

## PARTICULARIDADES A CONSIDERAR NO ESTUDO DE UMA DOCA SECA DE REPARAÇÃO NAVAL

José Pernão; Pedro Sobral  
Future Proman

[jose.pernao@future.proman.pt](mailto:jose.pernao@future.proman.pt), [pedro.sobral@future.proman.pt](mailto:pedro.sobral@future.proman.pt)

### Sumário

Uma Doca Seca para reparação ou de construção naval é uma infraestrutura de grande complexidade e multidisciplinar que exige uma coordenação bastante rigorosa. Muito mais do que uma obra marítima com as particularidades inerentes à localização, envolvente geotécnica e ações (hidráulicas e outras), uma doca seca possui um conjunto de equipamentos, redes e serviços que lhe são peculiares. Sem uma perfeita integração de todas essas componentes uma doca seca poderá tornar-se rapidamente obsoleta, perder capacidade de operação e tornar-se num investimento inviável.

A Future Proman tem tradição em Portugal e internacional na conceção e projeto de um vasto conjunto de docas secas, maioritariamente de reparação naval, mas também de construção, de que destacamos, o antigo estaleiro da Lisnave na Margueira em Almada, o estaleiro da Lisnave na Mitrena em Setúbal, o estaleiro da WestSea em Viana do Castelo, o estaleiro da Rocha de Conde de Óbidos em Lisboa, o estaleiro do Arsenal do Alfeite em Almada, e muitos outros de menores dimensões. Todas estas docas secas são diferentes, mas todas elas possuem aspetos e equipamentos comuns como por exemplo, o sistema de comportas, o sistema de enchimento e esgotamento, o sistema de drenagem da laje de fundo, o sistema de alagem de embarcações. Nas figuras seguintes apresentam-se as seções longitudinal e transversal de uma doca recente em que a Future Proman projetou.

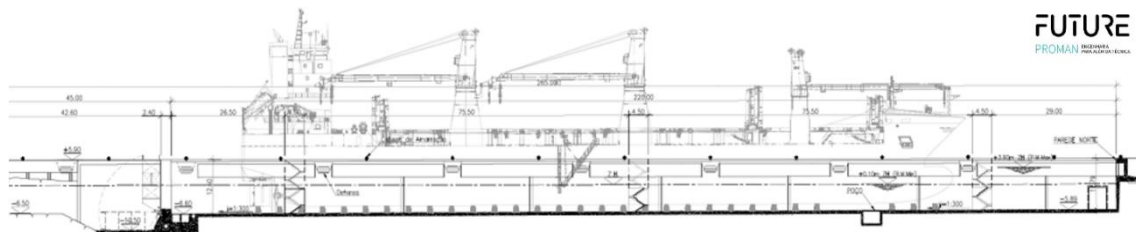


Figura 1. Secção longitudinal de uma doca.

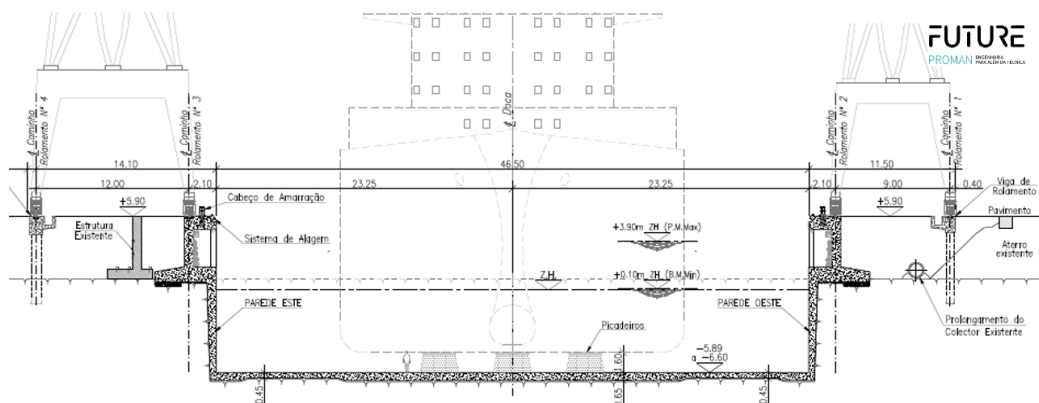


Figura 2. Secção transversal de uma doca.



## Introdução

Num estaleiro naval as obras marítimas têm uma enorme preponderância, o que justifica a necessidade de sólida experiência na conceção dessas obras para se conseguir a sua melhor adaptação às condições físicas naturais, geralmente muito adversas. Nele se encontram, praticamente, todos os tipos de obras marítimas (docas secas, muros cais, pontes-cais, duques d'Alba, obras de proteção e abrigo, dragagens e aterros) e, normalmente, requerem complexas obras geotécnicas (tratamento e consolidação de solos, ensecadeiras e rebaixamentos do nível freático).

Assim, o lançamento de um empreendimento desta natureza constitui sempre um forte desafio à criatividade do projetista na procura de soluções estruturais e construtivas que, satisfazendo exigentes requisitos operacionais, ambientais e de segurança, proporcionem a otimização do custo e do prazo de construção.

A elaboração do projeto conceptual de um estaleiro naval e, particularmente, das suas principais infra-estruturas, as docas secas, constitui a fase mais importante dos estudos, e requer a intervenção de experiente equipa pluridisciplinar de engenharia no apoio ao Dono de Obra para se conseguir atingir os objetivos principais do empreendimento: minimizar o investimento inicial e os custos operacionais e maximizar a produtividade.

A importância do conhecimento das condições hidro-geológicas na conceção de docas secas para navios de grande dimensão é da maior importância e deverá ser devidamente considerado numa fase prévia de escolha do local para o estaleiro.

Na presente comunicação são apresentadas algumas opções de projeto que a Future Proman adotou em infraestruturas desta natureza, procurando explicar de forma simplificada alguns dos sistemas acima referidos e as vantagens ou desvantagens associadas.

Os assuntos serão essencialmente os seguintes:

- Os navios — a razão de existir de uma doca, definição da frota
- Laje de Fundo da Doca — o conceito e o dimensionamento, a geotecnia, a drenagem;
- Comportas — tipos de comportas, dimensionamento e funcionamento, a manutenção;
- Centrais de bombagem — a complexidade, os equipamentos, a eficiência;
- Alagem — o sistema que movimenta os navios
- Redes Técnicas — o sistema circulatório que dá vida à doca.

## Os navios

As docas secas são instalações fundamentais da indústria de construção e reparação naval. O seu custo é elevado e o desenho de cada doca repercute-se de forma significativa na sua funcionalidade e nos seus custos de operação. Resulta destas duas circunstâncias, a necessidade de um projeto perfeitamente adaptado às condições existentes no local da sua construção e ao objetivo da sua utilização, como meio de operação industrial.

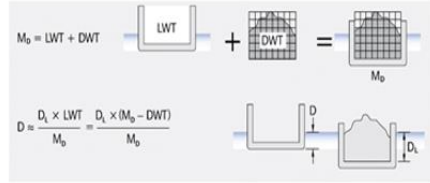
Importa, desde logo, conhecer as características dos navios que irão utilizar a doca, pois as dimensões desta será definida em função dos navios que ela vai receber. É boa prática estabelecer o navio de projeto que será o maior esperado, em comprimento fora a fora, boca, calados e sua caracterização comercial. É evidente que este critério não invalida que outros navios de inferiores dimensões possam ser construídos ou reparados nessa doca. O que no futuro virá a caracterizar a doca é a sua definição geométrica, isto é, o comprimento total medido entre a face interna da comporta e a parede de fundo, a largura na entrada da doca e a cota da soleira de entrada que, regra geral, é a cota da parte superior dos picadeiros do berço.

Como exemplo apresenta-se uma tabela preparada pela Future Proman com o objetivo de se obter o valor de D, calado leve, de um conjunto tipo de navios, desde navios de carga geral até porta-contentores.



Tabela 1. Determinação do navio de projeto

TyPe	dWT (t)	Δm (t)	loA (m)	lpp (m)	B (m)	DL (m)	D
							6,00
Product and Chemical Tankers	40,00	54,00	200,00	190,00	30,00	11,80	3,06
	30,00	42,00	188,00	178,00	28,00	10,80	3,09
	20,00	29,00	174,00	165,00	24,50	9,80	3,04
	10,00	15,00	145,00	137,00	19,00	7,80	2,60
	5,00	8,00	110,00	104,00	15,00	7,00	2,63
	3,00	4,90	90,00	85,00	13,00	6,00	2,33
Teu	40,00	50,00	195,00	185,00	29,00	11,50	2,30
	20,00	26,00	160,00	152,00	23,50	9,30	2,15
	10,00	13,00	130,00	124,00	18,00	7,50	1,73
	10,00	17,00	160,00	152,00	21,00	9,30	3,83
	5,00	8,90	134,00	126,00	16,00	8,10	3,50
	3,00	5,50	116,00	110,00	13,30	7,00	3,18
Cargo Vessels	25,00	33,50	195,00	185,00	28,50	10,10	2,56
	20,00	27,00	174,00	165,00	26,20	9,20	2,39
	15,00	20,00	152,00	144,00	23,70	8,50	2,13
	10,00	13,50	130,00	124,00	21,20	7,30	1,89
	20,00	36,00	197,00	187,00	28,60	9,10	4,04
	15,00	27,50	177,00	168,00	26,20	8,40	3,82
Cargo Vessels	10,00	18,40	153,00	145,00	23,40	7,40	3,38
	5,00	9,50	121,00	115,00	19,30	6,00	2,84
	35,00	48,00	199,00	189,00	28,90	12,00	3,25
	30,00	41,00	188,00	179,00	27,70	11,30	3,03
	25,00	34,50	178,00	169,00	26,40	10,70	2,95
	20,00	28,00	166,00	158,00	24,80	10,00	2,86
Cargo Vessels	15,00	21,50	152,00	145,00	22,60	9,20	2,78
	10,00	14,50	133,00	127,00	19,80	8,00	2,48
	5,00	7,50	105,00	100,00	16,80	6,40	2,13
	2,50	4,00	85,00	80,00	13,00	5,00	1,88
	15,00	25,00	197,00	183,00	30,60	7,10	2,84
	12,50	21,00	187,00	174,00	28,70	6,70	2,71
Cargo Vessels	11,50	19,00	182,00	169,00	27,60	6,50	2,57
	10,20	17,00	175,00	163,00	26,50	6,30	2,52
	9,00	15,00	170,00	158,00	25,30	6,10	2,44



Através de uma análise de uma base de dados, define-se então o navio de projeto que condicionará as dimensões e características da doca com os principais atributos:

- LOA – Comprimento fora a fora;
- B – Boca;
- DI – Calado leve
- Δ<sub>leve</sub> - Deslocamento leve

Para além do navio de projeto (maior navio) outros navios de menores dimensões serão considerados, com as disposições possíveis para dimensionamento da laje de fundo. Para obtermos a cota de soleira na entrada da doca as características da frota de navios será também determinante em função das condições de maré em que estes serão docados (entrada ou saída da doca seca).

O deslocamento leve do navio irá condicionar o dimensionamento dos cabeços, defensas e sistema de alagem.

### Laje de Fundo da Doca

Esta estrutura resistente da doca está sujeita às forças de distribuição do peso do navio sobre os picadeiros do berço e transferência da carga destes para a laje de fundo.

O berço da doca é o conjunto de pontos de apoio através dos quais o navio descarrega o seu peso sobre a laje da doca. Esses pontos de apoio são os picadeiros (do tipo *Keel* – centrais e *Bilge* - laterais) que, qualquer que seja o seu tipo são sempre constituídos por um suporte resistente e rígido e por uma parte elástica e, portanto, deformável. É esta que, uma vez em carga, absorve as inevitáveis irregularidades do fundo do navio, da laje e do plano da superfície superior do picadeiro. Essas irregularidades podem atingir alguns milímetros que, se não fossem absorvidos por um elemento elástico, poderiam dificultar a distribuição uniforme do peso do navio.

A distribuição dos picadeiros é muitas vezes definida através de um plano de docagem associado um navio específico. Devido à variabilidade que estes planos apresentam é usual, para a conceção de uma nova doca, seguir a metodologia proposta pela BS 6349-3 para a definição do diagrama de cargas. Na figura abaixo apresenta-se a disposição de cargas segundo a metodologia referida e um exemplo de aplicação para navios de até 30 000 t de deslocamento.

Figure 8 Keel block loading on dock floor

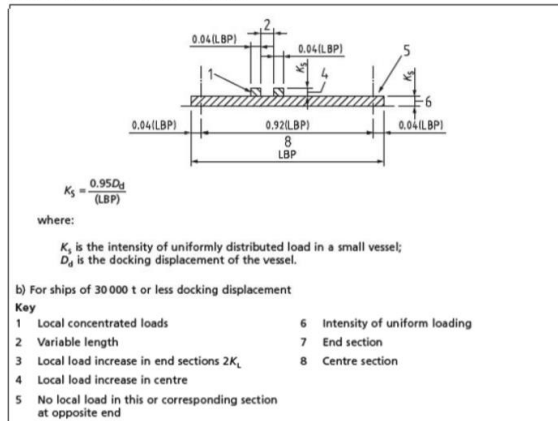


Figure 9 Bilge block loading on dock floor

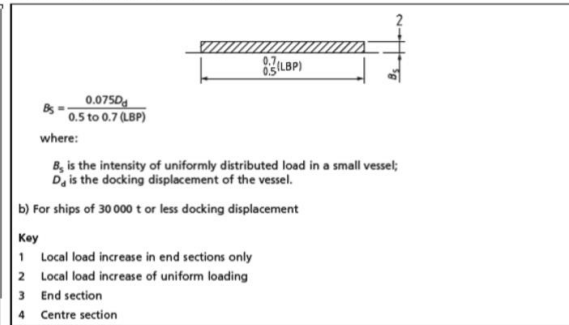


Figura 3. Diagramas de carga para um navio até 30 000 t.

Com base na frota de navios que se prevê que utilizem a doca, é criada uma envolvente de cargas com base nas disposições de navios possível. A partir desta envolvente é determinado o mapa de cargas da laje. As figuras seguintes ilustram o referido.

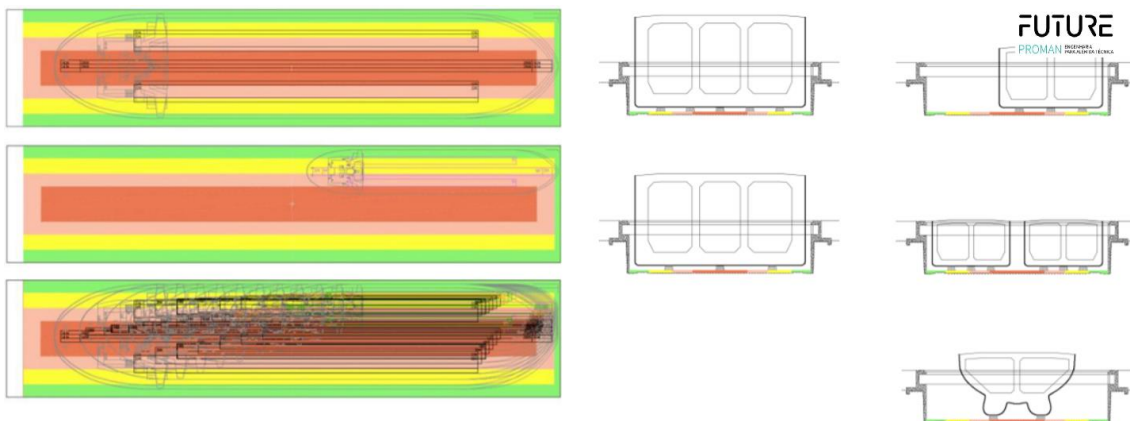


Figura 4. Disposições de navios possíveis.

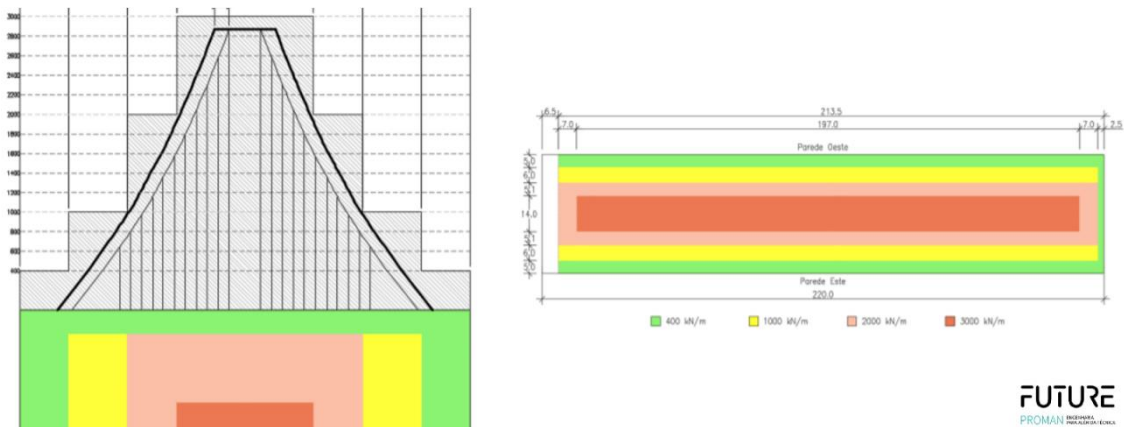


Figura 5. Envolvete e mapa de cargas.

De entre as docas secas convencionais podemos, no que diz respeito à laje de fundo, ter uma solução do tipo doca de “fundo drenado”, apoiada diretamente no terreno, de “gravidade” ou de “fundo ancorado”, nas quais a reação à subpressão hidrostática é garantida, respetivamente, pelo peso próprio das estruturas ou por ancoragens nos solos. A solução de “gravidade”, que antigamente era a usual, torna-se impraticável em doca seca de grande dimensão. O aumento da dimensão transversal faz desvanecer a contribuição do peso próprio das paredes e do terreno adstrito para contrariar a subpressão, de modo que é inevitável ter que ancorar, pelo menos em parte, a laje de fundo da doca.

A importância do conhecimento das condições geológicas e geotécnicas locais é essencial.

Com efeito, a natureza, a capacidade de carga e a permeabilidade das formações geológicas pode condicionar muito a conceção estrutural das principais infra-estruturas do estaleiro naval e os tipos de construção respetivos.

Uma boa caracterização das formações geológicas que envolvem a doca seca, nomeadamente a respeito da situação, natureza, capacidade de carga e permeabilidade dessas formações, é requisito fundamental para o estudo da sua conceção. Se apresentam permeabilidade suficientemente baixa ( $K < 10^{-5} \text{m/s}$ ), pode ser adotada uma solução de “fundo drenado”, na qual se efetua a dissipação da subpressão hidrostática por meio de adequado sistema de drenagem.

Mesmo estando na presença de um maciço rochoso, se ele for de natureza xistosa, poderão existir variações e orientações diferentes de xistosidade, ocorrendo pontos de produção de água importantes que tenham que ser desviados. Por esses pontos só poderem ser identificados em obra, é fundamental que durante esta, e em articulação com o projetista, exista um geólogo ou hidrogeólogo que em função da escavação e observação que for feita possa identificar pontos onde a presença de água seja relevante e conseqüentemente haja necessidade de conduzir essa água para um sistema que fará a recolha dessas águas afluentes.

## Comportas

Existem vários tipos de comportas com características diversas que se distinguem pelas vantagens e constrangimentos que cada uma apresenta. Os fatores a considerar para uma escolha acertada da comporta melhor adaptada a uma doca, são os seguintes:

- Manobrabilidade que inclui o tempo de abertura e fecho;
- Meios de manobra da comporta;
- Fiabilidade;

- Facilidade de montagem e desmontagem para efeitos de manutenção e de reparação;
- Custo de construção.

Assinalamos que para uma doca de reparação, a facilidade e rapidez das manobras de abrir e fechar a comporta, deverá ser o primeiro fator de escolha.

De entre as comportas mais usuais destaca-se a comporta flutuante tipo “porta-batel”, a comporta “flutuante pivotante” e a comporta de abater tipo “flap-gate”. Nas imagens seguintes ilustram-se as suas principais características.

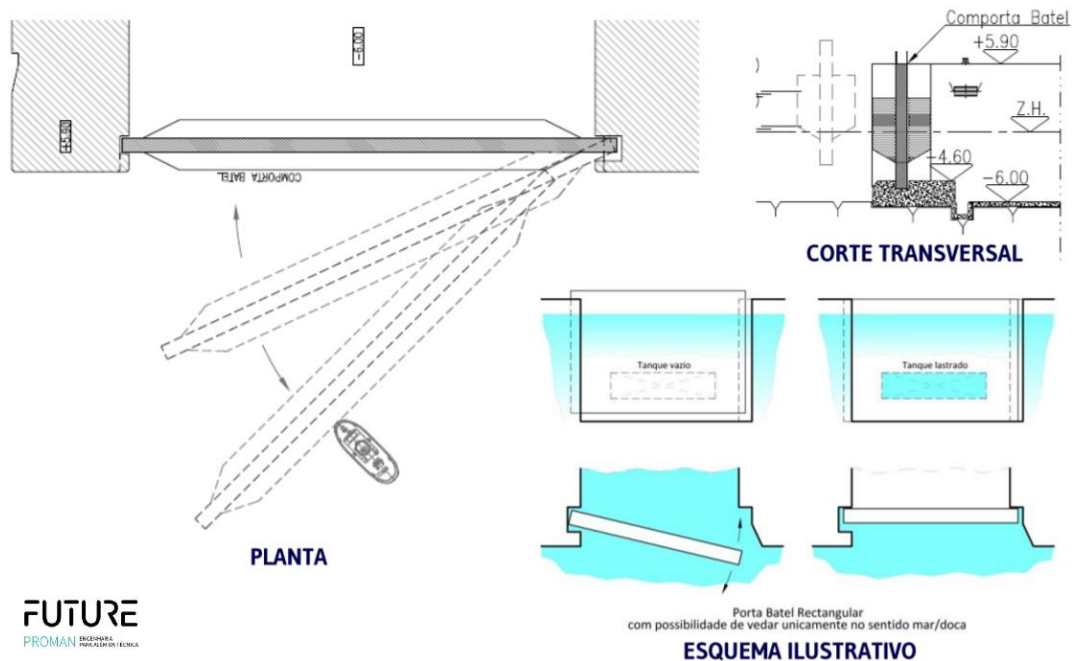


Figura 6. Comporta flutuante tipo “porta-batel”.

Fundamentalmente a comporta flutuante tipo “porta-batel” é uma construção em caixão compartimentado, com tanques que, por alagamento e deslastragem, permitem afundar e reflutuar a comporta. Esta é movimentada por um pequeno rebocador ou por meios mecânicos instalados em terra, desde o seu cais de acostagem até ao seu encosto nas ombreiras da doca.

A sua maior vantagem, derivada da sua simetria em relação ao plano longitudinal, é poder ser utilizada virando qualquer dos bordos para a doca. Isto permite fazer a sua manutenção sem ser necessário retirá-la de serviço. Fator importante a considerar, é a possibilidade de perda de estabilidade nas fases de afundamento e reflutuação quando a comporta é posta em serviço ou quando é retirada para dar entrada ou saída a um navio, se a sua operação não for corretamente realizada.

Este tipo de porta-batel, ainda hoje muito usado, só é viável em locais com pelo menos 2,50 m de amplitude de maré. Se a hidrografia local não garantir esta condição, então os tanques superiores terão que ser esgotados por insuflação de ar ou por bombas instaladas na comporta.

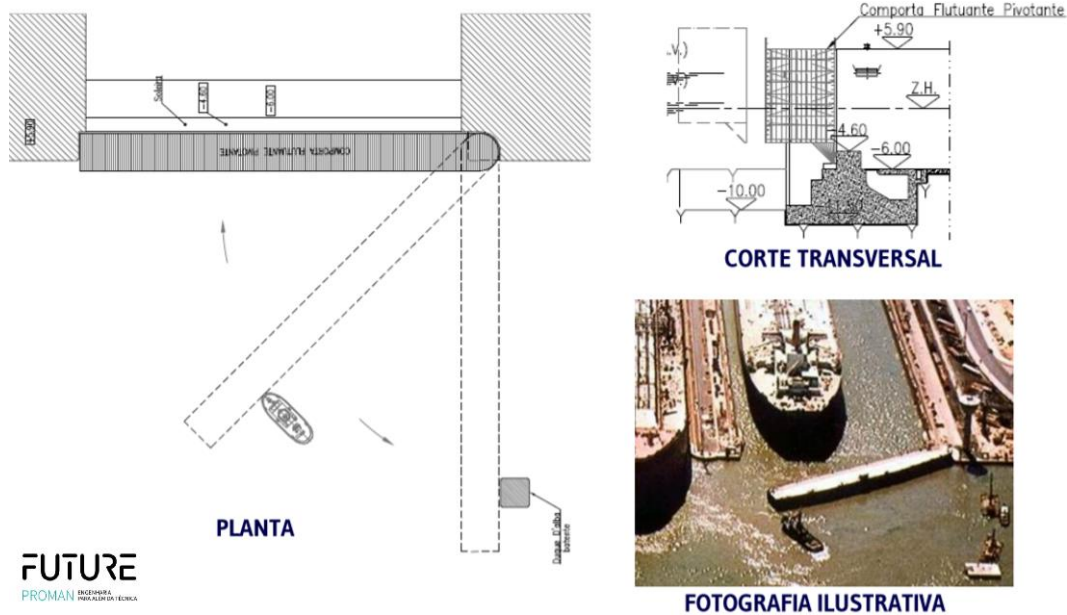


Figura 7. Comporta “flutuante pivotante”.

A geometria da comporta “flutuante- pivotante” é semelhante ao casco de um navio, sem os delgados da proa e da popa. O funcionamento é semelhante ao da comporta flutuante tipo “porta-batel” havendo, tanques de lastro superiores e inferiores. Este tipo de comporta, em comparação com a “porta-batel” convencional, tem a desvantagem de não ter bordos simétricos, só podendo portanto ser utilizadas numa única posição.

A deslastragem dos tanques pode ser feita por gravidade se as condições de maré forem favoráveis (mínimo 2,50 m de amplitude) ou por insuflação de ar comprimido, alternativa que se recomenda.

Uma boa solução para facilitar e acelerar a manobra de abertura e fecho da doca, é a indicada na Fig. 7. Nesta solução, já utilizada com muito êxito numa doca de grandes dimensões, um dos extremos da comporta tem a forma semicircular, encostando-se num apoio lateral com a mesma forma. Um cabo de aço, amarrado a um cabeço localizado no centro do semicírculo, tendo a outra ponta fixada em terra, permite uma fácil rotação de 90° da comporta que, uma vez aberta encosta num duque d’Alba. A movimentação da comporta pode ser feita por uma lancha ou, melhor ainda, por um bow thrust instalado no outro extremo da comporta. As comportas deste tipo, por terem um convés ao nível do terraplano quando em serviço, podem ser dimensionadas para que ele constitua uma ponte de ligação entre os dois lados da doca, transitável para qualquer viatura: zorras, empilhadores, etc...

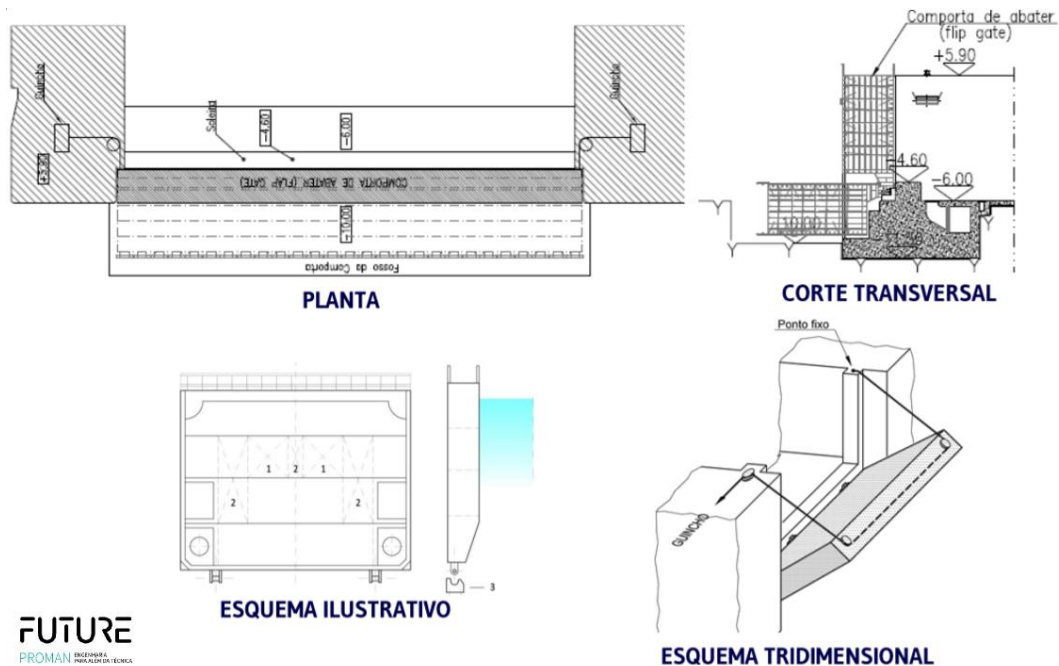


Figura 8. Comporta do abater tipo “flap-gate”.

Esta comporta que se apresenta na Fig. 8 é essencialmente constituída por uma estrutura em caixão que lhe confere grande resistência. Uma compartimentação adequada, com tanques secos, permite-lhe ter um peso aparente muito baixo quando em imersão.

A estrutura resistente gera uma largura no convés superior, ao nível do terraplano, suficiente para ser uma ampla via de circulação rodoviária o que é mais uma vantagem do sistema.

A comporta tem dois apoios inferiores suportados por duas chumaceiras abertas. A composição vetorial das forças que se geram durante a descida e a subida da comporta nas operações da sua abertura e fecho respetivamente garante o encosto permanente da comporta às chumaceiras. Uma vez aberta a comporta, a sua face interior, isto é, a que está voltada para a doca, fica horizontal de nível com a soleira da doca. A manobra da comporta é assegurada por um ou dois guinchos montados no terraplano.

A maior virtude deste tipo de comporta, está na sua extrema facilidade de manobra e na rapidez com que ela é realizada, normalmente não mais do que 8 minutos. Um operador premindo um botão, é a única ação necessária para abrir ou fechar a comporta ao contrário do que acontece com as comportas flutuantes as quais carecem de várias operações prévias, o que requer tempo e introduz a possibilidade de ocorrerem acidentes por manobras erradas ou omitidas.

No entanto, em zonas de grande assoreamento, a operação das comportas de abater exige uma permanente vigilância do poço onde elas se encaixam quando estão abertas. A acumulação de sedimentos ou outros detritos no poço, pode fazer saltar a comporta dos seus apoios o que, a acontecer, implica um demorado trabalho para a sua reposição.

Todas as comportas têm dois objetivos comuns: permitir esgotar a doca e prevenir a entrada de água. Esta segunda condição nem sempre é fácil de alcançar, pela seguinte razão: os encontros das ombreiras da doca com as bandas de encosto da comporta (duas verticais e uma horizontal), nunca são superfícies rigorosamente planas. A enorme estrutura metálica que constitui a comporta, sofre empenos provocados pelo oxi-corte e soldadura efetuados durante a sua construção. Por outro lado, por mais rigoroso que seja o apoio topográfico durante a construção da doca, não está garantido que as suas ombreiras estejam num único plano. O encosto da comporta à doca, metal contra betão, jamais conseguiria a vedação desejada. O problema



resolve-se interpondo entre os dois materiais um elemento elástico e, portanto, deformável. O sistema de vedação mais correntemente usado é constituído por uma almofada contínua de madeira, formando uma moldura que cobre os encostos verticais e horizontal da comporta, dotado de uma guarnição de borracha.

O encosto das comportas flutuantes sob a ação da pressão hidrostática, assegura facilmente uma vedação perfeita sem a necessidade de se recorrer a qualquer artifício especial. O mesmo não acontece, porém, com as comportas de abater, isto é, articuladas na sua aresta inferior. Não estando soltas devido a esse constrangimento, requerem dispositivos que lhes permita encostar devidamente às ombreiras da doca. A razão desta situação é o facto de ser praticamente impossível posicionar as chumaceiras na posição correta porque esta depende da interface entre a comporta e o seu encosto no betão da soleira da doca.

Nas comportas de abater com o sistema de apoio por pendulo, pode ocorrer uma forte situação de vibração, durante a bombagem para esgoto da doca. Isto é devido ao efeito de Bernoulli que se verifica enquanto a pressão hidrostática que vai crescendo com a descida do nível da água na doca, não for suficiente para encostar a parte inferior da comporta à soleira. Estando essa parte desencostada, a água entra por aí com crescente velocidade dando origem, por efeito Bernoulli, ao aparecimento de uma força que empurra a comporta contra a soleira. Fechada essa abertura, a água deixa de entrar e a comporta retoma a sua posição de equilíbrio, recuando. Recomeça a entrada de água e o fenómeno repete-se provocando uma quase assustadora vibração. Em casos em que este fenómeno ocorreu, verificaram-se graves avarias na parte inferior da comporta: soldaduras fraturadas, esquadros empenados e chapas torcidas.

A solução para esta situação é muito simples: montar na parte inferior da comporta a todo o seu comprimento, uma pestana de borracha que, por força da pressão hidrostática, vai encostar à face inferior da chapa soldada na comporta.

Para todas as comportas de abater com apoio em chumaceiras, recomenda-se a montagem deste dispositivo.

Parte importante do projeto de uma comporta do abater tipo “flap-gate”, é o cálculo dos parâmetros fundamentais para a especificação dos guinchos que a manobram, isto é, a força a suportar pelo cabo e a sua velocidade de enrolamento no tambor.

### **Centrais de bombagem**

A Central de Bombagem é responsável pela trasfega de fluidos que servem a doca e navios em fase de reparo/construção e alberga três tipos de bombas:

- Bombas principais destinadas a fazer o esgoto da doca;
- Bombas de drenagem, de funcionamento automático, que asseguram o escoamento das águas de infiltração através da comporta e das juntas das paredes e fundo e ainda as águas pluviais;
- Bombas auxiliares para apoio e segurança dos trabalhos que decorrem na doca.

Nas docas de construção, as bombas principais são de médio caudal raramente excedendo 10.000 m<sup>3</sup>/h. Neste caso, é normal haver apenas duas bombas, uma vez que o tempo de esgoto da doca pode chegar até cerca de 16 horas. Pelo contrário, numa doca de reparação há que reduzir esse tempo para não mais de 4 horas pelo que a casa das bombas deverá ser equipada com pelo menos três unidades de grande caudal, até ao limite de cerca de 35.000 m<sup>3</sup>/h cada uma. Tanto num caso como noutro, o número de bombas e a sua capacidade serão definidos em função do tempo de esgoto da doca que for estabelecido.

Como se referiu anteriormente, as bombas de drenagem são destinadas a assegurar a eliminação de todas as águas que aparecem na doca quando esta está em operação corrente. O facto de não existirem docas 100% estanques torna estas bombas indispensáveis e com o mérito ou fatalidade de serem as que mais trabalham. São sempre duas, considerando que em

condições normais só uma estará em serviço, mantendo-se a outra como reserva. Em condições de forte precipitação, são ativadas as duas em simultâneo. Ambas as bombas deverão ser montadas na parte mais profunda da casa das bombas, com a aspiração num poço situado abaixo do nível inferior do canal de esgoto da doca.

As bombas auxiliares destinam-se aos serviços diversos da atividade do estaleiro e de apoio aos navios em doca, e que fazem parte do equipamento da casa das bombas, são as seguintes:

- Bombas de serviço geral (normalmente duas) destinadas à lavagem do casco dos navios em doca, à refrigeração de algumas máquinas de bordo e à baldeação da doca;
- Bomba de combate a incêndios de arranque automático por chamada da rede, e seu sistema de *stand by*, incluindo tanque hidropneumático, bomba *joy* e todos os dispositivos necessários ao seu funcionamento e prontidão.
- Bombas de lastro (2 unidades) só para o caso das docas de reparação, destinadas a lastrar tanques para garantir condições de calado desejadas.

Deverá também ser instalada na casa das bombas, uma pequena bomba de tipo submersível, com cerca de 20 m<sup>3</sup> /h de caudal para esgoto de derrames e infiltrações. Para esse efeito deverá prever-se uma caleira na periferia da casa das bombas, com um poço destinada a essa bomba que obviamente será de arranque e paragem automática por interruptor de boia

Por razões técnicas e operacionais, a central de bombagem encontra-se situada junto ao canal de escoamento da doca.

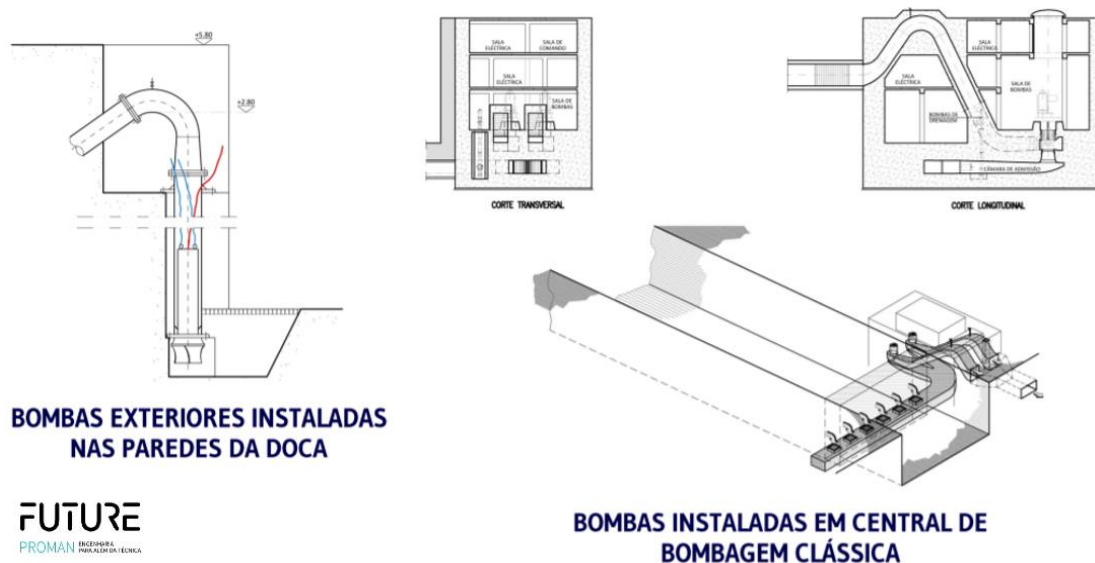


Figura 9. Esquemas de centrais de bombagem.

## Alagem

O sistema de alagem tem por objetivo conduzir o navio desde a sua apresentação à entrada da doca, até ao seu estacionamento final e executar a operação inversa, isto é, trazê-lo daí até o entregar aos rebocadores que o aguardam à saída da doca.

O sistema desenvolve duas operações em simultâneo: reboca o navio ao longo do seu percurso dentro da doca e assegura o seu guiamento lateral e a centragem final, antes do assentamento sobre o berço de picadeiros previamente arrumado e preparada no fundo da doca.

Este sistema é constituído por um caminho do rolamento montado no coroamento dos muros

longitudinais da doca, onde se deslocam quatro carros de alagem, dois em cada lado. Estes carros são controlados por quatro guinchos, ficando o sistema ligado ao navio por “pontas” de cabos de nylon que se ligam aos cabos de aço principais.

Desta forma, durante todo o trânsito do navio na doca e na importante operação de centragem, ele está seguro e controlado por quatro pontos: dois à proa e dois a ré, a bombordo e estibordo. A figura seguinte mostra esquematicamente uma situação corrente de alagem de um navio.

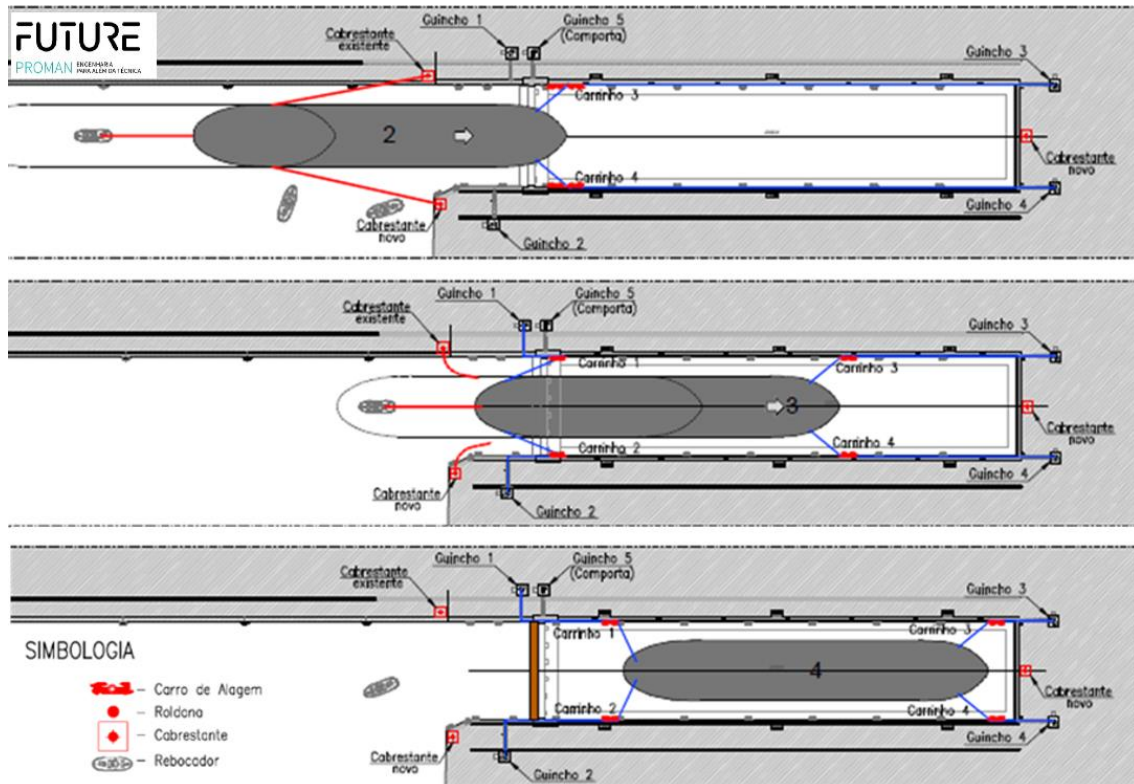


Figura 11. Alagem de navios e centragem.

O sistema mecânico de alagem de navios assegurará as seguintes funções:

- Movimento de translação do navio na doca.
- Guiamento do navio para sua proteção e das instalações da doca.
- Centragem do navio durante o assentamento no berço.

De seguida descreve-se o sistema mecânico apresentado na Fig. 11 o qual é constituído pelos seguintes componentes principais:

- Quatro guinchos posicionados em cada canto da doca;
- Quatro carros de manobra (trolleys);
- Dois caminhos de rolamento (trilhos) para os carros de manobra;
- Quatro cabos de aço que enrolam nos tambores dos guinchos, para tração e controle de posição dos navios;
- Seis roldanas fixas;
- Três cabrestantes e outros equipamentos acessórios ao sistema principal. Os cabrestantes não fazem parte integrante do chamado sistema de alagem mecânico



mas habitualmente constituem elementos comuns de tração e controle dos navios à entrada e saída de docas.

As operações de deslocação dos navios no interior da doca, isto é, desde a parede do topo até à porta de abater, são realizadas pela ação conjunta dos guinchos 1, 2, 3 e 4, quase sempre complementados pelos respetivos carros de manobra. Em cada operação, dois dos guinchos desempenham as funções de reboque e de guiamento, enquanto os outros dois desempenham a função de travagem e também a de guiamento.

Os carros de manobra deslocam-se dentro dos trilhos os quais alojam também os cabos de aço que estabelecem a ligação entre os guinchos e os navios. Esta posição dos cabos apresenta a vantagem de reduzir a probabilidade de acidentes resultantes de eventual rotura desses cabos, durante as manobras.

As manobras podem ser comandadas e controladas por um único centro de operações, através de uma mesa de comando ou simples joysticks, um para cada guincho. Este centro de operações disporá também de meios de comunicação para coordenação da intervenção dos restantes meios de movimentação que também intervêm, nomeadamente, rebocadores e lanchas. Assim, o comando centralizado dos guinchos, apoiado por um sistema de comunicações com todos os intervenientes na operação, reforça significativamente a garantia de uma execução segura.

### Redes Técnicas

As paredes laterais poderão ser metálicas com estacas prancha ou em betão armado. A parede será do tipo de gravidade no tardoz houver solo ou poderá ser apenas uma parede de reduzida espessura que funcionará apenas como revestimento se tivermos na presença de um maciço rochoso. Nessa parede é onde, através da criação de um recesso, que funcionará uma “galeria” que permitirá alojar um conjunto de redes técnicas e postos de ligação que se desenvolverão em todo o perímetro da doca. As redes de serviços a instalar serão as tipicamente associadas à atividade do estaleiro naval, nomeadamente: Oxigénio; Acetileno; Ar comprimido; Água doce; Água salgada; Água de lastro; Combate a incêndio; CO<sub>2</sub>, Energia elétrica, iluminação e comunicações.

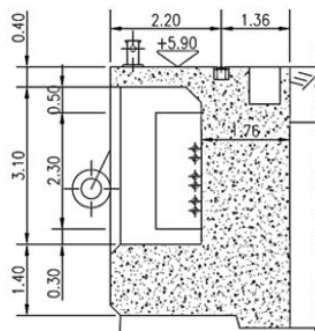


Figura 12. Galeria técnica.

### Referências Bibliográficas

Bases para o Projeto de Docas Secas, José Sardinha, Eng. Mecânico

PIANC Dry Docks, Supplement to Bulletin nº63 (1988)

Dockmaster Training Manual, HEGER DRY DOCK, INC. (June, 2005)

Design and Construction of Drydocks, B.K. Mazurkiewicz (1980)

BS 6349-3-2013 Part 3: Code of practice for the design of shipyards and sea locks (2013)