

PARA:

Mariana Duarte

COPIA:

Flávia Moreira Costa

HISTÓRICO DAS REVISÕES				
REV.	DATA	ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO
1	22/07/2024	DTW	IMS	CFS
	PRINCIPAIS MUDANÇAS			
	Primeira Emissão			
2	12/08/2024	IMS	CME	CFS
	PRINCIPAIS MUDANÇAS			
	Mudança nas posições dos flutuadores: 350t a 3m e 500t a 6m			

TÍTULO: ESTUDO DE CVD DE 1ª EXTREMIDADE DA LINHA IG NO POÇO 7-MRL-230HP-RJS

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	2
1.1	Objetivo.....	2
1.2	Abreviações	2
1.3	Referências	2
2	PREMISSAS DE CÁLCULO	3
2.1	Hipóteses e Metodologia	3
2.2	Dados de Referência	3
2.3	Critério de Aceitação	4
3	RESULTADOS	5
3.1	Instalação do MCV	5
3.1.1	Alinhamento e verticalização do MCV	5
3.1.2	Heave up	6
3.1.3	Toque da linha no solo após conexão	6
4	CONCLUSÕES.....	7
5	ANEXO	8
6	RESUMO	10

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

O presente documento tem por objetivo realizar um estudo de CVD de primeira extremidade no poço 7-MRL-230HP-RJS em uma lâmina d'água de 735m, a ser realizada pela embarcação Skandi 300t no campo Marlim, para avaliar a necessidade do uso de boias e/ou peso morto durante o procedimento de modo a verticalizar o MCV e cumprir o critério de heave up.

As análises são realizadas utilizando o programa de elementos finitos para análises de instalação, ORCAFLEX versão 11.3c.

1.2 Abreviações

CVD	:	Conexão Vertical Direta
MCV	:	Módulo de Conexão Vertical
TDP	:	Touch Down Point
MBR	:	Minimum Bending Radius
te	:	Toneladas

1.3 Referências

Ref	Documento	Rev	Título
[1]	RL-3534.00-1500-94G-R1N-087	0	DUTO DE GAS LIFT DO POÇO MRL-230 AO FPSO ANITA GARIBALDI – ANÁLISE DE ESFORÇOS EM EQUIP. SUB. (MCV)
[2]	RT-3004	0	CVD de 1ª de Gas Lift para o poço 7-MRL-230HP-RJS
[3]	RT-3024	1	CVD de 1ª no poço 7-MRL-230HP-RJS de linha NOV-101-9101 com anular alagado.

2 PREMISSAS DE CÁLCULO

2.1 Hipóteses e Metodologia

A metodologia utilizada no estudo visa dispor o cabo ligado à manilha do MCV e o flexível de maneira que o MCV e o hub estejam alinhados, com o desvio do MCV em relação à vertical dentro da tolerância especificada, que é condição necessária para a conexão vertical.

Após o MCV ser assentado, o ponto de conexão do flexível com o navio é suspenso, inicialmente 2,5 metros em 2,15 segundos, para assegurar que não há travamento da vértebra. Caso necessário, esse deslocamento pode ser reduzido. Nesse caso o comprimento de flexível usado para verticalizar o MCV é mantido. Essa etapa é para simular um deslocamento vertical do navio logo após o MCV ser assentado no hub.

As seguintes hipóteses foram assumidas:

- A análise realizada é dinâmica, porém não são considerados efeitos de corrente, ondas e vento;
- Apenas boias encontradas a bordo são consideradas como remediação para possíveis problemas na configuração da instalação;
- A distância horizontal entre o ponto de conexão do cabo de sustentação do MCV e o ponto de conexão do flexível com o tensionador foi assumida em 25m;
- O centro de empuxo é considerado na mesma posição do centro de gravidade do MCV;
- A linha é considerada cheia de água;
- Foi considerada a rigidez à flexão nas condições de temperatura e pressão da instalação E ANULAR ALAGADO¹

Nota: [1] Para análise em condição de anular seco verificar ref. [2]

2.2 Dados de Referência

Item	Descrição
Estrutura	NOV-101-9101 Rev. C
Vértebra	15762-DWG-BR-102 Rev. 4
Conector	15762-DWG-EF-102 Rev. A
MCV	2184362-14 / SK-130685-17 / OneSubsea
Adaptador	DE-F-05-J-0158 Rev. A
Lâmina d'água	735 m

2.3 Critério de Aceitação

Nas configurações estudadas os parâmetros da Tabela 2.1 são avaliados em relação aos limites informados.

Tabela 2.1 – Parâmetros de aceitação da configuração

Parâmetros	Ref	Valor Limite	Unidade
Inclinação do MCV em relação à vertical	[-]	±0,50	graus
Distância mínima do flexível ao solo	[-]	0,50	m
Distância do flange do MCV ao leito marinho	[1]	4,60	m
Raio de travamento da vértebra	[1]	2,69	m
Raio de curvatura mínimo da linha	[1]	2,43	m
Momento fletor máximo na vértebra	[1]	30,00	kN.m
Força cortante máxima na vértebra	[1]	30,00	kN

De acordo com o documento ET-3000.00-1500-951-PMU-001 - revisão F, algumas observações se aplicam:

- (1) No caso de estudos para MCVs de umbilicais, a aprovação da análise depende apenas dos parâmetros descritos acima, não incluindo os esforços (momento/tração/cortante) como critérios de aceitação;
- (2) No caso de linhas de fluxo, os carregamentos devem ser gerados obedecendo o mesmo sistema de referência do relatório de cargas e comparados individualmente em módulo (i.e. tração com tração, cortante com cortante e momento com momento).

3 RESULTADOS

3.1 Instalação do MCV

Para a instalação do MCV com as boias mostradas na Tabela 3.1, os resultados da análise de alinhamento e verticalização do MCV são mostrados no item 3.1.1 e o do heave up no item 3.1.2.

Tabela 3.1 – Posicionamento das boias

Empuxo [kg]	Posição em relação ao flange do MCV [m]
350	3
500	6

3.1.1 Alinhamento e verticalização do MCV

Os resultados da configuração que mantém o MCV verticalizado e alinhado são mostrados na Tabela 3.2. A Figura 3.1 apresenta a configuração do CVD de 1ª extremidade.

Tabela 3.2 – Resultados estáticos para alinhamento e verticalização

Distância do flange do MCV ao solo [m]	Distância mínima da linha ao solo [m]	Inclinação do MCV [graus]	MBR Linha [m]	MBR Vértebra [m]
4,60	1,51	0,06	3,78	3,57

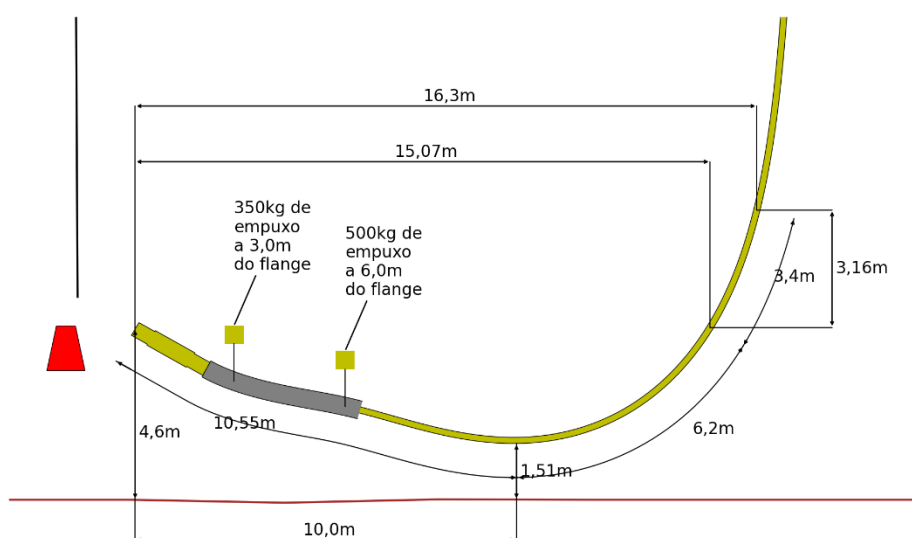


Figura 3.1 – Configuração da CVD de 1ª extremidade. Comprimento do ponto no seio da configuração até ao flange do goose neck e comprimento do ponto na altura do flange do goose neck até o seio.

3.1.2 Heave up

Nesse caso o MCV é fixado no hub e o ponto de conexão do flexível com o navio é suspenso 2,5 metros em 2,15 segundos, mantendo o comprimento de flexível utilizado para verticalizar e alinhar o MCV. Os resultados são apresentados na Tabela 3.3 e na Tabela 3.4.

Tabela 3.3 – Resultados para análise de heave up

Heave up [m]	MBR Linha [m]	MBR Vértebra [m]	Momento Fletor Máx na Vértebra [kN.m]	Força Cortante Max. na Vértebra [kN]
2,50	2,67	2,69*	8,40	19,48

*Vértebra travada

Tabela 3.4 – Esforços no flange do goose neck do MCV da análise do heave up

Momento Fletor	Momento Fletor [kN.m]	Tração [kN]	Força Cortante [kN]
Máximo	51,19	-3,00	11,56
Mínimo	-19,09	-2,81	-14,90

3.1.3 Toque da linha no solo após conexão

Nesse caso o MCV é fixado no hub e o ponto de conexão do flexível com o navio é pago até que a linha toque no solo, mantendo o comprimento de flexível utilizado para verticalizar e alinhar o MCV. Os resultados dos esforços da interface do MCV com o duto são apresentados na

Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Esforços no MCV no momento em que a linha toca no solo

Momento Fletor [kN.m]	Tração [kN]	Força Cortante [kN]
3,71	3,04	-4,85

4 CONCLUSÕES

A Tabela 4.1 sumariza os resultados da operação de conexão vertical direta de 1ª extremidade.

Conclui-se que é necessário instalar 350kg de empuxo a 3m, 500kg de empuxo a 6m, do flange, conforme Tabela 3.1, de forma a verticalizar o MCV e cumprir o critério de heave up.

O estudo apresenta travamento da vértebra, porém o momento fletor máximo na mesma não ultrapassa o admissível.

Os esforços calculados deste estudo estão aprovados a partir do ábaco (Figura 4.1)


	Poço	7-MRL-230HP-RJS	
	Tipo de MCV	BAP	
	RL de referência	RL-3534.00-1500-94G-R1N-087	
Data		19-jul-24	
TAG (*consultar aba TAGs)		CCB-232	
Execução		IMS	
Verificação		CME	
Aprovação		CFS	
Caso de carregamento	Esforço	Valor	Status
CVD 2a - Topo	Tração (Fx) [kN]		APROVADO
CVD 1a - MCV no Hub com linha suspensa (Caso 3i - Flutuadores) A	Tração (Fx) [kN]	-3	APROVADO
	Força Cortante (Fz) [kN]	11,56	
	Momento Fletor (My) [kN.m]	51,19	
CVD 1a - MCV no Hub com linha suspensa (Caso 3i - Flutuadores) B	Tração (Fx) [kN]	-2,81	APROVADO
	Força Cortante (Fz) [kN]	-14,9	
	Momento Fletor (My) [kN.m]	-19,09	
CVD 1ª - MCV no Hub (Caso 3ii - Flutuadores) A	Tração (Fx) [kN]	3,04	APROVADO
	Força Cortante (Fz) [kN]	-4,85	
	Momento Fletor (My) [kN.m]	3,71	

Figura 4.1 – Resultados do ábaco / Resultados do momento equivalente

Tabela 4.1 – Tabela de comparação entre os valores encontrados e os limites

Seção	Parâmetros	Valor encontrado	Valor Limite	Unidade
3.1.1	Inclinação em relação à vertical	0,06	±0,50	graus
3.1.1	Distância mínima do flexível ao solo	1,51	0,50	m
3.1.1	Distância do flange do MCV ao leito marinho	4,60	4,60	m
3.1.2	Raio de curvatura mínimo da linha/vértebra	2,67 / 2,69*	2,43 / 2,69	m
3.1.2	Momento fletor máximo na vértebra	8,40	30,00	kN.m
3.1.2	Força cortante máxima na vértebra	19,48	30,00	kN

*Vértebra travada

5 ANEXO

Esse anexo apresenta uma contingência para o caso em que o MCV se encontra acoplado no hub, porém não está travado. A ideia é, com o MCV fixo no modelo, pagar linha até que esteja um comprimento lançado no solo e então adicionar boias para a verticalização do MCV sem ação da catenária.

A primeira opção seria acrescentar até 500kg de empuxo, afastado 7m do flange do MCV para não haver o travamento da vértebra. O raio mínimo na vértebra nessa condição é de 2,69m e o da linha é de 2,66m. O momento fletor obtido nessa condição é de 25,1kN.m no flange e 9,43kN.m na vértebra. A força cortante é de 8,24kN na vértebra. A Figura 5.1 apresenta essa configuração.

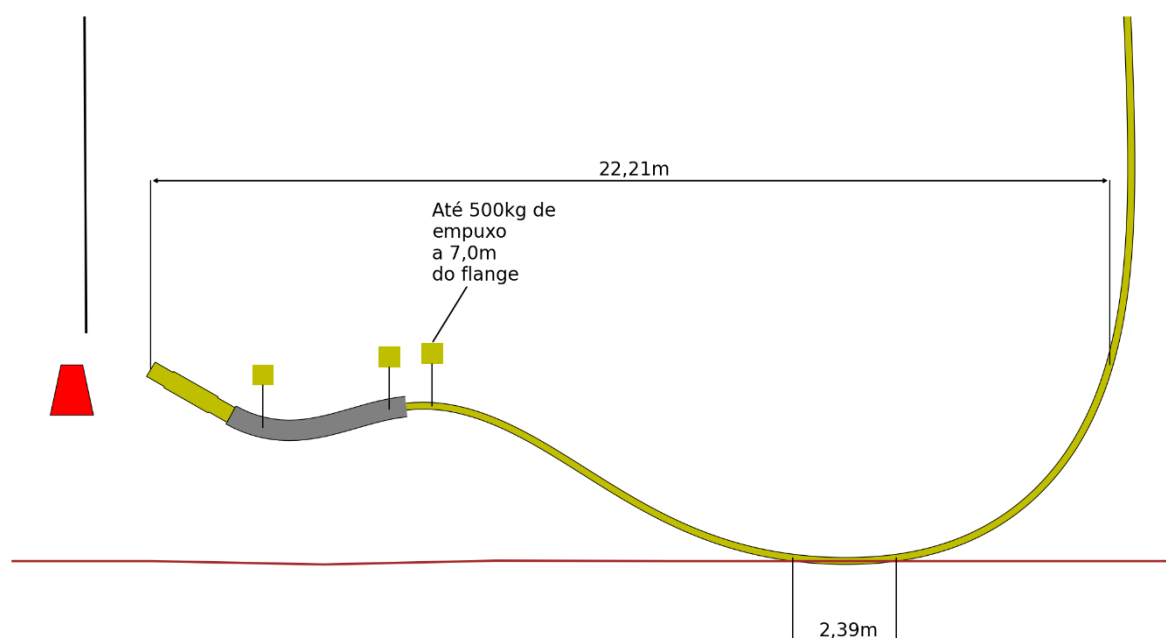


Figura 5.1 – Configuração do caso de contingência – 1ª opção

A segunda opção seria acrescentar até 500kg de empuxo, afastado 5m do flange do MCV para não haver o travamento da vértebra. O raio mínimo na vértebra nessa condição é de 2,69m e o da linha é de 2,67m. O momento fletor obtido nessa condição é de 23,93kN.m no flange e 7,05kN.m na vértebra. A força cortante é de 8,24kN na vértebra. A Figura 5.2 apresenta essa configuração.

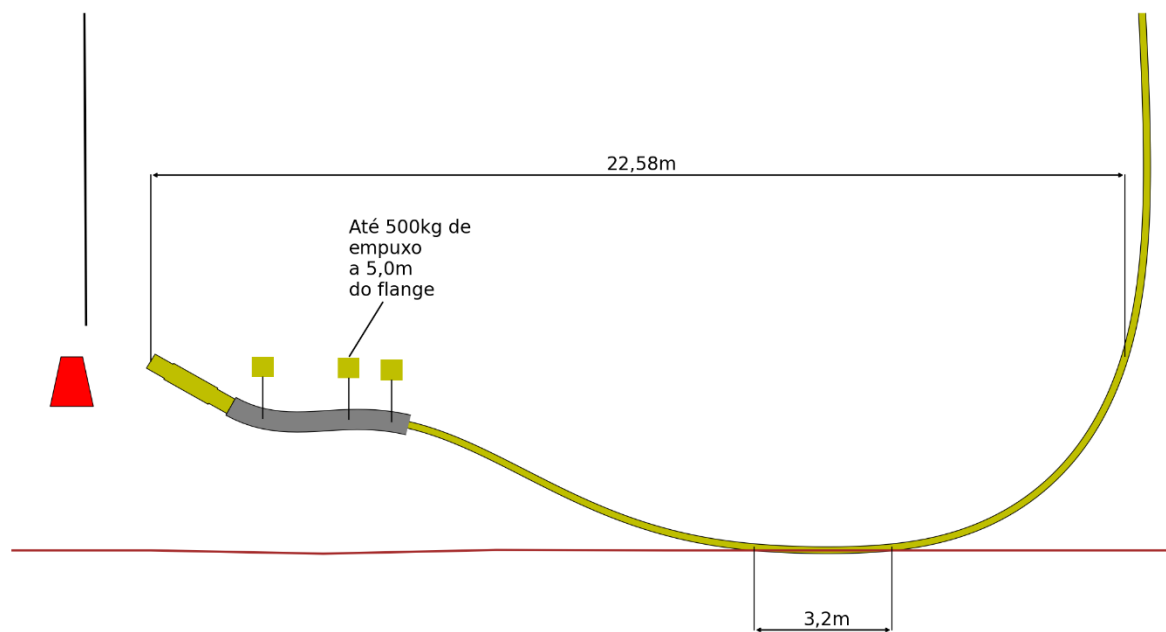


Figura 5.2 – Configuração do caso de contingência – 2ª opção

6 RESUMO

CVD de primeira extremidade no poço 7-MRL-230HP-RJS em uma lâmina d'água de 735m.

Tabela 6.1 – Heave Up

Heave up [m]
2,5

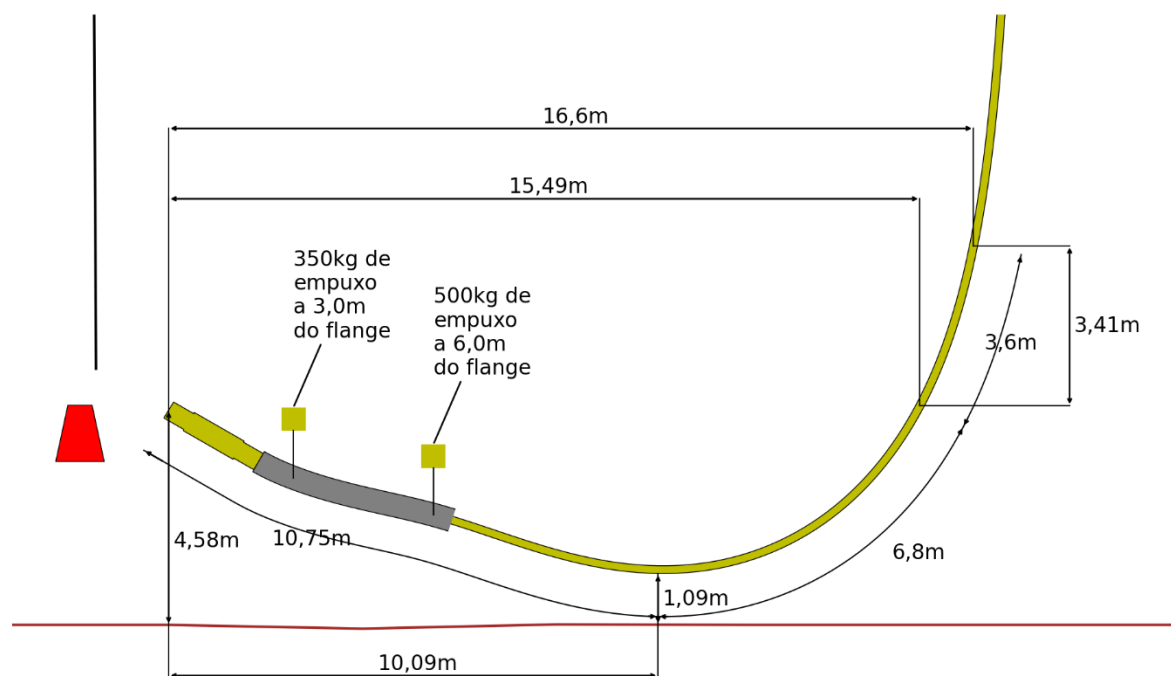


Figura 6.1 – Configuração de Verticalização

Tabela 6.2 – Configurações de Contingência

Contingência	Empuxo limite [kg]	Distância ao flange [m]
1	500	7,0
2	500	5,0