



TERMINAL DE GRANÉIS LÍQUIDOS EM BARGNY, SENEGAL

Marlene Dias ⁽¹⁾; Joana Marques ⁽¹⁾; Luís Ferreira ⁽²⁾; Luís Machado ⁽²⁾

⁽¹⁾MSW – Estudos e Projetos de Obras Marítimas, Lda;

⁽²⁾Etermar – Engenharia e Construção, S.A.

mdias@msw-consultores.pt, jmarques@msw-consultores.pt, l.ferreira@etermar.pt, l.machado@etermar.pt

Resumo

A Senegal Minergy Port adjudicou à Etermar – Engenharia e Construção, S.A. o contrato de concepção-construção do Terminal de Granéis Líquidos em Bargny, 32 km a sul do Porto de Dakar, na República do Senegal. A MSW – Estudos e Projetos de Obras Marítimas, Lda desenvolveu o Projecto de Execução.

Com uma implantação de cerca 330 m de comprimento, o terminal será constituído por dois postos de acostagem em estruturas do tipo Duque d'Alba, com uma plataforma para carga e descarga dos produtos petrolíferos. Todas as estruturas são metálicas, com fundação em estacas tubulares, seladas no maciço rochoso, que se apresenta à superfície, constituído por calcários e margas. Dada a localização offshore do projecto, na concepção das estruturas pretendeu-se a maior pré-fabricação possível, reduzindo-se a quantidade de trabalhos a executar *in situ*.

Na presente comunicação são abordados os aspectos relevantes do projecto das estruturas do terminal bem como os aspectos relacionados com a construção da obra.

1 Introdução

O Terminal de Granéis Líquidos (TGL) permitirá aumentar a capacidade actual de importação e exportação de hidrocarbonetos do Senegal. Será implantado a cerca de 2200 m da costa, com fundos de serviço de -15.00m(CD), para recepção de navios de 13000 DWT a 95000 DWT. O seu acesso é garantido por uma ponte sobre o mar, com desenvolvimento perpendicular à costa, acomodando as vias de acesso e as tubagens dos granéis líquidos.

A crescente necessidade de importação e exportação de hidrocarbonetos do Senegal, levou à Senegal Minergy Port (SMP) decidir construir um Terminal de Granéis sólidos em Bargny.

O TGL será constituído por dois postos de acostagem em estruturas metálicas do tipo Duque d'Alba, com uma plataforma para carga e descarga dos produtos petrolíferos. Esta plataforma será dotada de braços de carga para cada um dos seguintes cinco produtos: *gas oil*; *SSP/Petrol*; *JET*; *heavy fuel*; *liquid petroleum gas*.

2 Descrição geral da obra

2.1 Arranjo geral

O TGL será implantado aproximadamente a 2200 m de costa, num local onde o fundo natural possui uma profundidade média de -11.50 m (CD). O fundo de serviço, a -15.00 m (CD), será obtido com recurso a dragagem, posteriormente à construção do terminal. O acesso até ao TGL será realizado através de uma ponte de acesso, que se encontra em execução no âmbito de outro projecto.

Na Figura 1 é apresentado o arranjo geral da obra.

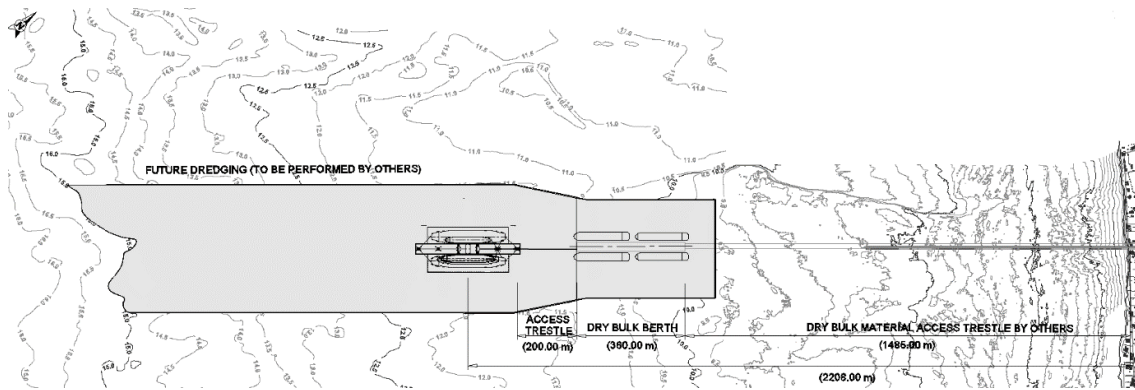


Figura 1 - Arranjo geral da obra.

Os dois postos de acostagem do terminal, cada um com um comprimento total de 330m, terão uma implantação paralela ao desenvolvimento longitudinal da obra. Ao centro, existirá uma plataforma com 35x15 m², equipada com cinco braços de carga. Os Duques d'Alba de acostagem irão ladear a plataforma, com uma distância de 31.5m entre eixos, em cada posto.

Os Duques d'Alba de amarração, partilhados por ambos os postos de acostagem, serão implantados ao longo do eixo de desenvolvimento longitudinal da obra: os dois centrais com uma distância entre eixos, relativa à plataforma, de 99m; os dois de extremidade com uma distância entre eixos aos anteriores de 65m.

Na Figura 2 é apresentada a implantação das estruturas do TGL.

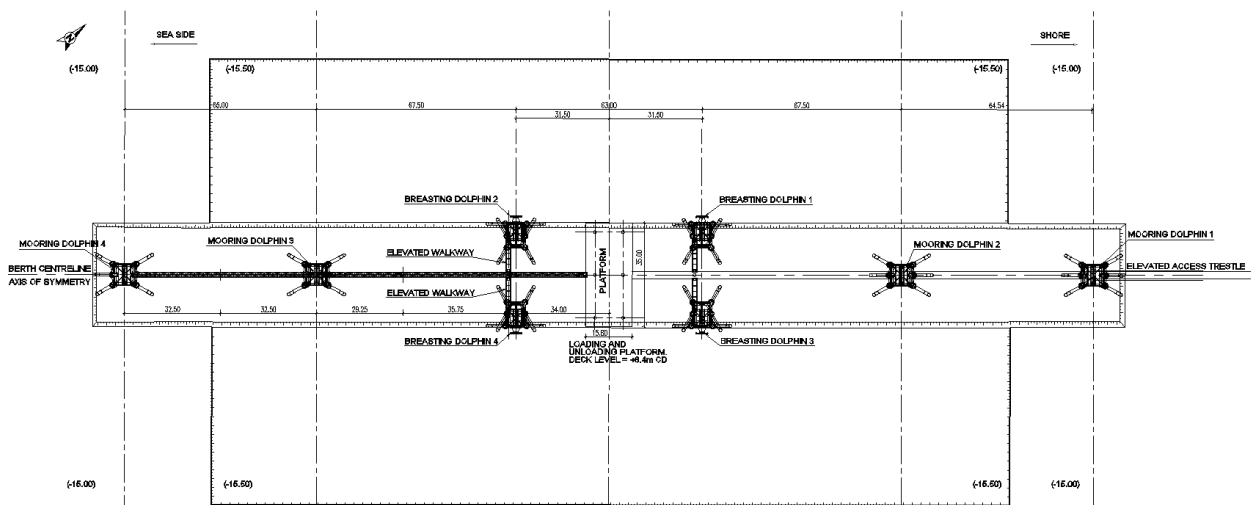


Figura 2 – Implantação das estruturas do TGL.

2.2 Duques d'Alba de acostagem

Os Duques d'Alba de acostagem terão o seu coroamento a +6.27 m (CD) e superfície do terreno na frente acostável a -15.50 m (CD). Cada estrutura será equipada com um cabeço de amarração de 200 t e uma defesa tipo *supercone*, com painel metálico, com capacidade de absorção de energia de 2362 kN.m e reacção máxima de 2471 kN.

Os Duques d'Alba de acostagem serão constituídos por seis estacas inclinadas (1H:4V), com 1016mm de diâmetro e 20mm de espessura, ocas e com a ponta aberta. O maciço rochoso será furado com recurso a rotopercussão até às cotas estimadas de projecto, com um diâmetro de

1039 mm, função do equipamento utilizado. A selagem da estaca ao terreno será conseguida através de calda injectada sob pressão na ponta da estaca.

A superestrutura, com limite inferior à cota +1.40 m (CD), servirá de guia à execução das estacas. Inicialmente, serão instaladas estacas provisórias para a execução das estacas definitivas. Sobre estas, será apoiada a superestrutura dos Duques d'Alba, previamente fabricada, e cujos tubos exteriores de maior dimensão (1207 mm de diâmetro e 26.8 mm de espessura) servirão de guia à execução das estacas definitivas. A superestrutura terá uma forma trapezoidal em planta, no topo, com $5 \times 7 \text{ m}^2$. As cordas horizontais da superestrutura serão constituídas por perfis de 508 mm de diâmetro e 20 mm de espessura. Os travamentos diagonais da superestrutura serão em perfis com 406 mm de diâmetro e 18 mm de espessura. No topo desta estrutura será colocada uma estrutura formada por perfis rectangulares RHS 200x300x14, onde será assente o gradil para circulação pedonal, e onde será colocado o cabeço de amarração de 200 t.

A Figura 3 ilustra uma vista tridimensional da estrutura global.

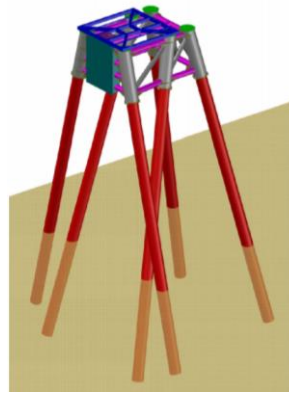


Figura 3 – Vista tridimensional da estrutura do Duque d'Alba de acostagem.

A Figura 4 ilustra o alçado frontal da superestrutura do Duque d'Alba de acostagem e a Figura 5 a vista de topo.

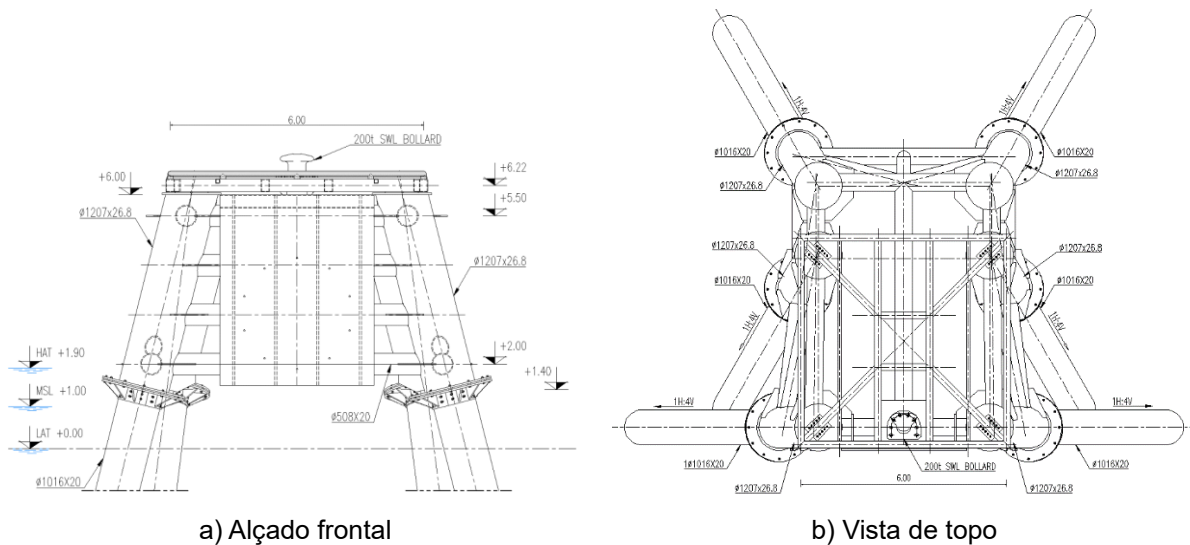


Figura 4 - Duque d'Alba de acostagem.

A Figura 5 ilustra duas perspectivas da superestrutura pré-fabricada, à data da sua execução no estaleiro.



a) Vista lateral, parte da frente.



b) Vista lateral, parte de trás.

Figura 5 – Superestrutura dos Duques d'Alba de acostagem em pré-fabricação no estaleiro.

O sistema de protecção contra a corrosão adoptado consiste em protecção catódica com ânodos de sacrifício e pintura anti-corrosão.

2.3 Duques d'Alba de amarração

Os Duques d'Alba de amarração terão o seu coroamento a +6.27 m (CD) e superfície do terreno à cota natural, ou seja, aproximadamente -11.50 m (CD). Cada estrutura será equipada com dois cabeços de amarração de 300 t, um por cada posto de acostagem.

O processo construtivo, tanto da superestrutura como das estacas, é idêntico ao considerado para os Duques d'Alba de acostagem, assim como o sistema de protecção contra a corrosão.

Cada Duque d'Alba será constituído por seis estacas inclinadas (1:4), com secção igual às dos Duques d'Alba de acostagem. A superestrutura, terá o seu limite inferior à cota +1.30 m (CD). As cordas horizontais e os travamentos diagonais serão ligados a segmentos de tubos metálicos com 1207 mm de diâmetro e 26.8mm de espessura. Os tubos terão a base a +1.30m (CD) e o topo a +6.00m (CD). A superestrutura terá no topo uma forma quadrada, com 6.85m de lado. Sobre a superestrutura será colocada uma estrutura com as mesmas dimensões, formada por perfis rectangulares RHS 200x300x14, onde será assente o gradil para circulação pedonal, e onde serão colocados os dois cabeços de amarração.

A Figura 6 ilustra uma vista tridimensional da estrutura global.

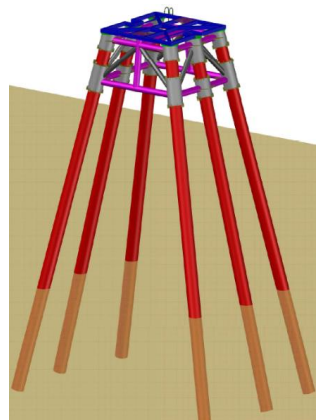


Figura 6 - Vista tridimensional da estrutura do Duque d'Alba de amarração.

Na Figura 7 apresenta-se o alçado frontal e a vista superior do Duque d'Alba de amarração.

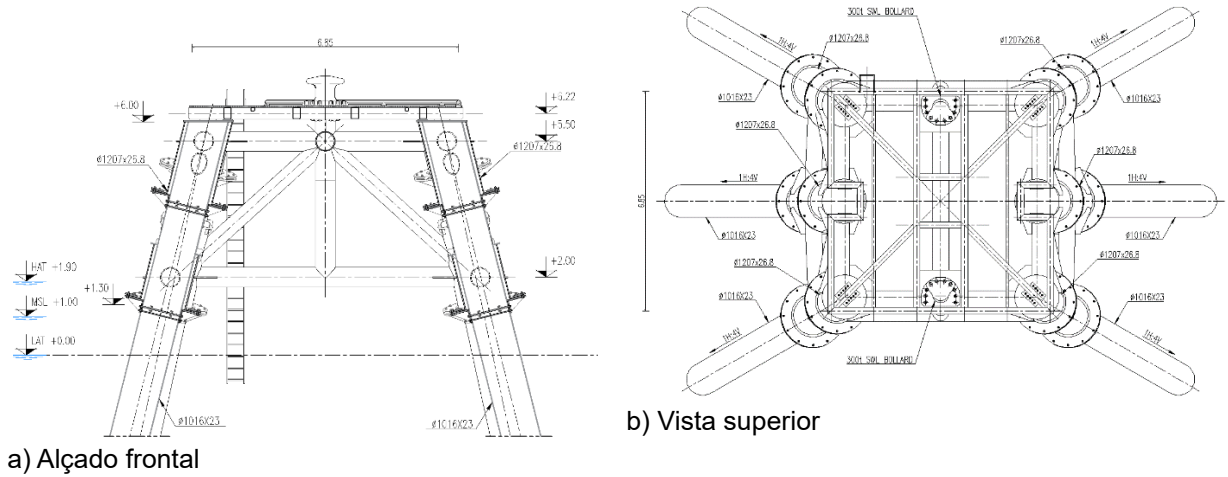


Figura 3 - Duque d'Alba de amarração.

A Figura 8 ilustra uma perspectiva da superestrutura pré-fabricada, à data da sua execução no estaleiro.



Figura 8 – Superestrutura dos Duques d'Alba de amarração em pré-fabricação no estaleiro.

2.4 Plataforma

A plataforma terá uma forma rectangular com 35.00 m de comprimento e 15.50 m de largura com o topo a +8.40 m (CD). Será materializada por uma laje mista com 0.25 m de betão armado conectada a perfis metálicos UB 610x305x14. As vigas serão suportadas por seis estacas com 1016 mm de diâmetro e 20 mm de espessura. O contraventamento da estrutura será realizado através de perfis tubulares diagonais de duas secções: 323.9 mm de diâmetro e 12.50 mm de espessura e 273 mm de diâmetro e 12.50 mm de espessura. Nas cordas inferiores horizontais, localizadas à cota +3.80, definiu-se perfis tubulares com 406 mm de diâmetro e 16 mm de espessura.

Nas figuras 9 e 10 são apresentados os alçados da estrutura da plataforma, segundo a menor e maior dimensões, respectivamente.

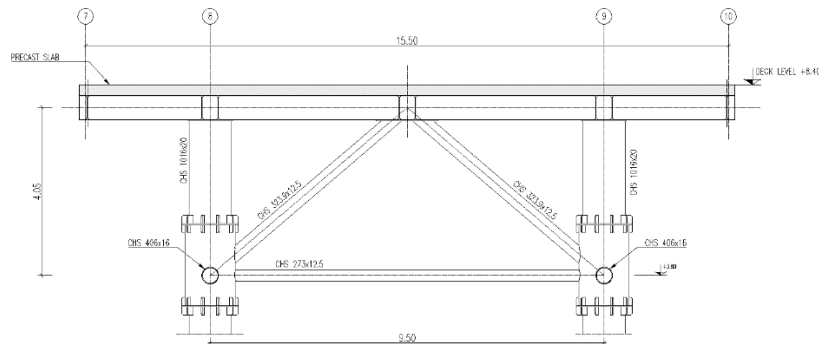


Figura 9 – Alçado da plataforma segundo a menor dimensão.

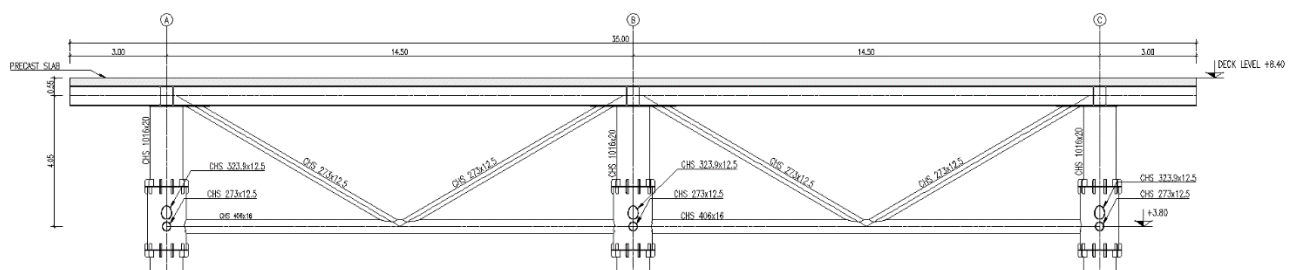


Figura 10 – Alçado da plataforma segundo a maior dimensão.



Figura 11 – Superestrutura da plataforma em pré-fabricação em estaleiro em Dakar.

2.5 Passadiços de acesso aos Duques d'Alba

Os passadiços que estabelecem a ligação entre a plataforma e os Duques d'Alba de amarração serão materializados por duas treliças metálicas independentes. Uma com dois vãos de 29.50 m e outra com três vãos (L1 = 26.25 m; L2 =35.75 m; L3 = 26.25 m). A menor treliça ficará apoiada nos dois Duques d'Alba de amarração a oeste, e terá um apoio intermédio estabelecido por uma estaca metálica com 1016 mm de diâmetro e 20 mm de espessura.

A maior treliça será apoiada na plataforma em duas estacas metálicas, com 1016 mm de diâmetro e 20 mm de espessura, e num Duque d'Alba de amarração.

A treliça espacial é formada por duas cordas horizontais superiores, de secção metálica CHS219.1, e uma corda horizontal inferior centrada relativamente às cordas superiores com secção metálica CHS 244.5. A corda inferior estará ligada às cordas superiores através de perfis metálicos diagonais CHS 88.9. As cordas horizontais superiores, localizadas à cota +8.80 m (CD), distarão entre si 1.50 m. O eixo da corda inferior distará 1.30 m dos eixos das cordas superiores (cota do eixo +7.50 m (CD)). Na Figura 12 é apresentada a secção transversal da treliça metálica e uma vista tridimensional.

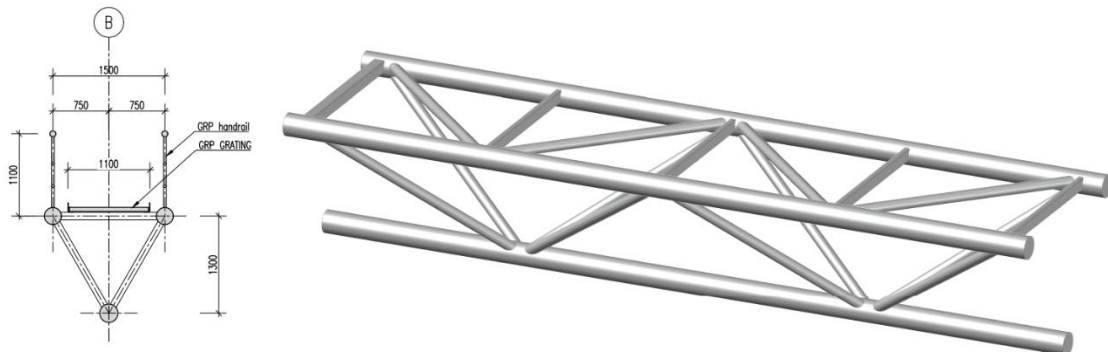


Figura 12 – Passadiços que estabelecem a ligação entre a plataforma e os Duques d’Alba de amarração. Secção transversal da treliça e vista tridimensional.

3 Execução da obra

Dada a localização offshore da estrutura, localizada a aproximadamente 2200m da costa, optou-se por dar prioridade a atividades de pré-fabricação, reduzindo-se ao máximo as atividades a realizar “in situ”. Desta forma, foi possível garantir maior controlo sobre a qualidade de fabricação e reduziu-se o risco de atrasos na empreitada.

As estacas foram fornecidas em obra já com o comprimento total a instalar e com a pintura de revestimento.

Em paralelo com a fabricação das estacas iniciou-se a fabricação das superestruturas dos Duques d’Alba, sendo a estrutura construída em Portugal, transportada para o Senegal onde será aplicada a camada final de pintura de revestimento.



Figura 13 – Superestruturas de Duques d’Alba

As superestruturas serão posicionadas no local definitivo apoiadas sobre estacas provisórias



colocadas previamente no local. Conforme pode ser observado na Figura 13, as superestruturas são dotadas de negativos circulares que servirão de guia de cravação para as estacas definitivas.

Para a plataforma e para os passadiços as estacas verticais definitivas serão instaladas previamente e em seguida serão colocadas sobre estas as superestruturas que serão pré-fabricadas no Senegal.

No total serão instaladas 57 estacas definitivas e 24 provisórias, distribuindo-se da seguinte forma:

- 6 estacas definitivas inclinadas 1H:4V por Duque d'Alba – Total: 48 estacas;
- 3 estacas provisórias verticais por Duque d'Alba para suporte temporário da superestrutura – Total: 24 estacas;
- 6 estacas definitivas verticais de suporte à plataforma central;
- 3 estacas definitivas verticais de suporte à estrutura dos passadiços.

Para a instalação das estacas a Etermar Engenharia e Construção S.A. adquiriu um equipamento de furação com recurso a rotopercussão com uma cabeça de rotação hidráulica de circulação inversa, um martelo de fundo de furo (DTH) e um bit de furação de asas retráteis.



Figura 14 – Cabeça de rotação BRC-75



Figura 15 – Martelo DTH e cabeça de rotação com asas retráteis.

O sistema de furação foi acoplado a uma guia móvel de posicionamento rápido (Vertical Travel Lead) de 36 m de comprimento, que por sua vez foi instalada numa grua Manitowoc 2250 de 275 t de capacidade colocada sobre uma plataforma Jack-Up Combifloat C7.

Os detritos de furação são eliminados mediante fluxo contínuo de ar injetado no fundo da perfuração através da extremidade da broca.



Figura 16 – Perfuração e instalação da primeira estaca da plataforma.

Para garantir o contacto entre o maciço rochoso e a estaca instalada, realizou-se um processo de obturação de grande diâmetro e injeção controlada de calda de cimento. Esta calda injectada de forma controlada através de 6 furos de 20 mm de diâmetro instalados na extremidade inferior da estaca vai garantir a resistência lateral necessária por projeto no comprimento de encastramento (L_b), a qual será comprovada através de ensaios de carga dinâmica in situ.



Figura 17 – Colocação de obturador na extremidade inferior da estaca.

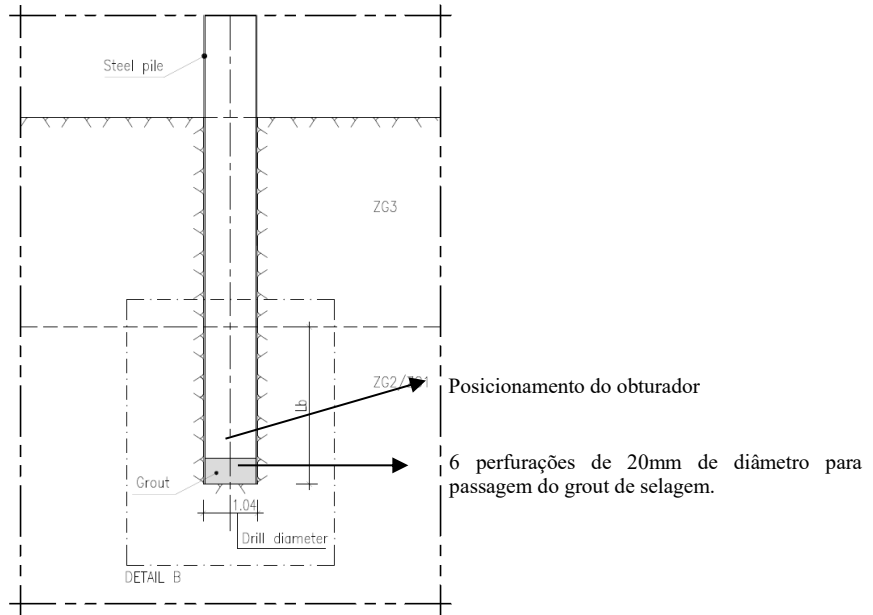
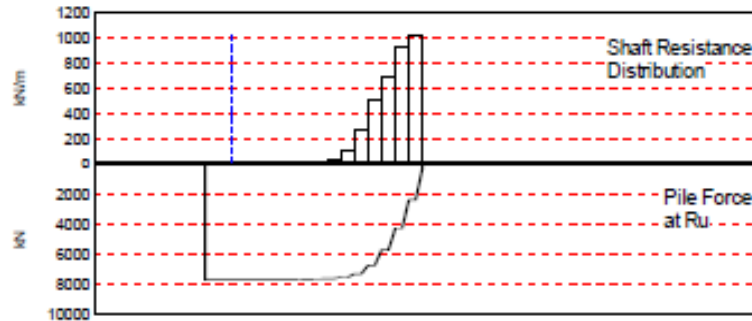


Figura 18 – Esquema da colocação do grout nas estacas.

A efetividade da injeção poderá ser comprovada mediante ensaios de carga dinâmica in situ, que permitirão conhecer a resistência lateral unitária da estaca em todo o comprimento do fuste e verificar com exatidão a fronteira de influência do grout.



CAPRIAPTE 2008 Licensed to Odebrecht Engenharia

Figura 19 – Exemplo de resultado de ensaio de carga dinâmica com indicação da distribuição da resistência lateral ao longo do fuste e resistência de ponta.

Posteriormente à colocação das estacas definitivas a sua conexão à superestrutura será realizada através de um sistema de flange “louca” que absorverá os eventuais desvios típicos da perfuração e instalação de estacas.

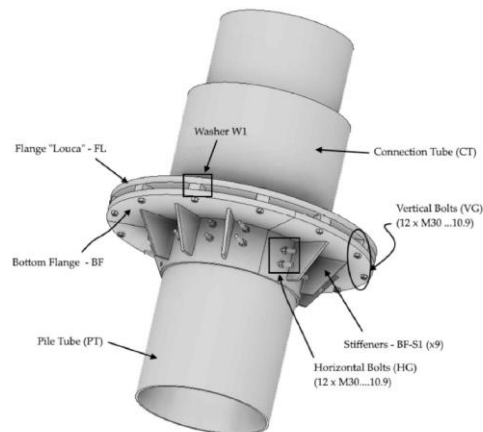


Figura 20 – Flange “louca” de conexão das estacas à superestrutura.

Dado que a obra se encontra neste momento em fase de execução, em seguida apresenta-se uma simulação 3D do aspeto final de um Duque de alba.

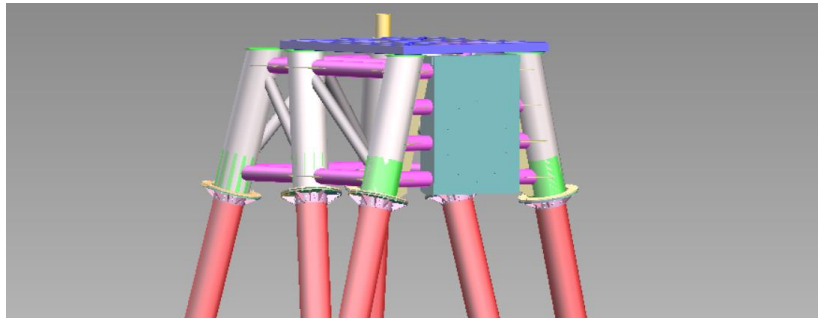


Figura 21 – 3D de estrutura de Duque d’Alba de amarração.