



MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE NÁUTICA -
APNT



DÉBORA PAULA FERREIRA



AS PRINCIPAIS OPERAÇÕES DAS EMBARCAÇÕES PLSV

**RIO DE JANEIRO
2013**

DÉBORA PAULA FERREIRA

AS PRINCIPAIS OPERAÇÕES DAS EMBARCAÇÕES PLSV

Monografia apresentada como parte dos requisitos para a conclusão do Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica - APNT, ministrado no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Augusto Marcos Coelho de Paiva

Rio de Janeiro
2013

DÉBORA PAULA FERREIRA

AS PRINCIPAIS OPERAÇÕES DAS EMBARCAÇÕES PLSV

Monografia apresentada como parte dos requisitos para a conclusão Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica - APNT, ministrado no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Augusto Marcos Coelho de Paiva
Engenheiro de Equipamentos
Petrobras

Banca Examinadora (apresentação oral):

Prof. (nome, titulação e instituição)

Prof. (nome, titulação e instituição)

Prof. (nome, titulação e instituição)

Nota: _____

Nota Final: _____

Data da Aprovação: ____/____/____

É com tristeza no coração que dedico este trabalho ao meu querido avô Jair Marques Ferreira que, infelizmente, nos deixou durante o período do curso. Nunca me esquecerei do abraço, do sorriso, dos conselhos e sem dúvida das orações feitas por ele sempre antes de todos os meus embarques. Tenho certeza que se ele estivesse entre nós, estaria orgulhoso por mais esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, eu gostaria de agradecer a Deus por ter me agraciado com esta profissão que eu aprendi a amar, por ter me sustentado sempre em todos os momentos.

Aos meus pais e minha irmã que são a razão da minha vida, que sempre me apoiaram nas minhas decisões e me tranquilizaram quando as coisas pareciam ir mal, fazendo-me acreditar que ao final tudo daria certo.

Aos meus parentes que sempre torceram por mim. Aos meus amigos que confiaram que eu pudesse aqui chegar e que me ajudaram na elaboração desta monografia. Aos Comandantes com quem trabalhei até o momento e sem dúvida a Tenente Raquel Apolaro pela dedicação e ao meu orientador Sr. Augusto Coelho que mesmo com pouco tempo contribuiu bastante para que este trabalho ficasse ainda melhor.

*“Esforçai-vos e animai-vos; não temais nem vos espanteis
diante deles, porque o Senhor teu Deus é o que vai contigo.
Não te deixará nem te desampará”.*
(Deuteronomio 31, 6)

RESUMO

Diversas são as etapas de preparação de um campo de petróleo para que o mesmo entre em operação. As embarcações de lançamento de dutos atuam na última etapa, a qual precede o início da produção de um poço. Estas embarcações de apoio marítimo *offshore* são responsáveis pelo lançamento de dutos flexíveis e a interligação destes à infraestrutura submarina, possibilitando o transporte de óleo entre os poços dos quais são extraídos a uma unidade estacionária de produção. As tarefas de instalação e interligação são usualmente compostas de um conjunto de atividades que devem ser feitas sequencialmente. É imprescindível que haja, em primeiro lugar, o carregamento das linhas no porto, juntamente com todos os materiais pertinentes, em seguida a embarcação se dirige para o local previsto e inicia o processo de preparação, conexão e disposição da linha no leito marítimo. Este trabalho tem como objetivo apresentar as principais operações realizadas por estas embarcações que tanto contribuem para o processo de produção de petróleo.

Palavras-chave: Lançamento de linha. CVD. *Pull In*. DCVD. *Pull Out*.

ABSTRACT

There are so many steps to prepare an oil field to start operate. The Pipe laying vessel works at the final step that precedes the beginning of production well. These offshore vessel are responsible for the flexible pipe laying and the interconnection of these subsea infrastructure enabling the transport of oil between the wells from which are extracted to a stationary production unit. Installation tasks and interconnection are usually composed of a set of activities that must be done sequentially. It is essential to have at first the loading of the lines at the harbor with all relevant material then the vessel is directed to the intended location and begins the process of preparation, connection and arrangement of the line in the seabed. This paper aims to present the main operations performed by these vessels that contribute a lot to the process of oil production.

Keywords: Pipe Laying. CVD. Pull In. DCVD. Pull Out.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1:	Embarcação PLSV Skandi Vitória realiza lançamento de linhas flexíveis	15
Figura 2:	Embarcação PLSV Seven Oceans da empresa Subsea 7 realiza lançamento de dutos rígidos	16
Figura 3:	Embarcação Skandi Niterói com bobinas carregadas no convés	17
Figura 4:	Tensionador do sistema de lançamento horizontal (HLS) do Skandi Vitória	17
Figura 5:	Guindaste Offshore de 250T da embarcação Skandi Vitória	18
Figura 6:	Guincho de Linha	19
Figura 7:	Cesta para acondicionamento das linhas	20
Figura 8:	ROV peado no convés da embarcação PLSV Skandi Vitória	21
Figura 9:	Sistema DP capaz de manter a posição e o aproamento da embarcação	22
Figura 10:	Explicação sobre o sentido do fluido que passa pela linha de produção e anular, mostrando também que o controle do umbilical é feito pela plataforma	25
Figura 11:	Explicando o sentido do fluido que passa pela linha de injeção de água e o controle do umbilical é feito pela plataforma	25
Figura 12:	Colar de ancoragem no conector	27
Figura 13:	Estaca de ancoragem	27
Figura 14:	Lançamento da estaca de ancoragem	28
Figura 15:	Sistema de ancoragem com estaca torpedo	28
Figura 16:	Embarcação Multilinha – PLSV Sunrise 2000	29
Figura 17:	Embarcações Monolinha – Skandi Vitória e Skandi Niterói	29
Figura 18:	MCV singelo, apenas 1 linha pode ser conectada	30
Figura 19:	MCV duplo, conecta 2 linhas simultaneamente	31
Figura 20:	MCV triplo, conecta 3 linhas simultâneas	31
Figura 21:	Linha no tensionador	37

Figura 22:	O MCV é montado na linha e testado. É preparada a descida do equipamento para realização da CVD	38
Figura 23:	MCV sendo lançado ao mar com o auxílio de um cabo do guincho de 50 Toneladas e será acoplado ao manifold do poço em uma base receptora através de anel de vedação e travamento hidráulico realizado pelo veículo de mergulho (ROV)	39
Figura 24:	Realização do <i>overboarding</i> do MCV	39
Figura 25:	Descida da lingada do MCV	40
Figura 26:	Aproximação do PLSV para conexão do MCV ao poço	40
Figura 27:	CVD realizada. MCV conectado ao poço	41
Figura 28:	Conexão <i>Riser x Flow</i> na mesa do VLS / PPS	42
Figura 29:	Extremidade final a ser transferida para as rodas	43
Figura 30:	<i>Pull In</i> de 2ª extremidade	44
Figura 31:	Aproximação da embarcação Skandi Vitória para realização do Pull In com a plataforma P-57 na Bacia do Espírito Santo	45
Figura 32:	<i>Pull In</i> de 1ª extremidade do Umbilical (UEH) na P-53	46
Figura 33:	Transferência da 1ª extremidade do UEH para a P-53	47
Figura 34:	Passagem do UEH pelo tensionador do PLSV	48
Figura 35:	Lingada de <i>overboarding</i> da extremidade final do UEH	49
Figura 36:	Montagem do MCV na 2ª extremidade do UEH	50
Figura 37:	Descida do MCV e posicionamento do PLSV para realização da CVD de segunda extremidade	51
Figura 38:	Realizada CVD de 2ª extremidade. Projeto concluído	52
Figura 39:	Foto tirada pelo ROV durante operação de abandono de linha	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	EMBARCAÇÕES PLSV	15
2.1	Equipamentos que caracterizam as embarcações PLSV	16
2.1.1	Carretel ou Bobina	16
2.1.2	Tensionadores	17
2.1.3	Guindastes	18
2.1.4	Guinchos	18
2.1.5	Cestas	19
2.1.6	ROV (<i>Remotely Operated Vehicle</i>)	20
2.1.7	Sistema de Posicionamento Dinâmico (DP)	21
3	LINHAS FLEXÍVEIS, POÇOS PETROLÍFEROS, ANCORAGEM E SISTEMAS DE LANÇAMENTO	23
3.1	<i>Flowline e riser</i>	23
3.2	Poços petrolíferos	24
3.3	Ancoragem	26
3.4	Sistemas de Lançamento	28
4	OPERAÇÕES: CVD E <i>PULL IN</i> E PROCEDIMENTO PARA INSTALAÇÃO DAS LINHAS FLEXÍVEIS	33
4.1	Conexão Vertical Direta (CVD)	33
4.1.1	CVD de 1ª extremidade	33
4.1.2	CVD de 2ª extremidade	33
4.2	<i>Pull In</i>	34
4.2.1	<i>Pull in</i> de 1ª extremidade	34
4.2.2	<i>Pull in</i> de 2ª extremidade	35
4.3	Procedimento antes da instalação das linhas flexíveis	36
5	CVD DE 1ª EXTREMIDADE COM <i>PULL IN</i> DE 2ª EXTREMIDADE	37
6	<i>PULL IN</i> DE 1ª EXTREMIDADE COM CVD DE 2ª EXTREMIDADE	45
7	DCVD, <i>PULL OUT</i>, ABANDONO E RECOLHIMENTO	53
7.1	DCVD (Desconexão Vertical Direta)	53
7.2	<i>Pull Out</i>	53
7.3	DCVD E <i>Pull Out</i>	53

7.4	Abandono e Recolhimento de Linha Flexível	54
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1 INTRODUÇÃO

O registro do petróleo remonta a tempos bíblicos. Na Babilônia, os tijolos eram assentados com asfalto. Os fenícios utilizavam-se do betume para calafetação de embarcações. Os egípcios o utilizavam na pavimentação de estradas, para embalsamar os mortos e na construção de pirâmides. Gregos e Romanos utilizaram-no para fins bélicos.

A exploração comercial data de 1859, Cel. Drake, em Tittusville, Pensilvânia, com um poço de 21 metros de profundidade que produziu 2 m³/dia de óleo. Descobriu-se que a destilação do petróleo substituíam o querosene obtido do carvão e o óleo de baleia na iluminação com grandes vantagens.

Posteriormente, com a invenção dos motores a gasolina e a diesel, estes derivados até então desprezados adicionaram lucros expressivos à atividade, estes fatos marcaram o início da era do petróleo. Os seguintes fatores impulsionaram a exploração offshore do petróleo: **Revolução Industrial, I GUERRA MUNDIAL, II GUERRA MUNDIAL, 1960 – CRIAÇÃO DA OPEP, 1973 – 1ª Crise de Petróleo e 1979 – Guerra IRÃ X IRAQUE**

No Brasil, mais precisamente na Bacia de Campos onde se produz a maior parte do petróleo brasileiro, o desenvolvimento dos projetos de produção dentro do contexto da crise mundial se deu em fases distintas. Inicialmente foram feitos grandes investimentos nos campos de águas rasas com a construção e instalação de grandes plataformas fixas.

No final da década de 80 foram instaladas as últimas plataformas fixas e a partir de então, todas as unidades instaladas foram do tipo flutuante (plataformas semi-submersíveis ou navios de produção do tipo FPSO) operando como pilotos de campos recém-descobertos ou como unidades de produção que compunham fases distintas de projetos de desenvolvimento de outros campos petrolíferos.

As recentes descobertas nos campos petrolíferos estão localizadas em regiões de grandes profundidades, ou seja, a filosofia de utilização de sistemas flutuantes de produção ancorados em águas profundas é irreversível, tratando-se do contexto brasileiro de produção de petróleo. O uso de plataformas semi-submersíveis para produção aumentou o leque dos equipamentos necessários para implantação dos projetos, tais como árvores de natal molhada, linhas flexíveis de produção, manifolds submarinos, entre outros.

A complexidade da interligação dos dutos submarinos aumenta com a profundidade onde estas operações são requeridas. O processo inicia-se fundamentalmente com a necessidade de interligação de um poço à plataforma de produção e transferência do petróleo produzido para os pontos de recebimento em terra. Estas interligações podem ser feitas através de dutos rígidos, flexíveis ou uma combinação de ambos. A partir de então, é projetada a localização dos poços de petróleo, os equipamentos submarinos que irão equipar estes poços (árvores de natal), a posição dos navios e plataformas que irão receber esta produção.

A última operação antes de se produzir o óleo é a interligação do poço à unidade de produção, essas operações para as instalações dos dutos flexíveis começam com o carregamento dos navios de lançamento, em bases de carregamento (Vitória e Rio de Janeiro) em que as linhas previamente especificadas são transferidas e armazenadas nas cestas ou bobinas dos navios e que serão posteriormente lançadas, percorrendo as distâncias exatas entre os pontos a serem interligados.

Os dutos flexíveis precisam ser fabricados para resistirem tanto as grandes pressões em função da lâmina d'água, como também aos esforços inerentes da movimentação das unidades devido às condições ambientais. Eles são compostos basicamente por diversas camadas de materiais a fim de proporcionar flexibilidade, isolamento e resistência à tração.

No início, os lançamentos eram feitos em águas rasas até 300 metros (profundidade máxima permitida para mergulho) e as conexões eram realizadas por mergulhadores. Hoje, com novas descobertas e também com o pré-sal as operações podem chegar a profundidades superiores à 2000 metros.

A presente monografia visa descrever as principais operações realizadas pelas embarcações *Pipe Laying Support Vessel* (PLSV), que são as embarcações responsáveis pelas interligações submarinas. Assim, na primeira parte do trabalho falaremos sobre as características e especificidades das embarcações PLSVs. As linhas flexíveis, os poços petrolíferos, ancoragem e sistemas de lançamento serão abordados na segunda parte. Já no quarto capítulo serão explicadas as operações de conexão vertical direta (CVD), *Pull In* e o procedimento para instalação das linhas flexíveis.

No quinto capítulo será dedicado à operação entre o PLSV e a plataforma: CVD de primeira com *Pull in* de segunda extremidade. O sexto capítulo mostraremos

a operação de *Pull in* de primeira seguido de CVD de segunda extremidade. O sétimo capítulo fecharemos com a desconexão vertical direta (DCVD), *Pull out*, abandono e recolhimento dos dutos flexíveis.

Desta forma, abrangeremos as principais operações realizadas pelas embarcações PLSV nas operações *Offshore*.

2 EMBARCAÇÕES PLSV

Embarcações do tipo *Pipelay Support Vessel* (PLSV) atualmente prestam serviços referentes a instalações de tubulações submarinas. Existem diversos modelos de navios disponíveis, cada qual com seu layout de instalação de acordo com os tipos de serviços prestados. Estas embarcações são capazes de instalar quilômetros de dutos com apenas um carregamento, que pode ser de dutos rígidos, ou de dutos flexíveis, ou até mesmo de ambos dependendo do escopo de trabalho a ser executado.

Figura 1: Embarcação PLSV Skandi Vitória realiza lançamento de linhas flexíveis.



Fonte: Embarcação PLSV Skandi Vitória

Figura 2: Embarcação PLSV Seven Oceans da empresa Subsea 7 realiza lançamento de dutos rígidos.



Fonte: news.seadiscovery.com

2.1 Equipamentos que caracterizam as embarcações PLSV

Alguns equipamentos estão comumente presentes na construção de embarcações deste gênero. Tais como: **Carretel ou Bobinas, Tensionadores, Guindastes, Guinchos, Cestas, ROV e Sistema DP.**

2.1.1 Carretel ou Bobina

É responsável pelo armazenamento dos dutos rígidos ou flexíveis durante o transporte até o local de lançamento. Quando utilizados em carregamentos de dutos rígidos, os carretéis devem possuir um diâmetro interno grande, a fim de diminuir as deformações plásticas às quais os dutos estarão submetidos durante o enrolamento. As embarcações atuais deste gênero possuem diâmetros internos superiores a 15 metros. Dutos flexíveis possuem um raio mínimo de curvatura permitido em uma ordem de grandeza menor que a de dutos rígidos, cerca de 3m.

Figura 3: Embarcação Skandi Niterói com bobinas carregadas no convés.



Fonte: www.norskan.com.br

2.1.2 Tensionadores

São responsáveis pelo lançamento ou recolhimento da linha durante o processo de instalação. Estes são constituídos por “lagartas” similares a esteiras de trator, as quais pressionam o diâmetro da linha uniformemente ao longo de um determinado comprimento, gerando o atrito necessário para suportar a linha durante o lançamento. Existem diversos tipos de tensionadores disponíveis no mercado, cujos modelos podem ter de 2 a 4 lagartas. Eles também podem ser vertical ou horizontal.

Figura 4: Tensionador do sistema de lançamento horizontal (HLS) do Skandi Vitória.



Fonte: Embarcação PLSV Skandi Vitória

2.1.3 Guindastes

São responsáveis por todo transporte de carga dentro da embarcação. Normalmente os navios possuem mais de um guindaste com diferentes capacidades e funções. Os guindastes offshore possuem um projeto muito específico, pois a capacidade de carga varia da superfície até o leito marinho, devido à consideração do peso do cabo liberado. Os guindastes modernos possuem um sistema de compensação de arfagem, que é a oscilação vertical dinâmica da embarcação, devido à incidência da amplitude de onda.

Figura 5: Guindaste Offshore de 250T da embarcação Skandi Vitória.



Fonte: Embarcação PLSV Skandi Vitória

2.1.4 Guinchos

São responsáveis pela transferência de cargas, abandono e recolhimento das linhas no leito marinho. Os guinchos principais são normalmente de alta capacidade e, como os guindastes, são projetados para o uso offshore. As embarcações

possuem também guinchos auxiliares com funções adicionais como ancoragem de equipamentos durante o lançamento dos mesmos. Estes são de baixa capacidade, pois servem apenas para movimentação de carga no deck principal até a submersão de um equipamento ou acessório de linha.

Figura 6: Guincho de Linha.



Fonte: Curso especial de noções básicas sobre operações offshore (Coelho, Augusto).

2.1.5 Cestas

São os locais responsáveis pelo acondicionamento das linhas carregadas e que serão lançadas pelas embarcações PLSV. Existem embarcações que possuem até três cestas, aquelas com três sistemas de lançamento que é o caso do PLSV Sunrise 2000. As cestas podem ser localizadas na parte interna ou externa das embarcações e podem ser de vários tamanhos, suportando diferentes quantidades. Algumas embarcações possuem somente cestas, enquanto outras possuem cestas e também são capazes de carregar bobinas.

Figura 7: Cesta para acondicionamento das linhas.



Fonte: Embarcação PLSV Skandi Vitória.

2.1.6 Remotely Operated Vehicle (ROV)

Trata-se de um veículo de operação remota que permite alcançar profundidades impossíveis de serem atingidas por mergulhadores, que trabalham apenas até 300 metros de lâmina d'água, enquanto ROVs podem passar de 3.000 metros em direção ao fundo do mar. Este equipamento é de extrema importância nas operações *subsea*, pois são os olhos e as mãos dos homens no fundo do mar. Estes veículos são alimentados eletricamente e controlados via cabos umbilicais, manobrados em resposta a comandos realizados por pessoas da superfície. Os ROVs são classificados de acordo com as tarefas que realizam: de observação e de intervenção. Os primeiros possuem apenas câmeras de vídeos e são utilizados basicamente para realizar inspeções. Já os veículos de intervenção possuem manipuladores e outras ferramentas submarinas de forma a permitir que o mesmo possa realizar trabalhos de forma ativa nas operações no fundo do mar.

O ROV é essencial durante todo o processo das operações de uma embarcação PLSV, desde uma simples inspeção (*survey*) até uma conexão vertical direta e um pull in. Quando as embarcações PLSVs não possuem ROV é necessária a utilização de embarcações RSV para dar apoio nestas operações.

Figura 8: ROV peado no convés da embarcação PLSV Skandi Vitória.



Fonte: Embarcação PLSV Skandi Vitória.

2.1.7 Sistema de Posicionamento Dinâmico (DP)

É um sistema que controla automaticamente a posição e aproamento de uma embarcação por meio de propulsão ativa. Em geral, corresponde a um complexo sistema de controle de posição dinâmica, composto por varias variáveis capazes de tornar seu posicionamento mais preciso (GPS, DGPS, Anemômetros, Agulha Giroscópica, etc). Seus atuadores para manter a embarcação na posição são propulsores, thrusters azimutais ou fixos e um computador central responsável pela execução das correções de posição e pela interface com o operador.

Controlar a posição e o movimento de uma embarcação PLSV é crucial para o sucesso de uma operação de lançamento de linha, uma vez que a mesma é utilizada para posicionar o TDP (Touch Down Point) e para limitar e controlar as cargas sobre o duto.

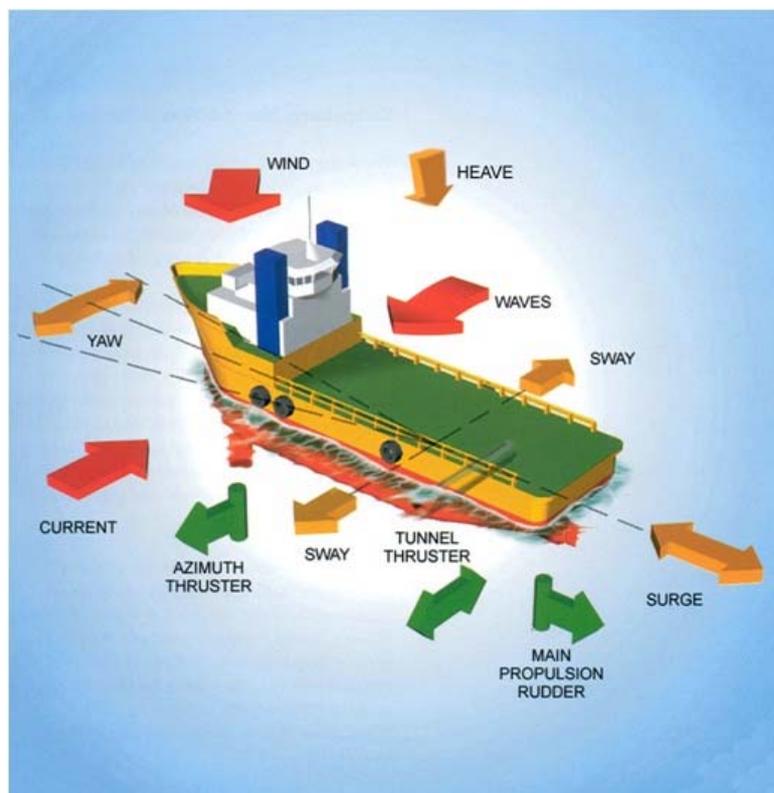
Se o navio de lançamento derivar para os lados ou girar, o duto poderá dobrar na região próxima ao TDP e poderá facilmente avariar-se. Para proporcionar

segurança e eficiência durante as operações de lançamento de linha, um sistema de posicionamento dinâmico redundante (DP Classe II ou III) é requerido.

As Embarcações DP são necessárias para a precisão de posicionamento em caso de avanço, balanço e guinada. Os PLSVs devem manter uma proa específica e não podem tentar reduzir o impacto das cargas ambientais livremente. Às vezes, outros rebocadores são usados para ajudar a manter a posição da embarcação se a capacidade dos thrusters forem insuficientes.

Elas possuem, consideravelmente, um curto tempo de resposta e tem a habilidade de abandonar e recolher um duto rapidamente. O controle dos movimentos acontece independente da profundidade e a embarcação pode operar em áreas congestionadas e próximo a plataformas.

Figura 9: Sistema DP capaz de manter a posição e o aproamento da embarcação.



Fonte: www.oceanica.ufrj.br

3 LINHAS FLEXÍVEIS, POÇOS PETROLÍFEROS, ANCORAGEM E SISTEMAS DE LANÇAMENTO

Existem dois tipos de linhas flexíveis usadas no lançamento: o *Riser* e o *Flow*, assim como existem dois tipos de poços na Bacia de Campos: os poços de produção de óleo e os poços de injeção de água.

3.1 *Flowline e riser*

O “*Flowline*” é o trecho de linha flexível conectado do poço à plataforma, ele fica apoiado no fundo e só suporta a pressão do líquido escoando por ele, quando instalada, porém durante a operação de lançamento está sujeito a várias solicitações de esforços: compressão durante o lançamento, tracionamento devido ao peso próprio, flexão no TDP e na CVD, entre outros. O “*Riser*” é o trecho de linha flexível que compreende desde a conexão na unidade de produção até a conexão *riser x flow*, no fundo (a estrutura do *flow* não permite o seu posicionamento na área de TDP – toque de fundo da linha), esta linha além de suportar o peso do líquido e o escoamento do líquido, deve também ser capaz de suportar seu próprio peso, além dos esforços causados pelos movimentos da plataforma, principalmente o esforço de fadiga (esforços dinâmicos). Esses esforços fazem com que a estrutura do *riser* seja muito mais reforçada que o *flow*, o que o faz consequentemente, ter um custo construtivo superior ao do *flow*.

Baseado no fato de que o *Riser* é muito mais caro que o *Flow*, por ser uma linha mais forte e resistente, ao se conectar uma linha do poço à plataforma usa-se no maior trecho o *Flowline* e no trecho final até a plataforma usa-se o *Riser*. Seria inviável colocar todos os tramos (trecho total) compostos por *Riser*, o custo seria elevadíssimo, e também não poderia ser usado o trecho todo de *Flow*, pois a linha não suportaria os esforços e se romperia.

Sendo assim, a linha de produção de óleo é composta de trechos “*Riser*”, chamado de trecho dinâmico e de trechos “*Flow*” chamado de trecho estático.

As linhas flexíveis quando é fabricada é colocada em bobinas e o que determina o comprimento dos tramos das linhas é a capacidade dessas bobinas, isso é baseado no diâmetro externo e ao peso da linha. Adicionalmente o comprimento da linha será fator determinante para sabermos o número de conexões

necessárias na interligação do poço à plataforma. Vale lembrar que quanto maior o número de conexões intermediárias, mais caro será o produto final. Portanto, quanto maior a linha, menos conexões intermediárias teremos, logo menor custo.

3.2 Poços petrolíferos

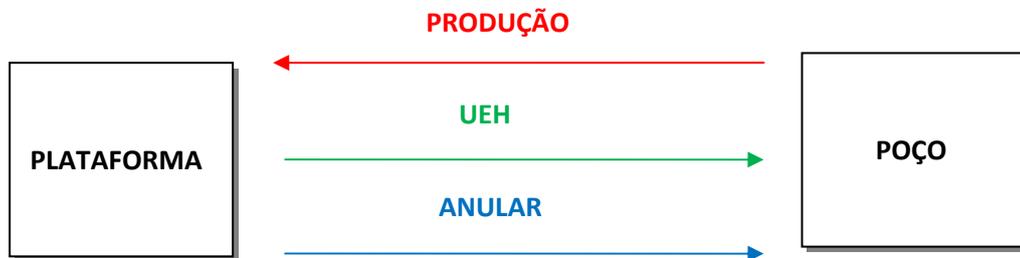
Em um campo produtor existem dois tipos de poços: os **poços de produção** e os **poços de injeção de água**. Os poços produtores são os responsáveis pela elevação do óleo do reservatório até a unidade para efetuar o processamento. Os poços produtores podem ser denominados de surgentes (poços que possuem energia – pressão para trazer o óleo do reservatório até a unidade de produção) ou não surgente (poços que não possuem energia – pressão para trazer o óleo do reservatório até a unidade de produção, quando isso ocorre se faz necessária a utilização dos métodos de elevação: gás lift, injeção de água, BCSS ou MOBO). Para aumentar a vazão de produção, mesmo em um poço surgente, é usual a utilização desde o início dos métodos de elevação.

Cada poço de produção é composto por 3 linhas: **a linha de produção, o umbilical (UEH) e a linha anular ou gás lift**. A linha de produção transporta o óleo do poço até a plataforma, o umbilical de controle é usado para controlar a abertura e o fechamento das válvulas do poço, já a linha anular ou gás lift é usado para diluir o óleo, pressurizando o poço para facilitar o escoamento do óleo.

Quando o óleo chega à plataforma ele é separado do gás, da água e demais contaminantes, este óleo é tratado e o gás após receber tratamento uma parte segue para ser injetado por gás lift, enquanto que a maior parte é escoado através de gasoduto para terra. Esse processo é contínuo, a plataforma também recebe o gás do poço que é gerado pelo próprio óleo juntamente com o gás que retorna para ela. Durante o processamento do óleo e do gás na planta ocorrem algumas sobrepressões nos vasos de pressão, que por segurança, as válvulas de alívio e de segurança ficam alinhadas com o queimador (flare).

Existem as plataformas que só produzem gás, estas não recebem óleo apenas gás originado do poço. Estas plataformas processam o gás e mandam para terra.

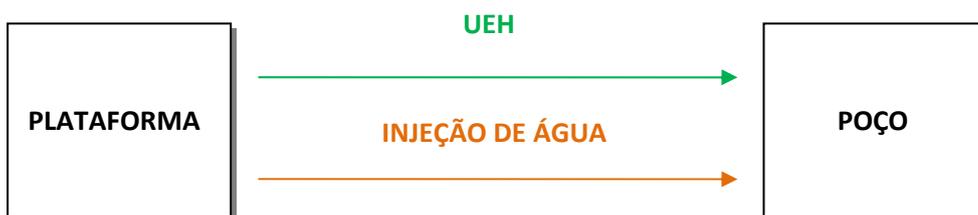
Figura 10: Explicação sobre o sentido do fluido que passa pela linha de produção e anular, mostrando também que o controle do umbilical é feito pela plataforma.



Fonte: Próprio Autor

Os poços de injeção de água são compostos de 2 linhas: **a linha de injeção de água e o umbilical de controle (UEH)**. Esta linha de injeção de água não trabalha com óleo tão pouco com gás, trabalha apenas com água salgada tratada pela plataforma. A injeção de água pressurizada no poço serve para energizar o reservatório, mantê-lo a mesma pressão apesar da remoção do óleo.

Figura 11: Explicando o sentido do fluido que passa pela linha de injeção de água e o controle do umbilical é feito pela plataforma.



Fonte: Próprio Autor

3.3 Ancoragem

Normalmente, em uma interligação submarina é necessário fazer a ancoragem da linha flexível. Isso acontece porque o *riser* forma uma catenária que ao tocar no fundo sofre uma força horizontal (inversa à direção do lançamento) e uma força vertical (peso da linha). Para anular o efeito da força horizontal os tramos de “Flowline” subsequentes devem ser lançados em linha reta até alcançar o término da zona de tensão (área ao redor da plataforma onde a força horizontal atua).

Caso tenhamos tramos de dutos flexíveis conectados entre si em linha reta, até chegar à zona de tensão em um comprimento que faça com que o atrito, (da linha com o solo) seja suficiente para contrapor-se a essa força horizontal (o diâmetro e o peso da linha entram nesse cálculo), não será necessário ancorar a linha. Porém, existem situações em que os tramos de “*flowline*” não chegarão à zona de tensão formando uma linha reta e sim formando uma curva. Nestes casos, onde o comprimento de linha reta no fundo não é suficiente para anular a resultante, deve ser feita a ancoragem.

A distância até o ponto de ancoragem é calculada pela Petrobras e no determinado ponto são lançados torpedos / estacas pelos rebocadores AHTS capazes de serem cravadas no fundo com um olhal onde a linha será presa. As linhas recebem trechos de amarra com manilhas e no final coloca-se um gato para conectar à estaca já posicionada previamente por estes rebocadores. Desta forma a linha não se deslocará, pois estará presa à estaca de ancoragem.

Quando a força horizontal é pequena, até 3 toneladas, não é recomendado usar estacas para fazer a ancoragem, pois são muito caras. Sendo assim, conecta-se peso morto (trecho de amarras) no trecho de linha reta para aumentar artificialmente o peso da linha no fundo, anulando a força horizontal que faz a linha sair da posição. Vale lembrar que o uso do peso morto é aconselhável apenas quando a força horizontal é pequena para evitar danos na linha.

Figura 12: Colar de ancoragem no conector.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 13: Estaca de ancoragem.



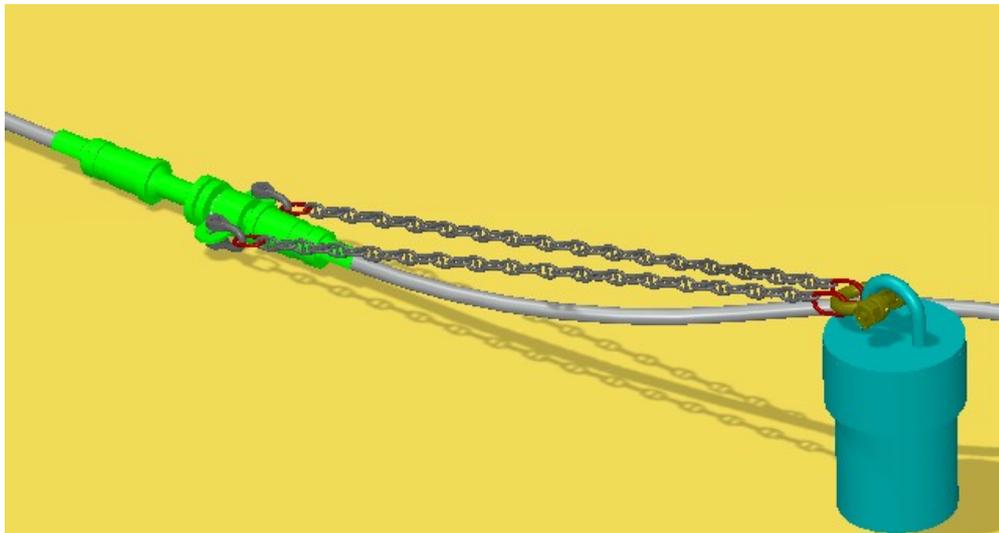
Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 14: Lançamento da estaca de ancoragem.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 15: Sistema de ancoragem com estaca torpedo.



Fonte: Curso especial de noções básicas sobre operações offshore (Coelho, Augusto).

3.4 Sistemas de Lançamento

Existem embarcações PLSV com mais de um sistema de lançamento conhecidas como multilinhas. Estas embarcações são capazes de lançar até 3 linhas simultaneamente, como é o caso do PLSV *Sunrise 2000*. As embarcações que lançam apenas 1 linha por vez são conhecidas como Monolinhas.

Figura 16: Embarcação Multilinha – PLSV Sunrise 2000.



Fonte: www.meretmarine.com

Figura 17: Embarcações Monolinha – Skandi Vitória e Skandi Niterói.



Fonte: www.abeam.org.br

A embarcação multilinha ao interligar um poço de produção lança ao mesmo tempo as linhas de produção, UEH e anular e ao interligar o poço de injeção de água lança simultaneamente as linhas de injeção de água e UEH.

Esta operação de lançamento simultâneo é mais rápida que a operação individual, porém só é possível quando o Módulo de Conexão Vertical (MCV) for capaz de suportar o peso das 2 ou 3 linhas conectadas à ele na pior condição existente que é

realizando Conexão Vertical Direta (CVD) de 2ª extremidade. Neste caso o MCV deve ser bem grande para suportar a carga das catenárias.

Quando as operações são realizadas em águas rasas e as linhas são leves os MCVs de tamanhos razoáveis suportam a carga de 2 ou 3 linhas, mas em águas profundas, usando estes MCVs, a operação se torna inviável devido a carga excessiva, tendo a necessidade de MCVs bem maiores. Nestes casos a Petrobras prefere que a operação seja feita com equipamentos individuais, ou seja, um MCV para cada linha separadamente.

O que define se a operação será simultânea ou individual será a carga (catenária) que o MCV poderá suportar.

Figura 18: MCV singelo, apenas 1 linha pode ser conectada.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 19: MCV duplo, conecta 2 linhas simultaneamente.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 20: MCV triplo, conecta 3 linhas simultâneas.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Nas operações onde as linhas flexíveis são lançadas simultaneamente, após a conexão do MCV duplo ou triplo a árvore inicia-se o lançamento, porém no momento de entregar a linha para a plataforma (*pull in* de 2ª extremidade) a mesma não é capaz de receber as 2 ou 3 linhas de uma única vez por não dispor de guincho suficiente. Neste caso, será realizado o *pull in* de cada linha individualmente.

Após definida a operação com MCV duplo ou triplo em *pull in* de 1ª extremidade, a embarcação entregará uma extremidade de cada linha por vez. Após a entrega será feito o lançamento das 2 ou 3 linhas simultaneamente, serão montadas as linhas no MCV e será feita a CVD de 2ª extremidade. Neste momento o MCV terá que suportar o peso de todas as catenárias. Quando a operação é individual será realizada a CVD, a lançamento e o *pull in* de cada linha separadamente.

Segundo Silveira, Foram realizados testes pela Petrobras na tentativa de fazer a CVD de cada MCV separadamente e depois desta operação prosseguir com o lançamento das 2 ou 3 linhas simultaneamente, mas foi comprovado que embora o tempo de operação parecesse menor, a operação seria inviável pois a embarcação ao conectar cada MCV ficaria com o espaço muito reduzido para manobrar o que poderia ocasionar sérios prejuízos às linhas. Então ficou decidido que se o lançamento fosse individual, logo seria realizada toda a operação individualmente e não somente as conexões do MCV (SILVEIRA, Carlos. Coordenador de Engenharia da Technip).

4 OPERAÇÕES: CVD E PULL IN E PROCEDIMENTO PARA INSTALAÇÃO DAS LINHAS FLEXÍVEIS

Neste capítulo serão abordadas as operações CVD e *Pull in*, consideradas duas operações importantíssimas para as embarcações PLSVs. Normalmente a realização de uma operação é seguida de outra. Será explicado o conceito de cada uma.

4.1 Conexão Vertical Direta (CVD)

A operação Conexão Vertical Direta é o processo de interligação entre equipamentos realizados no fundo do mar. As conexões verticais diretas podem ser realizadas em primeira extremidade ou em segunda extremidade.

4.1.1 CVD de 1ª extremidade

O MCV (Módulo de conexão vertical) é conectado à extremidade inicial de uma linha em uma embarcação PLSV, sendo em seguida descido até o local de interligação com o equipamento submarino. Para a CVD de 1ª do equipamento (em geral MCV), é necessário obedecer ao ângulo de aproximação para que o encaixe obedeça aos limites máximos definidos pelo fabricante do equipamento. O aproamento do PLSV deverá ser mantido ao longo do tempo necessário à CVD e posteriormente até o fim dos testes de selo.

Durante o processo de aproximação do conjunto MCV/linha, o sistema de DP será solicitado a realizar movimentos de 1m ou menos, dependendo da necessidade de posicionamento relativo durante o processo de aproximação.

4.1.2 CVD de 2ª extremidade

O equipamento é conectado à extremidade final de uma linha em uma embarcação PLSV, sendo em seguida descido até o local de interligação com o equipamento submarino. Para a CVD de 2ª do equipamento (em geral MCV), é necessário obedecer ao ângulo de aproximação para que o encaixe obedeça aos limites máximos definidos pelo fabricante do equipamento. Diferentemente da CVD

de 1ª, a direção de aproximação depende exclusivamente do track “lançamento” em direção ao equipamento submarino. Porém, para a CVD de 2ª é feita a formação de corcova (seio invertido formado a aproximadamente 20m da extremidade da linha) que exige um aproamento tal do PLSV que seja possível a instalação do cabo de um guincho para a formação da corcova. O aproamento do PLSV deverá ser mantido ao longo do tempo necessário à CVD e posteriormente até o fim dos testes de selo.

Durante o processo de aproximação do equipamento, o sistema de DP será solicitado a realizar movimentos de 1m ou menos, dependendo da necessidade de posicionamento relativo durante o processo de aproximação.

4.2 Pull In

A operação de Pull in é realizada para a transferência da extremidade de uma linha para uma UEP (plataforma flutuante ou fixa).

Para a realização de um *pull in*, é feita a aproximação passo a passo do PLSV em direção à plataforma até ser mantida uma distância entre 30 e 35m. Em seguida é realizada a transferência de cabos mensageiros para a transferência do cabo principal para o *pull in*.

4.2.1 Pull in de 1ª extremidade

A operação de *pull in* é caracterizada como sendo de primeira extremidade, quando a linha é transferida primeiramente para a plataforma, de onde parte o lançamento pelo PLSV, para a conexão em segunda extremidade em algum equipamento submarino, ou interligação à outra UEP ou para o abandono provisório da extremidade final.

O *pull in* de primeira proporciona a vantagem de se trabalhar com cargas menores durante a transferência da extremidade inicial da linha para a plataforma, haja vista que o comprimento da linha em catenária dupla é pequeno e o peso da linha é dividido entre a plataforma e o PLSV. A carga reduzida facilita a preparação da lingada instalada na extremidade da linha.

A desvantagem dessa operação é que durante todo o processo de lançamento, deverá ser mantido o ângulo de projeto da linha na plataforma, gerando esforço crescente à embarcação e ao sistema de lançamento do PLSV à medida que o seio da linha se aproxima do fundo marinho. A partir daí o atrito gerado pela linha no fundo aumenta ao longo do lançamento equilibrando a força gerada pela plataforma no sentido contrário. Havendo limitação de carga do guincho da plataforma, o PLSV deve manter posição próxima à unidade até que a linha esteja apoiada no seu sistema de suspensão.

O *pull in* de primeira extremidade é utilizado em duas situações: quando o guincho da UEP não possui capacidade de carga suficiente para receber a linha em transferência de segunda extremidade, ou em função de limitações dimensionais do sistema de lançamento do PLSV que possam se tornar impeditivos para a passagem da extremidade da linha pelos equipamentos de bordo. Nas operações de lançamento de umbilicais (UEHs) também tem sido utilizado o *pull in* de 1ª, para seguir o procedimento de pressurização a partir da Unidade de produção.

4.2.2 Pull in de 2ª extremidade

A operação de *pull in* é caracterizada como sendo de segunda extremidade, quando a linha é transferida ao final do lançamento para a plataforma, após o PLSV ter feito o lançamento da linha a partir de um equipamento submarino, a partir do abandono da extremidade inicial ou a partir de alguma UEP.

Na operação de *pull in* de segunda extremidade, as cargas são maiores já que deverá ser considerada toda a carga da catenária. Devido à carga horizontal resultante da componente de carga da catenária, o esforço do sistema de posicionamento dinâmico pode chegar a valores próximos a 10t para cada 100t de carga total, ou seja, na transferência deve-se ficar atento à redução do esforço horizontal do sistema que antes da transferência trabalhava para trazer a linha na direção da plataforma.

Em geral, neste tipo de operação, a liberação da linha para a plataforma é realizada com auxílio de manilha hidroacústica. A transferência de carga é realizada de forma progressiva e a liberação da linha é realizada com a abertura da manilha hidroacústica com a profundidade próxima de 100m.

4.3 Procedimento antes da instalação das linhas flexíveis

Antes da instalação de um duto é necessário mitigar os riscos e para isso normalmente é usado o Sistema de Gerenciamento de Obstáculos (SGO) da Petrobras, amplamente adotado em suas atividades. Trata-se de um banco de dados contendo informações (localização e profundidade d'água) sobre os equipamentos (obstáculos) fixos existentes (submersos ou na superfície).

De modo a mitigar os riscos de interação dos dutos com outros equipamentos, durante a instalação, serão consideradas rotas sem interferências, com base no SGO e na inspeção visual (*track survey*) feita através do ROV, mantendo ainda afastamento seguro entre tais estruturas.

Após instalação de todos os equipamentos e linhas, os mesmos serão imediatamente inseridos no SGO.

5 CVD DE 1ª EXTREMIDADE COM PULL IN DE 2ª EXTREMIDADE

Atualmente as interligações acontecem através do Módulo de Conexão Vertical (MCV), que é um dispositivo que pode ligar o duto flexível à árvore de natal, a um manifold ou até mesmo a outro duto rígido.

Por facilidade de posicionamento do MCV no alvo e mais agilidade nas manobras, em geral, executa-se a operação denominada Conexão Vertical Direta de primeira com *Pull in* de segunda extremidade.

A operação de Pull in é caracterizada como segunda extremidade, quando o bundle ou linha flexível é conectado primeiramente na árvore de natal do poço, manifold submarino ou outra plataforma, pelo PLSV, de onde parte o lançamento até a plataforma onde será feita a interligação. Neste caso, as cargas de pull in serão maiores, já que deverá ser considerado todo o peso da catenária e a linha normalmente cheia d'água (exceção para gasodutos e muitas vezes também para os oleodutos).

Para a execução do lançamento da linha flexível será utilizada uma embarcação PLSV equipada com sistema de posicionamento dinâmico, que sejam capazes de manter a posição da embarcação independente das condições meteorológicas reinantes, além de sistemas de tensionadores lineares especialmente projetados para suportar as cargas induzidas durante o lançamento.

Outros equipamentos estarão instalados nestas embarcações para auxiliar nas manobras de convés (guindastes e guinchos), inspeção submarina (ROV), medidores de corrente/ventos e sistemas de referência de posicionamento.

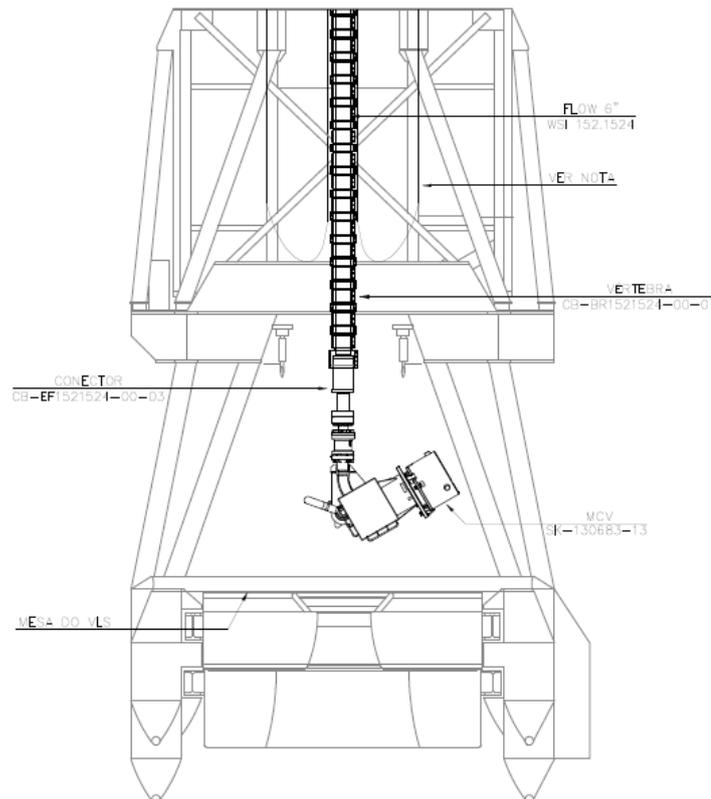
Figura 21: Linha no tensionador.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Antes da descida, a linha flexível é conectada ao MCV (Módulo de Conexão Vertical Direta) sendo a conexão testada com nitrogênio a fim de comprovar a estanqueidade da mesma.

Figura 22: O MCV é montado na linha e testado. É preparada a descida do equipamento para realização da CVD.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip).

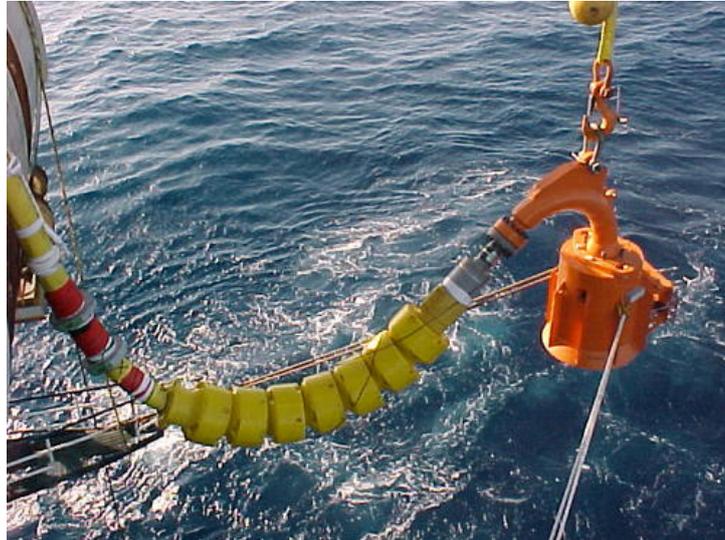
A descida do MCV será realizada com o auxílio de guinchos e um guindaste e monitorada através de ROV. Próximo ao fundo, o MCV será aproximado lentamente da ANM, até o seu acoplamento ser feito no hub da estrutura submarina.

Após ser acoplado, o MCV será travado e a conexão testada através do sistema hidráulico do ROV (Hot-Stab).

A linha será lançada a partir de um carretel, preenchida com água do mar e, em seguida, será testada sua estanqueidade. Após os testes, a lingada de descida do guincho será desconectada e recolhida até a superfície, juntamente com a ferramenta de descida.

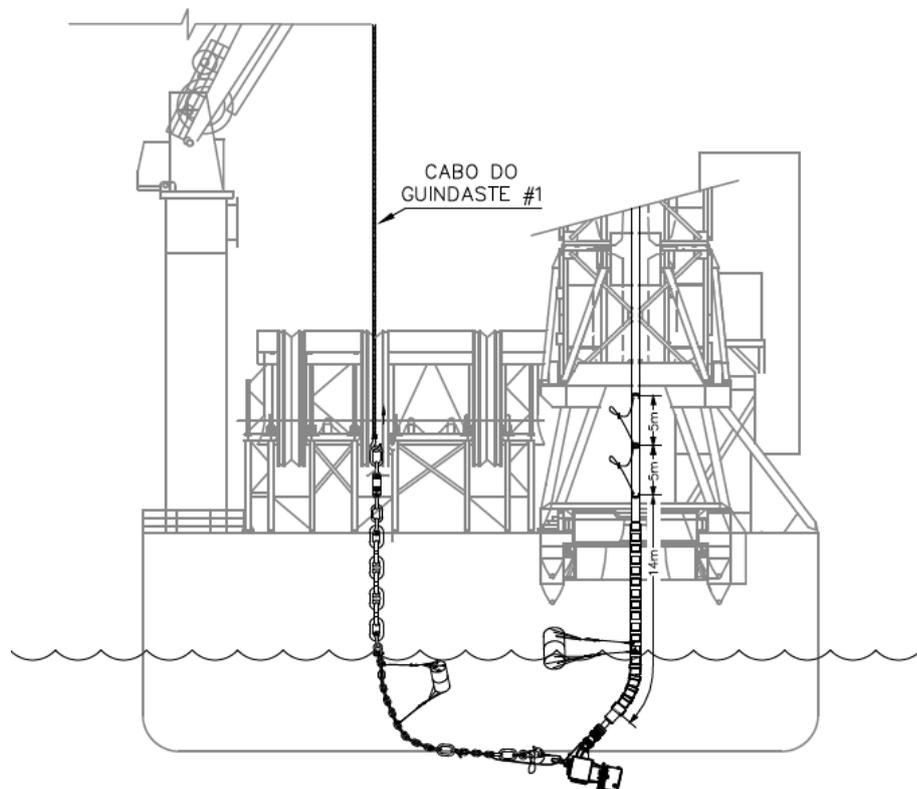
O mesmo procedimento será adotado para as conexões de outras linhas flexíveis a outros hubs do manifold ou PLETs (*Pipeline end termination*).

Figura 23: MCV sendo lançado ao mar com o auxílio de um cabo do guincho de 50 Toneladas e será acoplado ao manifold do poço em uma base receptora através de anel de vedação e travamento hidráulico realizado pelo veículo de mergulho (ROV).



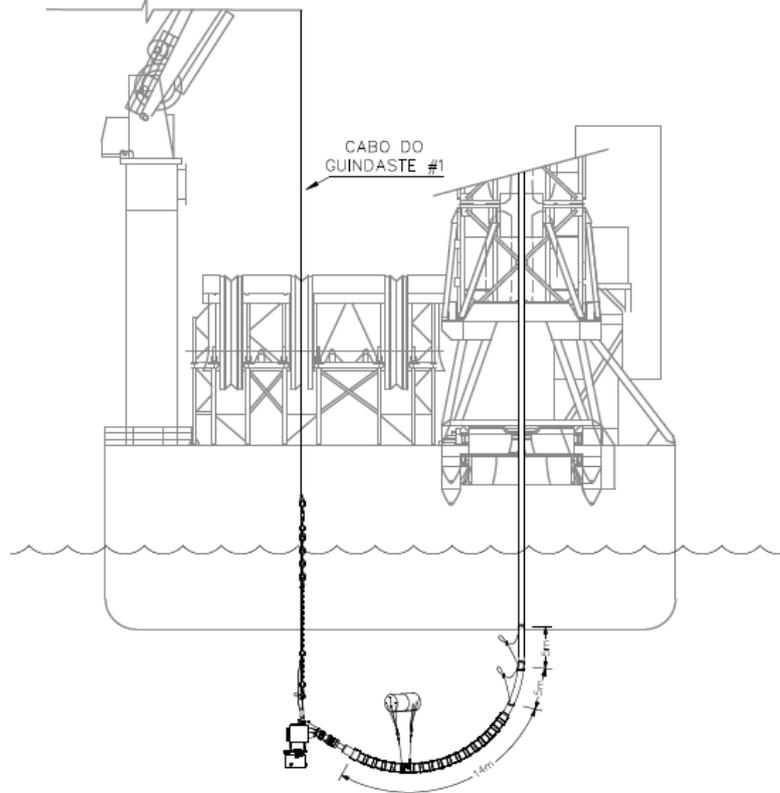
Fonte: <http://www.flogao.com.br/herzogsea/35390806> (Visualizada em 01/09/2013).

Figura 24: Realização do *overboarding* do MCV.



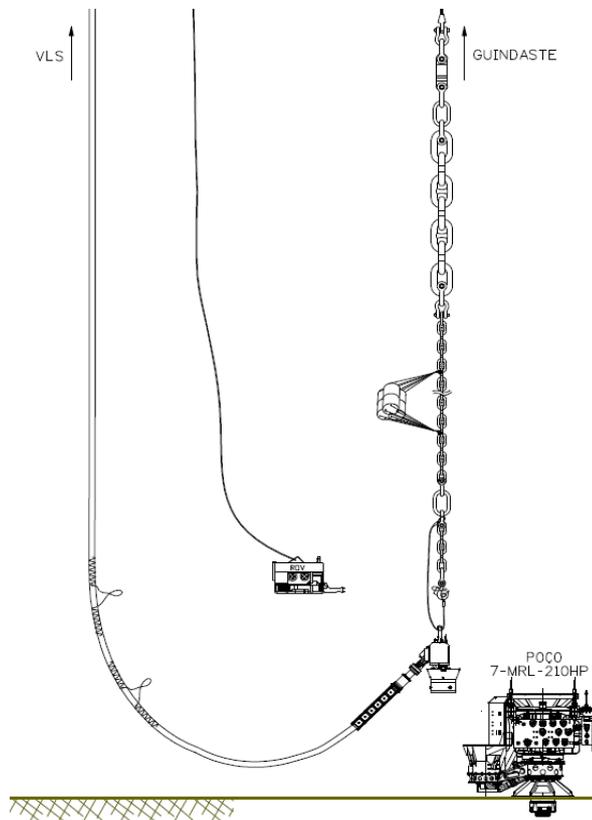
Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 25: Descida da lingada do MCV.



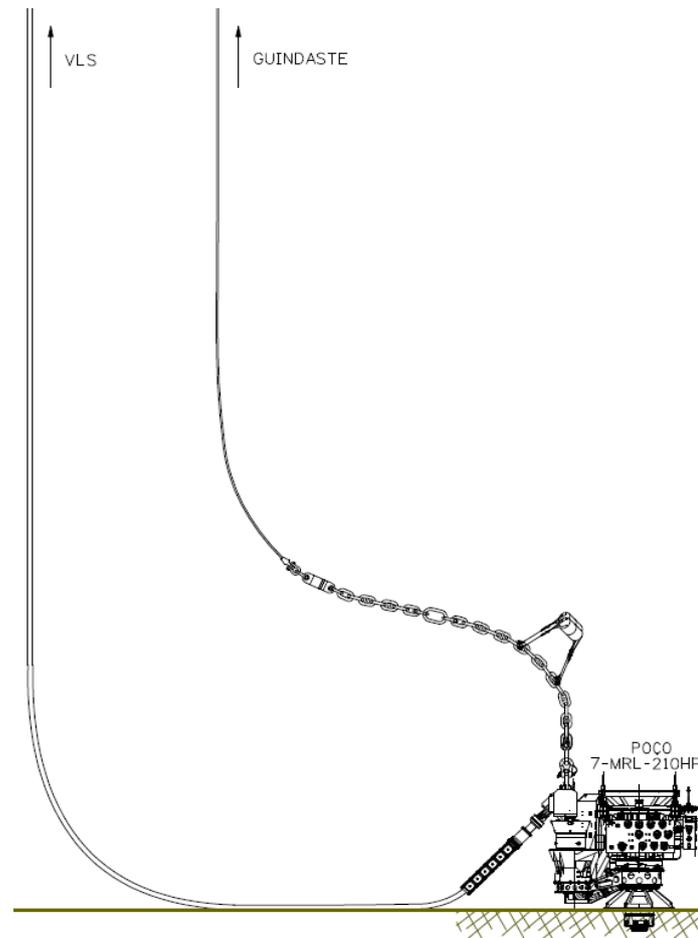
Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 26: Aproximação do PLSV para conexão do MCV ao poço.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 27: CVD realizada. MCV conectado ao poço.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Durante o lançamento será monitorada a carga de tração, o ângulo de saída da linha do navio (ângulo do topo da catenária) e as condições meteorológicas.

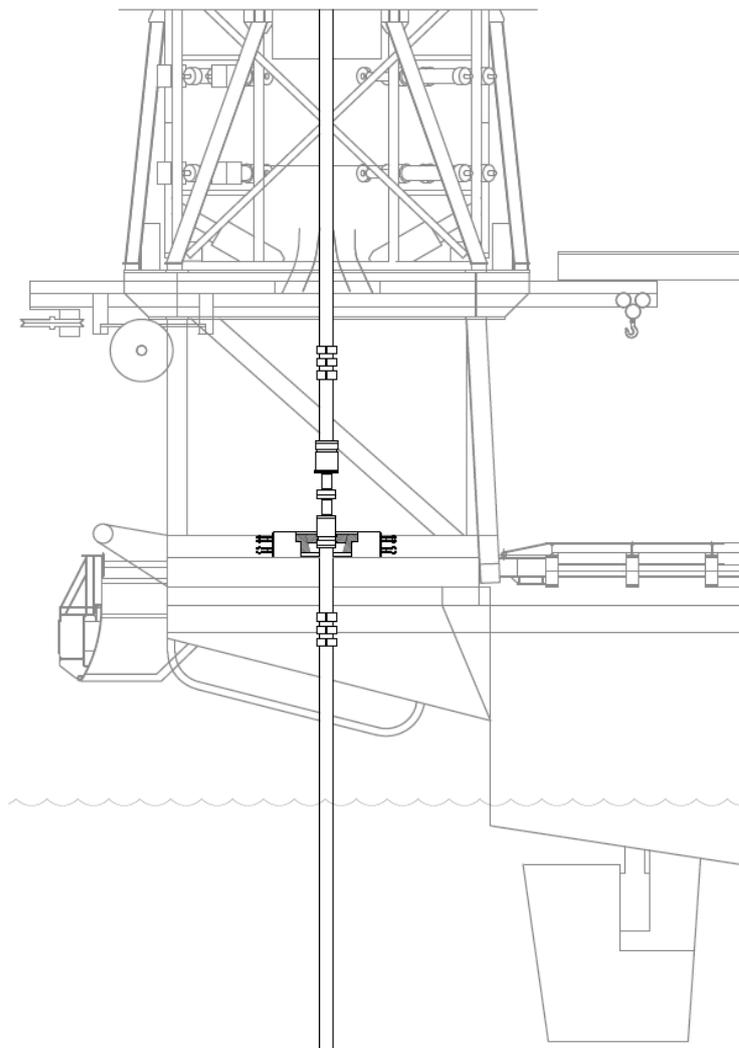
Caso seja necessária a utilização de conectores especiais de extremidade para a união de trechos da linha flexível, estas conexões intermediárias serão testadas com nitrogênio para comprovar a estanqueidade das mesmas. Da mesma forma, as conexões intermediárias dos umbilicais serão sujeitas a um teste de pressão para comprovar sua estanqueidade.

Após o procedimento de instalação e de lançamento do duto, o navio aproxima-se em preparação para transferência da linha. Nessa etapa ocorre a transferência do cabo principal (cabo de *pull in*) da plataforma para a embarcação de lançamento através de um cabo mensageiro. Após o cabo principal ser conectado ao *riser* a bordo da embarcação, esta irá começar o “pagamento” do *riser* dentro d’água (liberação do *riser* no navio para a água, à medida que for necessário).

Realiza-se então a descida do riser monitorada pelo ROV até, gradualmente, executar a transferência da carga da embarcação para o cabo principal do guincho de *pull in* da plataforma. Após a transferência do riser para o cabo da plataforma, o cabo da embarcação será desconectado através da manilha hidroacústica e recolhido até a superfície. As operações de *pull in* são finalizadas com o travamento dos risers no *hang off* da plataforma.

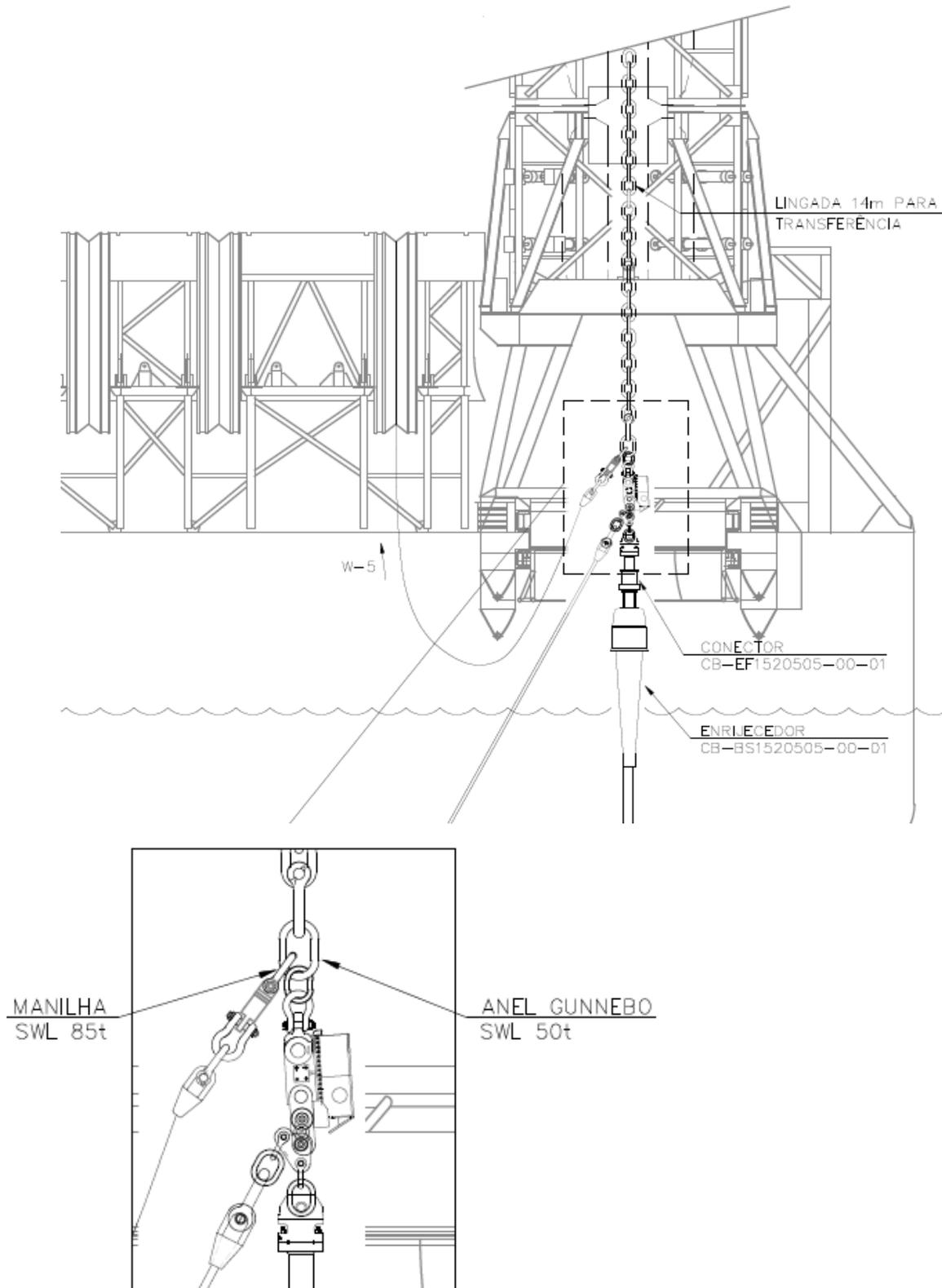
Após o *pull in* do riser à plataforma, será realizada uma inspeção para confirmar a posição final da linha no fundo do mar, bem como a configuração final da catenária da linha na plataforma, incluindo a posição da conexão *riser x flow*, para confirmar o ângulo da catenária.

Figura 28: Conexão *Riser x Flow* na mesa do VLS / PPS.



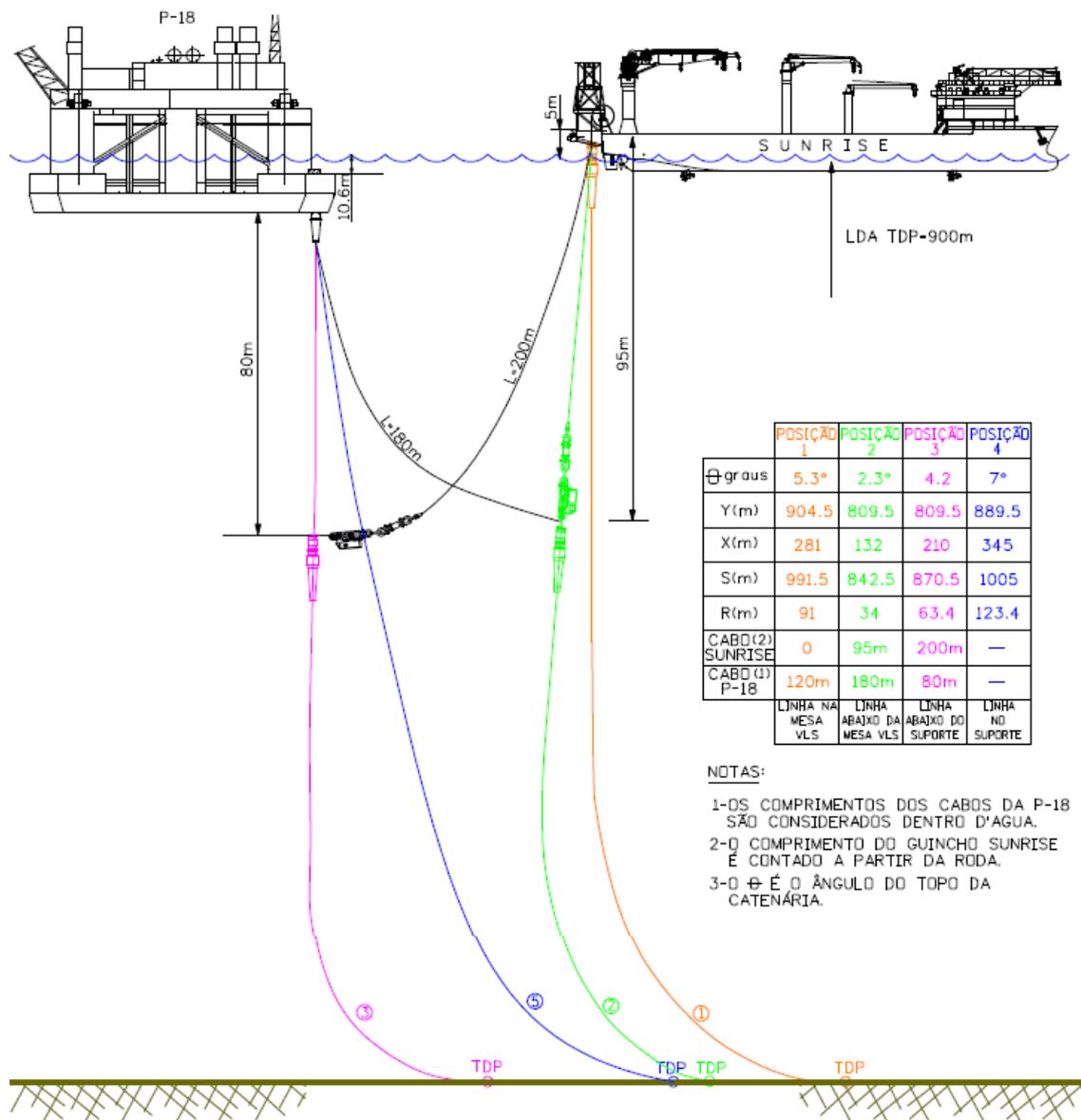
Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 29: Extremidade final a ser transferida para as rodas.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 30: Pull In de 2ª extremidade.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

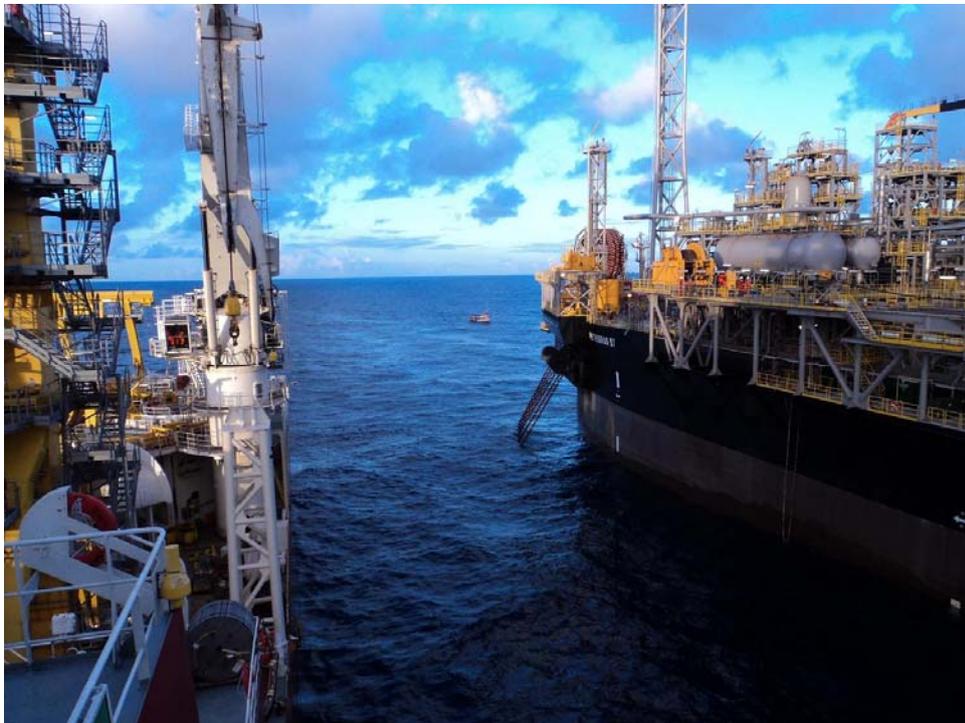
6 PULL IN DE 1ª EXTREMIDADE COM CVD DE 2ª EXTREMIDADE

A operação de *Pull in* é caracterizada como primeira extremidade, quando o *bundle* ou linha flexível é conectada primeiramente na plataforma, de onde parte o lançamento pelo PLSV, para conexão na árvore de natal do poço ou *manifold* submarino, essa conexão após o *pull in* é denominada CVD de segunda extremidade.

Esta operação tem como vantagem, o fato de se trabalhar com cargas menores, pois as linhas se encontram vazias e com a sua quase totalidade dentro do PLSV. Apesar dessa vantagem, quanto mais profunda for a lâmina d'água, maior dificuldade terá o PLSV em fazer a conexão de segunda na árvore ou *manifold*.

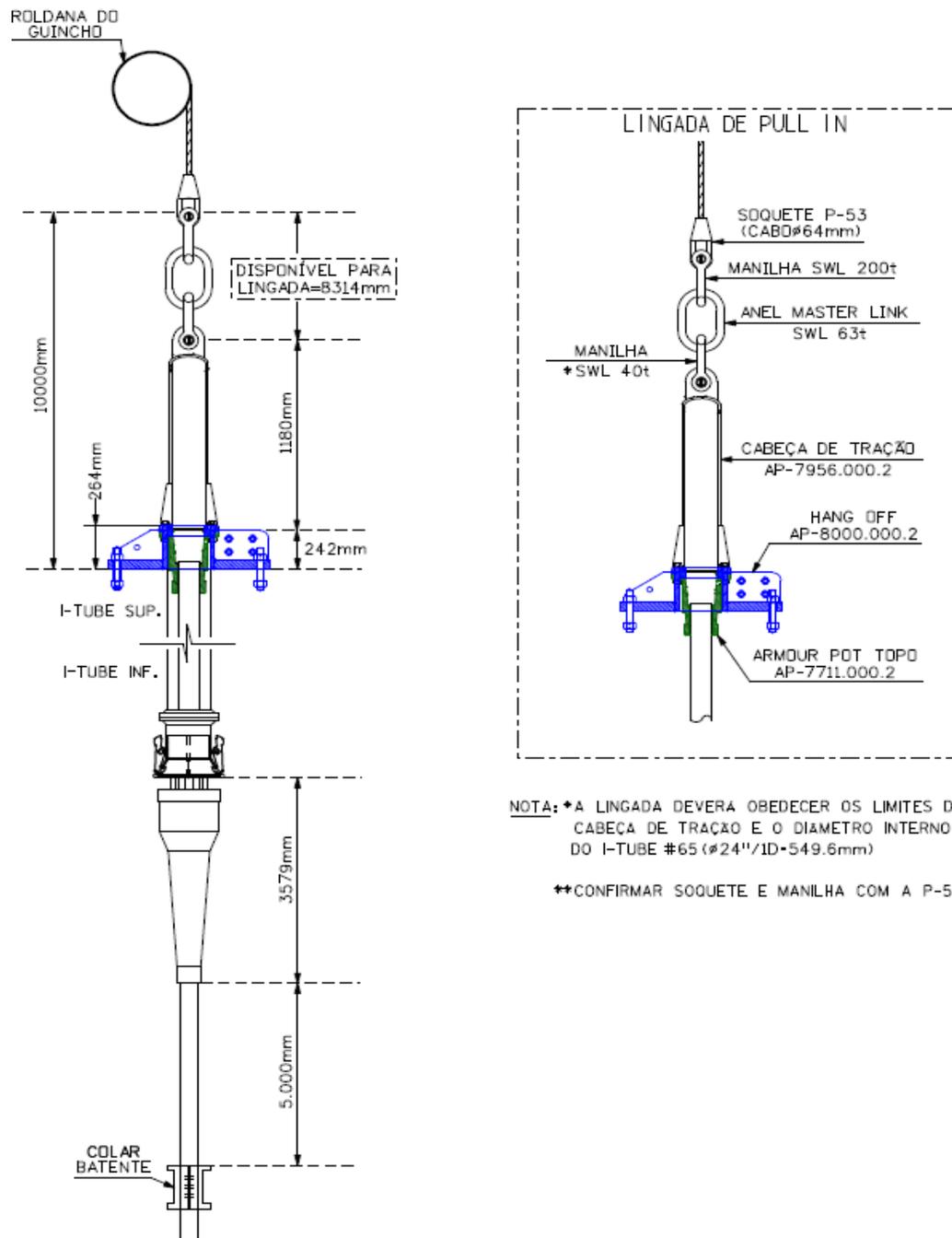
Em alguns projetos, é obrigatória a execução de *pull in* dos *risers* de importação/exportação nesta condição, devido às limitações do guincho do sistema principal de *pull in* da plataforma.

Figura 31: Aproximação da embarcação Skandi Vitória para realização do Pull In com a plataforma P-57 na Bacia do Espírito Santo.



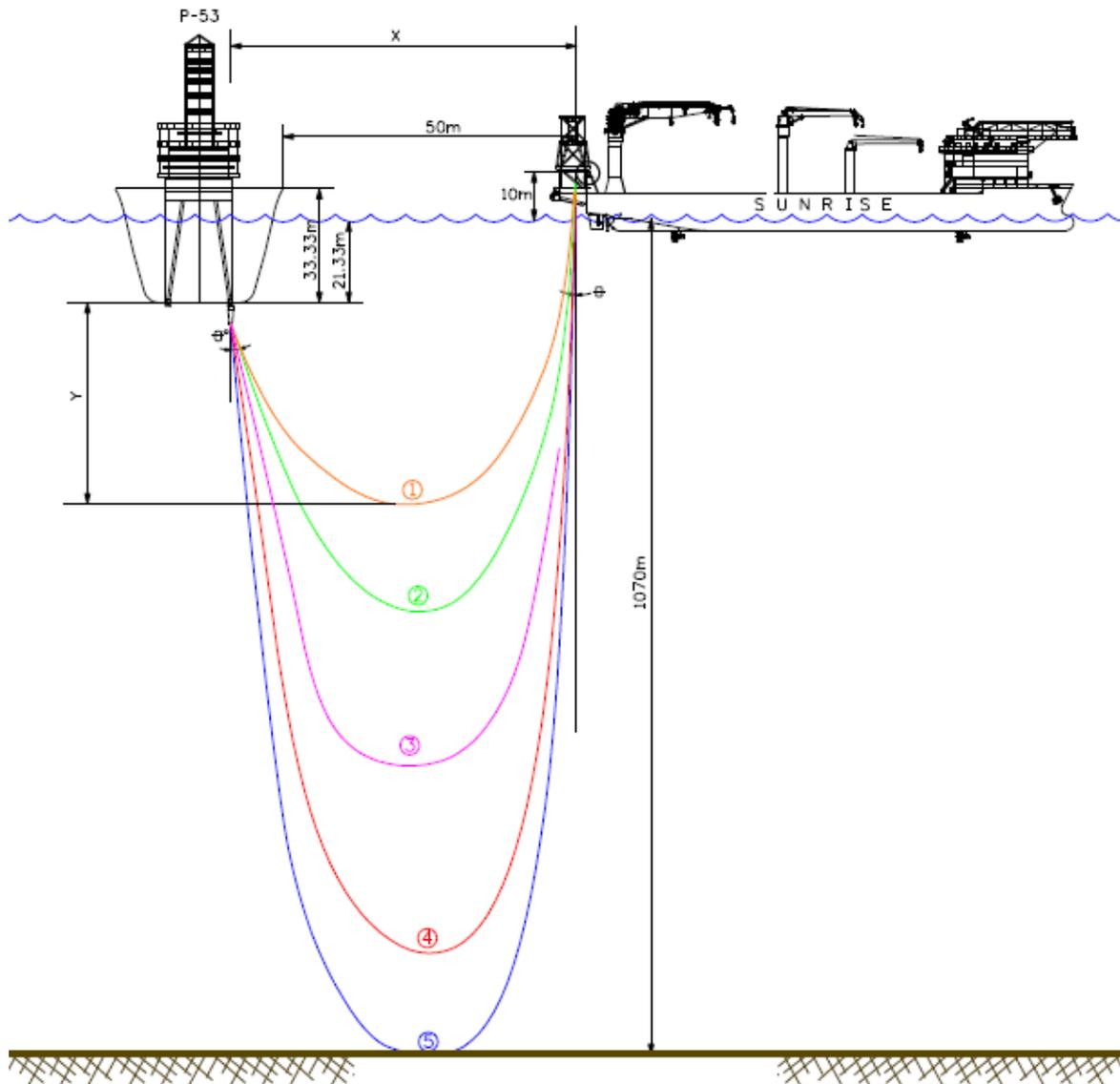
Fonte: Embarcação PLSV Skandi Vitória.

Figura 32: Pull In de 1ª extremidade do Umbilical (UEH) na P-53.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 33: Transferência da 1ª extremidade do UEH para a P-53.

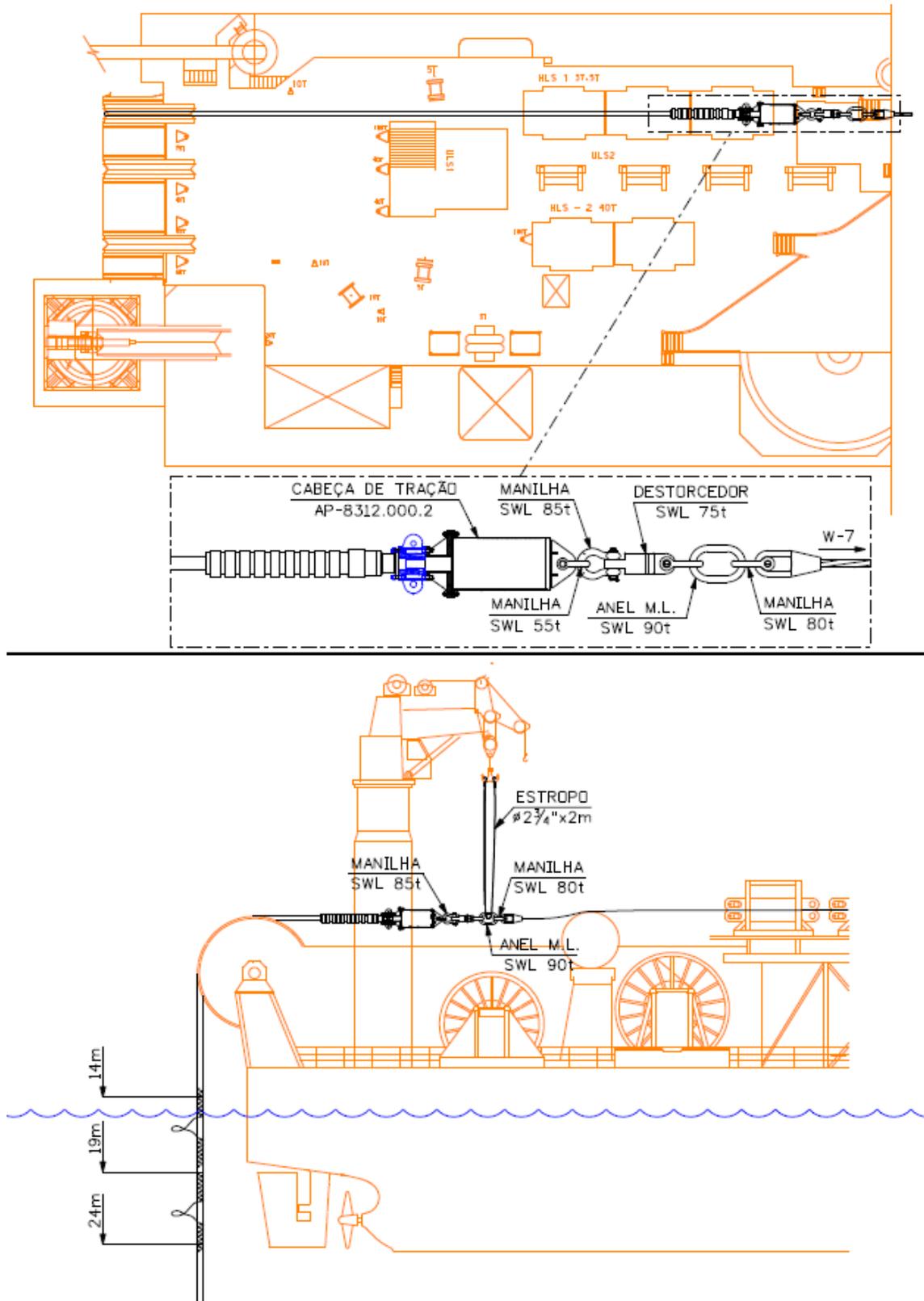


	POSIÇÃO 1	POSIÇÃO 2	POSIÇÃO 3	POSIÇÃO 4	POSIÇÃO 5
θ P-53	9°	9°	9°	9°	9°
θ SR	6.5°	7.7°	8.5°	8.7°	8.8°
Y(m)	89	175.5	504	931.5	1070
X(m)	68	150	460	863	994
S(m)	190.1	392.8	1162	2163	2488.3

X-DISTÂNCIA ENTRE FPSO E SUNRISE.
 S-COMPRIMENTO DA CATENÁRIA.
 θ SR-ÂNGULO DA CATENÁRIA NO SUNRISE.
 θ P53-ÂNGULO DA CATENÁRIA NO FPSO.
 POSIÇÃO 3:INÍCIO DA PROTEÇÃO ANTI-ABRASIVA NA RODA.
 POSIÇÃO 4:COLAR DE ANCORAGEM NA RODA.
 POSIÇÃO 5:UEH TOCA O FUNDO.

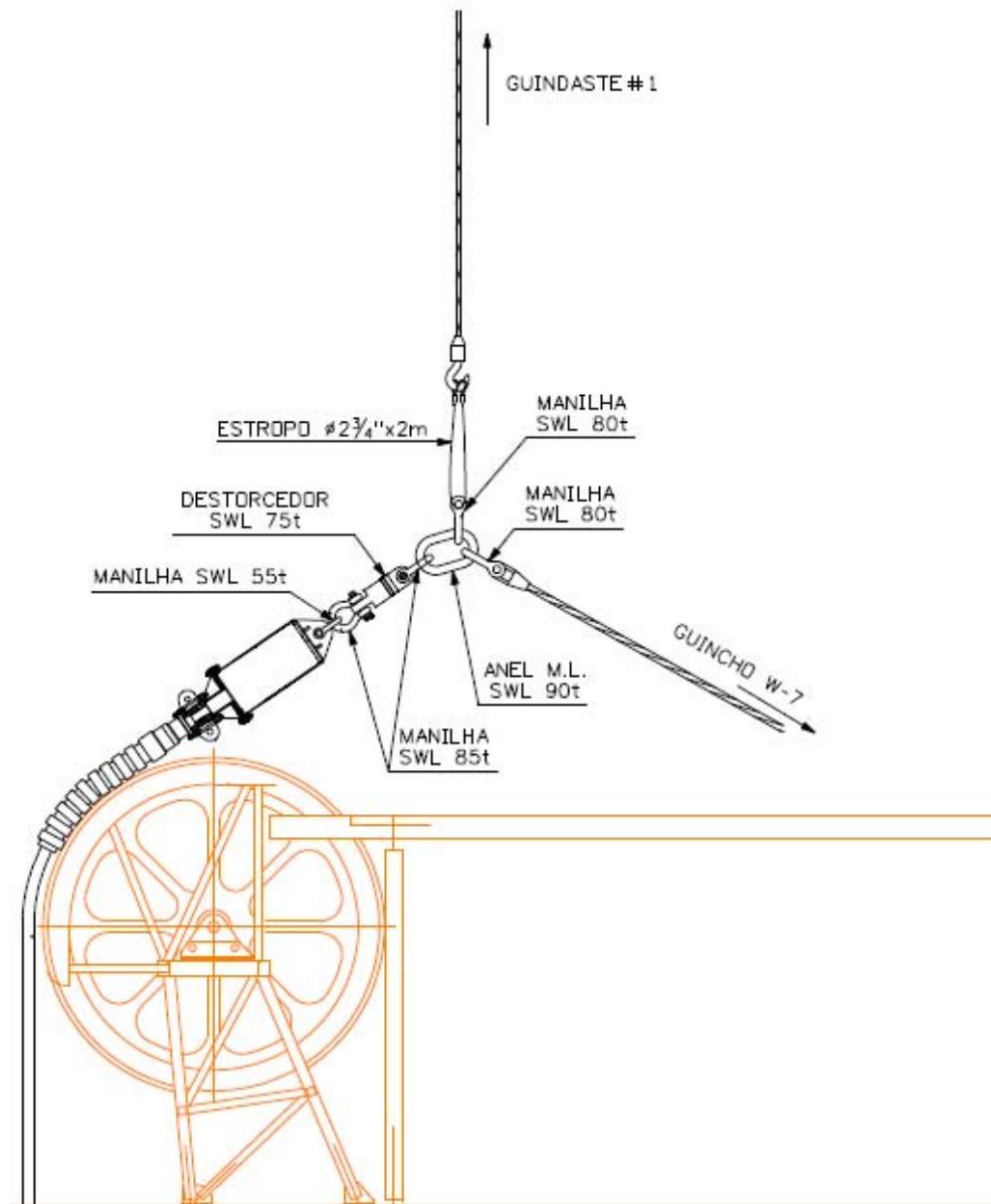
Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 34: Passagem do UEH pelo tensionador do PLSV.



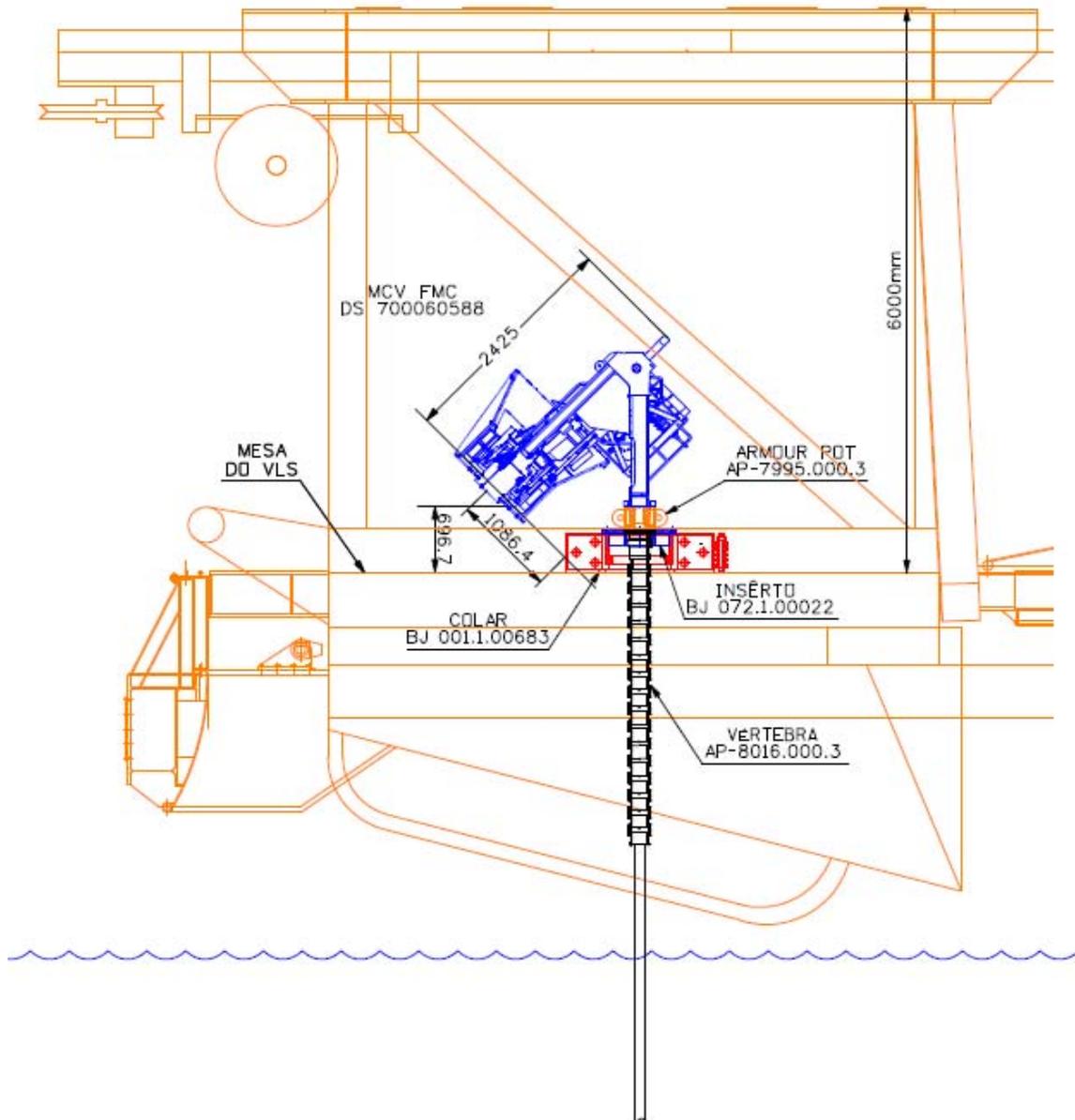
Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 35: Lingada de *overboarding* da extremidade final do UEH.



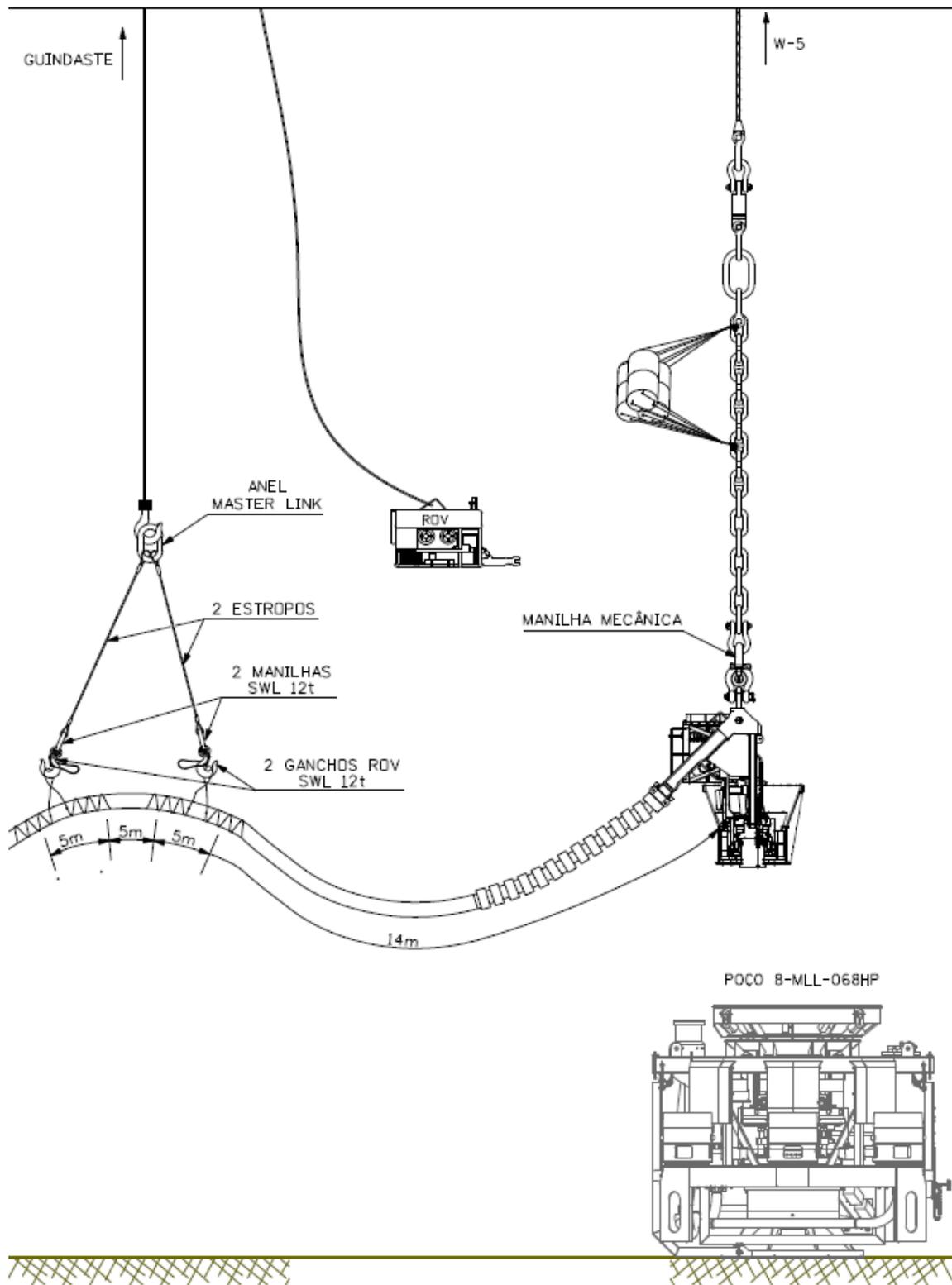
Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 36: Montagem do MCV na 2ª extremidade do UEH.



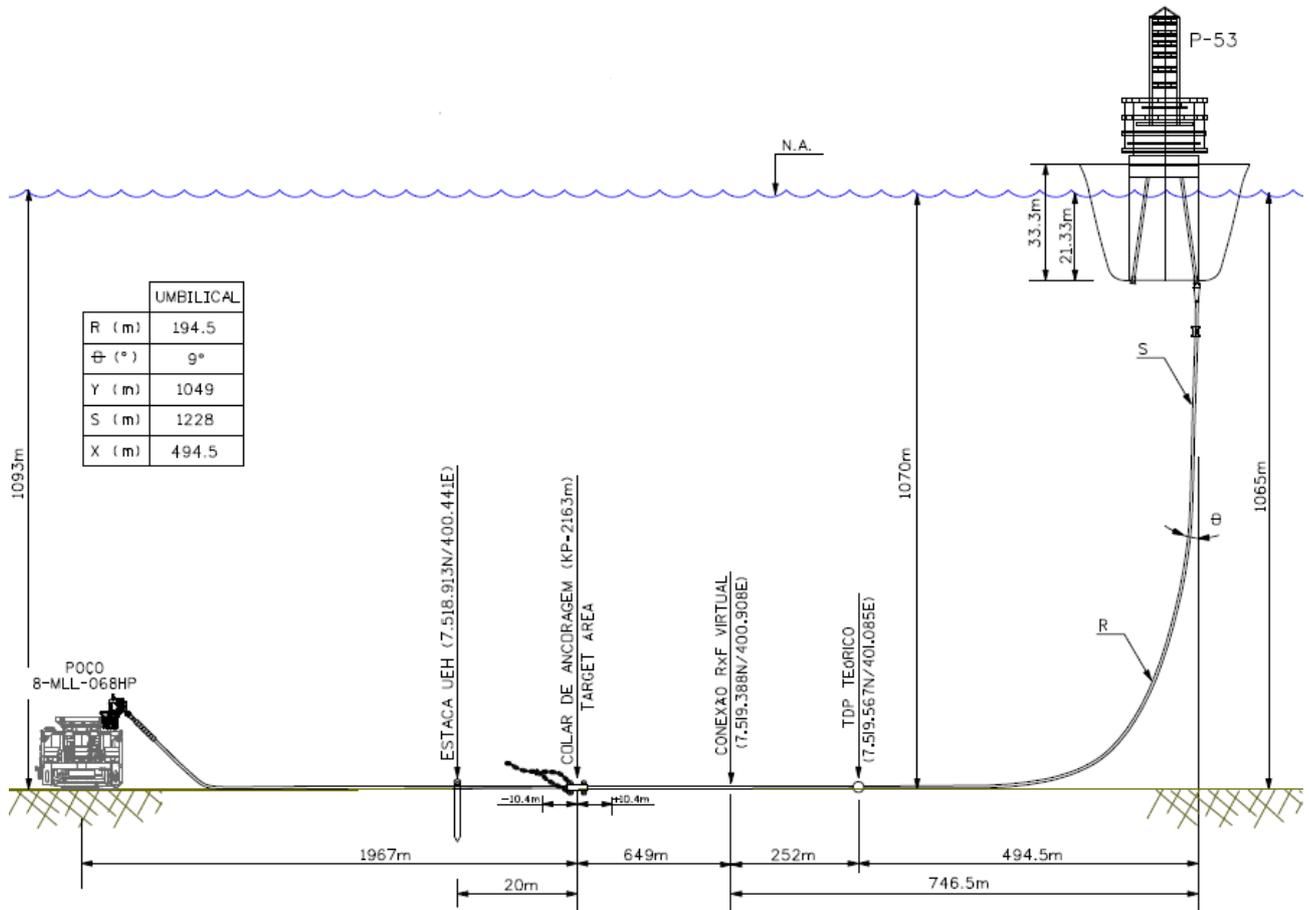
Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 37: Descida do MCV e posicionamento do PLSV para realização da CVD de segunda extremidade.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Figura 38: Realizada CVD de 2ª extremidade. Projeto concluído.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

7 DCVD, *PULL OUT*, ABANDONO E RECOLHIMENTO

7.1 DCVD (Desconexão Vertical Direta)

É o processo de desconexão entre equipamentos realizados no fundo do mar. Assim como as conexões verticais diretas, as desconexões verticais diretas podem ser realizadas em primeira extremidade ou em segunda extremidade.

7.2 *Pull Out*

Operação inversa ao Pull in, ou seja, transferência de linha flexível de uma unidade de superfície para o navio de lançamento de linhas flexíveis.

A operação de Pull out segue os mesmos padrões de aproximação da embarcação PLSV à plataforma para receber o riser, bem como a distância entre eles.

7.3 DCVD E *Pull Out*

Essas operações podem ser realizadas em conjunto quando há desmobilização da linha, ou individualmente quando há a necessidade de se efetuar um reparo no duto.

Quando a DCVD é de 1ª extremidade significa que primeiramente iremos desconectar o equipamento (geralmente MCV) do fundo, recolher o mesmo até a superfície, realizar o “inboarding” (colocá-lo a bordo da embarcação PLSV), iniciar o recolhimento dos tramos de flowline e riser e finalmente realizar o pull out. Neste caso, esta operação chama-se **DCVD de 1ª extremidade com pull out de 2ª extremidade.**

Quando primeiramente a plataforma transfere o riser para o PLSV, o mesmo faz o recolhimento de todos os tramos de riser e flowline, desconecta o MCV e por fim faz o “inboarding” do equipamento, esta operação chama-se **pull out de 1ª extremidade com DCVD de 2ª extremidade.**

7.4 Abandono e Recolhimento de Linha Flexível

As embarcações PLSV são carregadas com as linhas flexíveis a serem abandonadas e seguem para o local de estocagem destas linhas, normalmente em águas rasas (100 a 150 metros de profundidade). Nesta operação as linhas são deixadas no fundo para serem utilizadas em outros projetos futuros.

As linhas destinadas ao abandono são levadas para as áreas de estoque e que são pré-definidas e autorizadas pelos órgãos ambientais. Nessas áreas o abandono é sempre realizado em linha reta.

As linhas que possuem polaridade (extremidades com acessórios diferenciados como vértebras, enrijecedores ou tipos de flanges) são recolhidas em função do procedimento de lançamento a ser realizado. As linhas que não possuem diferença entre os acessórios instalados nas suas extremidades, são chamadas linhas sem polaridade e podem ser recolhidas inicialmente por qualquer das suas extremidades.

Figura 39: Foto tirada pelo ROV durante operação de abandono de linha.



Fonte: Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Quando o abandono for de vários tramos de linha pertencentes a projetos diferentes o abandono é realizado em forma singela. O uso de cabos de sacrifício deixou de ser utilizado por questões de segurança, pois após algum tempo de abandono a integridade do cabo pode ser comprometida por causa da oxidação (corrosão). Quando o abandono for de tramos de mesmo projeto, pode-se optar pela interligação destes tramos por meio de manilhas e anéis.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na indústria do petróleo e em particular, na Bacia de Campos, as novas descobertas de petróleo têm sido cada vez mais em águas profundas e ultraprofundas, o que tem provocado toda uma revolução tecnológica, tanto nos projetos de plataformas e sistemas de ancoragem, quanto no desenvolvimento de novos produtos e principalmente de linhas flexíveis capazes de atender às cargas e condições de trabalho impostas.

As embarcações PLSVs, as plantas para lançamento dos dutos, a instalação dos *risers* flexíveis ou rígidos, bem como os sistemas de suportaçãõ de *risers* tem passado por mudanças significativas devido à descoberta e exploração do pré-sal. Outro aspecto de suma importância é o da segurança, que a cada dia tem de ser redobrada, face aos riscos de acidentes cada vez maiores, função das elevadas cargas de *pull in/out*. Portanto, é imperativo que se tenha um bom plano de preservação e manutenção dos equipamentos e acessórios envolvidos, de modo a minimizar ao máximo a ocorrência de falhas e riscos durante as operações.

Espera-se que o objetivo neste trabalho tenha sido atingido, que todas as informações aqui registradas possam servir como fonte de consulta para todas as pessoas, que de uma maneira ou outra, tenham em seus trabalhos alguma correlação com os assuntos aqui abordados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Orlando. **Glossário de engenharia submarina**. Disponível em: <<http://offshorebrasil.blogspot.com.br/2010/09/glossario-de-engenharia-submarina-0-ate.html>>. Acesso em: 28 ago. 2013.

Sindicato Nacional das Empresas de Navegação Marítima. **Press Kit Institucional**. Disponível em: <<http://www.syndarma.org.br/upload/PRESS%20KIT%20INSTITUCIONAL.pdf>> Acesso em: 01 set. 2013.

HabTec Engenharia Ambiental. **Atividade de produção de gás e condensado no campo de Mexilhão, Bacia de Campos**. Disponível em: <http://licenciamento.ibama.gov.br/Petroleo/Sistema%20de%20Producao%20de%20Gas%20Natural%20e%20Condensados%20-%20Campo%20de%20Mexilhao%20-%20Bacia%20de%20Santos/EIA%20Mexilh%C3%A3o/Cap%C3%ADtulo%20II/02.%20Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20da%20Atividade/II.2.4.2%20A_B.pdf>. Acesso em: 01 set. 2013.

SILVEIRA, Carlos. **Esquemas das operações CVD e Pull In da embarcação Sunrise 2000**. Rio de Janeiro: Empresa Technip. 2013.

BRAGA, Jime. **Material sobre as operações das embarcações PLSV**. Rio de Janeiro: Empresa Norskan Offshore Ltda. 2013.

SOUZA, Sandro. **Instalações submarinas**. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/sydman/aulas-de-instalacoes-submarinas>>. Acesso em: 17/09/2013.

Subsea Brasil. **Glossário de engenharia submarina**. Disponível em: <<http://www.subseabrasil.com.br/2012/08/glossario-da-engenharia-submarina/>>. Acesso em: 17 set. 2013.

Constituição dos dutos. Disponível em: <<http://www.redetec.org.br/inventabrasil/piperin.htm>> e <www.coppe.ufrj.br/recope/tecsu/tubos.htm>. Acesso em: 19 set. 2013.

PUC RIO. **Lançamento e Instalação de dutos rígidos, embarcação Seven Oceans da empresa Subsea 7 LTDA**. Disponível em: <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0510810_08_cap_02.pdf>. Acesso em: 24/09/2013.

UFRJ. **Primeiro relatório PSV**. Disponível em: <http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2010/anacaroline-felipe/relat1/Relatorio1.htm>. Acesso em: 24 set. 2013.

Abeam e Syndarma. **Frota de embarcações de apoio marítimo no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abeam.org.br/upload/frota.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2013.

JENSEN, Gullik. **Offshore Pipelaying dynamics – NTNU**. Disponível em: <www.itk.ntnu.no/ansatte/Fossen_Thor/PhD/Jensen%202010.pdf>. Acesso em: 25 set. 2013.

Pipelines. Disponível em: <www.offshore-mag.com/pipeline-transportation.html> Acesso em: 25 set. 2013.

MOREIRA, Rhamany. **Avanço do pré-sal impulsiona o mercado de ROV**. Disponível em: <<http://www.qgdopetroleo.com/2011/12/o-brasil-ja-produziu-o-primeiro-oleo-do.html>>. Acesso em: 26 set. 2013.

Posicionamento Dinâmico. Wikipedia. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_positioning>. Acesso em: 27 set. 2013.

Wikipedia. **Camada pré-sal**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Camada_pr%C3%A9-sal#A_extra.C3.A7.C3.A3o_de_petr.C3.B3leo_da_camada_Pr.C3.A9-Sal>. Acesso em: 27 set. 2013.

DORES, Priscila; LAGE, Elisa; PROCESSI, Lucas. **A Retomada da indústria naval brasileira**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro60anos_perspectivas_setoriais/Setorial60anos_VOL1ConstrucaoNaval.pdf>. Acesso em: 27 set. 2013.

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA

