

# ESTUDO DE CASO: REPARAÇÃO DE MOLHE DE PROTECÇÃO DA DOCA DE PESCA DO PORTO DE SETÚBAL, POR RESULTADO DO IMPACTO DE UM NAVIO PORTA CONTENTORES

Ernesto Carneiro<sup>(1)</sup>, Hugo Leite<sup>(2)</sup>, Giorgio Cerruti<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> *Engenheiro Civil.*

**APSS, Administração dos Portos de Setúbal e Sesimbra, S.A.**

*Praça da República, 2904-508 Setúbal*

[ecarneiro@portodesetubal.pt](mailto:ecarneiro@portodesetubal.pt)

<sup>(2)</sup> *Engenheiro Civil*

**WW, Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A.,**

*Rotunda Nuno Rodrigues dos Santos nº1 B -10º, 2685-223 Portela LRS*

[hugo.leite@wwsa.pt](mailto:hugo.leite@wwsa.pt)

<sup>(3)</sup> *Engenheiro Técnico Civil*

**Etermar, Engenharia e Construção, S.A.**

*Estrada da Graça nº 38, 2910-520 Setúbal*

[g.cerruti@etermar.pt](mailto:g.cerruti@etermar.pt)

**Resumo:** A presente comunicação reporta um acidente ocorrido no Porto de Setúbal, com um navio porta-contentores que ao zarpar, por avaria, embateu no molhe de protecção da doca de pesca. O impacto provocou danos significativos num dos caixotões que constitui a estrutura do molhe. Na presente comunicação é apresentada a sequência dos acontecimentos nos momentos que antecederam e sucederam o acidente, bem como os trabalhos de inspecção que se seguiram, realizados no sentido de avaliar o estado da estrutura. Conclui-se com a exposição das soluções de reparação ponderadas na fase de Estudo Prévio e com a justificação da opção tomada e desenvolvida no Projecto de Execução.

## 1 – Introdução

No dia 03 de Novembro de 2009, às 21h43 UTC, o navio “Safmarine Basileia”, com bandeira suíça, nº IMO 9314363, iniciou a manobra de desatracagem. O navio, encontrava-se no Terminal 2, do concessionário Sadoport, S. A., localizado na margem norte do Rio Sado, tendo carregado contentores com destino ao porto de Tenerife nas Ilhas Canárias.

O acesso aos terminais localizados na margem norte do Rio Sado, realiza-se através do designado Canal Norte, que tem um rasto de 200 metros e na zona de curva apresenta um alargamento, sendo que o rasto neste local é da ordem dos 300,00 metros. O canal encontra-se dragado e mantido à cota de -11.50m (ZH).

As condições meteorológicas podiam ser consideradas boas. De acordo com o registo de uma estação meteorológica próxima do local, registaram-se as seguintes condições.

- Vento de noroeste (320º).
- Intensidade do vento entre 5,3 a 7,8 nós.
- Boa visibilidade, superior a 20 000 metros.
- Temperatura do ar de 17 °.
- Pressão atmosférica de 1018,21 mbar.
- Nível de maré de +0,77 m (ZH).

De acordo com as tabelas de marés publicadas pela APSS, Administração dos Portos de Setúbal e Sesimbra, S.A., em colaboração com o Instituto Hidrográfico, as previsões de maré eram as seguintes.

Hora	Altura (m ao ZH)	Situação de maré
2.39	+3,4	Preia-mar
14.59	+3,4	Preia-mar
8.48	+0,60	Baixa-mar
21.05	+0,60	Baixa-mar



- Ship : SAFMARINE BASILEA
- Flag : CHE
- Flag label : SUISSE
- LLOYD Number : 9314363
- Ship type : NAV.MIXTE(FRET+CONT)
- Ship length : 139,95
- Ship width : 21,52
- Dead weight : 012.500
- Max water draft : 8,42
- Hollow on keel : 11,65
- Ship volume : 25.284

Figura 1 – Navio “Safemarine Basileia”. Características gerais.

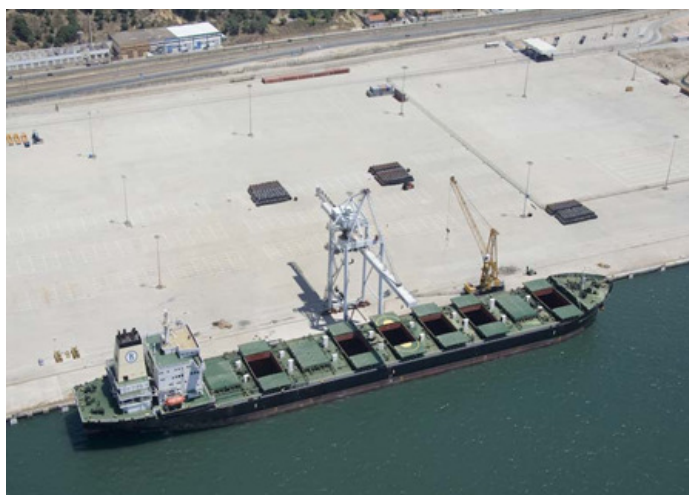


Figura 2 – Terminal onde o navio se encontrava acostado.

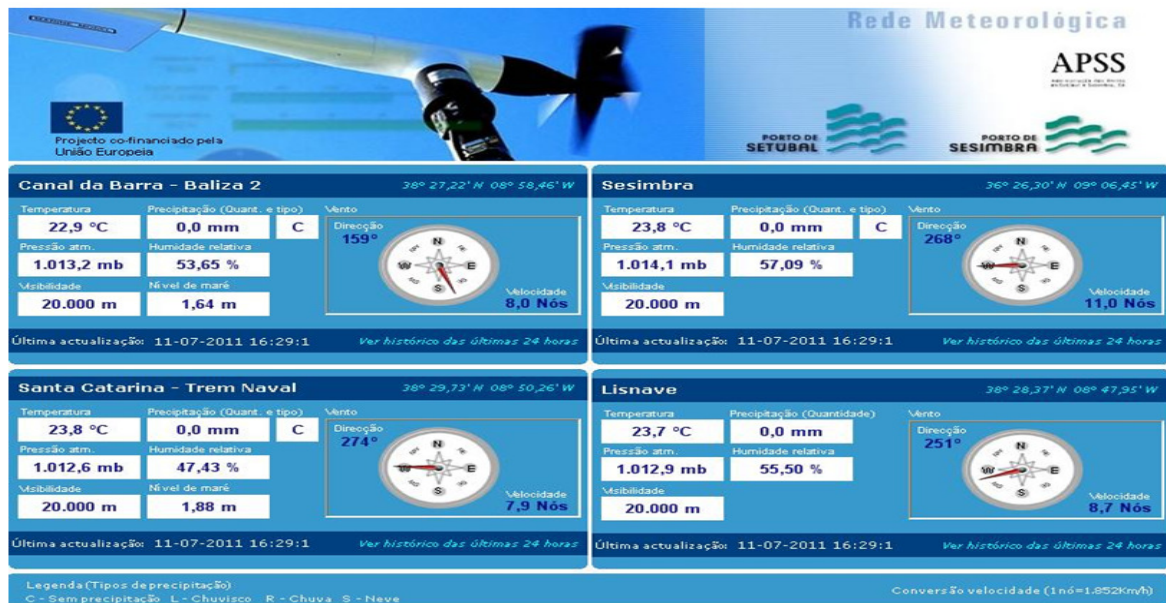


Figura 3 – Registo das condições meteorológicas no dia 9 de Novembro de 2009.

## 2 – Sequência dos acontecimentos

O piloto deu entrada no navio às 21h20 horas, tendo reunido brevemente com o comandante do navio. Às 21h30 são largadas amarras e inicia-se a manobra de desacostagem, sendo que às 21h35 o navio se encontrava a cerca de 0,2 milhas náuticas de terra, navegando no Canal Norte, com rumo 270°. Nesse momento o piloto dá ordem de correcção da rota para o azimute 260°, deslocando-se o navio com uma velocidade de 9,0 nós.

O navio não responde à instrução dada, tendo o piloto ordenado todo o leme a bombordo, o navio continua a não obedecer à instrução e responde como se tivesse todo o leme a estibordo.

É declarado o estado de emergência a bordo pelo comandante do navio e dada ordem de máquina a toda a força à ré, assim como de largar de imediato os dois “ferros” (bombordo e estibordo).

De acordo com o inquérito e averiguações, o contra-mestre do navio, apenas procede ao lançamento do “ferro” de bombordo, não tendo entendido correctamente a mensagem emitida via rádio. O navio vai gradualmente perdendo velocidade, passando para 6 a 7 nós.

Pelas 21h47, navegando segundo um rumo aproximadamente perpendicular à margem do rio, o navio embate no molhe exterior da doca de pesca.

A trajectória do navio foi monitorizada e registada pelo VTS do Porto de Setúbal, como ilustrado na figura seguinte.

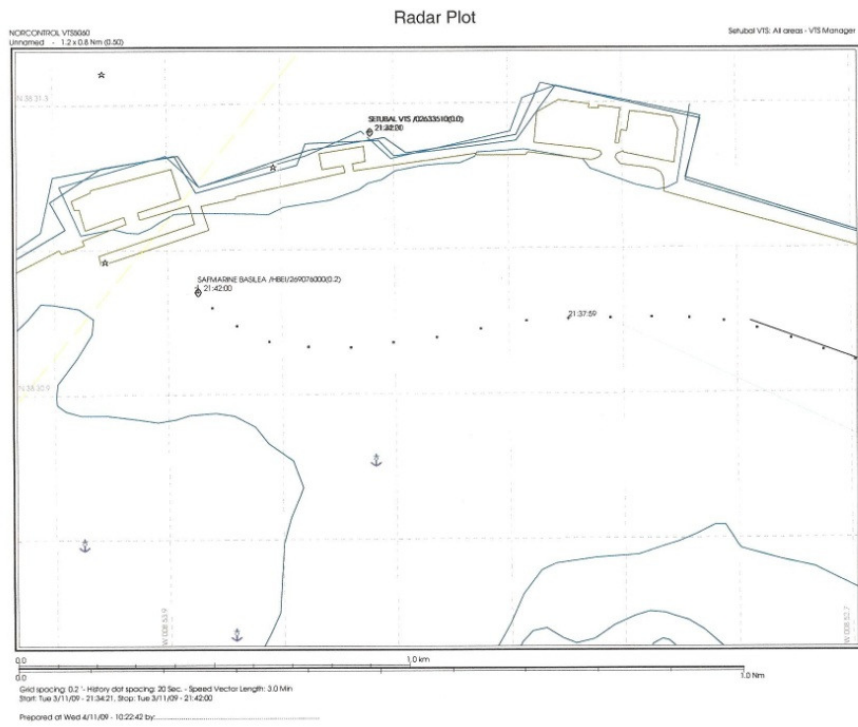


Figura 4 – Registo da trajetória do navio.

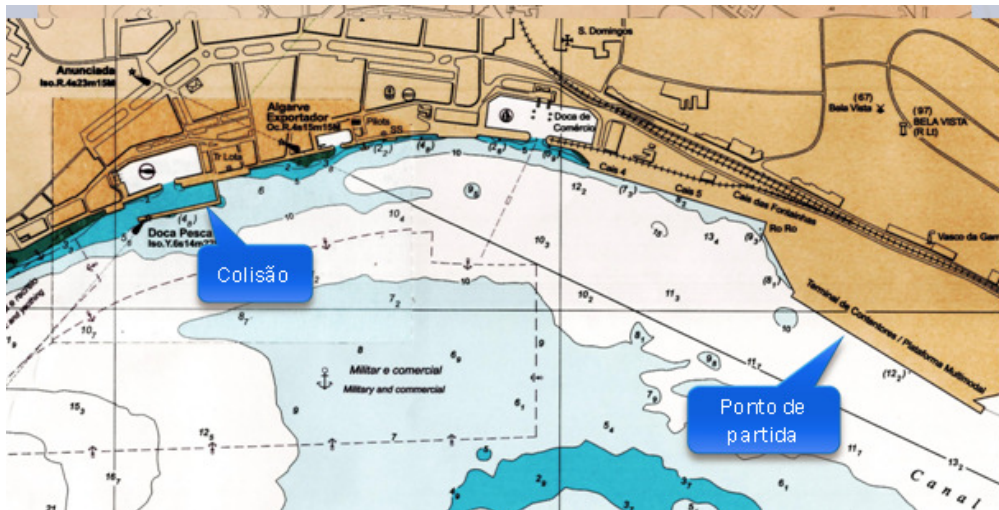


Figura 5 – Localização do ponto de partida do navio e do local onde se deu o acidente.



Figura 6 – Vista aérea do molhe com indicação do local onde se deu a colisão.

Pelas 21h43, são solicitados 2 rebocadores e o comandante do navio procede a uma avaliação preliminar dos danos. É dada a ordem para o navio voltar a acostar, tendo as manobras de acostagem no Terminal 2 terminado às 23h50.

O acidente foi imediatamente comunicado à Direcção de Obras (DEIA) da APSS, tendo prontamente sido efectuada uma inspecção visual da zona afectada, e a sua delimitação. No dia seguinte foram recolhidas imagens fotográficas e efectuada uma inspecção subaquática de modo a avaliar os danos provocados na estrutura.

### **3 – Avaliação dos danos**

#### **3.1 – Danos verificados no navio**

A inspecção subaquática das “obras vivas” do navio, permitiu a detecção de danos, nomeadamente, deformações no bolbo de proa e tanque de pique de vante e arranhões e remoção de tinta no casco. O relatório do “Port State Control”, aponta ainda para algumas deficiências na segurança estrutural de vigas, molduras e pisos e de leme no navio.

#### **3.2 – Danos verificados na estrutura do molhe**

Conforme é descrito de forma pormenorizada em 5, o molhe exterior da doca de pesca é composto por um conjunto de caixotões em betão armado, cujas células são preenchidas com areia e betão simples.

Do impacto apenas resultaram danos no trecho de estrutura delimitado pelo caixotão nº3, segundo a designação estabelecida no projecto da estrutura. Na parte emersa da zona afectada era visível a fendilhação generalizada ao longo das nervuras que constituem o perímetro das células e junto à escada localizada no intradorso. Na parte submersa, nomeadamente no extradorso do molhe, foi detectado um “rombo” de assinaláveis dimensões, com cerca de (3,00x6,00) m<sup>2</sup>, na parede exterior do caixotão e a perda da areia de enchimento da célula afectada.

Embora os danos verificados fossem significativos, a integridade global da estrutura do molhe não foi afectada, mantendo a operacionalidade, encontrando-se apenas limitado o acesso à zona afectada de modo a evitar a ocorrência de acidentes com os utentes desta infra-estrutura.

Em 6 é apresentada a avaliação dos danos verificados na estrutura.

#### **4 – Causas do acidente e providências tomadas**

Na sequência do acidente foram realizados vários relatórios, quer pela APSS, quer pelo IPTM-“Port State Control”, quer pela companhia seguradora do navio e foi aberto um processo de averiguações pela Autoridade Marítima Nacional, no presente caso através da Capitania do Porto de Setúbal. Prestaram declarações, o comandante do navio, o engenheiro maquinista naval, o perito da companhia seguradora, e o piloto que se encontrava a bordo aquando do acidente.

As conclusões do processo de averiguações apontam para uma avaria fortuita, conforme revelado no seguinte extracto do relatório da Autoridade Marítima.

*(... quando o navio navegava a uma velocidade aproximada de 8 a 9 nós, não tendo o leme reagido à alteração de rumo indicada, comportando-se como se estivesse carregado a estibordo, vindo a embater na parte exterior do molhe. Quanto às causas que motivaram o sucedido, tudo leva a crer que as mesmas terão resultado da conjugação de uma eventual avaria no leme/indicador de leme, ou circunstância relacionada com o sincronismo de funcionamento das bombas de leme efectuada durante a manobra, mas que tal facto não foi possível confirmar. A velocidade e o próprio deslocamento do navio face à proximidade que navegava da margem Norte do rio não lhe permitiu responder atempadamente à dita ausência de resposta do leme, o que, com os aspectos que a seguir se indicam deveriam ter sido tomadas em consideração neste caso em concreto para a determinação da velocidade de segurança: a capacidade de manobra do navio, sobretudo no que respeita à distancia de paragem e qualidades de giração nas condições existentes e ainda as condições de vento, mar e corrente e a proximidade de perigos para a navegação...).*

Após os trabalhos de inspecção e a realização de pequenas reparações, o navio foi autorizado pela “Port State Control”, APSS, e Autoridade Marítima a zarpar para o porto de destino.

A APSS, solicitou ao projectista da obra, a empresa WW – Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A., a elaboração de um estudo de soluções de reparação.

Após a análise do Estudo Prévio, no qual foram propostas soluções de reparação, foi seleccionada a estratégia a adoptar para a recuperação da estrutura, opção desenvolvida no Projecto de Execução.

Aprovado o Projecto de Execução, a APSS deu inicio ao processo concursal para selecção do empreiteiro.

A empreitada foi adjudicada à empresa Etermar, Engenharia e Construção, S.A., decorrendo actualmente os trabalhos de reparação.

#### **5 – Descrição da estrutura**

A construção do molhe exterior da doca de pesca foi integrada na empreitada designada por “2ª. Fase da “Ampliação da Doca de Pesca de Setúbal”, tendo o seu Projecto de Execução sido elaborado pela WW, Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A., em Agosto de 2002.

Esta obra consiste num quebra-mar destacado com um comprimento total de 375 metros, desenvolvendo-se segundo uma direcção N-78°-E, fundado a uma cota -6,50 m (ZH), e com coroamento à cota +5,50m (ZH).

Estruturalmente o molhe é constituído por quinze caixotões celulares de betão armado, com área em planta de (12,00 x 25,00) m<sup>2</sup>, justapostos, encimados por uma superestrutura em betão simples com 0,50m de espessura e 12,20m de largura.

As células dos caixotões foram integralmente preenchidas com areia, à excepção das células exteriores, preenchidas com areia apenas desde a base até à cota 0,00 (ZH) sendo o enchimento acima desta cota, e até à cota +4,25 m (ZH), realizado com betão pobre. As “chaminés” entre caixotões foram seladas com betão “in situ”.

Os caixotões são fundados num tapete de enrocamento “tot”, regularizado com uma camada de rachão.

A ligação desde terra ao molhe de abrigo é conferida por uma estrutura com 62,20 metros de comprimento e 10,00 metros de largura, fundada em estacas.

O molhe permite a acostagem de embarcações ao longo de ambas as suas faces exterior e interior pelo que está equipado com cabeços de amarração, defensas, escadas e redes de abastecimento de água e electricidade.

Na figura 7 é apresentada a planta geral do molhe e na figura 8 o respectivo perfil transversal.

Na Figura 9 apresenta-se a definição geométrica da estrutura dos caixotões.

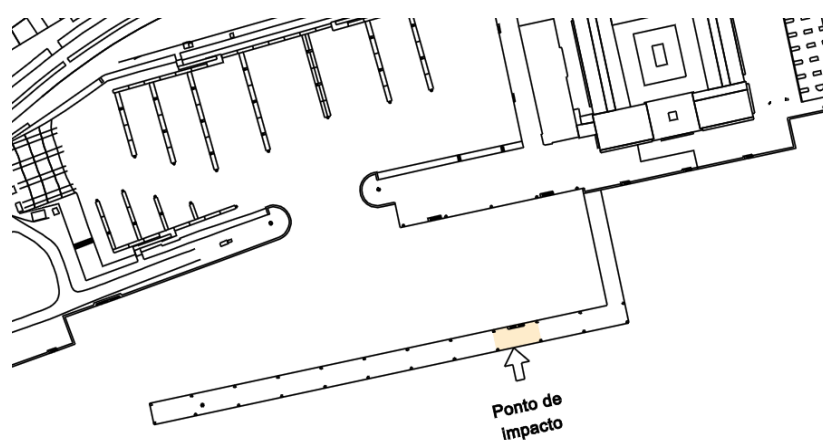


Figura 7 – Planta geral do molhe de abrigo com indicação da zona afectada no acidente.

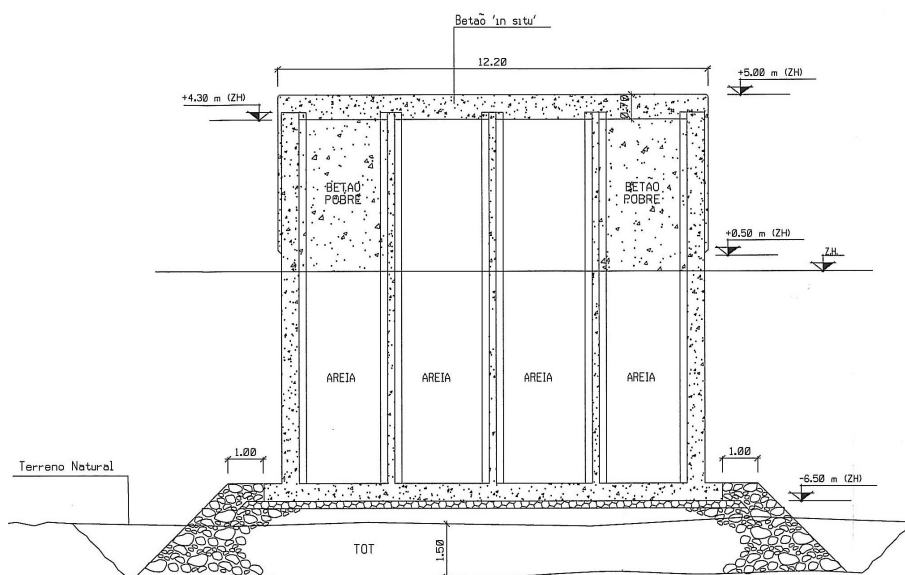


Figura 8 – Perfil transversal do molhe.



montante, tendo o ponto de impacto sido localizado sensivelmente ao centro de um dos alinhamentos de células, a cerca de 9,00m da extremidade a jusante.

A forma do navio e a configuração dos danos causados no extradorso do molhe, e ainda o facto de na altura do acidente o nível de maré de encontrar no período da estofa da baixa-mar, aproximadamente à cota +0,60m (ZH), sugerem que o embate se terá dado não com a proa do navio, mas sim com o “bolbo”, elemento avançado relativamente à proa situado junto à linha de água.

A energia cinética do navio no momento do impacto foi absorvida por deformação de uma significativa parte da estrutura do molhe, o trecho compreendido pelo terceiro caixotão e respectiva superestrutura, não tendo sido registados danos nos caixotões adjacentes. A dissipação da energia do navio deu-se por rotura da parede exterior do extradorso do molhe, no vão do alinhamento de células segundo o qual se deu o impacto, bem como por deformação generalizada da estrutura do caixotão, facto sugerido pelo padrão de fendilhação que verificado um pouco por toda a superestrutura e na parede exterior do intradorso.

Nas inspecções realizadas não foi possível aferir a integridade das paredes interiores do caixotão afectado, tal avaliação só será possível no decorrer dos trabalhos de reparação, após a demolição da superestrutura.

A observação do estado da estrutura nas imediações de ambas as juntas de dilatação que delimitam a zona afectada, permitiu concluir que o caixotão não terá sido deslocado da sua posição inicial.

## 6.1 – Parte emersa

Na parte emersa da estrutura, nomeadamente ao longo da superestrutura e na escada localizada no intradorso, são visíveis diversas fendas com dimensões e aberturas importantes.

Nas figuras seguintes é apresentado o mapeamento de fendas e ilustrados os principais danos provocados na parte emersa da zona afectada do molhe.

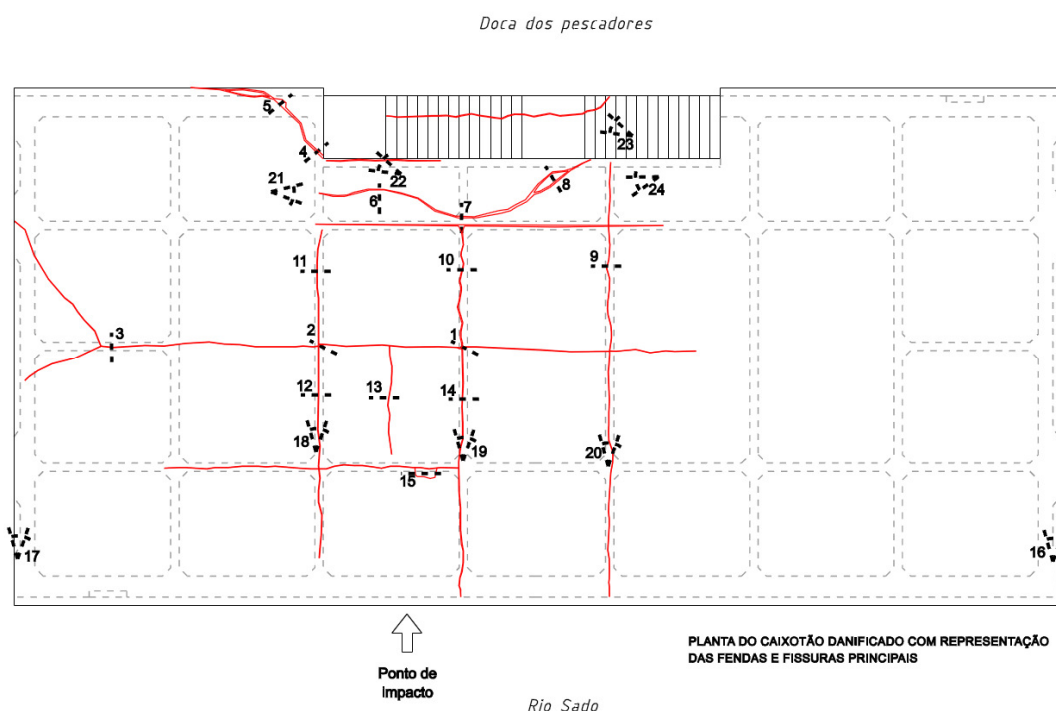


Figura 10 – Mapeamento das fendas visíveis na superestrutura.



Figura 11 – Fendilhação da superestrutura.



Figura 12 – Fendilhação da superestrutura junto à escada.



Figura 13 – Rotura no intradorso.

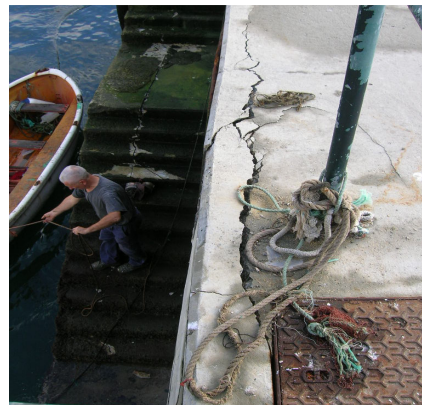


Figura 14 – Fendilhação na escada.

## 6.2 – Parte submersa - extradorso

No extradorso destaca-se essencialmente a zona de impacto, na qual a parede exterior se encontra destruída, desde a cota 0,00m (ZH), limite inferior do elemento de betão que preenche o topo das células dos alinhamentos exteriores, até à base do caixotão. A zona superior do painel de parede partido foi empurrada no sentido do interior da célula, estando praticamente encostado à parede interior, enquanto a porção de parede na sua zona inferior se encontra totalmente estilhaçada e caída no fundo, sobre o que resta da areia de enchimento da célula.

Verifica-se que o enchimento da célula terá deslizado para o exterior do caixotão encontrando-se depositado junto ao fundo, sobre o prisma de enrocamento de fundação.

À excepção de uma zona restrita da parede interior e lateral da célula afectada, do lado de jusante, que parece indiciar a perda do material de enchimento da célula adjacente, não se verificam outros sinais de perda de material ao longo do extradorso do molhe.

Embora não seja visível qualquer fissuração da restante extensão da parede exterior, não pode ser garantida a sua inexistência, uma vez que se encontra parcialmente coberta de vida marinha. A aferição da existência de outras fissuras só será possível após realizada a limpeza integral da vida marinha e nova inspecção.

Devido ao facto de o fundo da célula estar coberto de areia de enchimento, não foi possível conhecer qual o estado da laje de fundo na zona de impacto. No entanto, tendo em

consideração os fundos de serviço, a forma do navio, o seu calado e o nível de maré no momento do impacto, será de esperar que também a laje de fundo tenha sido danificada.

Nos desenhos que se apresentam de seguida, pretende-se ilustrar de forma esquemática os danos verificados na parede exterior do extradorso do molhe.

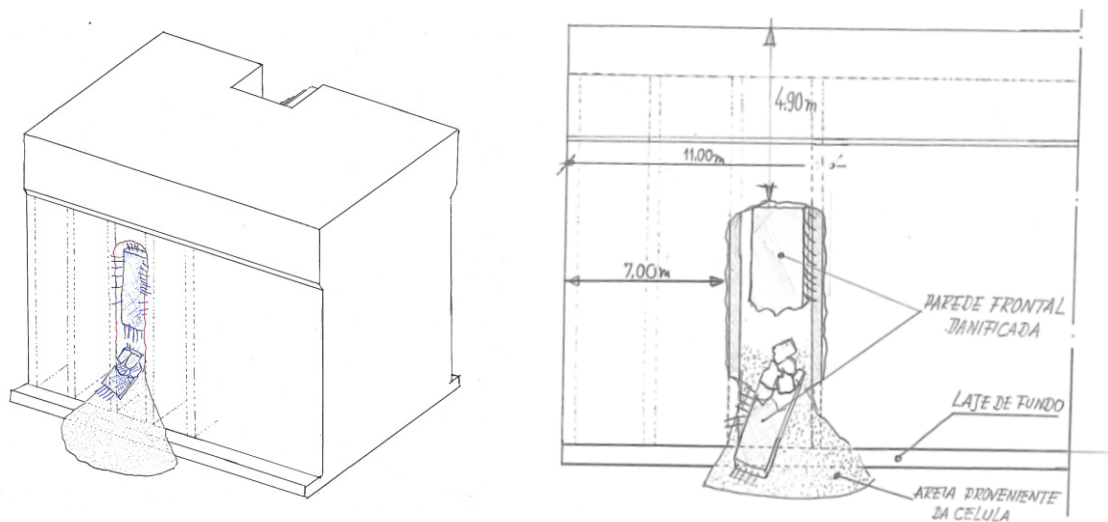


Figura 15 – Rotura da parede exterior do extradorso. Representação esquemática.

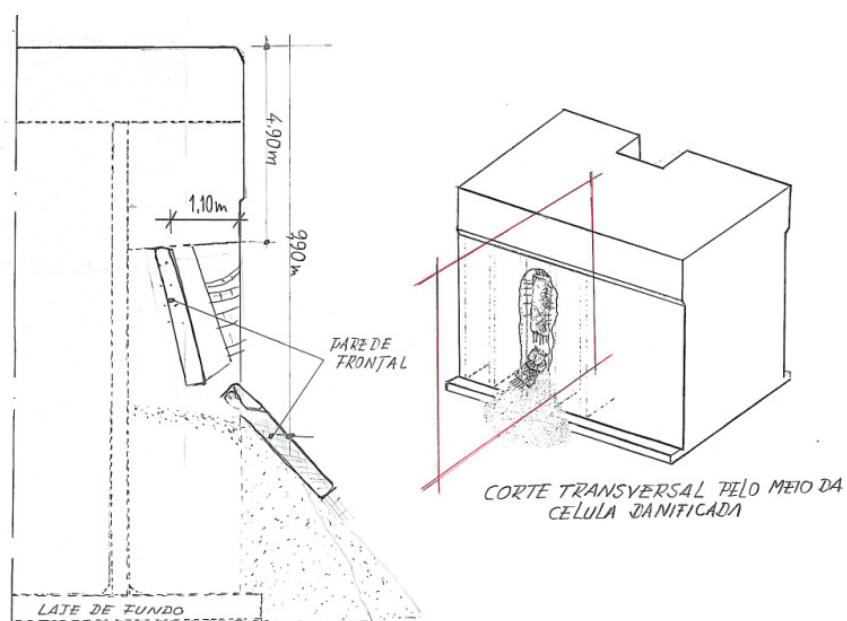


Figura 16 – Rotura da parede exterior do extradorso. Representação esquemática.



Figura 17 – Região superior do rombo provocado no extradorso do molhe.



Figura 18 – Fissuração da parede exterior.



Figura 19 – Rotura da parede exterior. Vista do nó de ligação com a parede transversal interior do lado de jusante.



Figura 20 – Rotura da parede exterior. Vista da parte inferior do painel de parede destruído, depositado sobre o prisma de material de enchimento acumulado no fundo da célula.

### 6.3 – Parte submersa - intradorso

No intradorso do molhe verificou-se a existência de diversas fendas com aberturas importantes, tanto ao longo da escada, como ao longo da parede exterior.

Na inspeção subaquática realizada, foi possível detectar a existência de fendas verticais e horizontais com aberturas entre 10mm e 40mm, localizadas entre a escada e a extremidade jusante do caixotão, estendendo-se desde o patim inferior da escada até junto da laje de fundo.

A existência de material arenoso nos bordos das fendas sugerem que, ainda que em pequena escala, possa estar ocorrer a perda areia de enchimento das células.

Nos desenhos que se apresentam de seguida, pretende-se ilustrar de forma esquemática a configuração das fendas detectadas.

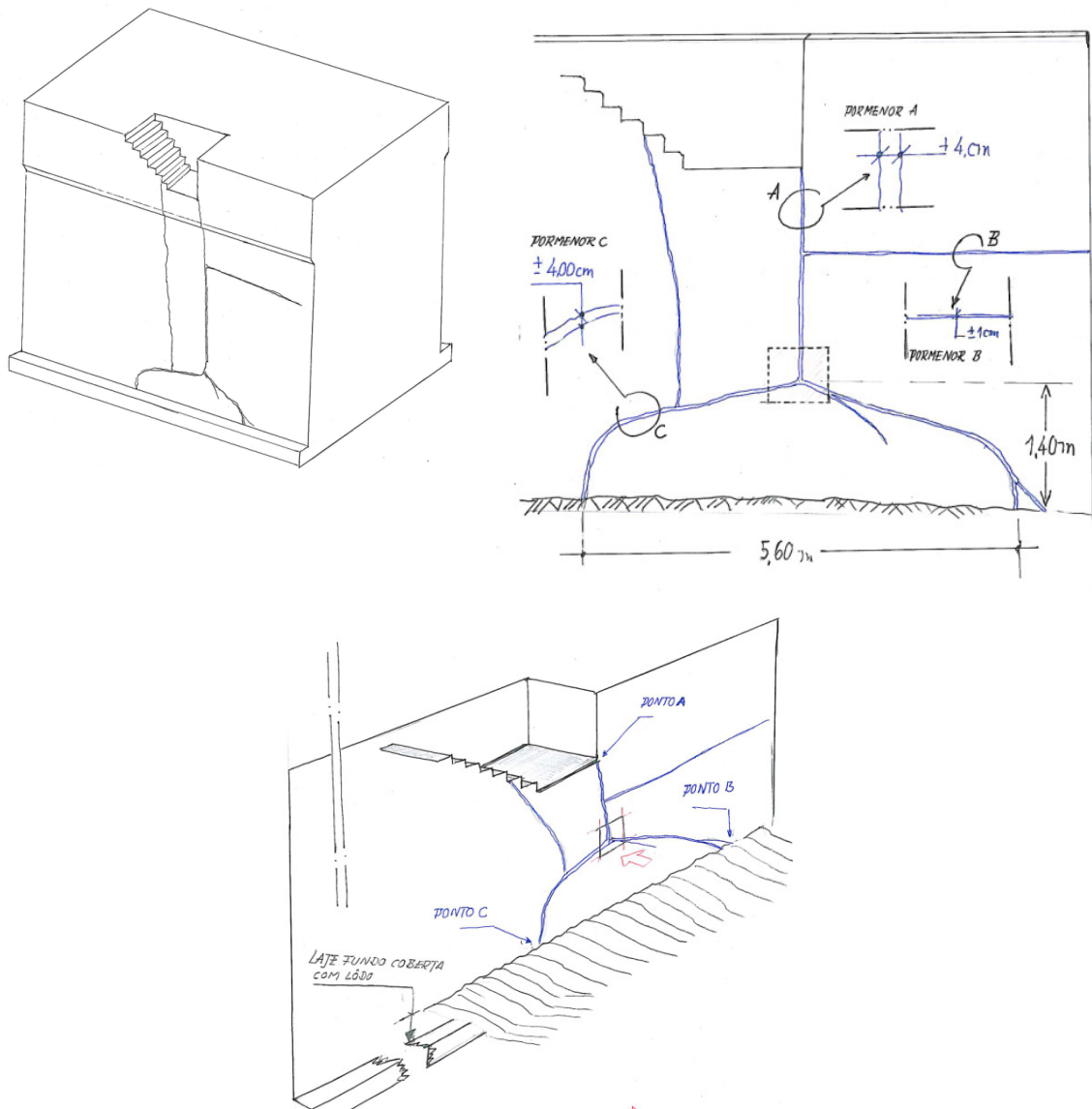


Figura 21 – Parede exterior do intradorso. Representação esquemática de fendas.

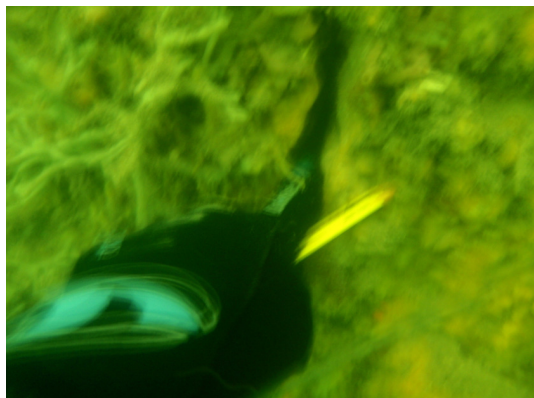


Figura 22 – Vista da fissura vertical detectada na parede exterior do intradorso do molhe.

## **7 – Reparação da estrutura**

Uma vez conhecido o estado da estrutura, seguiu-se o estudo de soluções a implementar para a sua reparação. Pretende-se que a solução a adoptar garanta a estabilidade, a durabilidade e a funcionalidade da zona afectada do molhe.

No presente capítulo são abordadas as soluções ponderadas e justificada a estratégia adoptada e desenvolvida no Projecto de Execução.

Na fase de Estudo Prévio foram analisadas as seguintes duas opções:

- OPÇÃO 1 – Reparação do trecho de estrutura afectado;
- OPÇÃO 2 – Substituição do trecho de estrutura afectado.

A opção seleccionada e desenvolvida no Projecto de Execução foi a OPÇÃO 1.

### **7.1 – OPÇÃO 2 – Substituição do trecho afectado da estrutura**

Pelo facto de implicar um conjunto de trabalhos complexos e conseqüentemente um custo avultado, quando comparado com uma solução de reparação, a substituição da zona afectada da estrutura não se revelou a solução mais viável.

A substituição do trecho de molhe afectado implicaria a realização dos seguintes trabalhos:

- Demolição da superestrutura e da escada e transporte dos produtos de demolição a vazadouro;
- Remoção da areia de enchimento das células do caixotão;
- Demolição da parte emersa do caixotão, recorrendo a equipamento de demolição corrente;
- Demolição da parte submersa do caixotão, com recurso a métodos e equipamentos mais complexos e com custos superiores, como possam ser o uso de explosivos, método que implicaria ainda um conjunto de exigências adicionais, nomeadamente o controlo da sua influência nos caixotões adjacentes;
- Recolha dos produtos da demolição e seu transporte a vazadouro;
- Rearranjo do prisma de assentamento do caixotão, com o cuidado de não afectar as condições de fundação dos caixotões adjacentes;
- Construção de novo caixotão, cuja maior dimensão em planta teria de ser menor do que a dimensão do caixotão existente (25,00 m), de forma a possibilitar a sua colocação do entre os caixotões nºs 2 e 4;
- Posicionamento e afundamento do novo caixotão, com todas as dificuldades inerentes, como sejam a limitação ao espaço existente entre os caixotões nºs 2 e 4 aliada à acção da corrente no local;
- Em alternativa à utilização do caixotão, poderia ser adoptada uma solução em aduelas ou blocos pré-fabricados, colocados com recurso a uma grua posicionada sobre o molhe;

- Enchimento do espaço deixado entre a nova estrutura e os caixotões nºs 2 e 4, com recurso a cofragem submersa;
- Construção da superestrutura e da escada.

Nomeadamente os trabalhos de demolição do caixotão e de construção de uma nova estrutura, seriam trabalhos de difícil execução e pouco interessantes do ponto de vista económico e no que respeita à duração do período de tempo necessário à sua execução.

## **7.2 – OPÇÃO 1 – Reparação do trecho de estrutura afectado**

Na reparação da estrutura distinguem-se os seguintes conjuntos de trabalhos:

- Trabalhos de reparação da superestrutura e da escada;
- Trabalhos de reparação do caixotão.

No Estudo Prévio foram apresentadas duas soluções para a reparação do caixotão e uma solução de reparação da superestrutura, havendo sido ponderados diversos aspectos, entre os quais, a avaliação dos custos de implementação de cada uma das soluções e o grau de incerteza relativo às quantidades de trabalho associado a cada um dos casos, com o objectivo de criar uma base de fundamento à tomada de decisão por parte da APSS.

### **7.2.1 – Reparação da superestrutura e da escada**

A solução proposta implica a execução dos seguintes trabalhos:

- Demolição integral da superestrutura;
- Tratamento das fissuras e fendas existentes na zona da escada, conforme pormenorizado nas peças desenhadas;
- Reconstrução da superestrutura em solução semelhante à original, incluindo o restabelecimento das redes técnicas actualmente existentes.

### **7.2.2 – Reparação do caixotão**

Na fase de Estudo Prévio foram analisadas e propostas as duas seguintes soluções.

#### **Solução 1**

Reforço das paredes exteriores

#### **Solução 2**

Enchimento das células cujas paredes exteriores se encontram danificadas, com betão simples, substituindo o enchimento de areia, causador de impulsos e esforços nas paredes.

A solução seleccionada e desenvolvida no Projecto de Execução foi a Solução 1.

Apresentam-se de seguida ambas as soluções e a justificação da opção tomada.

### *Solução 1*

Pretende-se restituir as condições de resistência das paredes exteriores nas zonas afectadas sem proceder a trabalhos no interior do caixotão, cujo estado se desconhece. A reposição da resistência das paredes exteriores será conferida com realização de painéis de reforço em betão armado com 0,35m de espessura, abrangendo parte das fachadas do extradorso e do intradorso, do caixotão.

O reforço das paredes exteriores justifica-se uma vez que estas se apresentam fracturadas em diversos locais, desconhecendo-se a sua reserva de resistência. Encontrando-se as paredes permanentemente sujeitas a esforços introduzidos pelo material de enchimento, existe o risco de por deterioração do betão ou corrosão das armaduras que possam estar ainda a contribuir para a sua estabilidade, se poder vir a verificar a sua rotura e conseqüente perda do material de enchimento.

Embora só se verifique necessário o reforço das paredes na zona localizada entre as cotas - 6,00m (ZH) e 0,00 (ZH), propõem-se a realização do reforço das paredes exteriores até ao coroamento da estrutura, evitando problemas de operacionalidade do cais causados por um ressalto localizado abaixo do nível de maré, podendo causar danos nas embarcações que utilizem o cais.

Os trabalhos implicados na Solução 1, serão os seguintes:

- Demolição da superestrutura;
- Limpeza da vida marinha na totalidade da área exposta do extradorso e do intradorso;
- Inspeção da totalidade da área das paredes exteriores no sentido de detectar zonas de fissuração ou outras patologias, não identificadas nas inspeções realizadas em fase de projecto;
- Limpeza da superfície da parede com jacto da água, criando condições de rugosidade adequadas para a aderência com o betão de reforço, ao longo as áreas delimitadas;
- Selagem de varões para ligação dos painéis de reforço às paredes do caixotão;
- Colocação de armadura dos painéis de reforço;
- Montagem de cofragem submersa fixa à estrutura do caixotão nos alinhamentos das paredes interiores;
- Betonagem submersa dos painéis de reforço e da célula afectada;
- Reparação de outras zonas de fissuração detectadas após o início dos trabalhos, consistindo estes trabalhos, de forma genérica, no avivamento das fissuras e remoção de betão solto e posterior enchimento ou injeção.

### *Solução 2*

A aplicação da Solução 2 representaria a adopção de uma estratégia de intervenção diferente, cujo objectivo seria o de eliminar a causa dos esforços introduzidos nas paredes exteriores, pela substituição do tipo de material de enchimento.

Proceder-se-ia à substituição da areia de enchimento das células exteriores cujas paredes se encontrem danificadas, por betão, que colocado de forma controlada e após solidificar, não introduziria impulsos nas paredes exteriores. Substituído o enchimento das células entre as cotas -6,00m (ZH) e o 0,00m ZH, as paredes deixariam de ter a função estrutural original, podendo as fendas provocadas pelo acidente, ser simplesmente preenchidas por argamassa de reparação, após remoção do betão solto e preparação da superfície a reparar.

No entanto, a implementação da presente solução de reparação do caixotão requereria cuidados, como a execução de estruturas provisórias de travamento das paredes e implicaria o possível tratamento de situações não previstas.

De facto, é desconhecido o estado das paredes interiores do caixotão, nomeadamente a dimensão dos danos provocados no acidente, sendo de esperar que possa estar comprometida a sua capacidade de resistir ao impulso introduzido pelo material de enchimento em situação de existência de diferenças de nível entre células na operação de remoção da areia das células exteriores, permanecendo totalmente preenchidas as células centrais.

A rotura de uma parede interior poderia, para além comprometer as condições de segurança do pessoal e do equipamento envolvidos, motivar o alargamento da área de intervenção, e originar a necessidade de levar a cabo trabalhos de natureza e em quantidade inicialmente não previstas, resultando no incremento do custo e do prazo da intervenção.

#### *Solução adoptada – Solução 1*

O motivo da opção pela Solução 1 prende-se sobretudo pelo facto de esta estratégia de reparação permitir assegurar um controlo mais efectivo das quantidades de trabalho a realizar, do seu planeamento e consequentemente do custo da intervenção.

Restringindo os trabalhos ao exterior do caixotão, e levando a cabo a realização de trabalhos cuja natureza e volume são conhecidos, é minimizada a probabilidade de ocorrerem situações imprevistas, que possam implicar a reformulação de soluções, a adopção de outros métodos construtivos, e o aumento do custo e do tempo necessário à execução da empreitada.

Ainda assim, e como é corrente em intervenções de reparação de estruturas, as situações imprevistas acabaram por ocorrer, tendo sido resolvidas através de adaptações da solução preconizada. As adaptações realizadas foram dimensionadas na perspectiva de garantir a qualidade da intervenção e resultaram da conjugação de esforços de todas as partes intervenientes; dono de obra, projectista e empreiteiro.

As figuras seguintes ilustram alguns pormenores definidos para a reparação do caixotão.

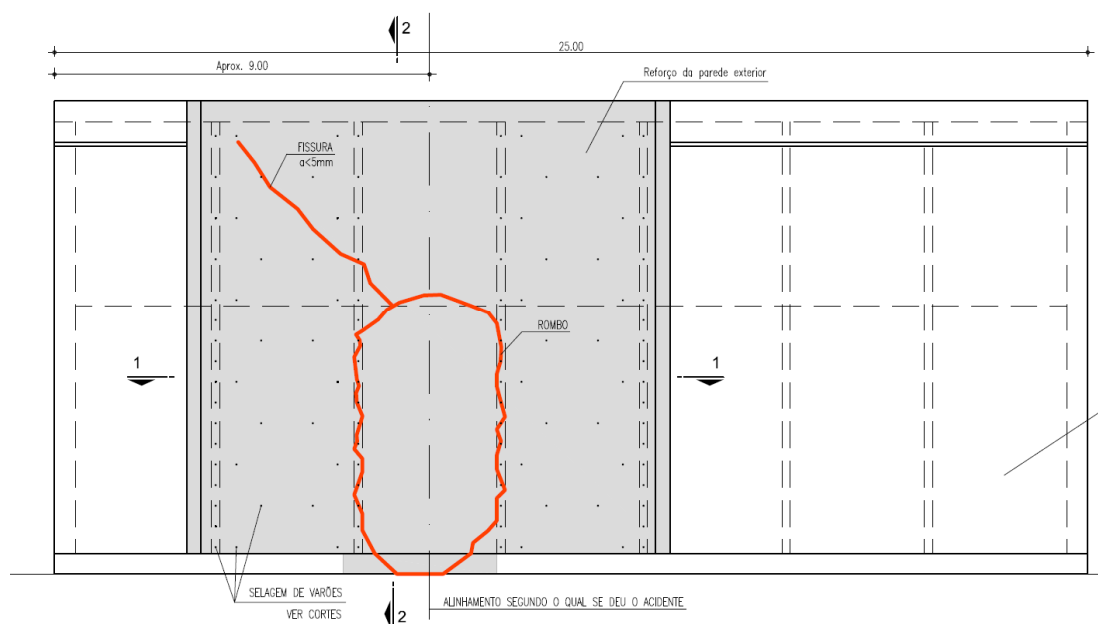


Figura 23 – Vista do painel de reforço da parede exterior do extradorso do molhe.

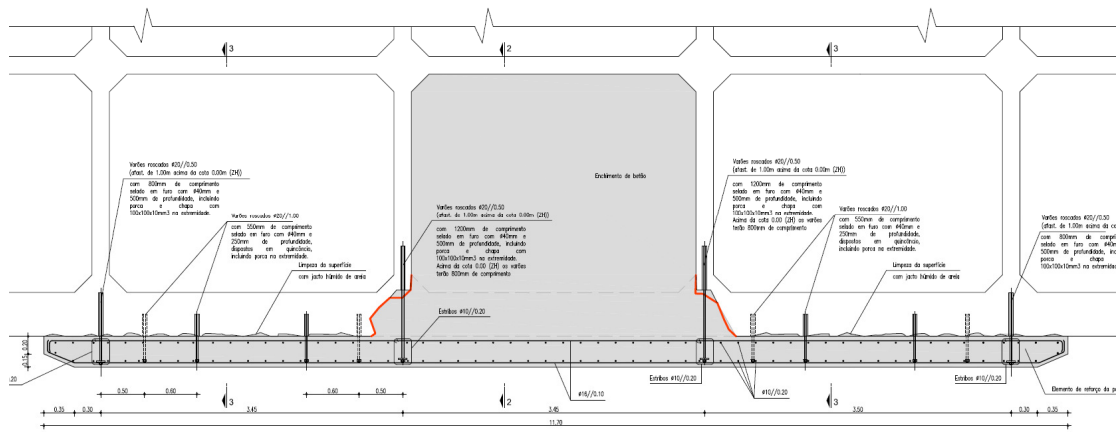


Figura 24 – Secção horizontal do painel de reforço da parede exterior do extradoso do molhe.

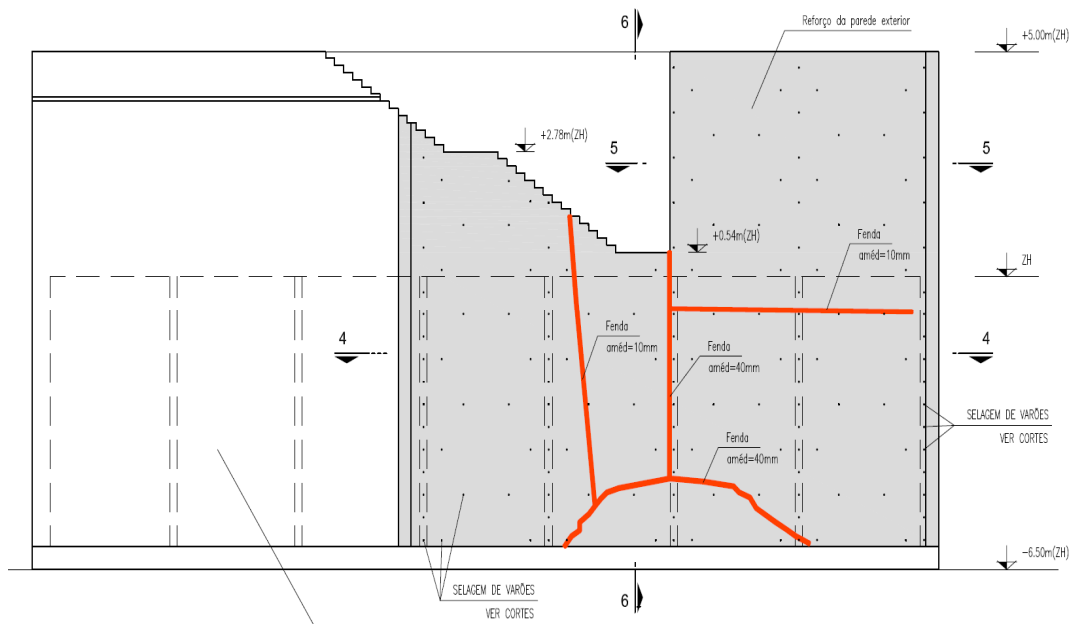


Figura 25 – Vista do painel de reforço da parede exterior do intradoso do molhe.

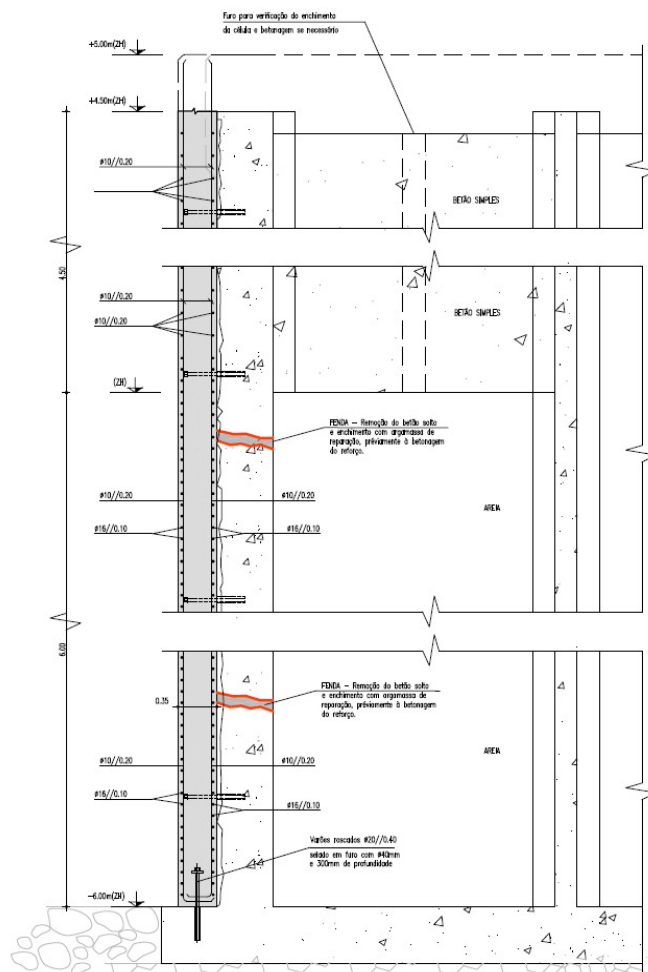


Figura 26 – Secção vertical representativa dos painéis de reforço das paredes exteriores do molhe.

## 8 – Referências

- APSS, Administração dos Portos de Setúbal e Sesimbra, S.A., Direcção dos Serviços de Equipamento, Infra-estruturas e Ambiente (DEIA) (Novembro de 2010) - Relatório preliminar à estrutura do molhe de protecção à doca de pesca
- Relatório da Autoridade Marítima.
- WW - Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A./APSS, Administração dos Portos de Setúbal e Sesimbra, S.A.- (Fevereiro de 2010) - Projecto de Reparação do Molhe Exterior do Porto da Doca de Pesca do Porto de Setúbal, Estudo Prévio.
- WW - Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A./APSS, Administração dos Portos de Setúbal e Sesimbra, S.A.- (Abril de 2010) - Empreitada de Reparação do Molhe Exterior da Doca de Pesca do Porto de Setúbal. Projecto de Execução.