

Planejamento matemático para otimização de içamento em operações offshore

Mathematical planning for lifting optimization in offshore operations

DOI:10.34117/bjdv7n9-488

Recebimento dos originais: 27/08/2021

Aceitação para publicação: 27/09/2021

Jaqueline Azevedo Alheiro da Silva

Bacharel

Universidade Estácio de Sá.

Endereço: Rua Eduardo Luiz Gomes, 134, Niterói. Brasil

E-mail: jaquealheiro@gmail.com

Fernando Vieira Guimarães Braga

Mestrado

Universidade Estácio de Sá.

Endereço: Rua Eduardo Luiz Gomes, 134, Niterói. Brasil

E-mail: fernando.braga@estacio.br

Pedro Cunha Campos Roquette

Doutorado

Instituto de Pesquisas da Marinha – IpqM

Endereço: Rua Ipiru, 02, Ilha do Governador, Brasil

E-mail: pedroroquette2013@gmail.com

Raquel Lima Oliveira

Doutorado

Universidade Estácio de Sá.

Endereço: Rua Eduardo Luiz Gomes, 134, Niterói. Brasil

E-mail: professoraquel2000@gmail.com

RESUMO

Este estudo apresenta os principais fatores que devem ser considerados para se definir um bom plano de içamento baseando-se em normas técnicas nacionais e internacionais relacionadas a operações de içamento e movimentação de cargas, como ABNT NBR-13541, DNVGL-ST-N001 e ASME B30.9.2010.

Apesar do plano de içamento em operações onshore ser tão importante quanto em operações offshore, o presente trabalho está dedicado apenas ao cenário offshore, devido a intensidade das forças dinâmicas que atuam na carga, na lingada e no guindaste ser bem maior que o valor da carga estática do içamento, por questões de condições ambientais, meteoceanográficas e movimentação da embarcação relacionadas com este cenário.

Este trabalho também, menciona a importância da montagem correta e da compatibilidade dos acessórios que compõem as lingadas de içamento, além de apresentar por meio de um estudo de caso, um passo a passo para a elaboração de um plano de içamento no cenário offshore, cujo o içamento consistirá em elevar um equipamento, transportando-o de um navio para um outro em alto-mar, além disso será demonstrando alguns cálculos para este plano de modo a otimizar a atividade a ser realizada, visando a rapidez e a segurança da

operação, levando-se em consideração os fatores de segurança relacionados a carga devido à presença bem significativa das forças dinâmicas atuantes.

Palavras-Chave: Içamento, Carga, Movimentação, Fator, Segurança.

ABSTRACT

This project presents the main factors that should be considered in order to define a good lifting plan based on national and international technical norms, related to lifting operations and cargo handling, such as ABNT NBR-13541, DNVGL -ST-N001 and ASME B30.9.2010.

Although the lifting plan in onshore operations is as important as in offshore operations, the present work is dedicated only to the offshore scenario, due to the intensity of the dynamic forces that act on the load, on the sling and on the crane being much greater than the value of the static lifting load, due to environmental conditions, meteoceanographic issues and vessel movement related to this scenario.

This work also mentions the importance of the correct assembly and the compatibility of the riggings that make up the lifting slings, in addition to presenting, through a case study, a step by step for the elaboration of a lifting plan in the offshore scenario, whose the lift will consist of lifting an equipment, transporting it from a ship to another one on the high seas, moreover it will be demonstrating some calculations for this plan in order to optimize the activity to be performed, aiming at the speed and safety of the operation, taking into account the safety factors related to the load due to the very significant presence of the dynamic forces acting.

Keywords: Lifting, Load, Cargo handling, Factor, Safety.

1 INTRODUÇÃO

Toda carga a ser içada, ou seja, a ser suspensa, deve ser conduzida de maneira segura de tal forma que se preserve a sua integridade livrando-se de qualquer risco ou dano que possa ser causado ao trabalhador e/ou ao empregador, conforme NAVARRO [2]. Por isso, antes de realizar tal tarefa, faz-se necessário elaborar uma avaliação de riscos contendo estudo de riggings¹ e cálculos de içamento considerando diversos fatores de acordo com a complexidade da operação. Tais estudos, mencionados acima, fazem parte de um plano comumente chamado dentro da engenharia como “Lift Plan”² ou “Rigging Plan”³.

Conforme RODRIGUEZ [4], existem diversos tipos de plano de riggings que geralmente são divididos em categorias como içamentos rotineiros, simples, complicados, complexos, dentre outros. Atualmente, existem diversas normas, como DNVGL-ST-

¹ *Rigging* – Termo utilizado para se referir aos acessórios de elevação que compõe as lingadas de içamento.

² *Lift Plan* – do Inglês, Plano de Içamento.

³ *Rigging Plan* – do Inglês, Plano de *Rigging*.

N001, que nos asseguram e verificam a melhor forma para se lidar com esses diferentes tipos de içamentos, além de indicar se o içamento em questão é crítico ou não.

O cenário offshore⁴ atual no Brasil tem apresentado construções e instalações de equipamentos cada vez mais complexas e inovadoras, com isso, segundo RONCETTI [6], surge uma elevada preocupação no que diz respeito ao içamento da carga em relação a diversos fatores, tais como, velocidade de montagem, menor tempo de instalação e desinstalação dos equipamentos, eficiência na amarração e na movimentação da carga, dentre outras razões, de modo que todas essas atividades sejam realizadas sempre com total segurança.

Além disso, conforme RONCETTI [5], grande parte dos equipamentos e insumos, utilizados nas operações offshore, é levada até as plataformas por meio de barcos de apoio chamados *supplay boats*⁵ que por sua vez, através de um equipamento de guindar, fazem o embarque e/ou desembarque da carga.

Portanto, para otimizar o trabalho e garantir a segurança da operação, se faz necessário gerar previamente um plano de içamento, de modo a facilitar a execução das atividades em alto mar.

O IÇAMENTO

O ato de elevar qualquer objeto com auxílio de algum equipamento, como o guindaste por exemplo, é chamado de içamento. Esse tipo de atividade é muito comum em estaleiros, fabricas, plataformas, canteiro de obras, portos, dentre outros.

É uma operação que requer um elevado comprometimento, competência e experiência profissional, além de artifícios e equipamentos adequados.

Aplicar a metodologia certa e fazer uso correto das boas práticas, é o melhor caminho para tornar as operações de içamento mais eficientes e seguras. O içamento inseguro e incorreto pode levar à graves acidentes e até fatais.

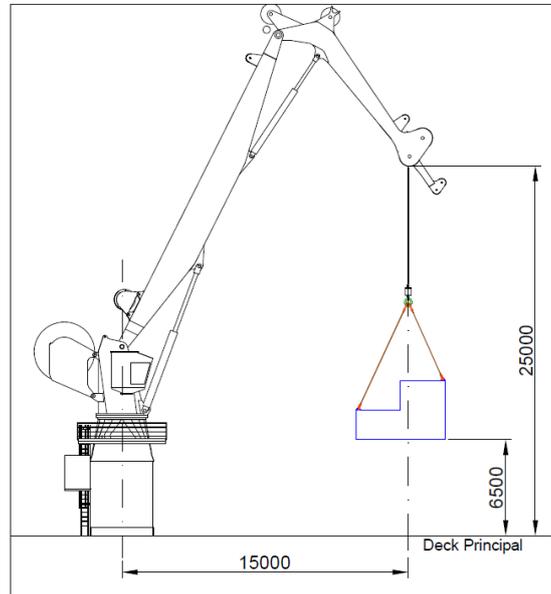
Por isso, é realizado, previamente, um plano de riggings, ou seja, um planejamento do içamento, cujo principal objetivo deste plano é promover precauções de segurança e apontar possíveis situações de risco que poderão surgir durante o içamento. Nele o içamento é exemplificado por meio de memória de cálculo e de desenhos técnicos que

⁴ *Offshore* – do Inglês, Alto mar

⁵ *Supplay Boats* – do Inglês, barcos de abastecimento.

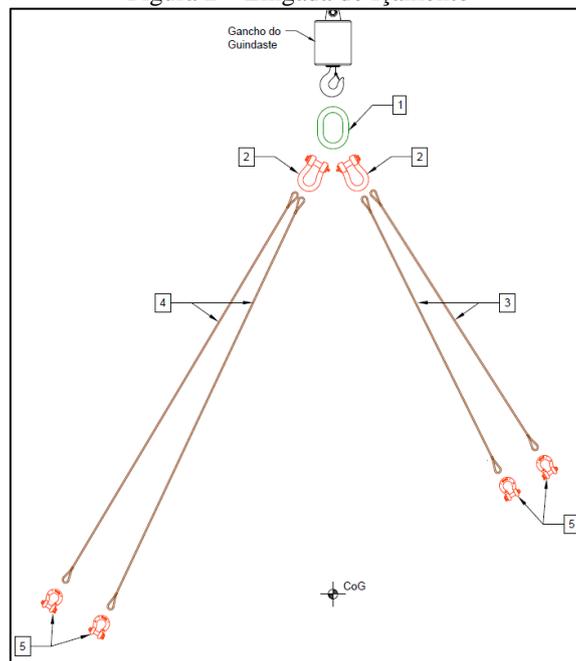
apresentam a movimentação da carga, e a lingada selecionada para o içamento conforme Figuras 1 e 2 abaixo:

Figura 1- Movimentação da carga



Fonte: Própria autora – Software AutoCad

Figura 2 – Lingada de içamento



Fonte: Própria autora – Software AutoCad

LINGADA DE IÇAMENTO E COMPATIBILIDADE DOS ACESSÓRIOS

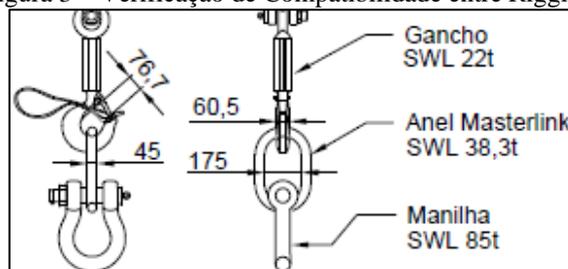
A lingada de içamento, também conhecida como linga ou eslinga, é o conjunto formado por elementos flexíveis e rígidos (riggings) com a finalidade de içar uma carga.

São as lingadas que fazem a conexão entre o guindaste e a carga, são de extrema importância para o içamento e devem ser dimensionadas de acordo com a carga da operação.

Os elementos flexíveis mais comuns são cabos de aço, correntes ou cintas, já os componentes rígidos, são as manilhas, anéis, ganchos, esticadores, elos de ligação, destorcedores entre outros.

Outro ponto de extrema importância é a compatibilidade desses riggings na montagem da lingada, ou seja, é necessário que se faça o uso correto desses acessórios que compõem as lingadas, utilizando-se de boas práticas de montagem. Para isso, é necessário checar previamente as dimensões de cada acessório que são disponibilizadas em catálogos por seus fabricantes e por meio de um desenho, garantir a montagem de cada componente da lingada, conforme Figura 3:

Figura 3 – Verificação de Compatibilidade entre Riggings



Fonte: Própria autora – Software AutoCad

CÁLCULO DE IÇAMENTO

O cálculo de içamento é quem define a carga máxima de trabalho e para realizá-lo é necessário verificar previamente alguns fatores como o peso da carga a ser içada, peso da lingada, as condições de vento, se existe algum risco de rotação da carga durante o içamento, dentre outras.

A partir da definição da carga máxima de trabalho, é possível escolher o melhor equipamento de guindar a ser utilizado compatível com essa carga, além de determinar o tipo de lingada de elevação e o melhor método de fixação da carga levando em conta sua geometria e seu centro de gravidade.

O cálculo de içamento pode ser visto de formas distintas quando se refere à casos estáticos e casos dinâmicos. Os casos estáticos geralmente estão relacionados com os içamentos simples ou de rotina e os efeitos dinâmicos são totalmente desprezados.

Já os casos dinâmicos, são casos mais voltados para içamentos complexos e não rotineiros onde os efeitos dinâmicos são considerados e as lingadas são determinadas

conforme o fator de segurança calculado pela engenharia, baseado na norma DNVGL-ST-N001. Além disso, considera-se no cálculo a carga dinâmica do equipamento.

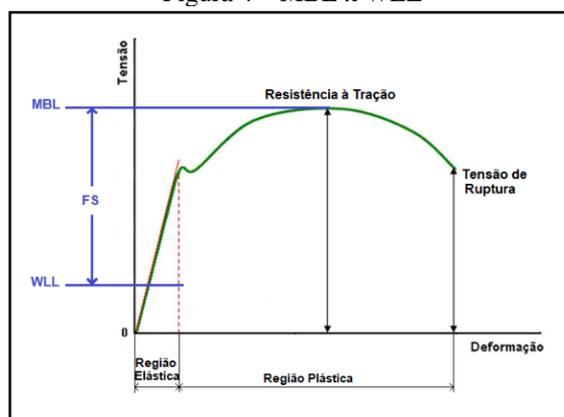
O cálculo de içamento lida com alguns termos muito importantes, como: SWL (Safe Working Load), WLL (Working Load Limit), MBL (Minimum Breaking Load), além de fatores de segurança e fatores de carga.

O fator de segurança é um fator determinado pelo fabricante dos acessórios de elevação que assegura que o item irá trabalhar de forma confortável sem vir a sofrer falhas durante sua utilização. É a razão entre a carga mínima de ruptura e o limite de carga de trabalho, conforme mostrado na equação 1:

$$FS = \frac{MBL}{WLL} \quad (1)$$

A Figura 4 abaixo correlaciona o fator de segurança com o WLL e o MBL de um dado equipamento.

Figura 4 – MBL x WLL



Fonte: Própria autora

Além disso, existem diversos fatores de carga que são considerados ao realizar um cálculo de içamento, alguns deles são: Fator de Contingência de Peso (Yweight), Fator devido ao Centro de Gravidade (CoGF), Fator de Amplificação Dinâmica (FAD), Fator de Skew Load (SKL), Fator de Carga em Riggins e Fator de Fricção (Yfr).

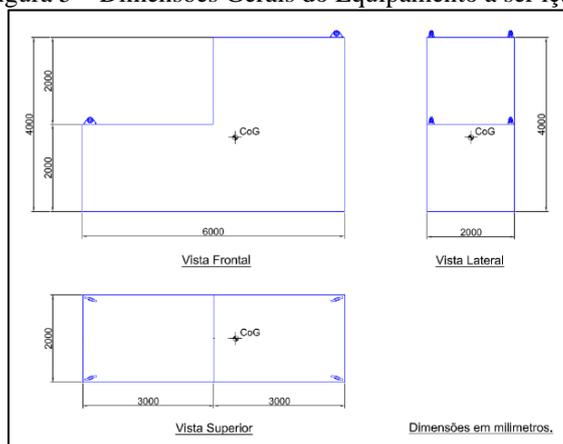
2 DISCUSSÃO E RESULTADOS

A peça apresentada na Figura 5, refere-se à um equipamento dimensionado para o presente estudo de caso que se trata de exemplificar um plano de içamento para este determinado equipamento em um cenário offshore onde a intensidade das forças

dinâmicas que atuam na carga, na lingada e no guindaste são bem maiores que o valor da carga estática do içamento.

O içamento consiste em elevar a presente peça e transportá-la de um navio para outro em alto-mar.

Figura 5 – Dimensões Gerais do Equipamento a ser içado



Fonte: Própria autora – Software AutoCad

Essa carga dinâmica ocorre devido ao movimento da embarcação onde se encontra o guindaste em operação e conseqüentemente ao movimento da carga antes e durante o içamento, movimento esse provocado por ações do vento, correntes marinhas e principalmente por ondas.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CARGA

Dimensões: 6m x 4m x 2m

(Comprimento x Altura x Profundidade)

Material: Alumínio

Densidade: 2700 kg/m³

Volume: 36 m³

Massa: 97,2 t

Peso: 953,5 kN = 97,2 tf (tonelada-força⁶)

Centro de Gravidade: x= 3,5m; y=1,7m

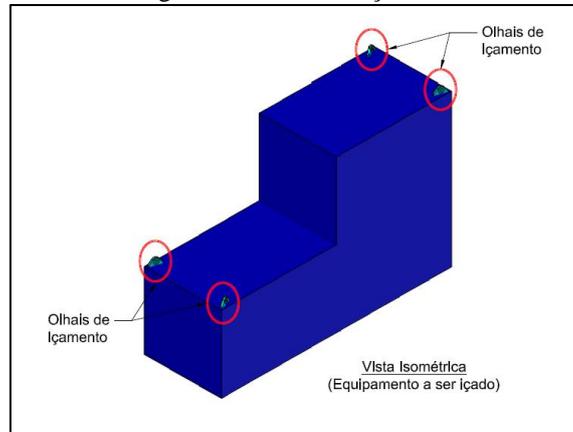
PONTOS DE IÇAMENTO

A peça possui quatro olhais de elevação para a conexão com a lingada de içamento, conforme apresentado na Figura 6.

⁶ 1 tf = 9,81 kN Considerando a aceleração da gravidade $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

O equipamento é assimétrico e possui pontos de içamento em alturas diferentes, logo a lingada de içamento também deverá ser assimétrica.

Figura 6 – Olhais de Içamento

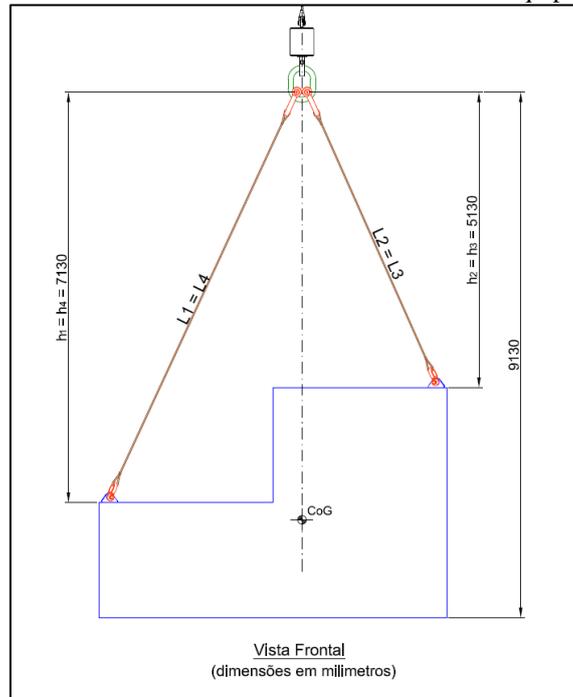


Fonte: Própria autora – Software AutoCad

ÂNGULO DE IÇAMENTO (Θ)

Para início de projeto, foi considerado aproximadamente uma altura de 9m entre a base do equipamento e o gancho do guindaste, restando, devido à geometria da peça, aproximadamente 7m e 5m dessa altura para as pernas do lado esquerdo (1 e 4) e do lado direito (2 e 3), respectivamente, conforme Figura 7.

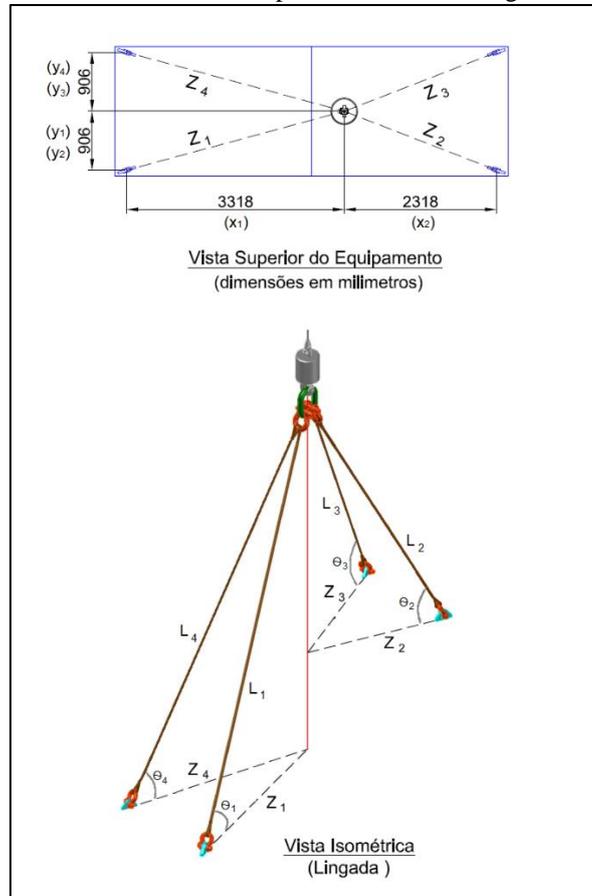
Figura 7 – Altura entre o Gancho do Guindaste e o Equipamento



Fonte: Própria autora – Software AutoCad

Para o cálculo do ângulo de içamento é necessário saber duas variáveis, (Z e L) correspondentes a cada perna da lingada, conforme Figura 8.

Figura 8 – Variáveis necessárias para o Cálculo do Ângulo de Içamento



Fonte: Própria autora – Software AutoCad

Considerando as dimensões apresentadas da Figura 8 para encontrar a dimensão Z, tem-se:

$$Z_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2} \quad \text{e} \quad Z_1 = Z_4$$

$$Z_1 = Z_4 = \sqrt{3318^2 + 906^2}$$

$$Z_1 = Z_4 = 3439 \text{ mm} = 3,4 \text{ m}$$

Logo,

$$Z_2 = Z_3 = 2489 \text{ mm} = 2,5 \text{ m}$$

Considerando as dimensões apresentadas da Figura 7, para encontrar comprimento L das pernas da lingada, tem-se:

$$L_1 = \sqrt{Z_1^2 + h_1^2} \quad e \quad L_1 = L_4$$

$$L_1 = L_4 = \sqrt{3439^2 + 7130^2}$$

$$L_1 = L_4 = 7916 \text{ mm} = 7,9 \text{ m}$$

Logo,

$$L_2 = L_3 = 5702 \text{ mm} = 5,7 \text{ m}$$

Portanto, para calcular os ângulos de içamento, tem-se:

$$\Theta_n = \cos^{-1} \left(\frac{Z_n}{L_n} \right)$$

Logo,

$$\Theta_1 = \Theta_4 = \cos^{-1} \left(\frac{3439}{7916} \right)$$

$$\Theta_1 = \Theta_4 = 64,25^\circ$$

$$\Theta_2 = \Theta_3 = \cos^{-1} \left(\frac{2489}{5702} \right)$$

$$\Theta_2 = \Theta_3 = 64,12^\circ$$

FATORES DE CARGA CONSIDERADOS

Item	Símbolo	Fator
Fator de Contingência de Peso	Yweight	1,05
Fator de Amplificação Dinâmica	FAD	1,25
Fator de Centro de Gravidade deslocado	CoGF	1,05
Fator de Skew Load	SKL	1,25
Fator de Efeito Yaw	YawF	1,05

Conforme DNVGL-ST-N001.

PESO MÁXIMO ESTÁTICO DO OBJETO (WMAX)

Para determinar o peso máximo do objeto a ser içado tem-se a Equação 2:

$$W_{max} \geq \text{Peso da peça} \times Y_{weight} \quad (2)$$

Considerando o peso apresentado no Tópico 3.1 e o Fator de Contingência de Peso (Yweight) como 1,05 conforme Tópico 3.4, tem-se:

$$W_{max} \geq 97,2 \times 1,05$$

$W_{max} \geq 102,06 \text{ tf}$

Logo a carga estática do objeto considerada será 102,06 tf

Peso dos Riggings (Wrigging)

O peso dos acessórios que irão compor a lingada pode ser encontrado facilmente nos catálogos dos fabricantes do riggings selecionados para a lingada.

Para este estudo, foi considerada uma lingada de 4 pernas composta por onze acessórios que juntos formam uma lingada com massa de 645 kg, considerando $g=9,81 \text{ m/s}^2$, tem-se:

$W_{rigging} = 6,33 \text{ kN} = 0,64 \text{ tf}$

CARGA ESTÁTICA NO GANCHO (SHL)

A Carga Estática no Gancho, também conhecida como Static Hook Load (SHL), é o peso não afetado por forças externas.

É expressa pela Equação 3, conforme DNVGL-ST-N001 [3]:

$$SHL = W_{max} + W_{rigging} \quad (3)$$

$$SHL = 102,06 + 0,64$$

$$SHL = 102,70 \text{ tf}$$

FATOR DE AMPLIFICAÇÃO DINÂMICA (DAF OU FAD)

Como o içamento deste estudo de caso se passa em um cenário offshore e o SHL calculado está entre 100t e 300t, tem-se, conforme DNVGL-ST-N001 [3].

$DAF = 1,25$

CARGA DINÂMICA NO GANCHO (DHL)

Também conhecida como Dynamic Hook Load. É a carga máxima, sujeita a forças dinâmicas, exercida sobre o sistema de içamento.

É determinada pela Equação 4 abaixo, conforme DNVGL-ST-N001 [3]:

$$DHL = SHL \times DAF \quad (4)$$

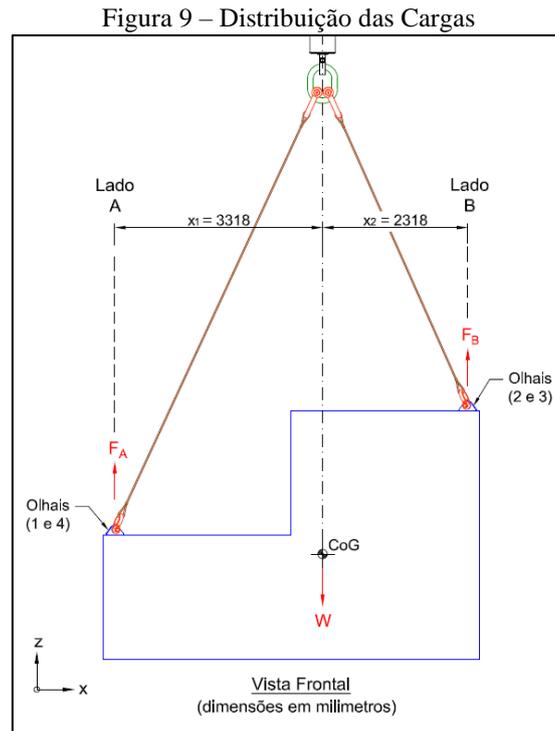
$$DHL = 102,70 \times 1,25$$

$$DHL = 128,38 \text{ tf}$$

Componentes da Lingada de 4 pernas

Para a verificação das quatro manilhas conectadas nos olhais e dos quatro cabos de aço, deve-se primeiro identificar a distribuição de forças localmente, onde a porcentagem da força solicitada em cada perna não será igual devido ao CoG estar descentralizado em relação ao eixo x ocasionando um momento no eixo y maior em um dos lados da peça.

Distribuição da Carga sobre cada Olhal



Fonte: Própria autora – Software AutoCad

Conforme a Figura 9, considerando F_1 a força nos olhais 1 e 4 e F_2 a força nos olhais 2 e 3, tem-se:

$$\sum F_Z = 0 \quad \therefore \quad W = F_A + F_B \quad \rightarrow \quad F_B = W - F_A$$

$$\sum M_{CoG} = 0 \quad \therefore \quad F_A \cdot x_1 = F_B \cdot x_2$$

Então:

$$F_A \cdot x_1 = W \cdot x_2 - F_A \cdot x_2$$

$$F_A \cdot x_1 + F_A \cdot x_2 = W \cdot x_2$$

$$F_A = \frac{W \cdot x_2}{(x_1 + x_2)} \quad \text{e} \quad F_B = \frac{W \cdot x_1}{(x_1 + x_2)}$$

Portanto:

$$F_A = \frac{W \cdot 2318}{(3318 + 2318)} = 0,4113 \cdot W$$

$$F_B = \frac{W \cdot 3318}{(3318 + 2318)} = 0,5887 \cdot W$$

Como no lado A existem dois olhais (1 e 4), a força em cada olhal no lado A será:

$$F_1 = F_4 = \frac{F_A}{2} = 0,2056 \cdot W$$

Ou seja, os olhais 1 e 4 serão solicitados 0,2056 ou 20,56% da carga.

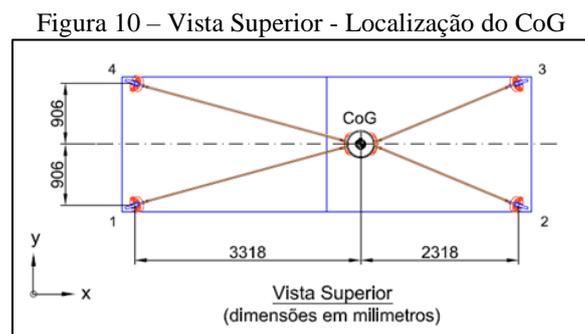
Já no lado B existem outros dois olhais (2 e 3) e a força em cada olhal no lado B será:

$$F_2 = F_3 = \frac{F_B}{2} = 0,2944 \cdot W$$

Ou seja, os olhais 2 e 3 serão solicitados 0,2944 ou 29,44% da carga.

Portanto, as pernas 1 e 4 serão solicitadas em 20,56%, enquanto as pernas 2 e 3 serão solicitadas em 29,44%.

Conforme Figura 10 é possível observar que o CoG não está deslocado em relação ao eixo y, ou seja, as distâncias em y em relação ao CoG são iguais, logo, neste caso, o CoG não terá nenhuma influência sobre as pernas da lingada.

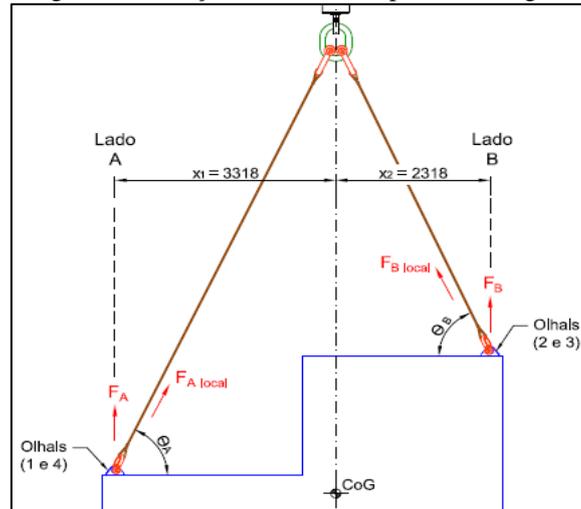


Fonte: Própria autora – Software AutoCad

Força local sobre cada olhal

Como as pernas da lingada estão inclinadas conforme Figura 11, para achar a força local que atua nos olhais é necessário decompor a força F_A e F_B .

Figura 11 – Força Local em cada perna da Lingada



Fonte: Própria autora – Software AutoCad

Então:

$$F_A \text{ Local} = \frac{F_A}{\text{sen } \Theta_1} = \frac{0,4113.W}{\text{sen}(64,25)}$$

$$F_B \text{ Local} = \frac{F_B}{\text{sen } \Theta_2} = \frac{0,5887.W}{\text{sen}(64,12)}$$

Considerando os efeitos dinâmicos na carga, tem-se $W = \text{DHL} = 128,38 \text{ tf}$

Portanto:

$$F_A \text{ Local} = 58,62 \text{ tf}$$

$$F_B \text{ Local} = 84,00 \text{ tf}$$

Como a força no lado A está dividida em dois olhais (1 e 4) assim como no lado B, olhais (2 e 3), tem-se a força local em cada olhal:

$$F_1 \text{ e } F_4 \text{ Local} = \frac{F_A \text{ Local}}{2} = 29,31 \text{ tf}$$

$$F_2 \text{ e } F_3 \text{ Local} = \frac{F_B \text{ Local}}{2} = 42,00 \text{ tf}$$

Portanto a força dinâmica nas pernas maiores 1 e 4 será 29,31 tf enquanto nas pernas menores e mais próximas do CoG será 42,00 tf

Força dinâmica local máxima (FDL Max)

Para o cálculo da força dinâmica local máxima deve-se aplicado à maior força local alguns outros fatores de carga relacionados com o içamento em estudo.

Os fatores de carga a serem considerados conforme Tópico 3.4 são:

Fator de Centro de Gravidade deslocado (CoGF = 1,05);

Fator de Skew Load para lingadas estaticamente indeterminadas com cabo de aço (SKL = 1,25);

Efeito Yaw / Tilt (YawF = 1,05).

Logo:

$$\text{FDL Max} = F_2 \text{ Local} \times \text{SKL} \times \text{YawF} \times \text{CoGF}$$

$$\text{FDL Max} = 42,00 \times 1,25 \times 1,05 \times 1,05$$

$$\text{FDL Max} = 57,88 \text{ tf}$$

Portanto, para dimensionar os riggings que compõem a lingada de 4 pernas deve-se considerar sempre o pior caso que para este estudo é a força dinâmica local máxima de 57,88 tf, ou seja, os riggings devem suportar uma carga dinâmica maior que a força dinâmica local máxima.

3 CONCLUSÃO

Com base no estudo de caso realizado foi possível demonstrar o passo a passo de um plano de içamento em condições offshore, considerando os fatores estáticos e dinâmicos presentes na operação e analisando seus pontos de maior criticidade de acordo com as características apresentadas do equipamento escolhido para o estudo.

Definiu-se, através de cálculos matemáticos, os ângulos de içamento da lingada e identificou-se a distribuição das cargas para cada perna da lingada, com base na posição do CoG do equipamento e seus os pontos de amarração indicados.

Pôde-se também selecionar e definir os melhores riggings para compor a lingada de içamento, analisando-se sua compatibilidade, montagem correta e boas práticas de uso, além de determinar, com base em normas, quais riggings atendiam as cargas estáticas e dinâmicas solicitadas na operação, visando sempre a segurança e otimização do projeto.

Por fim, com este presente trabalho e seus objetivos alcançados, fica claro e demonstrado que o içamento e a movimentação da carga compõem um dos fatores que leva ao sucesso das operações no setor de óleo e gás e que através de um bom plano de içamento é possível garantir que a carga seja movimentada com segurança, ao mesmo tempo que a operação é realizada com maior eficiência e rapidez.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR-13541-1: Linga de cabo de aço – Parte 1: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.
- NAVARRO, Antonio F. Acidentes causados durante a movimentação de cargas. Disponível em: <https://www.editoraroncarati.com.br/v2/phocadownload/artigos_e_estudos/Acidentes_Causados_Durante_a_Movimentacao_de_Cargas.pdf> Acessado em: 10 de abril de 2020.
- NOBLE DENTON MARINE SERVICES – DNVGL-ST-N001. Marine operations and marine warranty. Norway, 2016.
- RODRIGUEZ, Juan. How to Create a Rigging Plan. Disponível em: <<https://www.thebalancesmb.com/rigging-plans-and-creating-lift-plan-844988>> Acessado em: 07 de abril de 2020.
- RONCETTI, Leonardo. Os desafios de içamentos em operações offshore. Disponível em: <<https://cursostechcon.eng.br/icamento-offshore/icamentos-em-operacoes-offshore/>>
- RONCETTI, Leonardo. PLANOS DE RIGGING A importância de bons projetos de içamento para segurança e racionalização das obras. Disponível em: <<http://techcon.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/A-import%C3%A2ncia-de-bons-projetos-de-i%C3%A7amentoparaseguran%C3%A7aeracionaliza%C3%A7%C3%A3o-das-obras.pdf>>
- THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS – ASME B30.9.2010: Slings - Safety Standard for Cableways, Cranes, Derricks, Hoists Hook, Jacks and Slings. New York - USA, 2010.