



PROJETO E CONSTRUÇÃO DO NOVO PORTO NADOR WEST MED

Hugo Leite ⁽¹⁾; Najat Chaouq ⁽²⁾

⁽¹⁾ MSW, Estudos e Projetos de Obras Marítimas, Lda; WW Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, SA; ⁽²⁾ Nador West Med, SA

hleite@msw-consultores.pt; n.chaouq@nadorwestmed.ma

1. Introdução

No âmbito da política que estabeleceu para o desenvolvimento das suas regiões, o Governo do Reino de Marrocos decidiu construir uma nova plataforma industrial e portuária na sua costa mediterrânea oriental, a qual designou de Nador West Med (NWM).

O projeto NWM localiza-se na zona estratégica da baía de Betoia, situada na fachada oeste do cabo *des Trois Fourches*, a menos de 250 milhas do Estreito de Gibraltar e a 25km da cidade de Nador. Trata-se de um local privilegiado pela sua proximidade às principais rotas marítimas este-oeste do tráfego de contentores e do transporte de produtos petrolíferos. O projeto compreende a construção de um porto de águas profundas e uma extensa plataforma logística e industrial a construir nas imediações do porto. A empresa pública Nador West Med, S.A. (NWMSA) foi criada com o objetivo de promover os estudos de base, o projeto e a construção do empreendimento, bem como de assegurar a sua futura gestão. Em novembro de 2016 a NWMSA contratou a WW, Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, SA, para a prestação de serviços de revisão dos projetos de execução de todas obras marítimas e portuárias e para a assistência técnica à equipa da NWMSA no decurso dos trabalhos de construção do porto.

A Empreitada encontra-se em curso, estimando-se a que a sua conclusão ocorra em julho de 2024.

A presente comunicação centrar-se-á em aspetos relacionados com o porto de águas profundas, atualmente em construção, o qual será integrará as seguintes obras:

- Quebra-mares principal e secundário;
- Terminal de graneis líquidos;
- Terminal de Contentores Este;
- Terminal de Contentores Oeste/Terminal multiusos/Terminal Ro-Ro;
- Terminal de granéis sólidos;
- Cais de serviços.

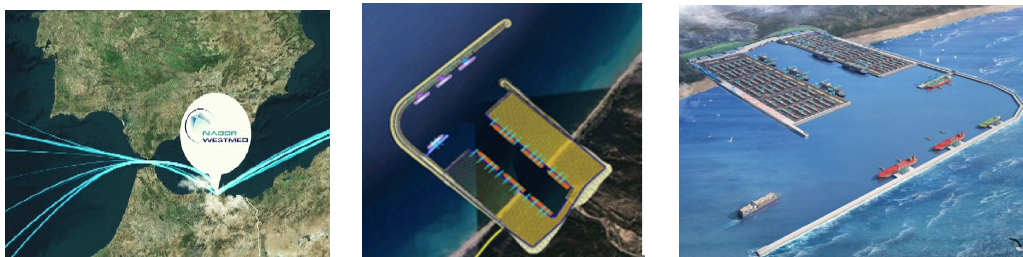


Figura 1 – Localização (esquerda), planta geral (centro) e vista (direita) do porto NWM.

2. Quebra-mar principal

O quebra-mar principal tem 4233 m de comprimento. É composto por um troço em talude de enrocamento com proteção em blocos pré-fabricados do tipo *Accropode* (4, 6,3 e 10 m³), com 1500 m de extensão atingindo profundidades de -22,00 m (ZH), e por um troço final com 2733 m de extensão, construído com caixotões pré-fabricados em betão armado, em profundidades variando entre -22,00m (ZH) e -35,00 m (ZH). O coroamento do quebra-mar localiza-se à cota

+6,50m (ZH) no troço em talude, e à cota +4,50 m (ZH) no troço em caixotões. Em ambos os troços o quebra-mar é dotado de um muro-cortina com cotas de coroamento variando entre a cota +8,00m (ZH) e a cota +9,00m (ZH).

Na execução do troço do quebra-mar com paramento vertical foram utilizados dois tipos de caixotões, ambos com $(28,29 \times 20,84)$ m² de área em planta, diferindo apenas na sua altura; os caixotões do Tramo 1 com 21,00 m de altura e fundados à cota -17,30 m (ZH) e os caixotões do Tramo 2, com 26,70 m de altura, fundados à cota -22.80 m (ZH). Os caixotões foram fundados em prismas de enrocamento de 1 a 500kg com alturas de até 12 m, protegidos com mantos de proteção de enrocamento de 1 a 3 t. Os caixotões foram construídos na sua totalidade em terra, num parque de pré-fabricação construído para o efeito. Uma vez efetuada a cura do betão dos caixotões, os caixotões eram transferidos para uma doca flutuante estacionada num cais provisório, e transportados por este meio para uma zona de armazenamento *off-shore*. Uma vez preparado prisma de assentamento definitivo, os caixotões foram reflutuados, transportados para o local de colocação definitiva e afundados.

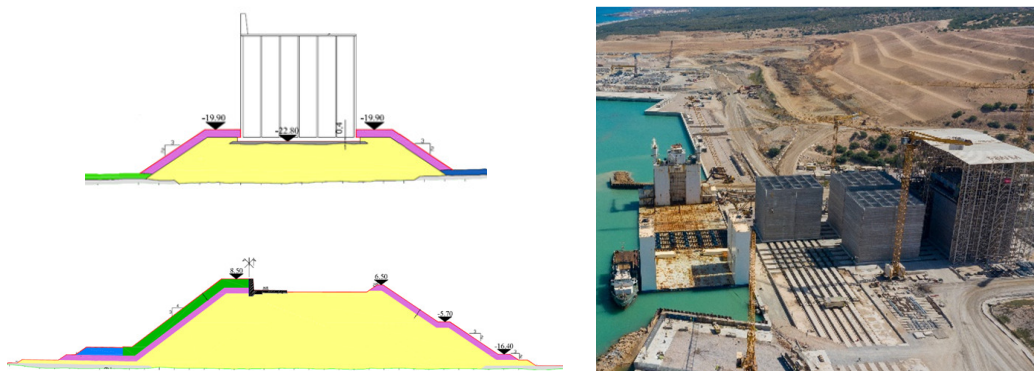


Figura 2 – Perfis transversais típicos do quebra-mar (esquerda). Pré-fabricação dos caixotões (direita)

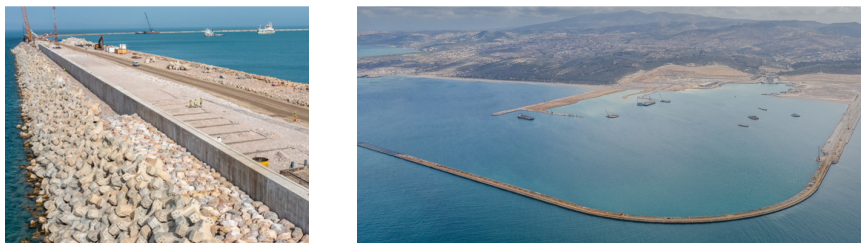


Figura 3 – Vista do troço em talude (esquerda). Vista do troço em caixotões (direita).

3. Quebra-mar secundário

O quebra-mar secundário tem 1190 m de extensão e está localizado a Este do quebra-mar principal, delimitando, com este, a entrada na bacia portuária, conferindo proteção contra a entrada da agitação marítima no interior do porto. Trata-se de um quebra-mar em talude de enrocamento com proteção em blocos pré-fabricados do tipo *Accropode* (4 e 6,3 m³), construído com direção perpendicular à linha de costa, que atinge profundidades de -25,00 m (ZH). Em grande parte da sua extensão o quebra-mar secundário confere a proteção marginal do terraplano do terminal de contentores Este. É dotado de um muro-cortina em betão armado com coroamento à cota +8,00 m ZH.

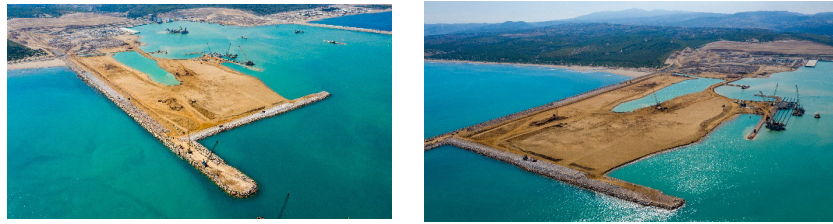


Figura 4 – Vistas quebra-mar secundário.

4. Terminal de contentores Este

O Terminal de Contentores Este é composto por um cais com 1520 m de extensão, com fundo de serviço de -18,00 m ZH e por um terrapleno com 75 ha. Este terminal foi construído parcialmente em terra e parcialmente em área molhada, troço no qual o terrapleno foi efetuado com areia material proveniente das dragagens da bacia portuária.

A estrutura do cais é composta por um tabuleiro em betão armado, construído com recurso à pré-fabricação de parte dos elementos estruturais, apoiado num conjunto de estacas de betão armado, em parte da estrutura, e em estacas metálicas tubulares na restante extensão. A retenção marginal do terrapleno do cais é conferida por um prisma de enrocamento executado previamente à execução do tabuleiro e localizado sob este elemento estrutural. A estrutura do cais foi dimensionada para suportar um conjunto de cargas definido no caderno de encargos, característico do tipo de terminal, e permitirá ainda a instalação de pórticos de cais do tipo *Ship-to-Shore cranes* (STS) de última geração.

Uma parte da estrutura do cais, a extremidade a sul, construída em terra, foi executada totalmente a seco, por meio da construção de uma ensecadeira. Neste troço, com 250 m de extensão, as estacas foram construídas em betão armado recorrendo às técnicas tradicionalmente aplicadas na construção de pilares, com recurso a cofragem tradicional. O talude da retenção marginal e o respetivo manto de proteção foram construídos a seco, com recurso a equipamento terrestre. A restante extensão da estrutura do cais foi efetuada em área molhada. Neste troço procedeu-se à cravação de estacas metálicas tubulares com diâmetros de 1422 mm e 1219 mm. A cravação das estacas foi efetuada com recurso a equipamento de cravação operado por grua posicionada numa plataforma especial (*Cantitraveller*) que permitia o guiamento e a cravação sequencial das estacas deslocando-se de forma sucessiva apoiada nas estacas já cravadas.

Uma vez terminada a cravação das estacas e executado o prisma de retenção marginal, procedeu-se ao aterro do terrapleno com areia proveniente da dragagem da bacia portuária. A colocação da areia foi efetuada por via húmida e também por transporte e basculamento por camião.

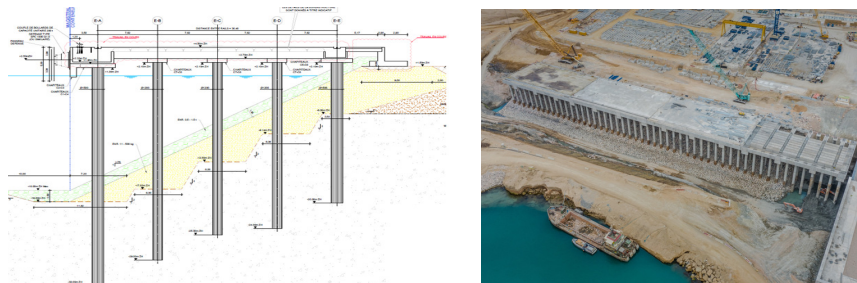


Figura 5 – Secção transversal da estrutura do cais do Terminal de Contentores Este (esquerda) e vista da parte da estrutura executada a seco (direita).



Figura 6 – Cravação das estacas metálicas.

5. Cais de serviços

Trata-se de um cais localizado no limite sul da bacia portuária, com 320 m de comprimento e fundo de serviço de -11,00 m (ZH). Este cais foi executado totalmente em terra. A estrutura de contenção é composta por uma parede moldada em betão armado com 1,20 m e 0,80 m de espessura, travada horizontalmente por tirantes metálicos fixos a barretas efetuadas no tardoz.

6. Aspetos relevantes no projeto e na construção do porto

a) Condições geológicas e geotécnicas

Foram realizadas quatro campanhas de sondagens que incluíram a execução de um conjunto muito extenso de ensaios de campo e de ensaios laboratoriais. O reconhecimento efetuado permitiu concluir que o terreno no local é constituído por sedimentos marinhos (areia, siltes e argilas) dispostos sobre margas e tufo vulcânico. Foi detetada a existência de uma espessura considerável de solos finos e moles (argilas e siltes de baixa plasticidade), com espessura de até 15 m em zonas de profundidades superiores à cota -10,00m (ZH). A profundidade e a espessura dos estratos variam significativamente ao longo das zonas de implantação das principais estruturas.

b) Dragagens e tratamento do terreno de fundação

A existência da camada de solos finos e moles ao longo de uma extensão importante do quebra-mar principal levou à necessidade de proceder à substituição desta camada por areia, posteriormente tratada por vibroflutuação. Os trabalhos de vibrocompactação foram efetuados *off-shore* em profundidades de -35,00 m (ZH) tendo a camada de areia de substituição espessuras de até 15 m. A existência de camadas superficiais de areias com menor compacidade obrigou igualmente à intervenção no sentido de aumentar a resistência e a rigidez deste material e reduzir o seu potencial de liquefação em caso de ocorrência de sismos, assegurando o adequado comportamento das estruturas do quebra-mar e dos terminais de contentores. O tratamento do solo foi efetuado por meio da substituição de areias com elevada percentagem de finos por enrocamento e pelo tratamento de areias limpas com recurso a vibroflutuação.

O volume total de dragagens da empreitada foi de 23.600.700 m³, dos quais 8.450.000 m³ corresponderam a dragagens para substituição do terreno de fundação.

c) Comportamento das estruturas em situações de projeto sísmicas

Encontrando-se a zona de intervenção num local caracterizado por uma atividade sísmica importante, houve que avaliar em detalhe o comportamento das estruturas em situações de projeto sísmicas. Foi implementada a metodologia *Performance Based Design*. A avaliação do comportamento das estruturas do quebra-mar e dos cais foi efetuada com recurso a análises dinâmicas realizadas no domínio do tempo. Utilizando acelerogramas gerados especificamente para o local, e recorrendo a modelos de cálculo especificamente desenvolvidos e a calibrados para o efeito, foi possível analisar a resposta das estruturas em termos de deformações e de esforços nos elementos estruturais em situações sísmicas. A resposta das estruturas foi então avaliada tendo em conta o critério de danos estabelecido para os diferentes níveis de ação sísmica.