevista no projeto do Complexo PDET (cerca de 100 m), este tipo de atividade é feita com o auxílio de mergulhadores.



**Figura II.2.4-6 - Calçamento mecânico.** Fonte: PETROBRAS.



**Figura II.2.4-7 - Calçamento com sacos de concreto.**

Fonte: PETROBRAS.

- *Teste Hidrostático e Desalagamento*

Uma vez concluída a construção e montagem dos dutos de interligação, estes serão submetidos a um teste hidrostático com o objetivo de verificar a sua estanqueidade e integridade estrutural.

Finalmente, antes do início da operação de escoamento, os dutos terão que ser desalagados, o que será feito através da passagem de *pigs* na linha, em intervalos constantes. Os *pigs* serão lançados e recebidos na PRA-1, fazendo todo o *loop* no sistema, ou seja, passarão pelos 3 PLEM's, e retornarão à PRA-1, sempre através dos dutos de 20".

Estas etapas estão descritas em detalhes no item II.2.4-E do presente estudo ambiental.

### *B2.3 - Instalação da jaqueta (unidade PRA-1)*

A jaqueta da unidade PRA-1 consiste de uma estrutura metálica formada por elementos tubulares, a qual é fixada no fundo do mar suportando os módulos da unidade (mais detalhes ver item C.1.1 deste Capítulo).

Após a sua 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 de serviços. O lançamento da jaqueta da PRA-1 no mar será feito por intermédio de um sistema de macacos hidráulicos tipo *gripper*, seguido por procedimentos de verticalização e assentamento no solo marinho. A fixação da jaqueta é realizada por cravação de estacas com posterior cimentação destas.

### ***B3 - Mitigação dos Riscos de Interação com linhas e outras instalações existentes na área***

Para a instalação dos dutos, da estrutura submersa da PRA-1 (jaqueta), dos PLEM's e das âncoras das monobóias e do FSO, a PETROBRAS se baseará no chamado Sistema de Gerenciamento de Obstáculos (SGO), amplamente adotado em suas atividades na Bacia de Campos. Trata-se de um banco de dados contendo informações (localização e profundidade d'água) sobre os equipamentos (obstáculos) fixos existentes (submersos ou na superfície). A consulta ao SGO permite identificar rotas sem interferências, o que mitiga os riscos de interação dos dutos com outros equipamentos. Além do SGO, a Petrobras conta com a inspeção visual (*track survey*) através de ROV durante a instalação, mantendo ainda afastamento seguro entre tais estruturas.

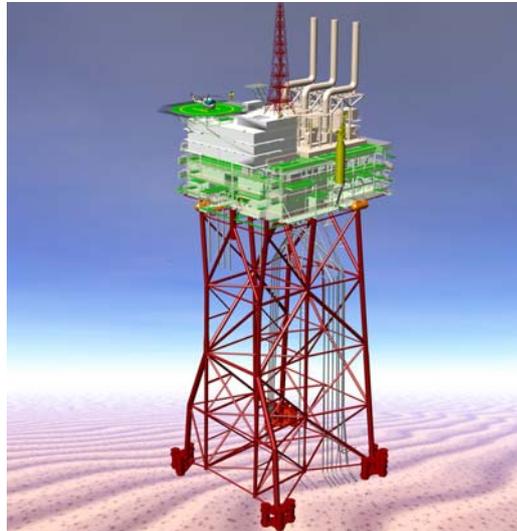
### ***C - Descrição das Unidades de Rebombeio, Estocagem e Transferência***

Neste item, serão descritos os principais módulos e equipamentos das unidades de rebombeio (PRA-1), de estocagem e transferência (FSO) e de transferência apenas (monobóias).

#### ***C1 - Unidade de Rebombeio (PRA-1)***

Conforme descrito anteriormente, o rebombeio do óleo produzido nos campos petrolíferos interligados ao Complexo PDET será feito através de uma plataforma

tipo fixa denominada PRA-1 (Plataforma de Rebombeio Autônomo). A Figura II.2.4-8 mostra, de forma ilustrativa, a unidade de rebombeio PRA-1.



**Figura II.2.4-8 - Figura ilustrativa da unidade de rebombeio PRA-1.** Fonte: PETROBRAS.

A unidade de rebombeio é composta por um bloco principal, localizado a aproximadamente 9 metros acima do nível do mar, formado por 5 (cinco) decks, os quais estarão apoiados numa estrutura metálica, chamada de jaqueta, a ser fixada no solo marinho.

As principais características da unidade de rebombeio PRA-1 estão resumidas no Quadro II.2.4-1, a seguir.

**Quadro II.2.4-1 - Características gerais da unidade de rebombeio PRA-1.**

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Nome	PLATAFORMA DE REBOMBEIO AUTÔNOMO - PRA-1
Tipo	Fixa
Profundidade d'água	106 metros
Dimensões: (base) altura Bloco Principal Jaqueta	(50,5 x 56,5) 37,5 metros (56,0 x 55,6) 112 metros
Capacidade de Rebombeio	130.600 m <sup>3</sup> de óleo por dia
Geradores	Principal – 3 x 25 MW (gás natural e diesel) Auxiliar – 1 x 3,2 MW (diesel) Emergência – 1 x 1,6 MW (diesel)

(continua)

Quadro II.2.4-1 (conclusão)

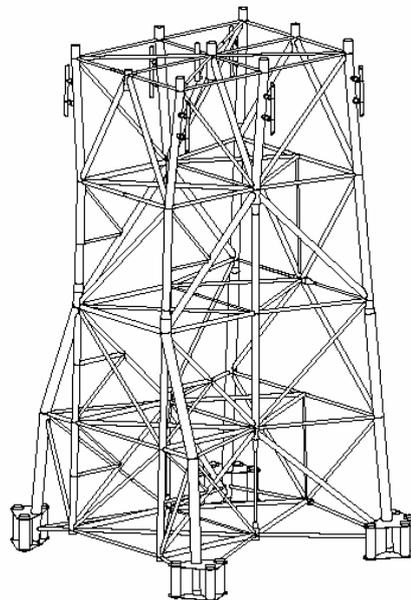
CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Capacidade total dos tanques de diesel	170 m <sup>3</sup>
Guindastes	2 do tipo Diesel-hidráulico; capacidade 25 toneladas com lança de 51 metros
Heliponto	Adequado até para helicópteros do porte do Sikorsky S-61N
Alojamento	Acomodações para um total de 90 pessoas
Período de Vida Útil	30 anos
Salvatagem	3 baleeiras para 45 pessoas cada

Fonte: PETROBRAS.

### C1.1 - Jaqueta

A jaqueta consiste numa estrutura metálica composta por elementos tubulares, que suportam os *decks* do bloco principal. Esta estrutura, com dimensões base de 55,6 x 56,0 metros, 112 metros de altura e 5.000 toneladas de peso, é fixa no solo marinho através de estacas tubulares. A Figura II.2.4-9, a seguir, ilustra a jaqueta da unidade de rebombeio PRA-1.

Na jaqueta, estão contidos suportes para os *risers* e *casings*, além de defensas, na região de atracação de embarcações.

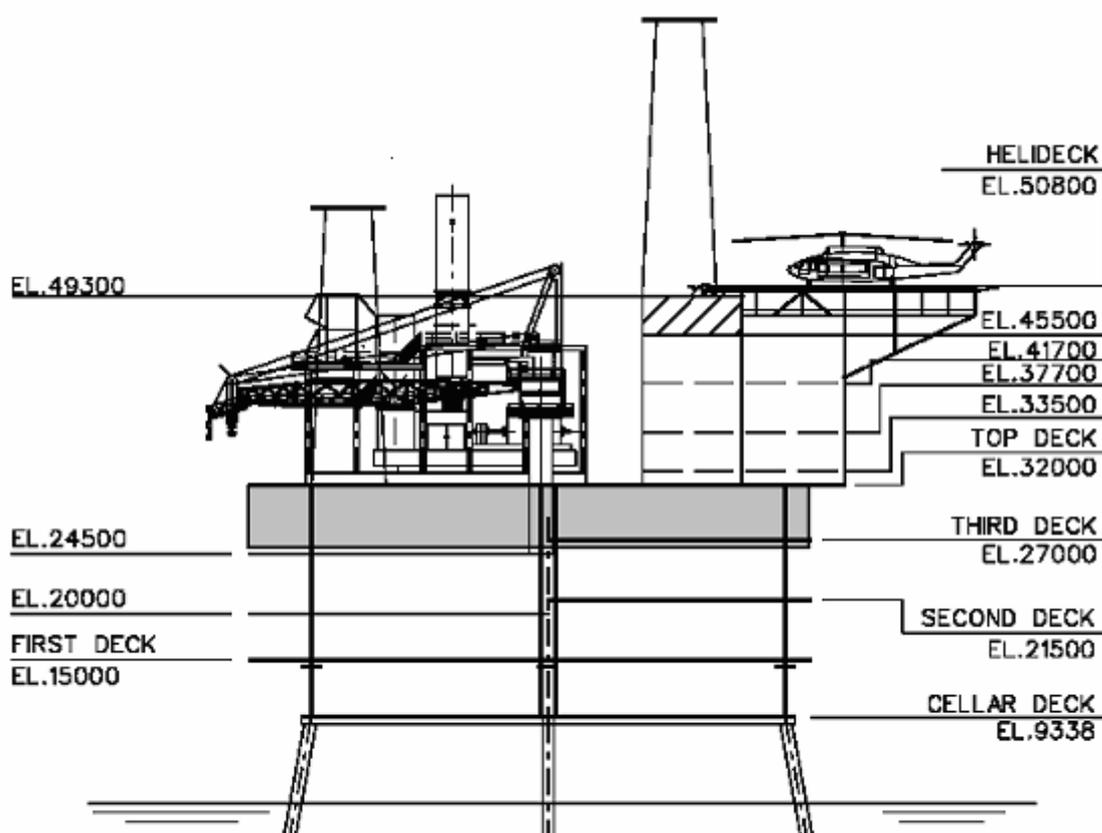


**Figura II.2.4-9 - Ilustração  
esquemática da  
jaqueta.**

Fonte: PETROBRAS.

## C1.2 - Bloco Principal

A Figura II.2.4-10 ilustra o bloco principal, com seus 5 (cinco) decks, onde encontram-se a planta de processo (bombas, *manifolds*, tubulações, lançadores e receptores de *pig*, etc), o módulo de acomodações, o módulos de utilidades, os equipamentos de segurança, o heliponto, e as rotas de fuga, entre outros, da unidade de bombeio PRA-1.



EL em milímetros (mm)

**Figura II.2.4-10 - Ilustração esquemática do bloco principal da PRA-1.**

Fonte: PETROBRAS.

O arranjo das facilidades de bombeio e escoamento da unidade PRA-1 segue requisitos baseados em aspectos de segurança, manutenção, montagem, operação e bem estar do pessoal embarcado.

Os equipamentos que farão o manuseio de óleo e/ou gás, inclusive conectores e *manifolds*, estarão instalados em áreas abertas e ventiladas naturalmente, evitando-se o confinamento dos mesmos ou o uso de ventilação forçada.

A unidade PRA-1 será provida com holofotes próximos aos guindastes, para trabalhos noturnos envolvendo os rebocadores.

A seguir, serão descritos os principais sistemas da PRA-1.

#### a) Sistema de Coleta

Este sistema será caracterizado, basicamente, pelas linhas de coleta (*risers*), que conectam os dutos de óleo provenientes das UEP's escoadas pelo Sistema à unidade PRA-1. O Quadro II.2.4-2 apresenta as linhas de coleta da unidade PRA-1, as quais serão encaminhadas, individualmente, para os *manifolds* de sucção do sistema de bombeio.

**Quadro II.2.4-2 - Dutos a serem conectados à unidade de rebombeio PRA-1.**

UNIDADE	QUANT. DUTOS	DIÂMETRO (polegadas)
P-51/PRA-1	01	12
P-53/PRA-1	01	12
P-52/PRA-1	01	18
PLAEM-RO/PRA-1	01	10
PLAEM-RO/PRA-1	01	20
P-55 / PRA-1	01	12
RO Mod 4/ PRA-1	02	12

Fonte: PETROBRAS.

Os dois dutos de 12" provenientes do módulo 4 de Roncador se juntarão através de uma conexão e subirão em um *riser* de 18" em PRA-1, conforme mencionado anteriormente. Os gasodutos, de diâmetros de 10" e 20", serão responsáveis pelo abastecimento do sistema de geração de energia (turbogeradores) da PRA-1, através de sua interligação com o PLAEM de Roncador.

É importante destacar que os dutos terão suas curvas e as distâncias entre elas adequadas para o uso de *pigs* instrumentados, cuja função será descrita no item II.2.4.D.

#### *b) Sistema de Geração de Energia*

O sistema de geração de energia será composto por 3 (três) turbogeradores movidos a gás natural e óleo diesel (de 25 MW) e, ainda, por um gerador auxiliar (de 3,2 MW) e um de emergência (de 1,6 MW).

Na fase pré-operacional, que deverá durar cerca de 30 dias, será utilizado o gerador auxiliar, com um consumo máximo de 652 litros de diesel por hora. Com a disponibilização do gás combustível proveniente do PLAEM de Roncador, dois dos turbogeradores de 25 MW entrarão, então, em operação, com um consumo máximo de 180.000 m<sup>3</sup> de gás por dia por turbogerador, com o 3º permanecendo em *stand-by*.

#### *c) Sistemas de recebimento de combustíveis*

- *Óleo Diesel*

A PRA-1 será equipada com duas estações de suprimento de diesel, instaladas em cada bordo da unidade, as quais permitirão o recebimento de óleo diesel a partir de embarcações de apoio através de mangotes flutuantes. O óleo diesel recebido na plataforma será estocado nos tanques de diesel sujo, situados no piso inferior (*cellar deck*).

O óleo diesel será, encaminhado por bombas da embarcação de apoio até os tanques de serviço (diesel sujo), passando através de filtro de cesta simples, sendo depois centrifugado e bombeado para os tanques de diesel limpo. A partir desses tanques, o óleo diesel é escoado, preferencialmente por gravidade, para os tanques diários dos consumidores, quais sejam:

- ★ Sistema de geração de energia (turbogeradores, gerador de emergência e gerador auxiliar);

- ★ Bombas de incêndio;
- ★ Ponto de serviço na oficina mecânica;
- ★ Compressores de ar.

- *Gás Natural*

O gás natural recebido pelas linhas provenientes do PLAEM de Roncador será tratado de forma a ser especificado para consumo nos turbogeradores da PRA-1.

O tratamento consiste na passagem por trocadores de calor, válvulas de expansão e vasos depuradores. Está previsto, também, o tratamento químico deste com inibidores de corrosão e hidrato.

*d) Sistema de Respiradouros (Vents)*

A unidade PRA-1 será equipada com um sistema de *vent* projetado de acordo com as especificações da API RP-521 (*Guide for pressure-relieving and depressuring systems*), cujo objetivo será coletar, de forma segura, os gases liberados pelas válvulas de segurança, válvulas de controle de pressão, válvulas *blowdown* e válvulas de alívio térmico, entre outras.

A posição da saída de gás (*vent tip*) será definida de forma a evitar misturas inflamáveis de ar e gás sobre as áreas de processo. A dispersão do gás na atmosfera será assegurada pela velocidade de saída dos gases (próxima da sônica), mesmo em despressurizações em caso de emergências.

*e) Movimentação de Cargas*

A localização e o dimensionamento dos guindastes foram definidos priorizando a facilidade de operação entre os rebocadores e as áreas de carga do convés, para todas as cargas previstas, e, secundariamente, para dar suporte à manutenção dos equipamentos da planta de processo e ao manuseio de cargas, tais como tambores de óleo e produtos químicos.

Desta forma, a unidade PRA-1 contará com 2 (dois) guindastes diesel-hidráulicos do tipo *pedestal crane*, projetados (de acordo com Especificação API 2C) para operar cargas de até 25 toneladas de/para uma embarcação de apoio próxima à unidade, num raio operacional máximo de 45 metros.

Ambos os guindastes serão providos de um guincho auxiliar (*whip hoist*), com capacidade máxima de 7,5 toneladas com um alcance de 45 metros (*offvessel*), e uma estrutura de pedestal em formato tubular fixada nos vigamentos principais do convés através de anéis enrijecidos.

A locação do pedestal, um em cada bordo da unidade, deverá respeitar as condições de elevação, rotação e acesso do guindaste, transferência de materiais e pessoal e as condições de manutenção e inspeção dos guindastes.

O projeto de movimentação de carga prevê a compatibilidade entre a capacidade dos guindastes e o dimensionamento e peso dos equipamentos da unidade. Também está prevista a proteção mecânica em torno das áreas de trabalho dos guindastes, de modo a evitar possíveis danos a pontos importantes da instalação. Finalmente, a área de visão do operador do guindaste deverá estar livre, de modo a realizar as operações de forma segura.

Para todas as demais cargas de movimentação ou manutenção, freqüentes ou esporádicas, que fiquem fora do alcance do guindaste, estão previstas facilidades e rotas (*trolleys* e *monovia*) para movimentação entre o local da carga do equipamento até o raio de ação dos guindastes.

Também estão previstas *monovias*, dedicadas e independentes, para as turbinas e geradores, permitindo o deslocamento de partes pesadas até as áreas de apoio dos guindastes.

#### *f) Acomodações e Heliponto*

O Módulo de acomodações consistirá de 4 (quatro) níveis, localizados acima do convés superior (*topdeck*), estando projetado para 90 pessoas (26 em cabines de dois leitos com banheiro e 64 em cabines de quatro leitos com banheiro).

Além das cabines, neste módulo estarão localizadas as salas de controle e de rádio, escritórios, enfermaria, cozinha/refeitório, lavanderia/rouparia, sala de *briefing* e salas para entretenimento (música, jogos, cinema, TV, ginástica, etc).

Acima do módulo de acomodações, ficarão localizados a torre de telecomunicação e o Heliponto, que está sendo projetado para operação de aeronaves de até 10 toneladas, como um helicóptero tipo S-61N, sendo que a sua locação, orientação e dimensões consideram os seguintes fatores:

- ★ zonas de aproximação e partida;
- ★ objetivos de segurança;
- ★ configuração da plataforma;
- ★ arranjo de equipamentos, escadas de acesso e rotas de fugas;
- ★ condições ambientais.

O Heliponto será projetado em aço, com convés tipo panqueca (*pancake*), em alumínio de uso estrutural adequado à atmosfera marítima, atendendo, ainda, ao prescrito na última edição da “Norma da Autoridade Marítima 01” (NORMAM 01) da Diretoria de Portos e Costas.

O Heliponto possuirá três acessos equidistantes entre si, capazes de permitir a passagem de 4 (quatro) pessoas carregando uma maca, ao longo de toda a sua extensão e largura.

## *C2 - Unidade de Estocagem e Transferência - FSO*

A unidade de estocagem e transferência utilizada para o escoamento da produção proveniente da PRA-1, uma embarcação do tipo FSO (*Floating Storage Offloading*), será convertida a partir do navio petroleiro ULCC *Marine Pacific*, construído em 1979, na Libéria. A Figura II.2.4-11, a seguir, apresenta o casco do navio a ser convertido no FSO. Esta unidade ficará localizada a cerca de 3 km a noroeste da PRA-1, em profundidade aproximada de 95 metros.

Vale ressaltar que a unidade FSO receberá denominação após o processo de conversão.



**Figura II.2.4-11** - Ilustração do navio petroleiro Marine Pacific, a ser convertido na unidade de estocagem e transferência pertencente ao Sistema de Rebombeio e Escoamento.

Fonte: PETROBRAS.

As principais características da unidade de estocagem e transferência estão resumidas no Quadro II.2.4-3, a seguir.

**Quadro II.2.4-3** - Características gerais da unidade FSO.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Tipo	FSO ( <i>Floating, Storage and Offloading</i> )
Profundidade d'água na locação	95 metros
Ancoragem	Sistema <i>Turret</i>
Dimensões	
Comprimento Total	361,19 metros
Boca Moldada	69,49 metros
Pontal	28,96 metros
Calado de verão	22,87 metros
Geradores	Auxiliares a diesel ou a gás natural – 4 (4,5 MW) Emergência a diesel – 1 (1MW)
Capacidade total dos tanques	
Óleo Cru (98%)	412.000 m <sup>3</sup>
Óleo Diesel (96%)	269 m <sup>3</sup>
Lastro (100%)	28.670 m <sup>3</sup>

(continua)

Quadro II.2.4-3 (conclusão)

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Heliponto	Projetado para suportar até um Sikorsky S-61N (peso próprio de 10 toneladas)
Alojamento	90 pessoas
Período de Vida Útil	25 anos

Fonte: PETROBRAS.

### C2.1 - Sistema de Turret

O “*turret*” é uma estrutura metálica, localizada na proa da unidade FSO e ligada a esta por mancais, em cuja extremidade inferior são presas as linhas de ancoragem, os *risers* de interligação da embarcação com o PLEM-1, o gasoduto de interligação com a PRA-1, além dos 4 cabos elétricos responsáveis pelo recebimento da energia gerada pela unidade PRA-1, utilizada para seu funcionamento. A Figura II.2.4-12 ilustra a estrutura do *turret*.



**Figura II.2.4-12 - Estrutura do Turret.**

Fonte: PETROBRAS.

O sistema de ancoragem da unidade FSO, via *Turret*, consiste de 09 (nove) âncoras convencionais que, lançadas no solo marinho, constituirão os pontos fixos do sistema. Estas estarão ligadas à embarcação através de linhas de ancoragem, compostas de amarras metálicas e cabos de poliéster.

Desse modo, o “*turret*” se encontra fixo para movimentos de rotação, preso pelas linhas de ancoragem, enquanto que a embarcação gira em seu entorno, alinhando-se com a resultante das componentes das correntes marítimas e ventos do local.

## C2.2 - Sistema de Coleta de Óleo Cru

O sistema de coleta do FSO será constituído por 06 (seis) *risers*, interligados ao PLEM-1, que coletarão o óleo proveniente da PRA-1, e por um duto flexível de 4.000 m, proveniente da derivação do oleoduto da P-52, que poderá transportar o óleo processado por esta plataforma diretamente para o FSO, se necessário, possibilitando a manutenção do escoamento da produção da P-52, independentemente da situação operacional da plataforma PRA-1. No Quadro II.2.4-4, são apresentadas as características das linhas de coleta do FSO.

**Quadro II.2.4-4 - Composição do sistema de coleta do FSO.**

LINHA	QUANTIDADE	DIÂMETRO (Polegadas)	COMPRIMENTO (m)
PLEM-1/FSO	06	12	590
Derivação P-52/FSO	01	12	4.000

## C2.3 - Sistema de Armazenagem de Óleo Cru

A capacidade de estocagem de óleo cru do FSO será de cerca de 412.000 m<sup>3</sup>, conforme pode ser verificado no Quadro II.2.4-5, a seguir.

**Quadro II.2.4-5 - Capacidade dos Tanques de Carga.**

IDENTIFICAÇÃO	CAPACIDADE (100%) m3
Lateral 2	2 x 12.532
Lateral 3	2 x 13.993
Lateral 4	2 x 14.287
Lateral 5	2 x 14.331
Lateral 6	2 x 14.335
Lateral 7	2 x 14.335
Lateral 10	2 x 14.300
Lateral 11	2 x 13.945
Central 1	15.281

(continua)

Quadro II.2.4-5 (conclusão)

IDENTIFICAÇÃO	CAPACIDADE (100%) m3
Central 2	15.297
Central 3	15.300
Central 4	15.300
Central 5	15.300
Central 6	15.300
Central 7	15.300
Central 8	15.300
Central 9	15.300
Central 10	15.300
Central 11	15.300
Central 12	18.885

1 (um) dos tanques de lastro pode, eventualmente, ser usado como tanque de carga.

Fonte: PETROBRAS.

#### C2.4 - Sistema de Geração de Gás Inerte

O sistema de gás inerte é responsável pelas operações de geração e distribuição de gás inerte para os tanques de carga durante as operações de descarga para o navio aliviador (*offloading*) e de limpeza de tanques.

O gás inerte será produzido por dois geradores de gás inerte (com capacidade estimada em 15.000 m<sup>3</sup>/h, cada), através da queima de uma mistura de ar e óleo diesel.

O sistema de gás inerte também possui uma rede principal de ventilação, com ramais para cada tanque de carga, através dos quais os gases são conduzidos para a atmosfera, por meio de um poste de ventilação provido de tela corta-chama.

#### C2.5 - Sistema de Aquecimento do Óleo para Escoamento

Na chegada no FSO, antes de ser encaminhado para os tanques, o óleo será aquecido ao passar por um trocador de calor, o qual possui água quente em contra corrente. Esta água será proveniente de uma caldeira, que utilizará, como combustível, o gás transportado através do gasoduto de 4”.

## C2.6 - Sistema de Descarregamento (*Offloading*)

O sistema de *offloading* consiste, basicamente, no descarregamento do óleo armazenado nos tanques de carga para o navio aliviador, pelas bombas de carga. Este procedimento é feito *in tandem*, através de mangotes flutuantes. A capacidade do sistema de *offloading* do FSO será da ordem de 6.250 m<sup>3</sup>/h, contando com 2 (dois) mangotes de 16" (principal – 330 metros; auxiliar – 250 metros).

As bombas do atual sistema de exportação do navio deverão ser substituídas por bombas de acionamento eletro-hidráulico, a serem instaladas em “*caissons*” nos tanques de carga. Está prevista 1 (uma) bomba para cada tanque. Estas bombas deverão ser utilizadas como bombas de exportação para o navio aliviador ou como *booster* das bombas de exportação para as monobóias.

O procedimento operacional de *offloading* consiste nas manobras de amarração e conexão do mangote, transferência do óleo, desconexão e desamarração do mangote, sendo que todas as operações são devidamente acompanhadas por oficial de náutica, auxiliado por marinheiros de convés, a fim de detectar possíveis vazamentos no mar.

Por motivo de segurança operacional, as operações de amarração e desamarração serão efetuadas à luz do dia e com boa visibilidade, com início previsto para até 5 (cinco) horas antes do pôr do sol. Entretanto, desde que previamente acordado entre os responsáveis pelas manobras no navio aliviador e no FSO, poderão ocorrer manobras noturnas de desamarração.

Ressalta-se que as operações de *offloading* (descarregamento de óleo) a partir do FSO serão realizadas com navios aliviadores com capacidade de posicionamento dinâmico (tipo DP). A utilização de aliviadores tipo DP é recomendada, uma vez que este sistema de posicionamento reduz, consideravelmente, os riscos da colisão destes com os *risers* ou o costado do FSO.

### C2.7 - Sistema de Geração de Energia

O suprimento de energia para as operações normais do FSO será fornecido pelos geradores de energia da PRA-1. Esse fornecimento se dará por uma interligação elétrica entre a PRA-1 e o FSO, através de 4 (quatro) cabos elétricos de 13,8 KV e 7,5 MW cada, prontos para operarem a qualquer momento.

A unidade FSO contará com 4 (quatro) turbo-geradores auxiliares (a diesel ou a gás natural) e 1 (um) moto-gerador de emergência a diesel, os quais assegurarão a não interrupção da alimentação de energia aos serviços essenciais da unidade. Os geradores auxiliares serão alimentados continuamente pelo gás transportado através do gasoduto de 4" e, caso seja necessário, será utilizado óleo diesel. Os geradores auxiliares serão necessários em caso de operações de *offloading* simultâneas, do FSO para um navio DP e da monobóia para um navio aliviador. O gás proveniente da PRA-1 também será utilizado para o aquecimento do óleo para escoamento.

### C2.8 - Sistema de Diesel

O FSO será abastecido de óleo diesel a partir de rebocadores, sendo sua transferência de uma embarcação para a outra realizada através de um mangote de 4". O diesel recebido será filtrado e armazenado em tanques de estocagem. A partir destes, o diesel será enviado para o tanque de sedimentação e, posteriormente centrifugado, irá para os tanques de distribuição (tanque de diesel limpo).

O óleo diesel limpo será encaminhado para tanques dos equipamentos, sendo utilizado para alimentar os sistemas de geração de energia auxiliar e de emergência, as bombas de *offloading* e de incêndio e os compressores de ar.

### C3 - Monobóias

A monobóia é uma unidade que realiza operações de transferência (descarregamento e recebimento) de óleo, envolvendo navios aliviadores que não

sejam providos por sistema de posicionamento dinâmico, tais como navios VLCC ou ULCC. Este empreendimento contará com 2 (duas) monobóias, a serem projetadas para escoar o óleo oriundo da PRA-1 ou do FSO, com vazões de 200.000 m<sup>3</sup>/d e 250.000 m<sup>3</sup>/d.

No Quadro II.2.4-6, são apresentadas as coordenadas UTM (datum SAD 69) da localização das monobóias, denominadas de MB1 e MB2.

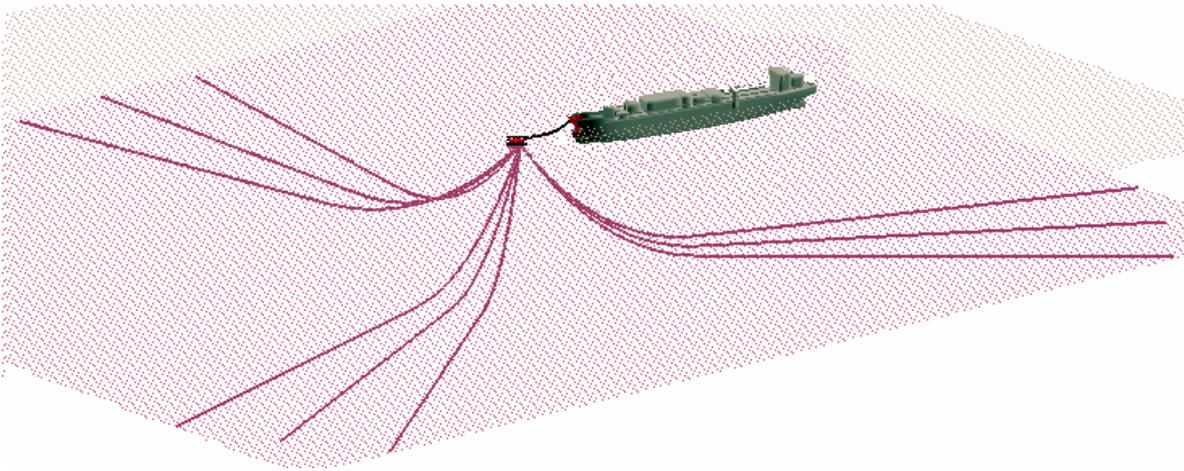
**Quadro II.2.4-6 - Coordenadas UTM (datum SAD 69) das monobóias.**

Monobóia	NORTE	LESTE
MB1	7.550.638	379.651
MB2	7.552.598	378.455

A monobóia MB1 estará localizada a cerca de 2,5 km a noroeste do FSO, numa profundidade d'água de 90 metros, e a MB2 a 2,5 km da monobóia MB1, numa profundidade d'água de 85 metros. A interligação destas ao Complexo PDET será feita através de um sistema de 4 (quatro) *risers* de 12" de diâmetro cada, que estarão interligados aos PLEM-2 e PLEM-3.

Cada monobóia terá um sistema de ancoragem composto de 03 (três) conjuntos de linha, cada um composto por 03 (três) linhas dispostas em configuração catenária. O ângulo entre as linhas de um mesmo conjunto (chamado de *cluster*) será de 5 graus e entre os conjuntos de linhas será de 110 graus, tendo um raio de ancoragem igual a 550 metros, conforme ilustrado na Figura II.2.4-13. Vale ressaltar que as linhas serão compostas, somente, por amarras sem malhete, de 95 mm de diâmetro.

Serão, ainda, utilizadas âncoras de alto poder de garra (*High Holding Power*), com peso unitário de aproximado de 13 toneladas.



**Figura II.2.4-13 - Ilustração do sistema de ancoragem das monobóias.** Fonte: PETROBRAS.

As duas monobóias são idênticas e suas principais características e dimensões aproximadas estão apresentadas no Quadro II.2.4-7, a seguir.

**Quadro II.2.4-7 - Características gerais das Monobóias.**

CARACTERÍSTICAS	MB 1	MB 2
Diâmetro da bóia	23 m	23 m
Altura	10 m	10 m
Peso	1.370 t	1.370 t
Sistema de ancoragem	9 âncoras	9 âncoras
Vida Útil	20 anos	20 anos
Pressão de Projeto	20 kg/cm <sup>2</sup>	20 kg/cm <sup>2</sup>

Fonte: PETROBRAS.

Durante as operações de transferência envolvendo as monobóias, as quais serão permitidas apenas em condições meteoceanográficas consideradas seguras, o navio aliviador permanecerá amarrado às mesmas via cabos *sanson*, de 21" de diâmetro, sendo sua posição mantida por auxílio de um rebocador. Ressalta-se que já existe um histórico deste tipo de operação na Bacia de Campos, sendo esta uma atividade suficientemente conhecida pela PETROBRAS em suas atividades *offshore*.

O sistema de escoamento será composto por 02 (dois) mangotes flutuantes, de 20 pol x 29 seções de 10,7 metros, totalizando 310 metros de comprimento, utilizando uma pressão de trabalho de 300 lbs/pol<sup>2</sup> (20 atm). Finalizada a

transferência, o mangote é limpo e mantido estivado no mar no período entre alívios.

As monobóias possuem, ainda, algumas facilidades, tais como um sistema simples de drenagem e um receptor de *pigs* de limpeza. Cada monobóia será dotada de sensores (para detecção de pressões elevadas no sistema), sistema de sinalização, refletor de radar, guincho e local para embarque e desembarque de pessoas, materiais e equipamentos, além de ter sua posição informada às autoridades marítimas e registrada nos mapas oficiais de auxílio à navegação.