



HYDROLIFT

UM SISTEMA NÃO CONVENCIONAL PARA A DOCAGEM DE NAVIOS

José M. Sardinha e José M. Cerejeira – PROMAN - Centro de Estudos e Projectos, S.A.

SUMÁRIO

No presente artigo é feita a descrição de um sistema não convencional para a docagem de navios de médio porte, designado por *Hydrolift*.

Num estaleiro naval as obras marítimas têm enorme preponderância, podendo atingir 65% do custo total do empreendimento, o que justifica a necessidade de sólida experiência na concepção dessas obras para se conseguir a sua melhor adaptação às condições físicas naturais, geralmente muito adversas. Nele se encontra praticamente todos os tipos de obras marítimas (obras de protecção e abrigo, dragagens e aterros, docas secas, cais, pontes cais e duques d'alba) e complexas obras geotécnicas (tratamento e consolidação de solos, ensecadeiras e rebaixamentos de nível freático). Assim, o lançamento de um empreendimento desta natureza constitui sempre forte desafio à criatividade do projectista na procura de soluções construtivas que, satisfazendo exigentes requisitos operacionais, ambientais e de segurança, proporcionem a optimização do custo e do prazo da construção.

Esta situação surgiu recentemente em Portugal, quando a Lisnave, por força do encerramento do estaleiro da Margueira, em Almada, concentrou no início do ano 2001 a sua actividade no estaleiro da Mitrena, no estuário do rio Sado, em Setúbal. Os estudos do mercado mundial da reparação naval revelaram que a desactivação daquele estaleiro impunha a construção na Mitrena de mais duas ou três docas para navios tipo Panamax (60 000t.p.b.). Foi atendendo, por um lado, a todas as referidas exigências operacionais, ambientais e de segurança e, por outro, às condições geotécnicas locais, que foi concebido um sistema não convencional para a docagem dos navios, designado por *Hydrolift*, já construído e a funcionar a Nascente das instalações existentes. Este sistema é, em síntese, constituído por três plataformas de docagem, com as lajes situadas próximo da superfície do terraplano, e por uma eclusa frontal que tem a função de, em relação ao nível de maré no exterior, elevar o navio a reparar e, inversamente, de baixar o navio depois de reparado.

A construção do *Hydrolift* decorreu de Dezembro de 1998 a Outubro de 2000 e o investimento feito foi da ordem de 49 milhões de Euros.

HYDROLIFT

AN UNCONVENTIONAL VESSEL DOCKING SYSTEM

SUMMARY

The present article describes an unconventional docking system for medium sized vessels, called the *Hydrolift*.

In a shipyard, maritime construction carries an enormous weight, and can account for as much as 65% of the total cost of the undertaking. This justifies the need for sound experience in designing these constructions in order to ensure that they are better adapted to natural physical conditions, which are generally very adverse. Practically all kinds of maritime constructions can be found in a shipyard (works providing protection and shelter, dredging and landfills, dry docks, quays, jetties and dolphins), as well as complex geotechnical works (soil treatment and consolidation, cofferdams and dewatering). Launching an undertaking such as this therefore always challenges the designer's creativity in searching for constructive solutions – solutions

which whilst meeting demanding operational, environmental and safety requirements, also enable the cost and construction time to be optimised.

Such a situation arose recently in Portugal, when as a result of the closure of the Margueira shipyard in Almada, Lisnave concentrated its activity, at the start of 2001, on the shipyard at Mitrena, on the estuary of the river Sado, in Setúbal. World-wide market studies in naval repairs have revealed that shutting down that shipyard would oblige the construction of another two or three docks at Mitrena for Panamax type ships (60,000 d.w.t.). Taking into account all the aforementioned operational, environmental and safety requirements and the local geotechnical conditions, an unconventional vessel docking system called *Hydrolift* was designed, and has already been built and put into operation to the East of the existing facilities. Briefly, this system comprises three docking platforms, the slabs of which are located close to the surface of the earthworks, and a front lock whose purpose is to lift the ship in need of repairs above the level of the tide outside, and to lower it after the repairs have been carried out.

The construction of the *Hydrolift* ran from December 1998 to October 2000, and around 49 million Euros were invested.

1. INTRODUÇÃO

O mercado da reparação de navios de grandes dimensões caracteriza-se por uma grande concorrência a nível mundial sendo, por isso, fundamental que qualquer estaleiro inserido nesse mercado mantenha a maior competitividade. Com este objectivo, e no quadro das directivas comunitárias, foi estabelecido em 1993 o plano de reestruturação da Lisnave que previa a desactivação do estaleiro da Margueira, em Almada, o redimensionamento da mão de obra e a realização de investimentos no estaleiro da Mitrena, no estuário do Sado, em Setúbal, mediante contrato de concessão à Lisnave por 30 anos em regime de BOT.

A análise do mercado mostrou que a desactivação do estaleiro da Margueira impunha as seguintes obras de ampliação no estaleiro da Mitrena:

- a construção de duas ou três novas docas secas dimensionadas para navios tipo Panamax (60 000 t.p.b.);
- a construção de obras de acostagem apropriadas para a reparação em flutuação de plataformas "off shore".

Vista geral actual do estaleiro da Mitrena



Foi necessário também, proceder-se à beneficiação das instalações existentes, com quase 30 anos de idade, que consistiu, principalmente, na construção das obras de reabilitação das docas, dos cais e dos caminhos de rolamento dos guindastes, na construção de obras de melhoramento das condições ambientais (redes de esgoto, estações de tratamento de águas residuais e parques de resíduos), na aquisição de equipamentos e ferramentas e na reparação de guindastes.

O estaleiro da Mitrena, após os referidos trabalhos de ampliação e beneficiação, entrou em pleno funcionamento no início do ano de 2001.

O valor total dos investimentos foi de 81,3 milhões de Euros, 60% do qual respeitou à construção das novas docas secas.

As exigências de manutenção periódica e de reparações por avaria, ou desgaste das obras vivas de um navio, obrigam à sua carenagem, isto é, à colocação em seco.

Para navios de pequeno e médio porte são utilizadas instalações de carenagem essencialmente mecânicas que dispensam onerosas obras de construção civil, das quais se destacam o plano inclinado e o elevador de navios associado a um sistema que permita fazer a sua transferência para terra.

Para navios de grande porte, isto é, superior a cerca de 20 000 t.p.b., são utilizadas unicamente docas secas e docas flutuantes. Mas, à medida que o porte e a complexidade do navio aumentam, só as docas secas permitem fazer a sua carenagem. Esta infra-estrutura é, também, a única que hoje é utilizada na construção de grandes navios. Verifica-se, assim, que o sistema doca seca, não obstante os seus 200 anos de existência, continua actual, beneficiando naturalmente dos avanços tecnológicos dos processos de construção e dos apetrechamentos mecânico e eléctrico de apoio. É, porém, sempre uma solução cara, cujo custo inicial está muito dependente das condições locais, de entre as quais se destacam as geotécnicas. Assim, um empreendimento desta natureza constitui sempre forte desafio à criatividade do projectista na procura de solução construtiva que, bem inserida no meio local e satisfazendo exigentes requisitos operacionais de carenagem dos navios, ambientais e de segurança, proporcione a optimização do custo e do prazo da construção.

Foi tendo em conta todos estes factores que, para as novas docas secas da Mitrena, os projectistas conceberam um sistema não convencional para carenagem de navios até 60 000 t.p.b. designado por *Hydrolift*. Este sistema é, em síntese, constituído por três docas com as lajes de fundo situadas a nível próximo do da superfície do terraplano (razão porque as docas se designam por plataformas de docagem) e por uma eclusa frontal que tem a função de, em relação ao nível da maré no exterior, elevar o navio a reparar numa das plataformas e, inversamente, de baixar o navio depois de reparado.

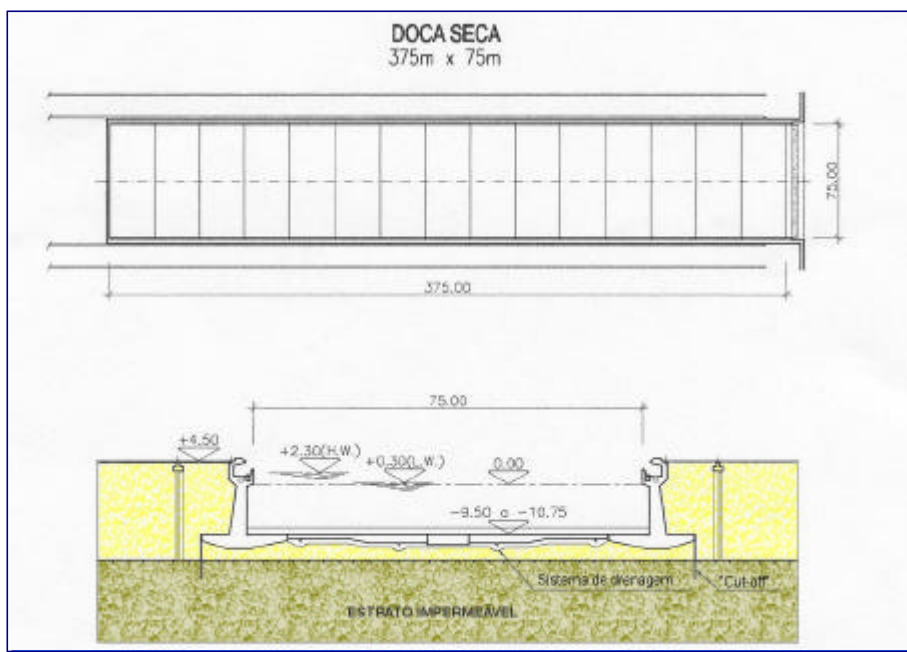
2. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DE DOCAS SECAS

O custo das obras de engenharia civil representa sempre uma parte considerável, por vezes 65% ou mais, do custo total da construção das docas secas. Justifica-se, por conseguinte, que o projectista disponha dos resultados de uma investigação adequada das condições locais para permitir uma concepção das obras que minimize os custos e os prazos da construção. Importa salientar que o valor dos trabalhos de investigação do local não representa, em geral, mais do que 0,5% do custo das obras, o que não tem significado face às vantagens técnicas e económicas que advém de uma concepção perfeitamente ajustada às condições locais.

A concepção e o projecto das estruturas das docas secas exige, com efeito, uma boa caracterização das formações geológicas locais, nomeadamente a respeito da posição, natureza, capacidade de carga e permeabilidade dessas formações. Se as formações de fundação dessas estruturas apresentam permeabilidade média suficientemente baixa ($k \leq 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$), pode ser adoptada uma solução do tipo "fundo drenado", na qual se

efectua o alívio das pressões hidrostáticas sob a laje de fundo da doca e, por vezes também, das paredes, por meio de adequado sistema de drenagem. Este tipo de solução ainda poderá ser adoptado quando essas formações ocorrem a uma profundidade tal que compense a construção de uma cortina estanque perimetral (“cut-off”) para corte do afluxo de água das formações superiores permeáveis.

Exemplo de doca de “fundo drenado” (ASRY – Bahrain)



A solução do tipo “fundo drenado” é consideravelmente mais económica quando comparada com soluções de “gravidade” ou de “fundo ancorado”, nas quais a reacção à subpressão hidrostática é garantida, respectivamente, pelo peso próprio da estrutura ou por ancoragem no solo. O aumento da dimensão transversal da doca faz, contudo, desvanecer a contribuição do peso próprio das paredes e do terreno adstrito para contrabalançar a subpressão, de modo que a solução de “fundo drenado” torna-se tanto mais interessante quanto maior for a dimensão transversal da doca. Na construção de uma doca para navios de grandes dimensões a redução do custo das estruturas pela adopção da solução de fundo drenado, pode ser superior a 20%, quando comparada com a de “fundo ancorado”.

A doca de “fundo drenado” tem, no entanto, a desvantagem de necessitar a bombagem permanente da água drenada durante toda a vida útil da obra com incidência nos custos de exploração. Assim, após a avaliação das permeabilidades e da quantificação da água a esgotar, a decisão sobre o tipo estrutural a adoptar terá que se basear no resultado da análise técnico – económica comparativa das soluções alternativas.

Quando a permeabilidade das formações envolventes das estruturas é muito elevada até grandes profundidades, a solução a adoptar, se a doca é de grandes dimensões, é a de “fundo ancorado”.

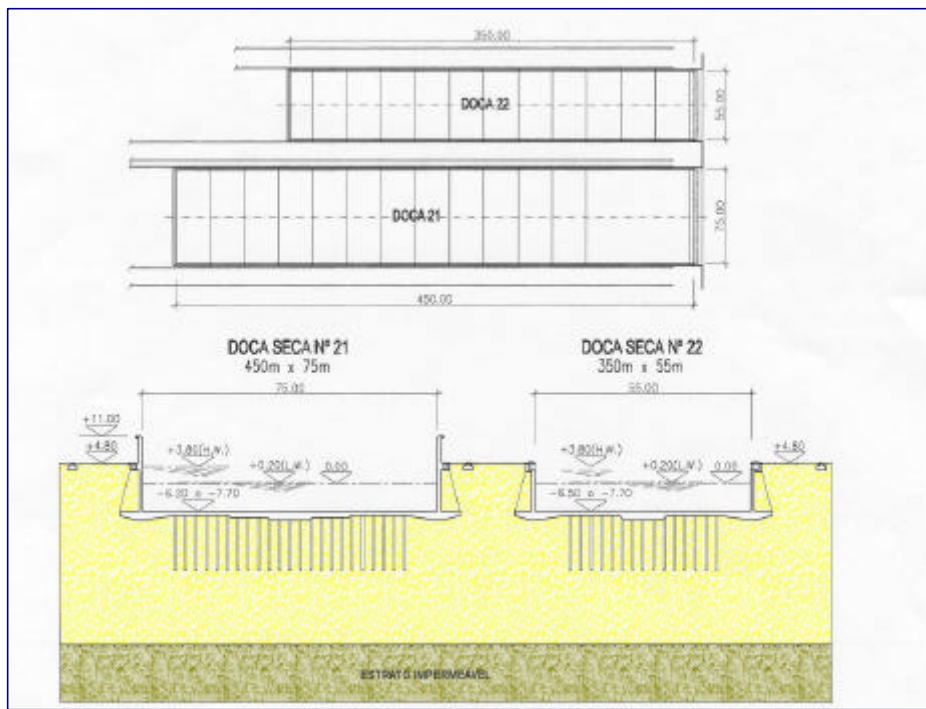
Exemplo deste tipo de solução é o das docas de reparação 21 e 22 do estaleiro da Mitrena, construídas entre Abril de 1972 e o início de 1975, nas quais a ancoragem das lajes de fundo foi realizada com estacas de betão armado moldadas no solo. (Menezes, J. e Cerejeira, J. 1974).

Os resultados de numerosas sondagens de percussão, de ensaios laboratoriais das amostras recolhidas nessas sondagens e, também, de ensaios de permeabilidade “in situ” numa área experimental com 3800 m², mostraram que as formações envolventes

eram constituídas por areias médias e grossas até profundidades da ordem de 40 m com permeabilidade média muito elevada ($k = 3 \times 10^{-3} \text{ms}^{-1}$), valor este que eliminava a hipótese de solução tipo “fundo drenado”.

As lajes de fundo das docas estão fundadas sobre cerca de 6 500 estacas, comprimento total de 75 000 m, o que exigiu a mobilização de quatro equipamentos de cravação durante 9 meses.

Exemplo de docas de “fundo ancorado” (Setenave)



O conhecimento da permeabilidade das formações é, também, da maior importância para a concepção e a programação dos trabalhos. Com efeito, a construção de docas, quando efectuada a seco no interior da escavação, apresenta, normalmente, menor custo e menor prazo. Contudo, tendo presente a grande dimensão da escavação e o desnível de água a atingir, os estudos do rebaixamento aquífero e da ensecadeira, pela magnitude de problemas técnicos que envolvem e pela incidência que os respectivos custos e prazos de construção têm no lançamento do empreendimento, terão que merecer o maior cuidado do projectista.

Para a construção a seco das referidas docas 21 e 22 foi necessário rebaixar cerca de 14 m o nível da água e manter esse nível rebaixado durante o período da construção, de cerca de 2 anos, numa área com 80 000 m². Foi utilizado um sistema de linhas periféricas de pontas filtrantes (*well points*), com 24 unidades de bombagem e potência total instalada de 2 000 HP, que chegou a bombear permanentemente um caudal de 4,5 m³/s. (Folque, J.; Maranhã das Neves, E.; Guedes de Melo, F.; Chaves; J. B. 1976). Este trabalho custou, aproximadamente, 10% do custo total das obras de construção civil das docas.

Outro factor que pesa consideravelmente no custo do empreendimento é, como é óbvio, a ocorrência, a profundidade conveniente, de formações geológicas com capacidade de carga suficiente para suportar as elevadas cargas das estruturas principais do estaleiro. Se essas formações se encontram a níveis tais que permitam fundar directamente essas estruturas, obtém-se soluções económicas. Quando a profundidade dessas formações inviabiliza a realização de fundações directas, torna-se necessário o recurso a soluções mais dispendiosas, com fundações indirectas.

3. DADOS DE BASE DO *HYDROLIFT*

3.1 Condições Físicas Locais

A localização escolhida para as novas docas foi a zona extrema a Nascente da área da concessão onde o leito do estuário do rio se situava, em geral, próximo da cota + 1,0 m(ZH).

Os resultados das investigações realizadas no local mostraram que o terreno de fundação é constituído por um complexo aluvionar arenoso com espessura superior a 40 m, formado por areias limpas, de calibre variável de médio a grosso, com pequenas intercalações argilosas e siltosas, assente sobre uma espessa formação pliocénica constituída por areias argilosas pré-consolidadas, com intercalações de argila e silte. Assim, tal como no local das referidas docas 21 e 22, a permeabilidade média do referido complexo arenoso é muito elevada ($k = 3 \times 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$), mas, por outro lado, dispõe de boa capacidade de carga para permitir fundar directamente as estruturas.

Vista geral do estaleiro antes da construção do Hydrolift



3.2 Requisitos Operacionais e de Protecção Ambiental

A Lisnave pretendia dispor de duas ou, se possível, de três docas para navios tipo Panamax (60 000 t.p.b.) e considerava de muito interesse, para o aumento da produtividade dos trabalhos da reparação naval, que fosse possível o “acesso por roda” às lajes de fundo.

Nas docas tradicionais os equipamentos móveis e os materiais utilizados nos trabalhos a realizar, tanto nos navios em reparação como em construção, são movimentados por guindastes. A tendência moderna, que surgiu com o sistema de elevador de navios e sua transferência para terra, é a de se levar rápida e facilmente pessoas, ferramentas, materiais e equipamentos para junto dos navios, evitando tanto quanto possível o serviço de guindastes. Isto implica naturalmente que o navio, em reparação ou em construção, esteja assente próximo do nível do terraplano, isto é, docado em plataforma.

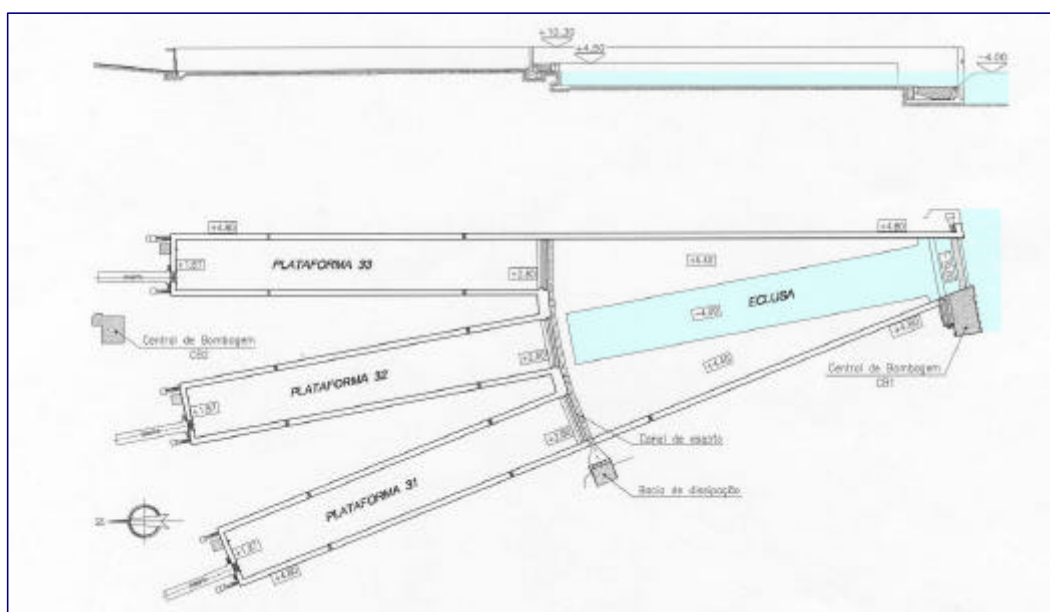
A Lisnave dispunha já da experiência do trabalho nessas circunstâncias na plataforma n.º 20 do estaleiro da Mitrena (Sardinha, J.M., 1976).

As exigências da protecção ambiental obrigavam à segregação e ao tratamento das águas e dos detritos sólidos provenientes das lajes de fundo das docas após a realização dos trabalhos de reparação dos navios, problema cuja resolução fica consideravelmente facilitada com a adopção de plataformas de docagem.

4. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

Tendo em consideração, por um lado, as condições físicas locais e os requisitos operacionais e de protecção ambiental descritos no capítulo anterior e, por outro, a necessidade de minimizar o custo do investimento a realizar e o prazo da construção, a solução que veio a ser adoptada para as novas docas, designada por *Hydrolift*, é constituída por duas partes distintas: a eclusa e as plataformas de docagem.

Arranjo geral do Hydrolift



A eclusa é uma bacia fechada rodeada por muros envolventes cujo coroamento está à cota + 10,30 m(ZH) e dispõe de uma comporta que a põe em ligação com o meio fluvial exterior. A sua função é receber o navio a reparar, flutuando ao nível da maré e, depois de fechada a comporta, elevá-lo para a cota desejada por acção da bombagem do exterior para o interior. Inversamente, a eclusa transfere o navio depois de reparado para o estuário. Nesta operação a passagem do navio elevado para exterior, faz-se por esgoto gravítico da água da eclusa.

As plataformas são docas elevadas, circundadas por muros com o coroamento à mesma cota + 10,30 m(ZH). Cada plataforma dispõe de uma comporta que a isola ou a põe em comunicação com a eclusa. A implantação é caracterizada por uma configuração irradiante definida pelos eixos das plataformas que concorrem num ponto próximo da comporta da eclusa. Este é o ponto de rotação do navio para se posicionar na direcção correspondente à plataforma que vai ocupar.

O pequeno desnível entre a cota geral do terrapleno e a da laje de fundo de cada plataforma é vencido por meio de uma rampa, com cerca de 6% de inclinação, que permite o acesso de qualquer viatura, incluindo zorras motorizadas e empilhadores.

O custo global do *Hydrolift* com as três plataformas foi de 48,9 milhões de Euros, cerca de metade para as obras de construção civil e outro tanto para os apetrechamentos mecânico e eléctrico. Caso se tivesse optado por construir o *Hydrolift* com, apenas, duas plataformas o custo teria sido de 41,3 milhões de Euros.

Como o custo da construção de duas docas secas enterradas convencionais fora estimado em cerca de 47,0 milhões de Euros (68% para as obras de construção civil e 32% para o apetrechamento), concluiu-se que, com o sistema *Hydrolift* de três plataformas era possível obter uma capacidade de carenagem 50% maior com um valor do investimento da mesma ordem de grandeza e prazo de construção equivalente.

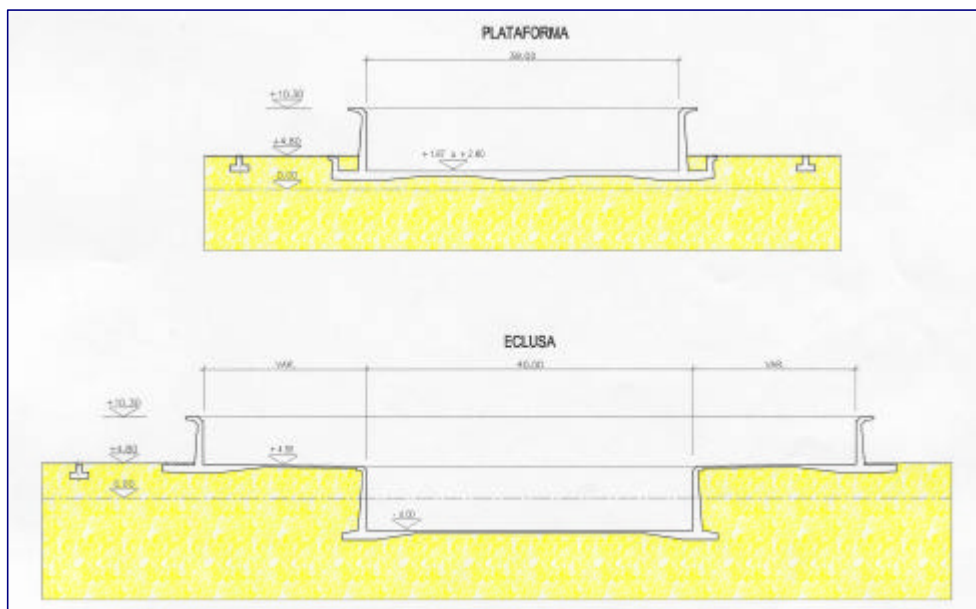
Os valores acima referidos evidenciam, também, que, enquanto o custo das obras de construção civil do *Hydrolift* com 3 plataformas é de cerca de 76,5 % do custo total das duas docas secas convencionais, o custo do apetrechamento destas é, em contrapartida, de 61,5% do do *Hydrolift*. Isto mostra que, de facto, o apetrechamento mecânico do *Hydrolift* tem, comparativamente, maior peso e é mais complexo, em especial no que diz respeito às comportas, sistema de alagem e circuitos hidráulicos.

a) Obras de construção civil

Como se depreende das considerações gerais sobre a concepção de docas secas apresentadas anteriormente, com o sistema *Hydrolift* foi possível tirar o melhor partido possível das condições locais para reduzir o custo e o prazo de construção das obras de engenharia civil, principalmente porque:

- como é boa a capacidade de carga das formações arenosas, todas as estruturas foram fundadas directamente;
- como é elevada a permeabilidade dessas formações, as lajes de fundo das plataformas ficaram a nível próximo do da superfície do terrapleno para evitar a subpressão hidrostática.

Cortes-tipo das obras



Acresce que, como a eclusa apenas tem que ter a mesma cota da soleira da entrada, foi possível reduzir, em comparação, com uma doca seca convencional, a profundidade da escavação e, conseqüentemente, do rebaixamento do nível aquífero, em cerca de 2,2 m, em média, para ter em conta a altura dos picadeiros e a

inclinação para drenagem. Esta solução permitiu, por isso, reduzir significativamente o custo do sistema de rebaixamento e da manutenção do nível aquífero durante todo o período da construção da eclusa numa área com cerca de 30 000 m².

O sistema de rebaixamento foi constituído por 86 furos de bombagem (deep wells) e por linha periféricas filtrantes (well points) na zona frontal da eclusa, mais profunda e que compreende a central de bombagem CB1, o bloco lateral Nascente e o poço de alojamento da comporta da eclusa quando rebatida. A potência máxima instalada foi de 1 500 kW e o caudal efectivo bombado na fase da obra foi de 2,6 m³/s. (Chaves, J. A. B. e Medeiros, A. L. C., 2000).

Por outro lado, dada a circunstância de não ser preciso esvaziar a eclusa, a laje de fundo não requer qualquer ancoragem e, como fundamentalmente tem apenas função impermeabilizante, a sua espessura é muito reduzida (0,40 m).

Os aterros hidráulicos foram previamente consolidados em profundidade por meio de vibroflutuação a fim de limitar os assentamentos das estruturas sob a actuação das cargas de serviço e de obviar o fenómeno da liquefação das areias sob as acções sísmicas.

b) Os apetrechamentos mecânico e eléctrico

Os equipamentos principais do sistema *Hydrolift* são os seguintes:

i) Sistema de bombagem principal

É constituído por quatro bombas helico-mistas, com o caudal de 46 500 m³/h cada uma, aspirando do estuário e descarregando para a eclusa através de sifões. Estes dispositivos asseguram o corte da veia líquida impedindo assim o refluxo da água e a conseqüente turbinagem das bombas, situação que levaria ao seu colapso. As bombas localizadas numa central existente na entrada da eclusa (CB1), asseguram o seu enchimento em simultâneo com uma plataforma, em cerca de uma hora e meia.

A entrada da água na eclusa faz-se através de um canal, projectado de modo a dissipar a energia desenvolvida pelo grande caudal. Com o dispositivo adoptado se procurou evitar grande turbulência na zona de descarga, impedindo assim movimentos desordenados do navio e conseqüentes sobrecargas nos seus cabos de amarração.

ii) Comportas

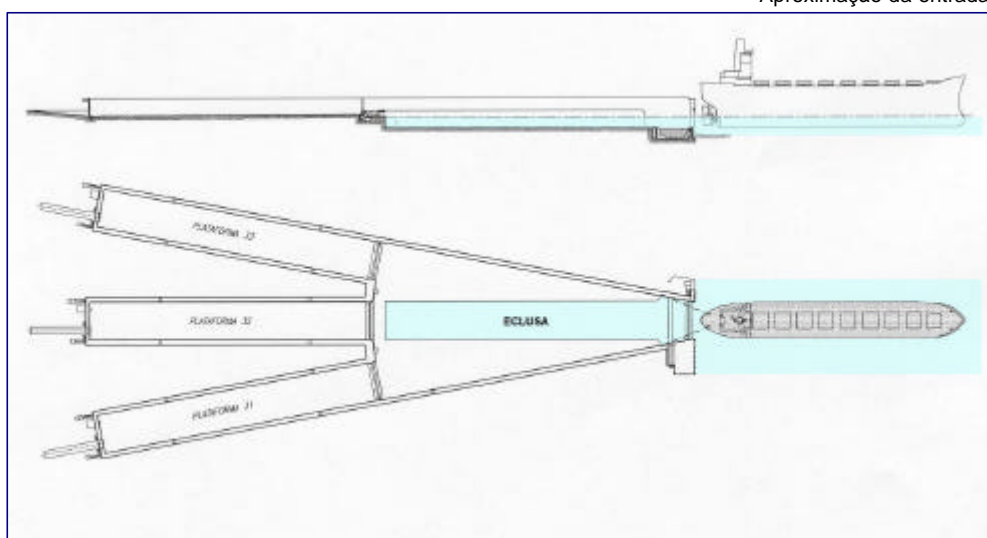
São quatro as comportas: uma à entrada da eclusa e uma à entrada de cada uma das três plataformas. Todas as comportas são do tipo de abater (flap gate), isto é, a operação de abrir ou fechar, faz-se por rotação em torno de um eixo situado na sua parte inferior. Para reduzir o peso aparente das comportas em imersão, todas elas dispõem de tanques de impulsão. Assim, por exemplo, a comporta da eclusa (que é a mais alta, no seu tipo, existente em todo o mundo), pesa cerca de 550 t e é manobrada por dois guinchos eléctricos que desenvolvem, cada um, uma força máxima de, apenas, 520 kN. O tempo de abertura e de fecho de qualquer das comportas é de cerca de 6 minutos. Todas elas dispõem de vários dispositivos de segurança.

iii) Sistema de algem dos navios

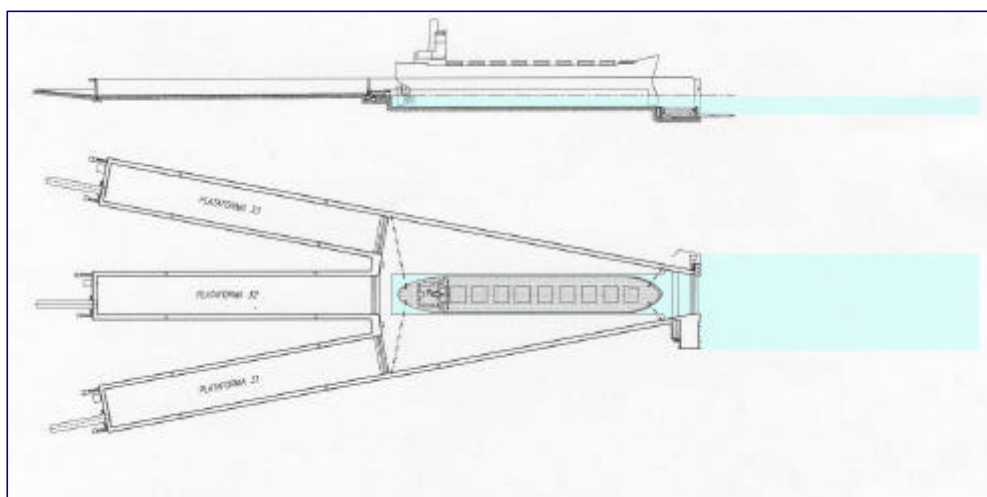
Os navios são manobrados na entrada e na saída da eclusa e transferidos para as plataformas, ou delas retirados, por meio de um sistema mecânico constituído por vários guinchos que, associados a carros de reboque, movem e controlam os navios durante as operações de algem. Os carros deslocam-se no interior de caminhos de rolamento montados a todo o comprimento dos muros que ladeiam a eclusa e as plataformas. Cada navio é manobrado por quatro carros, aos quais está ligado por cabos de aço, dois a vante e dois a ré. Por acção dos guinchos desenvolvem-se as forças que, por tracção, guiam os navios durante todas as fases da operação de docagem e de saída. A operação controlada dos guinchos permite variar a todo o momento as forças actuantes sobre o navio, tanto em intensidade como em direcção.

Esquema da docagem do navio

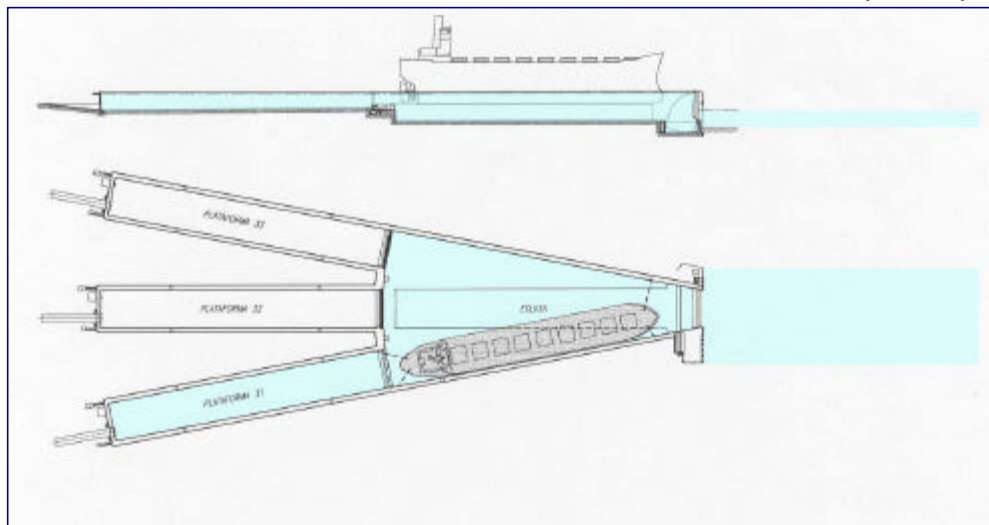
Aproximação da entrada



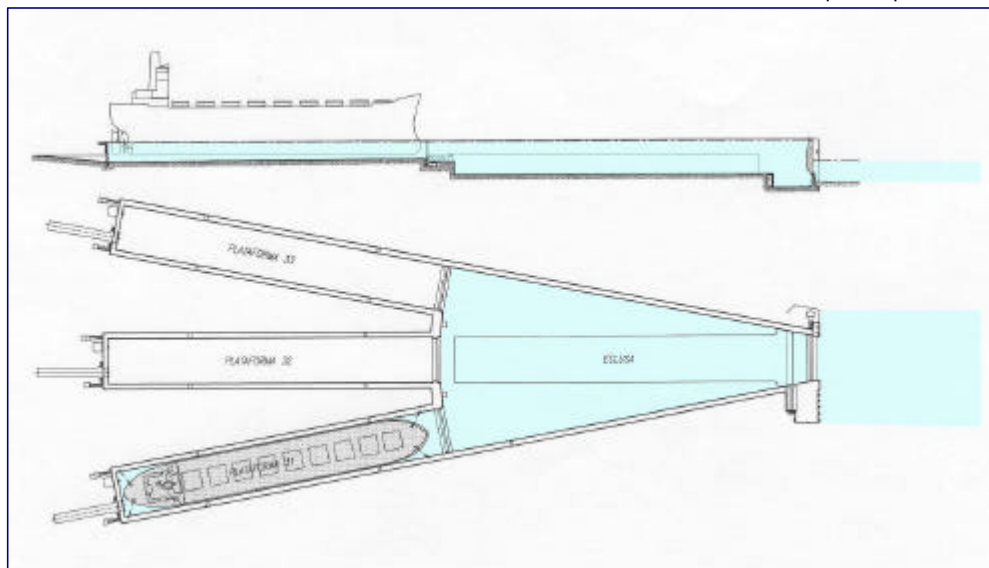
Entrada na eclusa



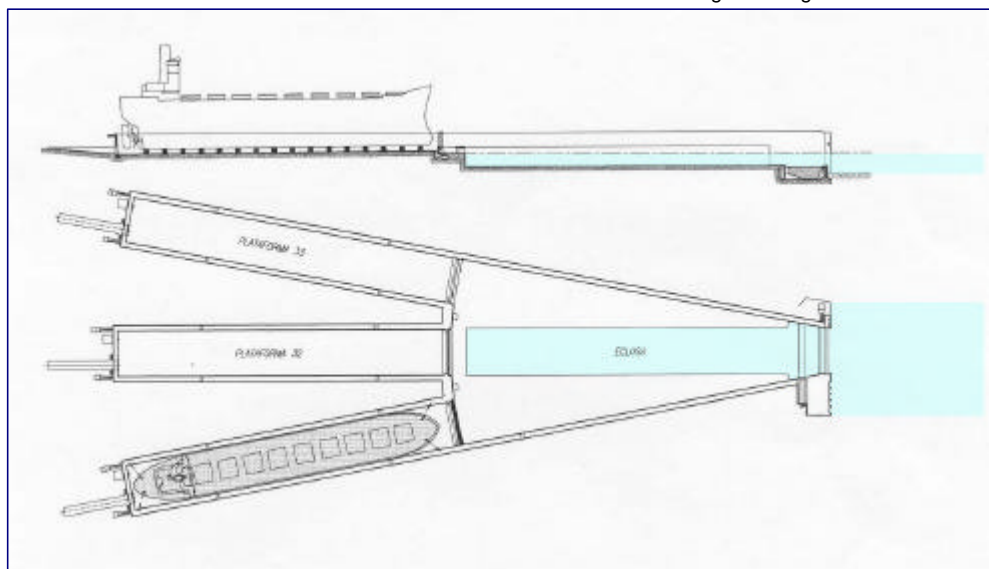
Elevação e rotação



Transferência para a plataforma



Esgoto da água e assentamento



iv) *Sistema de esgoto*

Os elevados volumes de água envolvidos nas operações de docagem, correspondentes às capacidades conjuntas da eclusa e de uma das plataformas, e a necessidade de as executar num tempo tão razoavelmente curto quanto possível, levaram a instalar, conforme referido, uma central de bombagem com elevada capacidade (CB1) a fim de assegurar o enchimento em cerca de uma hora e meia.

Inversamente, o esgoto gravítico da água faz-se no mesmo tempo, através de um canal que, interligando as três plataformas, desagua numa câmara de saída equipada com cinco válvulas de 1400 mm de diâmetro. A velocidade do esgoto pode regular-se através da abertura simultânea do número desejado de válvulas.

Por razões operacionais relacionadas com os trabalhos dos navios, e exigências de protecção ambiental, a fase final de esgoto das plataformas é feita por um outro circuito dotado de uma segunda central de reduzida capacidade de bombagem (CB2). Assinala-se que a água residual das docas, isto é, aquela que está mais directamente em contacto com os resíduos acumulados no fundo da doca após a reparação, é a mais poluída. Assim, separando o esgoto geral do residual, consegue-se elevado grau de protecção ambiental. A CB2 pode, consoante as circunstâncias, bombear a água residual directamente para o meio aquático exterior ou encaminhá-la para a ETAR construída na proximidade.

v) *Serviços de apoio*

O *Hydrolift* dispõe ainda de todos os serviços de apoio usualmente exigidos em qualquer doca, nomeadamente os seguintes:

- Redes de fluidos (água salgada de serviço geral, de lastro e de combate a incêndios, água doce, ar comprimido de 7 e 10 kg/cm², oxigénio e acetileno).
- Apetrechamento eléctrico (redes de média e baixa tensão, comunicações e segurança).

Vista geral do Hydrolift e da alagem de navio



5. CONCLUSÃO

O sistema não convencional para a docagem de navios, designado por *Hydrolift*, construído e em operação no estaleiro da Mitrena desde o princípio de 2001, permitiu obter uma capacidade de carenagem de navios tipo Panamax (60 000 t.p.b.) 50% maior do que com duas docas secas convencionais, com um volume de investimento da mesma ordem de grandeza (49 milhões de Euros) e prazo de construção equivalente (24 meses). O sistema tem, também comparativamente, as vantagens de aumentar a produtividade dos trabalhos da reparação naval pelo facto de possibilitar o “acesso por roda” às lajes de fundo das docas e de facilitar a remoção das águas e dos detritos sólidos provenientes das lajes de fundo após a realização dos trabalhos. Em contrapartida, o sistema apresenta, contudo, uma maior complexidade do apetrechamento mecânico, especialmente no que diz respeito às comportas, sistema de alagem e circuitos hidráulicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEREJEIRA, J. M. (1977)

“A ancoragem de dois grandes diques secos com estacas de concreto armado”, Simpósio Sobre Tendências Actuais no Projecto e Execução de Estruturas Marítimas, Rio de Janeiro, Abril de 1977.

CEREJEIRA, J. M. (1997)

“Estacas de ancoragem das docas 21 e 22 da Setenave”, Sessão evocativa dos 25 anos da SPG, Eurocódigo 7 – Projecto Geotécnico, LNEC, Outubro de 1997, p. II (93 a 112).

CHAVES, J. A. B. e MEDEIROS, A. L. C. (2000)

“Projectos de rebaixamento de nível aquífero em grandes escavações”; 7º Congresso Nacional de Geotécnia, Porto, Abril de 2000, p. 583 a 592.

FOLQUE, L.; MARANHA DAS NEVES, E.; GUEDES DE MELO, F.; CHAVES, J. A. (1976)

“Dewatering for the construction of a large dock complex”, 6º Congresso Europeu de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Viena, Março de 1976, p. 225 a 232.

MENEZES, J. C. e CEREJEIRA, J. M. (1974)

“Setenave Shipyard. General description of the project and the construction works”, 6º Congresso Internacional dos Portos, Maio de 1974, Antuerpia p. 2.52 (1 a 8).

SARDINHA, J. M. S. (1977)

“A solução plataforma como alternativa aos diques de construção naval”, Simpósio Sobre Tendências Actuais no Projecto e Execução de Estruturas Marítimas, Rio de Janeiro, Abril de 1977.