

**IPTM – INSTITUTO PORTUÁRIO E DOS  
TRANSPORTES MARÍTIMOS, I.P.**

**EMPREITADA DAS OBRAS DE  
RECUPERAÇÃO DO FOSSO DA  
MURALHA DE PENICHE**

**PROCESSO DE CONCURSO**

**VOL. 3 – PROJECTO DE EXECUÇÃO  
TOMO I – PEÇAS ESCRITAS**

**SETEMBRO, 2008**



## ÍNDICE DO TEXTO

1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 - CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ACTUAL.....	2
2.1 - Descrição geral do fosso e das estruturas existentes .....	2
2.2 - Condições naturais.....	4
2.2.1 - Topo-hidrografia .....	4
2.2.2 - Natureza dos fundos .....	6
2.2.3 - Marés.....	7
2.2.4 - Agitação marítima.....	8
3 - BASES DE PROJECTO .....	12
3.1 - Pontes Pedonais e passadiço da eclusa.....	12
3.1.1 - Materiais .....	12
3.1.2 - Acções.....	12
3.2 - Ponte Rodoviária .....	12
3.2.1 - Materiais .....	12
3.2.2 - Acções.....	13
3.3 - Eclusa.....	13
3.4 - Verificação da segurança aos Estados Limites.....	13
3.5 - Combinação de acções.....	14
4 - DEFINIÇÃO DAS INTERVENÇÕES .....	15
4.1 - Arranjo geral .....	15
4.2 - Obras marginais e dragagens .....	16
4.2.1 - Limpeza e Dragagens dos fundos.....	16
4.2.2 - Estabilização e consolidação das margens.....	18
4.2.3 - Necessidades de manutenção dos fundos.....	22
4.3 - Ponte Pedonal 1 (“Ponte Nova”) .....	23
4.4 - Ponte Pedonal 2 .....	24
4.5 - Ponte Rodoviária .....	26
4.6 - Eclusa.....	28
4.6.1 - Considerações prévias.....	28
4.6.2 - Aspectos dimensionais da eclusa .....	29
4.6.3 - Funcionamento hidráulico .....	30
4.6.4 - Descrição da estrutura .....	32
4.6.5 - Assinalamento marítimo.....	36
4.6.6 - Processo construtivo .....	36
5 - REGRAS DE EXPLORAÇÃO DA ECLUSA .....	39
6 - MAPA DE QUANTIDADES .....	41



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Geotecnia. Localização das sondagens e do tecto rochoso .... (O.0890.00/F5)

## ÍNDICE DE DESENHOS

### ARRANJO GERAL

Des. GE-1 – Situação actual. Folha 1 ..... (O.0890.00\_PE\_GE\_01A)  
Des. GE-2 – Situação actual. Folha 2 ..... (O.0890.00\_PE\_GE\_02A)  
Des. GE-3 – Arranjo Geral ..... (O.0890.00\_PE\_GE\_03A)

### OBRAS MARGINAIS E DRAGAGENS

Des. OM-1 – Planta ..... (O.0890.00\_PE\_OM\_01)  
Des. OM-2 – Planta de dragagens ..... (O.0890.00\_PE\_OM\_02A)  
Des. OM-3 – Perfis tipo ..... (O.0890.00\_PE\_OM\_03)  
Des. OM-4 – Perfis ..... (O.0890.00\_PE\_OM\_04A)  
Des. OM-5 – Plantações e sementeiras ..... (O.0890.00\_PE\_OM\_05)

### PONTE PEDONAL 1

Des. PP1-1 – Arranjo geral ..... (O.0890.00\_PE\_PP1\_01A)  
Des. PP1-2 – Planta e alçado ..... (O.0890.00\_PE\_PP1\_02A)  
Des. PP1-3 – Apoio Poente. Planta, alçado e cortes ..... (O.0890.00\_PE\_PP1\_03B)  
Des. PP1-4 – Tabuleiro. Eixos 1 - 4. Planta, alçado e cortes ..... (O.0890.00\_PE\_PP1\_04A)  
Des. PP1-5 – Tabuleiro. Eixos 1 - 4. Corte C-C' e pormenores .. (O.0890.00\_PE\_PP1\_05A)  
Des. PP1-6 – Tabuleiro. Eixos 4 - 5. Planta, alçado e cortes ..... (O.0890.00\_PE\_PP1\_06A)  
Des. PP1-7 – Tabuleiro. Eixos 4 - 5. Pormenores ..... (O.0890.00\_PE\_PP1\_07B)  
Des. PP1-8 – Tabuleiro. Eixos 5 - 6. Planta, alçado e cortes ..... (O.0890.00\_PE\_PP1\_08A)  
Des. PP1-9 – Tabuleiro. Eixos 6 - 8. Planta, alçado e cortes ..... (O.0890.00\_PE\_PP1\_09A)  
Des. PP1-10 – Apoio Nascente. Planta, alçado e cortes ..... (O.0890.00\_PE\_PP1\_10A)

### PONTE PEDONAL 2

Des. PP2-1 – Arranjo geral ..... (O.0890.00\_PE\_PP2\_01A)  
Des. PP2-2 – Planta e alçado ..... (O.0890.00\_PE\_PP2\_02A)  
Des. PP2-3 – Tabuleiro. Eixos 1 – 3. Planta, alçado e cortes ..... (O.0890.00\_PE\_PP2\_03A)  
Des. PP2-4 – Tabuleiro. Eixos 3 – 7. Planta, alçado e cortes ..... (O.0890.00\_PE\_PP2\_04A)  
Des. PP2-5 – Tabuleiro. Eixos 7 – 9. Planta, alçado e corte ..... (O.0890.00\_PE\_PP2\_05A)



Des. PP2-6 – Tabuleiro. Eixos 9 – 11. Planta, alçado e cortes .....	(O.0890.00_PE_PP2_06A)
Des. PP2-7 – Tabuleiro. Eixos 11 – 13. Planta, alçado e cortes ..	(O.0890.00_PE_PP2_07A)
Des. PP2-8 – Tabuleiro. Pormenores 1 a 7. Cortes .....	(O.0890.00_PE_PP2_08A)
Des. PP2-9 – Tabuleiro. Pormenores 8 a 11. Cortes .....	(O.0890.00_PE_PP2_09A)
Des. PP2-10 – Apoio Nascente. Planta, corte e pormenor .....	(O.0890.00_PE_PP2_10A)

### PONTE RODOVIÁRIA

Des. PR-1 – Arranjo geral .....	(O.0890.00_PE_PR_01)
Des. PR-2 – Geometria. Planta e cortes .....	(O.0890.00_PE_PR_02A)
Des. PR-3 – Geometria. Pormenores .....	(O.0890.00_PE_PR_03A)
Des. PR-4 – Betão armado. Tabuleiro. Plantas e cortes .....	(O.0890.00_PE_PR_04A)
Des. PR-5 – Betão armado. Apoio Nascente. Plantas .....	(O.0890.00_PE_PR_05)
Des. PR-6 – Betão armado. Apoios. Cortes .....	(O.0890.00_PE_PR_06)
Des. PR-7 – Betão armado. Apoio Nascente. Alçado e cortes .....	(O.0890.00_PE_PR_07)
Des. PR-8 – Betão armado. Tabuleiro. Pré-esforço .....	(O.0890.00_PE_PR_08)

### ECLUSA

#### Geral

Des. EG1 – Arranjo geral .....	(O.0890.00_PE_EG_01A)
Des. EG2 – Perfis .....	(O.0890.00_PE_EG_02A)
Des. EG3 – Dragagem de fundação .....	(O.0890.00_PE_EG_03)

#### Estrutura

Des. EE-1 – Estrutura. Geometria. Plantas .....	(O.0890.00_PE_EE_01)
Des. EE-2 – Estrutura. Geometria. Cortes .....	(O.0890.00_PE_EE_02)
Des. EE-3 – Betão armado. Planta .....	(O.0890.00_PE_EE_03)
Des. EE-4 – Betão armado. Cortes A-A a C-C e 1-1 .....	(O.0890.00_PE_EE_04)
Des. EE-5 – Betão armado. Corte D-D e detalhes A-A e B-B ....	(O.0890.00_PE_EE_05)

#### Equipamento Mecânico e Acessórios

Des. EM-1 – Implantação das comportas .....	(O.0890.00_PE_EM_01)
Des. EM-2 – Arranjo estrutural das comportas .....	(O.0890.00_PE_EM_02)
Des. EM-3 – Apoios das comportas .....	(O.0890.00_PE_EM_03)
Des. EM-4 – Interface do sistema de accionamento .....	(O.0890.00_PE_EM_04)
e implantação das válvulas	
Des. EM-5 – Vedação das comportas, protecção catódica, detalhes	(O.0890.00_PE_EM_05)
Des. EM-6 – Sistema de defensas .....	(O.0890.00_PE_EM_06)
Des. EM-7 – Acessórios .....	(O.0890.00_PE_EM_07)



**Passadiço da Muralha**

Des. EP1 – Planta e pormenores .....	(O.0890.00_PE_EP_01A)
Des. EP2 – Corte A-A e pilar de apoio inferior .....	(O.0890.00_PE_EP_02A)
Des. EP3 – Corte B-B e pilar de apoio superior .....	(O.0890.00_PE_EP_03A)
Des. EP4 – Estrutura. Planta e pormenores .....	(O.0890.00_PE_EP_04)



## 1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório corresponde ao Projecto de Execução das “Obras de Recuperação do Fosso da Muralha de Peniche”, elaborado pela CONSULMAR para o Instituto Português e dos Transportes Marítimos (IPTM).

Com este Projecto pretende-se definir o conjunto de infraestruturas de saneamento e regularização hidráulica que permitirá a fruição de um plano de água com qualidade ambiental, e que irá tornar possível a concretização do “Plano Orientador de Recuperação e da Integração Urbanística do Fosso da Muralha de Peniche e Espaço Envolvente”, datado de meados da década de 90.

A presente versão da Memória Descritiva do Projecto, datada de Setembro de 2008, vem substituir a anterior, datada de Maio do mesmo ano. Nela foram incluídas algumas disposições para dar integral cumprimento à Declaração de Impacte Ambiental (DIA) emitida sobre o Projecto, e ao Parecer da Comissão de Avaliação nº 1389/08/GAIA, de 30 de Julho de 2008, referente ao respectivo Processo de Pós Avaliação.

Tais disposições implicaram essencialmente o melhor esclarecimento de algumas questões e detalhe de alguns estudos, bem como nas Cláusulas Ambientais do Caderno de Encargos, mas não tiveram qualquer consequência no conteúdo das peças desenhadas nem no mapa de quantidades ou no Plano de Segurança e Saúde em Projecto.

Deste modo, apenas o Tomo I – Peças Escritas, do Vol. 3 - Projecto de Execução (o presente relatório), e o Vol. 2 - Caderno de Encargos, sofreram alterações e têm novas versões, datadas de Setembro de 2008. Para o Tomo II – Peças Desenhadas do Vol.3 e para o Vol. 4 - Plano de Segurança e Saúde em Projecto mantêm-se válidas as edições de Maio de 2008.

## 2 - CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ACTUAL

### 2.1 - Descrição geral do fosso e das estruturas existentes

O fosso da muralha de Peniche desenvolve-se ao longo de cerca de 1 400 m, com uma orientação geral próxima de N – S (Des. GE-1 e GE-2).

A poente o limite do fosso é proporcionado pela muralha da cidade, excepto num troço no seu extremo sul, onde remata contra um muro de alvenaria que suporta a Av. do Mar.

O limite nascente é materializado, entre o limite sul e a Ponte Velha, por um muro vertical com alinhamentos rectilíneos paralelos ao andamento geral do contorno da muralha. Para norte da Ponte Velha o contorno nascente do fosso torna-se mal definido, não sendo marcado por qualquer estrutura.

O fosso é atravessado por três estruturas : a nova ponte rodoviária, a sul, a comporta do Poceirão / Ponte Nova, um pouco mais a norte, frente ao primeiro baluarte da muralha, e a Ponte Velha, na zona central, desembocando numa abertura na muralha.

Recortada no muro que limita o fosso a nascente, imediatamente a sul da nova ponte rodoviária, encontra-se uma pequena rampa varadouro, havendo estrutura semelhante adjacente, do lado sul, à Ponte Velha (embora neste caso a estrutura se projecte para o interior do fosso e não seja recortada na margem), as quais servem as pequenas embarcações que utilizam hoje o fosso.

A ligação do fosso ao Porto de Pesca é feita por um pequeno canal, que corre entre a muralha / maciço rochoso de fundação do Forte de Cabanas e a retenção de enrocamento que limita o terrapleno portuário.

As muralhas da cidade desenvolvem-se num conjunto de baluartes e recessos, sendo os primeiros denominados, de sul para norte : Baluarte da Misericórdia, da Ponte, da Calçada, de S. Vicente e da Gamboa. A sua estrutura apresenta alguma degradação, com crescimento de plantas nas juntas da alvenaria e com algumas guaritas dos cunhais dos baluartes caídas.

Embora não se disponha de elementos – desenhos ou descrições – sobre a fundação da muralha, uma vez que o substrato rochoso, ao longo de praticamente todo o desenvolvimento da estrutura, se encontra acima da cota da baixa-mar – ou seja, descobre com a maré – aquela fundação terá, com toda a certeza, sido efectuada directamente sobre a rocha. Mesmo nos pontos (provavelmente fracturas ou cavidades cársticas) onde o

substrato aparentemente mergulha até cotas 1 a 2 m abaixo da baixa-mar, seria perfeitamente exequível efectuar a fundação directamente na rocha; no entanto, havendo algumas informações (testemunhos) que parecem indiciar a presença nalguns locais de estacas de pinho verde na fundação, admite-se que seria possível estas terem sido utilizadas nestes locais onde se verifica maior profundidade pontual do substrato. Na Fig. 1 assinalaram-se assim estes pontos onde, a confirmar-se a utilização destas estacas, a sua presença é mais provável.

O muro que limita o fosso a nascente é constituído por alvenaria aparelhada até sensivelmente ao nível da preia-mar, acrescentado por alvenaria ordinária. Apresenta um estado de degradação avançado em alguns troços.

A comporta do Poceirão foi construída no local, e aproveitando os encontros, da Ponte Nova, estrutura em madeira ainda existente no início do séc. XX. Actualmente a comporta está fora de serviço, encontrando-se a sua estrutura bastante degradada.

A Ponte Velha é um açude-ponte, equipado com três comportas de guilhotina. Este equipamento hidráulico encontra-se igualmente fora de serviço, e a estrutura da própria ponte apresenta sinais evidentes de degradação, com fendas importantes que parecem revelar assentamentos da sua fundação.

Na zona do Projecto desenvolve-se um conjunto de infraestruturas – redes técnicas – cuja presença é necessário levar em conta, e que se encontram assinaladas nos Des. GE-1 e GE-2.

A rede de abastecimento de água tem duas condutas, com diâmetros de 160 e 200 mm, que atravessam a Ponte Velha, vindo, na zona da Prageira, de Norte (as duas condutas), e de Sul (conduta de 160), sensivelmente ao longo da estrada actual (troço norte) e da estrada antiga, hoje inserida no novo parque de estacionamento, a sul. Com excepção da travessia na Ponte Velha, estas condutas estão implantadas já fora da área a intervir directamente.

Na zona Norte do fosso está ainda implantada uma outra conduta de abastecimento de água, de diâmetro 450 mm, que, vinda da zona da Prageira, prossegue para o interior da cidade num alinhamento próximo do definido pela rotunda a sul do “Intermarché” e a entrada norte na muralha, pela Av. Monsenhor Bastos.

O fosso foi, até recentemente, receptor de descargas de esgotos pluviais e domésticos de Peniche.



No entanto, a reformulação do sistema de esgotos incluiu a eliminação de todas as descargas domésticas, passando o fosso a receber apenas descargas pluviais. Estas descargas, e algumas antigas saídas de esgoto hoje desactivadas, estão distribuídas ao longo de ambas as margens do fosso, encontrando-se assinaladas também nos Des. GE-1 e GE-2.

No que diz respeito à rede de esgotos domésticos, verifica-se a presença de uma conduta elevatória também na Ponte Velha (diâmetro 200 mm), que liga a uma estação elevatória na zona central da Prageira. Desta estação elevatória segue também um colector para norte, sensivelmente ao longo do alinhamento da estrada até à entrada norte da cidade, pela Av. Monsenhor Bastos. Também aqui, com excepção da travessia na Ponte Velha, todas estas condutas estão implantadas já fora da área a intervir directamente.

Ainda no que respeita à travessia da Ponte Velha, assinala-se a presença aí da passagem de cabos eléctricos (média tensão) e de telecomunicações.

## **2.2 - Condições naturais**

### **2.2.1 - Topo-hidrografia**

O fosso da muralha de Peniche acompanha o desenvolvimento desta, cortando o istmo de ligação da península onde se situa o centro histórico da cidade.

Com um desenvolvimento Sul – Norte, o fosso apresenta largura variável consoante o contorno da muralha : mais estreito frente aos baluartes, onde a sua largura é da ordem de 30 a 40 m, e ocupando a área deixada livre pelo recuo da muralha nos troços intermédios, onde se alarga para cerca de 60 a 80 m.

O fosso encontra-se actualmente extremamente assoreado. A zona francamente inundável em preia-mar corresponde apenas à sua metade sul, estendendo-se apenas um pouco para além da Ponte Velha (situada aproximadamente no centro do desenvolvimento da muralha); mais para norte a penetração da maré faz-se apenas através de alguns estreitos canais que meandrizam na área originalmente ocupada pelo fosso.

Ao longo, sensivelmente, do terço norte do desenvolvimento da muralha o fosso deixa de ser perceptível, estando totalmente aterrado para instalação de um campo de futebol e passagem da principal via rodoviária de acesso à cidade.



Em baixa-mar praticamente todo o fosso fica a seco, com exceção do “talvegue” no seu extremo sul.

De acordo com o levantamento efectuado em Outubro de 2001 pelo então IMP, o talvegue na zona entre a entrada do fosso, junto ao porto de pesca, e a Ponte Nova encontra-se a cotas entre (+0,5 m)ZH e (+1,0 m)ZH, com algumas zonas, nomeadamente junto às margens, onde os fundos podem subir até ao nível médio da maré (+2 m)ZH.

(Por uma questão de uniformização optou-se por adoptar como nível de referência geral para todo o presente trabalho o Zero Hidrográfico (ZH), plano de referência situado 2 m abaixo do nível médio do mar e do plano de Nivelamento Geral do País)

Entre a comporta da Ponte Nova e a Ponte Velha as cotas dos fundos situam-se em torno da cota (+1,5 m)ZH, mais uma vez com as zonas junto às margens, e especialmente nos recantos da muralha, mais assoreadas.

Imediatamente para norte da Ponte Velha, que é um açude-ponte, equipada com comportas, nota-se uma elevação brusca nos fundos, que terá sido provocada pelo estrangulamento do escoamento e conseqüente retenção de sedimentos provocados por esta estrutura.

Até cerca de 100 m para norte da ponte os fundos situam-se a cotas entre (+2 m)ZH e (+2,5 m)ZH, sendo assim ainda inundados na generalidade das preia-mares. Mais para “montante”, ao longo dos cerca de 100 m seguintes, o fosso é apenas inundado durante a preia-mar das marés de maior amplitude, pois os fundos situam-se a cotas entre (+2,5 m)ZH e (+3,5 m)ZH. A partir dessa zona a água penetra apenas, em preia-mar, ao longo de estreitos canais, estando a zona do campo de futebol, e para norte até à Gamboa, permanentemente a seco.

Na metade sul os limites do fosso encontram-se bem definidos por estruturas verticais – a muralha a poente, e, a nascente, um muro que se eleva até à cota do terraplano adjacente. Para norte da Ponte Velha a ausência de qualquer estrutura marginal torna o limite nascente do fosso menos bem definido, sendo mesmo o seu contorno praticamente imperceptível no extremo norte, para além do campo de futebol.

O coroamento do muro limite do terraplano que margina por nascente o fosso, desde o porto de pesca até à Ponte Velha, encontra-se à cota (+4,7 m)ZH; para norte a margem do fosso torna-se mais indefinida, mas as cotas do caminho que o marginam oscilam sensivelmente entre este valor e (+5 m)ZH, nível a que também se encontra a estrada que corta o fosso por norte (Av. Monsenhor Bastos). O campo de futebol encontra-se ligeiramente rebaixado, à cota (+3,8 m)ZH.

### 2.2.2 - Natureza dos fundos

A observação visual, possível em baixa-mar, e os resultados das sondagens disponíveis, indicam que os fundos do fosso são constituídos por uma camada superficial de lamas / lodos e areias acinzentadas.

Para caracterizar a constituição dos fundos para além da superfície dispôs-se dos seguintes elementos (Fig. 1):

- Resultados de 24 sondagens efectuadas em 1973 para a então Direcção Geral de Portos, cobrindo o troço sul do fosso, desde a entrada do Porto de Pesca até à Ponte Nova (incluindo a margem nascente);
- Resultados de 30 sondagens efectuadas em 1995 pela então Direcção Geral de Portos, navegação e Transportes Marítimos, cobrindo a área do fosso entre as pontes Nova e Velha, e de mais 11 realizadas na mesma campanha na zona da Gamboa.
- Resultados de 55 sondagens efectuadas em 2001 / 2002 pelo I.M.P. entre a Ponte e Velha e a estrada no limite norte do fosso (Av. Monsenhor Bastos), distribuídas segundo uma fiada ao longo do contorno da muralha e a ela adjacente (distando poucos metros), complementada por uma outra fiada (não muito regular) afastada da primeira cerca de 20 a 40 m (consoante se trate das zonas mais estreitas ou largas do fosso).

O segundo conjunto de sondagens foi realizado no âmbito dos estudos para o “Plano Orientador de Recuperação e de Integração Urbanística do Fosso da Muralha de Peniche e Zona Envolvente”, correspondendo parcialmente às especificações aí apresentadas, e o último foi efectuado já no âmbito do presente trabalho.

Na Fig. 1 apresenta-se a implantação de todas as sondagens, indicando-se as curvas de nível do tecto rochoso quando a informação é suficiente para tal, e ainda um perfil longitudinal traçado ao longo do contorno da muralha, com indicação do fundo actual e do tecto rochoso.

De acordo com as sondagens realizadas no troço sul do fosso, as areias da camada superficial são areias finas a médias, por vezes siltosas mas também com algum calhau e pedra. Subjacente encontra-se um estrato rochoso calcário. No interior do fosso a camada de areias tem espessuras da ordem de 0,5 m no talvegue do fosso (que corre, nesta zona, no centro ou mais encostado à margem nascente), atingindo, no entanto, 1,5 a quase 3 m junto à margem poente (na zona do Portinho de Meio e nos recantos mais recortados).

O tecto rochoso encontra-se neste troço a cotas entre sensivelmente (-1 m)ZH e (+1 m)ZH.

Na zona de ligação ao Porto de Pesca o substrato rochoso afunda pronunciadamente, encontrando-se, logo a sul do Forte de Cabanas, a cotas entre (-1,5 m)ZH e (-3 m)ZH; aqui a espessura da camada de areias aumenta na mesma proporção, atingindo valores crescentes entre cerca de 1,5 m a 3,5 m.

As sondagens realizadas para norte da Ponte Nova foram destinadas simplesmente a detectar a formação rochosa de base, não se tendo procedido à identificação dos estratos intermédios. Trata-se de sondagens com penetrómetro dinâmico ligeiro, que caracterizam a resistência das diferentes camadas. De qualquer modo, uma apreciação genérica das formações identificou as camadas superficiais como lodos, areias e areias lodosas, sobrepondo-se a um substrato calcário, fracturado e carsificado, com preenchimentos de argila (as cotas pontuais mais profundas atingidas pela sondagem corresponderão a estas fracturas ou carso).

Os resultados são semelhantes aos atrás descritos para o troço sul do fosso, com a presença de uma camada pouco resistente de aluviões com espessura média variável entre 0,5 e 1 m, a que se segue uma camada de resistência crescente (identificada como argilas no relatório) até se atingir a rocha. Esta encontra-se a cotas médias entre (-0,5 m)ZH e (+0,5 m)ZH, não sendo notável qualquer variação sistemática.

Cerca de 250 m para norte da Ponte Velha verifica-se, junto à muralha, um alteamento do tecto rochoso, até cerca de (+2 m)ZH, mantendo-se o recobrimento aluvionar com 0,5 a de 1 m de espessura. Segue-se uma zona, no campo de futebol e um pouco para sul, onde o substrato afunda (irregularmente) atingindo cotas entre (-1 m)ZH e (-2 m)ZH, para retornar, no limite norte do fosso, a oscilar entre as cotas (+1 m)ZH e o zero hidrográfico.

Na zona da Gamboa as sondagens revelaram a presença de uma antigo nível de praia, constituído por calhau rolado. O substrato rochoso encontra-se a cotas variáveis, sendo por vezes aflorante.

### **2.2.3 - Marés**

As marés em Peniche, tal como ao longo da costa de Portugal continental, são do tipo semi-diurno, com amplitudes médias, em águas vivas, de cerca de 3 m, e, em águas mortas, da ordem de metade desse valor.

De acordo com os valores publicados nas Tabelas de Maré editadas pelo Instituto Hidrográfico, são os seguintes os elementos de maré no Porto de Peniche:



PMmáx .....	(+3,90 m)ZH
PMAV .....	(+3,50 m)ZH
PMAM.....	(+2,65 m)ZH
NM .....	(+0,00 m)ZH
BMAM .....	(+1,35 m)ZH
BMAV .....	(+0,50 m)ZH
BMmín .....	(+0,10 m)ZH

em que:

- PM máx e BM mín - são os valores extremos das alturas de maré que se prevê possam ocorrer sob condições meteorológicas normais;
- PM AV e BM AV - são os valores médios das alturas de água de duas preia-mares/baixa-mares sucessivas, que ocorrem quinzenalmente quando a amplitude da maré é maior;
- PM AM e BM AM - são os valores médios das alturas de água de duas preia-mares/baixa-mares sucessivas, que ocorrem quinzenalmente quando a amplitude da maré é menor;
- NM - é o valor médio adoptado para a altura de maré, relativamente ao qual foram feitas as previsões.

#### 2.2.4 - Agitação marítima

A área do fosso encontra-se bem abrigada da acção da agitação. Com efeito, a sul a entrada do fosso encontra-se no saco do porto de pesca, numa zona já muito abrigada, não sendo atingida por agitação com grande relevância.

De qualquer modo, considera-se útil fazer aqui uma caracterização resumida do regime de agitação, para melhor enquadrar as condições ambientais exteriores à área do fosso e contribuir para a visualização das condições a que está sujeita a bacia portuária, a sul do fosso.

Para caracterizar este regime médio recorreu-se aos resultados dos registos da bóia-ondógrafo direccional instalada ao largo da Figueira da Foz, a cerca de 90 m de profundidade, que se considerou ser representativa das condições ao largo de Peniche. Dispôs-se destes resultados para um período de cerca de 2,5 anos.

A quase totalidade das ondas é proveniente de rumos entre o W e o N, sendo o rumo mais frequente o NW, com mais de 70% das ocorrências.

No que respeita à distribuição de alturas, o escalão mais frequente é o de 1 a 2 m, com cerca de 40% das observações, seguindo-se o de 2 a 3 m, com uma frequência próxima de 30%. Cerca de 50% das ondas são inferiores a 2 m, sendo a frequência de alturas superiores a 5 m da ordem de 2%.

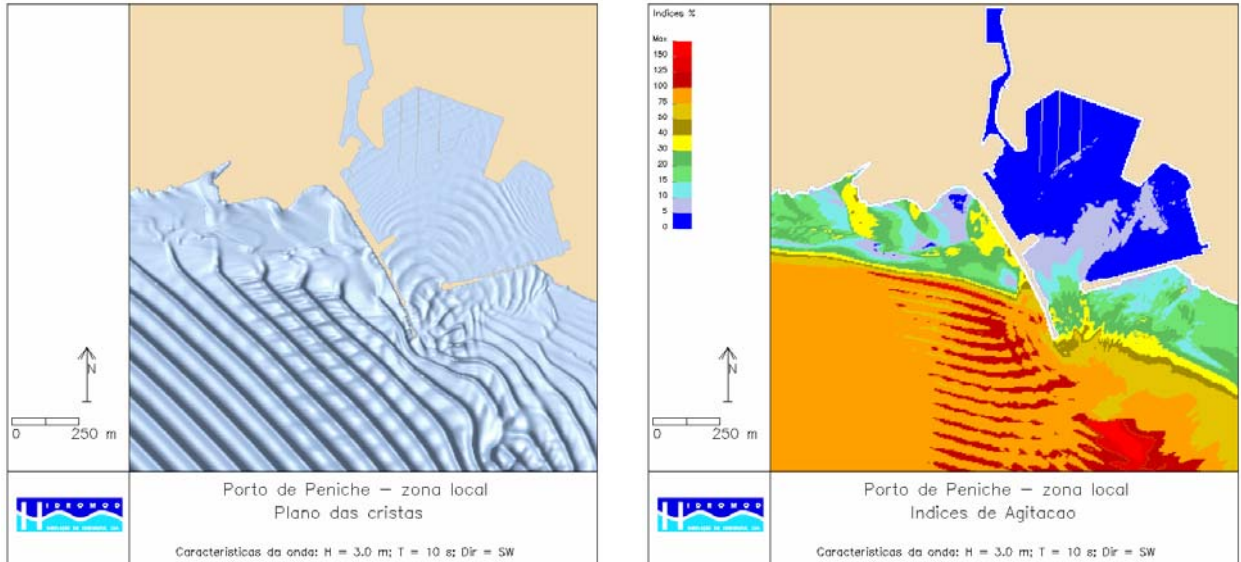
A distribuição de períodos de pico das ondas mostra que o escalão mais frequente é o de 11 a 13 s, com 33,5% das ocorrências, seguindo-se o de 9 a 11 s, com cerca de 26%. A frequência de períodos superiores a 15 s é da ordem de 8%.

Quanto à variação sazonal do regime de agitação, não se verificam diferenças significativas no que à distribuição por rumos diz respeito, sendo, no entanto, na distribuição de alturas a diferença já perceptível. Nos meses de Inverno as alturas de onda são mais elevadas, sendo os escalões mais frequentes os de 1 a 2 m e de 2 a 3 m, enquanto no Verão o escalão mais frequente é o de 1 a 2 m. No Inverno cerca de 10% das ondas são superiores a 4 m, enquanto no Verão a percentagem equivalente é próxima de 2%; no Verão quase 55% das ondas são inferiores a 2 m, enquanto no Inverno apenas 33% se enquadra neste limite.

No âmbito do presente estudo interessa ainda analisar mais detalhadamente as condições de agitação na entrada sul do fosso, por pequenas que sejam as ondas que aí se verifiquem, pois a instalação de uma eclusa nesse local implica a presença de órgãos hidráulicos, como as comportas, cujo funcionamento é relativamente exigente em termos de tranquilidade do plano de água.

Para tal recorreu-se à modelação matemática da propagação da agitação no interior da bacia portuária.

Nas figuras seguintes apresentam-se os resultados obtidos para a propagação de ondas com rumo SW, período de 10 s e altura de onda de 3 m à entrada do porto.

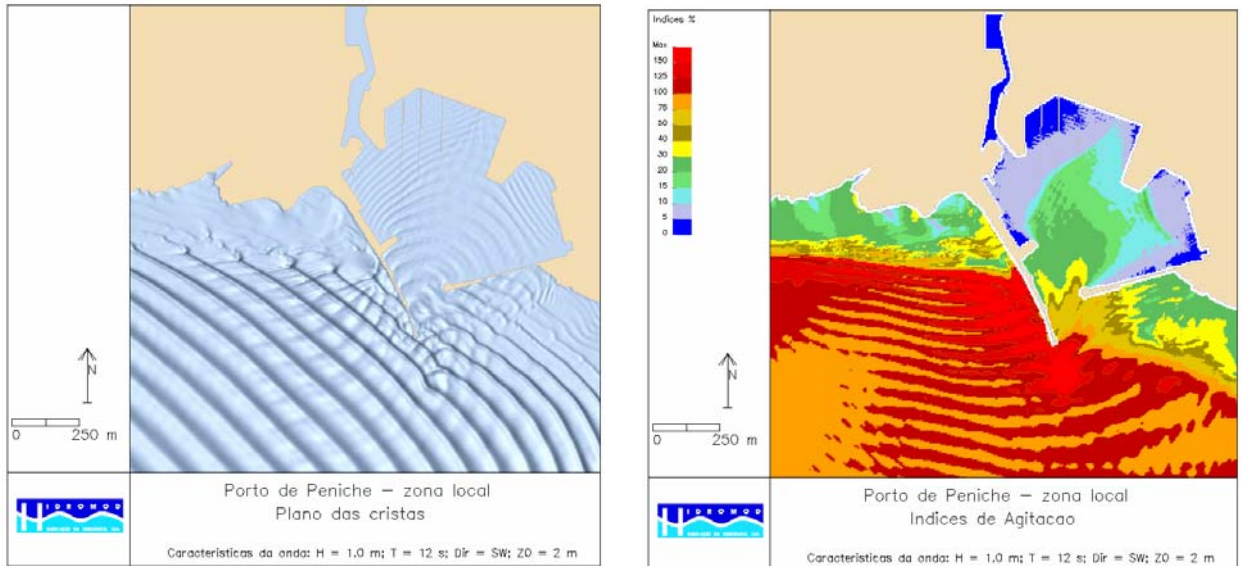


Verifica-se que os índices de agitação (relação entre as alturas de onda no exterior e no ponto de interesse) na zona da eclusa se situam entre 0 e 5%.

As alturas de onda extremas à entrada da bacia portuária são limitadas pelos fundos, que induzem a rebentação das maiores vagas. As ondas significativas máximas compatíveis com os fundos em causa são da ordem de 5 m, e as ondas individuais máximas da ordem de 8 a 9 m.

Aplicando os índices de agitação acima referidos obtêm-se assim alturas de onda extremas junto à eclusa até 0,25 m, para o parâmetro “onda significativa”, e até 0,4 a 0,45 m para a onda individual máxima.

As figuras seguintes correspondem a uma situação de período de 12 s e altura de onda de 1 m à entrada do porto. Esta é uma situação com pouca probabilidade de ocorrência (ondas de SW com período de 12 s são pouco frequentes) e mais desfavorável (os índices resultantes da simulação de uma onda de 1 m são consideravelmente maiores do que para ondas de maior altura, que têm maiores perdas de energia por atrito, rebentação, etc.).



Neste caso os índices de agitação na zona da eclusa situam-se entre 5 e 10%.

Aplicando estes índices às ondas extremas atrás referidas obtêm-se alturas de onda máximas junto à eclusa até 0,5 m, para o parâmetro “onda significativa”, e até 0,8 a 0,9 m para a onda individual.

Ou seja, em condições extremas de tempestade as alturas de onda junto à eclusa não deverão exceder 0,5 m de onda significativa e 1 m de onda individual.

Embora não seja possível determinar com exactidão a frequência de ocorrência destes valores extremos, estima-se que o seu período de retorno deverá situar-se em cerca de 1 ano (ou seja, acontecerão; em média, uma vez por ano). De notar que, uma vez que há um limite físico imposto pela hidrografia à altura das ondas, estes valores são máximos absolutos, e correspondem assim igualmente às ondas com períodos de retorno mais dilatados (10, 50, etc. anos).



### 3 - BASES DE PROJECTO

#### 3.1 - Pontes Pedonais e passadiço da eclusa

##### 3.1.1 - Materiais

- Chapas e Perfis – Aço FE 510 – NP 1729
- Porcas e Parafusos – Aço Classe 8.8 –NP 1898
- Guardas – Aço Inox AISI 316

##### 3.1.2 - Acções

- *Acções permanentes* – *G*
  - Peso próprio da estrutura -  $\gamma = 78.5kN / m^3$  (peso específico do betão armado)
  - Peso próprio das guardas metálicas -  $0.4kN / m$

- *Acções variáveis* – *Q*

São consideradas as acções em passadiços preconizadas pelo RSA “Regulamento de Segurança em Edifícios e Pontes” de 31 de Maio de 1983, que consiste na seguinte sobrecarga:

- Sobrecarga constituída por um carga uniformemente distribuída de  $4kN / m^2$ ;

#### 3.2 - Ponte Rodoviária

##### 3.2.1 - Materiais

- Betão – C35/45 XS3
- Vida útil das estruturas de betão – 50 anos
- Aço em varão – A 400NR
- Pré-esforço – A1860/1670
- Chapas e Perfis – Aço FE 510 – NP 1729
- Porcas e Parafusos – Aço Classe 8.8 –NP 1898
- Guardas – Aço Inox AISI 316

### 3.2.2 - Acções

- *Acções permanentes – G*
  - Peso próprio da estrutura -  $\gamma = 25kN / m^3$  (peso específico do betão armado)
  - Peso próprio do pavimento rodoviário -  $25 \times 0.05 = 1.25kN / m^2$
  - Peso próprio das guardas metálicas -  $0.4kN / m$
- *Acções variáveis – Q*

São consideradas as acções em pontes rodoviárias de classe II preconizadas pelo RSA “Regulamento de Segurança em Edifícios e Pontes” de 31 de Maio de 1983, que consistem em nas duas seguintes sobrecargas actuando separadamente;

- Sobrecarga rodoviária constituída por um carga uniformemente distribuída de  $3kN / m^2$  e uma carga transversal com distribuição linear de  $30kN / m$  disposta na forma mais desfavorável para o elemento a dimensionar;
- Veículo tipo de 3 eixos equidistantes afastados de 1,5m com afastamento de rodas de 2 m sendo a carga transmitida por cada eixo de 100kN, localizado ao longo da estrutura simulando a situação mais desfavorável para o elemento a dimensionar.

### 3.3 - Eclusa

As bases de Projecto da eclusa são indicadas nas Clausulas Técnicas do caderno de Encargos (Cláusula 2.27 - COMPORTAS, EQUIPAMENTO MECÂNICO E ACESSÓRIOS DA ECLUSA).

### 3.4 - Verificação da segurança aos Estados Limites

A verificação da segurança em relação aos estados limites últimos de resistência e aos estados limites de utilização dos elementos estruturais, determinando os esforços de dimensionamento resultantes das combinações de acções de projecto, comparando-os com os esforços resistentes das secções correspondentes, será efectuada de acordo com a regulamentação em vigor, nomeadamente:

- R.S.A.E.E.P. - Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes;
- R.E.B.A.P. - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado;
- EN 1992 - 1-1. – Projecto de Estruturas de Betão
- EN 1993 – Projecto de Estruturas Metálicas.

### 3.5 - Combinação de acções

As situações de projecto com probabilidade de ocorrência ao longo da vida útil da estrutura são consideradas através da combinação das acções descritas nas bases de projecto segundo os critérios preconizados pela regulamentação em vigor.

Os valores característicos das acções são afectados de coeficientes parciais de segurança e de coeficientes de redução, obtendo-se assim os seus valores de cálculo para cada combinação.

A combinação fundamental de acções para determinação do valor de cálculo das esforços actuantes  $E_d$ , utilizada na verificação da segurança aos estados limites últimos de resistência dos elementos estruturais, apresenta-se da seguinte forma;

$$E_d = \gamma_G G + \gamma_Q Q$$

em que:

- O coeficiente de segurança  $\gamma_G$  assume o valor 1,35 ou 1,0 para as acções permanentes, consoante tenham efeitos desfavoráveis ou favoráveis.
- O coeficiente de segurança  $\gamma_Q$  assume o valor de 1,5 ou 0,0 para as acções variáveis, consoante tenham efeitos desfavoráveis ou favoráveis.

Na verificação dos estados limites de utilização foi considerada a combinação frequente de acções, na qual os valores de cálculo dos esforços actuantes é determinada combinando os valores característicos das acções da seguinte forma;

$$E_d = G + \psi_1 Q$$

O coeficiente de redução  $\psi_1$  assume o valor de 0,4 para as acções variáveis.

## 4 - DEFINIÇÃO DAS INTERVENÇÕES

### 4.1 - Arranjo geral

No Des. GE-3 é apresentado o Arranjo Geral das intervenções para a recuperação do fosso.

Da entrada do fosso, junto ao Porto de Pesca, até à Ponte Velha, o plano de água é limitado a poente pela muralha da cidade e a nascente pela estrutura vertical actualmente aí existente.

Para norte da Ponte Velha, o limite nascente do fosso segue aproximadamente aquele que terá sido o seu contorno original (embora este esteja actualmente mal definido no terreno), num desenvolvimento sensivelmente paralelo ao da muralha e a uma distância desta equivalente à que se verifica na metade sul.

A implantação da nova margem nascente do fosso, mais concretamente no que respeita à curva em cotovelo imediatamente anterior ao remate norte contra a muralha, poderá ser ajustada no terreno, caso se verifique que o futuro talude nessa zona possa vir a interferir com a conduta de abastecimento de água (diâmetro 450 mm) existente nas imediações.

Este limite nascente é aqui materializado, num troço inicial, por um muro de betão com a face revestida a pedra, e, na maior parte da sua extensão, por taludes naturalizados, com um tratamento paisagístico adequado.

Todas as estruturas actualmente existentes neste novo leito do fosso serão demolidas / removidas, nomeadamente a comporta do Poceirão, a Ponte Velha e o campo de futebol e edifícios adjacentes.

Ao longo de todo o novo fosso preceder-se-á ao saneamento dos sedimentos dos fundos, estabelecendo-se profundidades de (+1 m)ZH e (+1,5 m)ZH nos troços sul e norte, respectivamente.

O limite sul do fosso será constituído pela eclusa e aterro em que esta se insere, os quais proporcionam o isolamento em relação à bacia portuária. O terraplino da eclusa rematará contra a parede do Forte de Cabanas, proporcionando-se ainda um passadiço fixo para acesso ao interior do forte a partir do terraplino (através do ponto de entrada na muralha hoje utilizado para tal); para travessia do poço da eclusa será executada uma ponte levadiça.

A comporta do Poceirão, no local da Ponte Nova, será removida, e aí reintroduzida uma estrutura exclusivamente para travessia pedonal.

A Ponte Velha será demolida, e em sua substituição será executada uma nova travessia que servirá o mesmo tráfego automóvel (limitado) e pedonal que a actual estrutura.

A partir da abertura na muralha que actualmente dá acesso ao campo de futebol será implantada uma nova travessia pedonal do fosso. A estrutura desta travessia será semelhante às adoptadas para o local da Ponte Nova e passadiço fixo da eclusa, e, na sua parte inicial, junto à muralha, será instalada uma plataforma flutuante a ela ligada, com a mesma leitura estética, para apoio lúdico e recreativo (instalação de esplanada, acesso a pequenas embarcações do tipo “gaivotas”, canoas, etc.).

## **4.2 - Obras marginais e dragagens**

### **4.2.1 - Limpeza e Dragagens dos fundos**

Em toda a área do fosso proceder-se-á ao saneamento dos fundos actuais, através da escavação / dragagem e remoção dos sedimentos presentes sobre o substrato rochoso.

De acordo com os elementos disponíveis sobre a geotecnia do local, e tal como referido no capítulo anterior, facilmente se obterão fundos às cotas médias de (+1,0 m)ZH na metade sul do fosso e de (+1,5 m)ZH na metade norte, sem necessidade de recorrer a quebramentos de rocha significativos. A Fig. 1 ilustra esta situação, nomeadamente através do corte longitudinal traçado ao longo do contorno da muralha.

No caso da metade sul do fosso, dada a sua utilização para a pequena navegação de recreio, interessa garantir a profundidade nominal em toda a área, pelo que poderá haver necessidade de efectuar o quebramento de alguns picos rochosos que sejam detectados acima da cota estabelecida. Na zona de implantação da eclusa será também necessário proceder ao quebramento de rocha, de modo a obter as cotas de fundação desta estrutura.

A utilização prevista para a metade norte do fosso é menos exigente em termos de garantia de profundidades mínimas, pelo que a ocorrência de zonas pontuais em que o substrato rochoso se eleva ligeiramente para além da cota nominal estabelecida para os fundos não obriga necessariamente ao seu quebramento. De qualquer modo, como medida cautelar relativamente à possibilidade de eventual instabilização da muralha, não serão efectuados quaisquer quebramentos de rocha num faixa com uma largura mínima de 5 m adjacente esta estrutura.

Havendo a possibilidade, como foi referido anteriormente, de ter sido utilizada estacaria de pinho verde na fundação de alguns troços da muralha (como na zona sul do campo de futebol), e de modo a não causar qualquer eventual degradação desta fundação, o saneamento dos fundos será feito sem recurso à drenagem do fosso, mantendo-se a sua inundação permanente pela maré mesmo durante a fase de construção.

De notar, por outro lado, que, atingindo a limpeza dos fundos nesta zona apenas a cota (+1,5 m)ZH – sempre acima da baixa-mar – a eventual fundação em estacas nunca será exposta, permanecendo envolvida nos sedimentos como actualmente, pelo que também não se porão questões relativamente à descompressão lateral dos terrenos.

Para além disso, particulares cuidados serão tidos na faixa adjacente à muralha, de modo a evitar quaisquer acções que possam conduzir a eventuais instabilizações, mesmo que localizadas, daquela estrutura. Assim, deverá procurar-se operar o equipamento a uma distância mínima limite da muralha não inferior a 2 m, deixando aí uma espécie de “banqueta”, de modo a salvaguardar qualquer risco para aquela estrutura, tal como indicado no Des. OM-4.

O saldo dos volumes de escavação / dragagem a efectuar é de cerca de 73 000 m<sup>3</sup> (diferença entre o volume total dragado e aquele do material utilizado na reconfiguração das margens). A quase totalidade deste volume sobranete será colocado junto à margem nascente do fosso, na sua metade norte, tal como indicado no Des. OM-2; apenas uma pequena parcela, de cerca de 200 m<sup>3</sup>, terá que ter um destino / tratamento especial devido ao seu grau de contaminação, tal como indicado no RECAPE.

Com efeito, na pormenorização da definição do contorno da margem do fosso, decorrente da passagem de Estudo Prévio para Projecto de Execução, foi possível estabelecer uma implantação que, envolvendo um ajuste da posição do talude a construir no âmbito da reconfiguração das margens, conduziu a uma optimização do balanço entre os volumes de dragagem/escavação e os materiais depositados no local de obra. Assim, o volume inicialmente estimado de materiais a dragar e escavar na fase de Estudo Prévio, cerca de 120.000 m<sup>3</sup>, foi reduzido, na fase de Projecto de Execução, para cerca de 73.000 m<sup>3</sup>.

Embora, em termos técnicos, o faseamento construtivo das escavações e dragagens seja indiferente, é recomendável que estas se iniciem pela zona norte do fosso (troço a norte da Ponte Velha), pois esta zona ainda não foi alvo de quaisquer intervenções deste tipo, existindo, assim, maior probabilidade de detecção aí de algum vestígio arqueológico do que na zona sul, já dragada em anteriores ocasiões. Como a detecção de tais vestígios obrigará sempre a alguma paragem nos trabalhos, esta sugestão de faseamento permitirá que as escavações prossigam na zona sul enquanto se analisa os achados em causa e se decide quais as medidas a adoptar, não atrasando o prosseguimento global da obra.

## **4.2.2 - Estabilização e consolidação das margens**

### **4.2.2.1 - Considerações prévias**

O fosso será limitado a nascente por uma margem a executar com o contorno apresentado no Arranjo Geral (Des. GE-3).

Desde a entrada do porto de pesca até à actual Ponte Velha, a margem do fosso corresponderá à existente, materializada por um muro vertical. Dado o estado de degradação de extensão importante desta estrutura será necessário proceder à sua reparação, não se alterando, no entanto, no essencial, a sua geometria.

Imediatamente a norte da Ponte Velha, e numa extensão de cerca de 60 m, propõe-se a manutenção da margem com um perfil vertical, de aspecto semelhante ao atrás referido.

Na restante extensão, até ao limite norte do fosso, propõe-se a adopção de perfis-tipo “naturalizados”, em talude e com coberto vegetal adequado às condições locais.

Tal como atrás referido, uma das condutas de abastecimento de água à cidade tem implantação que se aproxima do limite do futuro talude, na zona em que este curva a quase 90° para rematar, a norte, contra a muralha. Deverá, assim, proceder-se previamente à identificação exacta da posição desta conduta (diâmetro 450 mm), de modo a verificar a eventual necessidade de adaptar a implantação do limite do fosso / talude (mantendo a configuração em perfil prevista) para evitar a interferência com aquela infraestrutura.

Como foi visto anteriormente, pretende-se manter o fosso permanentemente inundado, o que será conseguido através do fecho da eclusa quando o nível da água no exterior baixa para além da cota mínima estabelecida para o plano de água interior, que é de (+2,5 m)ZH.

No que às estruturas marginais diz respeito, interessa verificar da necessidade de se proceder à sua impermeabilização, para evitar a fuga da água retida no fosso durante o período da baixa-mar.

Para tal devem considerar-se as características dos terrenos adjacentes ao fosso, que formam o istmo de ligação da Península de Peniche ao continente. Com base nas informações disponíveis, e tendo em conta o processo de formação admitido para este istmo, estes serão terrenos de natureza essencialmente arenosa, sobre os quais terão sido constituídos alguns aterros (especialmente na metade sul do fosso, junto ao porto de pesca).

Trata-se assim de terrenos com uma permeabilidade relativamente elevada. A experiência adquirida em situações semelhantes, nomeadamente em terraplenos portuários, onde foi efectuada a monitorização da variação do nível freático revelou que este rapidamente (isto é, a uma distância da margem de poucas dezenas de metros) se fixa a uma cota próxima do nível médio do mar, permanecendo aí estável, independentemente das oscilações de maré.

Com a eclusa fechada, o nível da água no interior do fosso é de (+2,5 m)ZH, ou seja, 0,5 m acima do que se admite ser o nível freático do terreno adjacente. Tendo em conta a reduzida magnitude deste desnível hidrostático, e o facto de ele se instalar apenas durante o período de baixa-mar, considera-se que não se verificarão fugas de água relevantes, que produzam efeitos sensíveis no nível da água no fosso.

Assim, e dadas as características dos materiais a utilizar na construção dos perfis “naturalizados” (areias finas e siltes, tal como atestam as análises granulométricas realizadas pelo IPIMAR no âmbito dos relatórios de avaliação do grau de contaminação dos sedimentos), não se considera necessário tomar quaisquer medidas adicionais de impermeabilização, tanto nesta zona como naquela onde a margem é constituída pela estrutura vertical em betão.

Recomenda-se, de qualquer modo, a observação do comportamento do sistema após a construção, para detectar eventuais fugas de água; esta observação deve prolongar-se para além de um período inicial, imediatamente após a construção, durante o qual se verificará a colmatação progressiva dos taludes da margem pelos finos arrastados pelo escoamento.

Caso se venha a revelar que as fugas de águas constituem um problema, a sua resolução poderá passar, por exemplo, pela instalação de uma tela impermeabilizante ao longo do contorno da margem, em vala a abrir até à cota da baixa-mar. Uma vez que a faixa de terreno adjacente ao fosso irá ser objecto de trabalhos de paisagismo e modelação do terreno posteriores à presente empreitada, os quais podem facilmente incluir a colocação desta tela, e tendo em conta que, por um lado, não se considera que tal venha a ser necessário (como foi atrás justificado), e, por outro, que não há especial vantagem nem economia em efectuar desde já essa instalação, optou-se por não incluir aqui esses trabalhos de impermeabilização.

Previu-se ainda a instalação de válvulas de maré em duas descargas pluviais da margem nascente do fosso, de modo a evitar riscos de inundações da zona da Prageira. Estas descargas, identificadas nos Des. GE-3 e OM-1, situam-se cerca de 80 m a sul da Ponte Velha, e entre a ponte rodoviária existente na entrada sul e a rampa varadouro aí situada.



#### 4.2.2.2 - Estruturas verticais

Como foi atrás referido, o troço da margem do fosso imediatamente a norte da actual Ponte Velha, numa extensão de cerca de 60 m, será constituído por uma estrutura vertical.

No Des. OM-3 apresenta-se o perfil proposto (Perfil-tipo 1) para esta zona. Trata-se de um muro de suporte em betão armado, fundado sobre o substrato rochoso (esta estrutura é abordada em conjunto com a Ponte Rodoviária, à qual é adjacente, pelo que o seu detalhe é apresentado no Des. PR-6).

#### 4.2.2.3 - Perfis naturalizados

Após a zona definida pelo muro vertical atrás descrito, a margem do fosso, até ao seu limite norte, será definida por um perfil naturalizado.

A configuração deste perfil apresenta uma plataforma na sua zona central, entre as cotas onde variará a maré no fosso, com uma inclinação muito suave e uma largura que será de cerca de 10 m junto aos baluartes da muralha, e de 20 m nos recessos entre estes, correspondentes às zonas mais largas do fosso.

Na parte inferior do perfil, até à cota da dragagem do fundo, o seu talude será de cerca de 3 (h) : 1 (v), que será estável nas condições pouco dinâmicas do fosso, e, na parte superior, o talude terá uma inclinação de 3 (h) : 2 (v).

Definiu-se como “linha de margem” o alinhamento da cota (+5 m)ZH, correspondente ao coroamento da estrutura vertical e, sensivelmente, dos muros actualmente existentes.

Para nascente deste alinhamento o perfil prolongar-se-á com inclinação suave, até atingir a cota (+5,5 m)ZH a uma distância de 10 m. Esta faixa de 10 m de largura constitui o limite da intervenção presente no que respeita ao tratamento paisagístico da margem; para nascente desta faixa, e com a localização / configuração aproximada apresentada no desenho respectivo, serão colocados os produtos sobranes da dragagem do fosso, ficando aí disponíveis para a modelação de terreno e arranjo paisagístico que constituirá a segunda fase, já anteriormente referida, do “Plano Orientador de Recuperação e de Integração Urbanística do Fosso da Muralha de Peniche e Zona Envolvente”, da responsabilidade da C.M. de Peniche.

A colocação dos produtos nesta zona deverá ser feita de modo cuidado, não elevando a sua cota acima de (+5,5 m)ZH, de modo a que não constituam obstáculo visual ao fosso e

muralha para um observador na estrada que limita a zona de intervenção, devendo proceder-se ao seu espalhamento, de modo a que não constituam pilhas. Para evitar a mobilização destes sedimentos, uma vez secos, pelos ventos, devem ainda ser adoptados procedimentos adequados, tal como a instalação de sistemas de paliçadas / redes (trata-se de uma intervenção temporária, para garantir o objectivo atrás referido até à execução das obras de modelação dos terrenos adjacentes ao fosso – a configuração desta protecção será acordada em obra).

No talude pretende-se criar uma zona de sapal, transição entre a zona entre-marés e a zona terrestre urbana de Peniche. Trata-se, essencialmente, da reprodução das características naturais já existentes nalgumas zonas do fosso.

A mimetização das condições associadas aos sistemas naturais não pode, no entanto, ser unicamente definida em gabinete, através de desenhos e de outros elementos de projecto, exigindo a adaptação das intervenções às condições do local, como seja a micromodelação dos relevos, a criação dos canais de escoamento das marés, a definição das plantas de sapal que podem ser transplantadas e do substrato existente no local que pode ser utilizado.

Por estes motivos, as definições a seguir apresentadas devem ser tomadas como indicativas, sendo essencial o acompanhamento da obra por técnicos experientes neste tipo de intervenções (nomeadamente um especialista em vegetação em ambientes de transição), que irão contribuir para definir a aplicação exacta a cada zona das regras gerais a seguir apresentadas.

O perfil tipo definido para o talude, apresentado nos des. OM-3 e OM-5, consiste no seguinte zonamento:

- um talude entre a cota de dragagem do fosso no local de intervenção, (+1,5 m)ZH, e a cota (+2,5 m)ZH, sem vegetação, com inclinação 3 : 1 (h : v);
- um talude entre a cota (+3,5 m)ZH e a cota (+5,0 m)ZH, com vegetação, com inclinação 3 : 2 (h : v);
- um talude mais suave entre os dois anteriores, com vegetação, com inclinação e largura variáveis;
- uma plataforma acima da cota (+5,0 m)ZH, resultante da deposição de materiais até à cota (+5,5 m)ZH.

Para naturalização e estabilização dos taludes e áreas referidas com vegetação, serão implementadas as seguintes acções:

- criação de uma área de sapal entre as cotas (+2,5 m)ZH e (+3,5 m)ZH;
- criação de um revestimento herbáceo para a protecção e estabilização do talude e áreas acima da cota (+3,5 m)ZH, até uma faixa de 10 metros após a crista do talude.

Para a criação da área de sapal, prevê-se a (re)utilização do material vegetal e do substrato associado aos sapais que se encontram na área a intervencionar, através das seguintes acções:

- remoção da vegetação adequada previamente às intervenções, e sua reserva em local apropriado, para posterior utilização, e em condições que garantam a sua sobrevivência;
- remoção da camada de solos que servem de substrato aos sapais existentes e sua reserva para posterior utilização.

No que se refere à zona de sapal, após a modelação do talude, que deverá ser ajustada em obra em função das condições locais e do desenvolvimento da empreitada, deverão ser executadas as seguintes acções:

- escavação de canais de forma a permitir o escoamento da maré;
- constituição de uma camada superficial, com uma espessura mínima de 0,30m, constituída pelos solos previamente retirados da área de sapal existente e que foram reservados em local apropriado. Caso estes solos não sejam suficientes, deverão ser utilizados outros solos com as mesmas características físicas, com particular destaque para a granulometria e matéria orgânica;
- transplantação da vegetação anteriormente recolhida nos sapais presentes na área de intervenção, e sua plantação numa densidade de 12 plantas/m<sup>2</sup>;
- caso estas plantas não sejam suficientes, deverá recorrer-se a espécies provenientes de viveiro ou de outras zonas de empréstimo devidamente autorizadas, devendo, neste caso, respeitar-se o zonamento e as espécies definidas nas peças desenhadas. No caso em que são propostas três espécies estas deverão ser misturadas, plantando-se 4 plantas/m<sup>2</sup> de cada espécie.

Para protecção e estabilização do talude e áreas acima da cota (+3,5 m)ZH deverá ser realizada uma sementeira herbácea, cuja mistura será definida em obra. As espécies a utilizar deverão ser adaptadas às condições locais, designadamente à salinidade e à influência da maré (em particular no caso do talude com inclinação 3 : 2 (h : v), que está parcialmente sob a sua influência). Previamente à realização da sementeira e de todos os trabalhos associados, e sobre o terreno já modelado, deverá ser aplicada uma camada com 0,20m de terra vegetal.

#### **4.2.3 - Necessidades de manutenção dos fundos**

Durante a fase de exploração do Projecto a afluência de sedimentos ao fosso ficará restringida ao material transportado pelas descargas de águas pluviais distribuídas ao longo de ambas as margens (assinaladas nos Des. GE-1 a GE-3), já que, com a presença da eclusa, a eventual admissão de sedimentos/areias com origem marinha para o interior do fosso está totalmente colocada de parte.

Atendendo a que se está perante bacias de drenagem de dimensão relativamente pequena e em terrenos urbanizados e, portanto, impermeabilizados na sua quase totalidade, os caudais sólidos produzidos serão reduzidos. Quaisquer sedimentos transportados pelas drenagens depositar-se-ão nas zonas imediatamente adjacente às respectivas descargas, devendo prever-se a sua remoção (através de equipamento de manobra simples, do tipo retroescavadora ou outro) caso se verifiquem acumulações excessivas. Admite-se que a frequência destas operações de manutenção poderá ser bastante espaçada (provavelmente a intervalos de vários anos), sendo os volumes a retirar também reduzidos (inferiores, na sua totalidade, à dezena de metros cúbicos).

### **4.3 - Ponte Pedonal 1 (“Ponte Nova”)**

A Ponte Pedonal 1 (Ponte Nova) ficará localizada no local da comporta do Poceirão, substituindo a travessia pedonal aí actualmente existente. Para o efeito, a comporta existente e as respectivas estruturas complementares, como o passadiço e remates em betão aplicados aos encontros originais em alvenaria, deverão ser demolidos.

A Ponte Pedonal 1 terá cerca de 46 m de comprimento e desenvolver-se-á segundo dois alinhamentos longitudinais paralelos de forma a inserir-se na morfologia do local, nomeadamente permitindo a ligação da marginal do fosso à estrutura dos encontros da comporta actual contornando a muralha. Estes alinhamentos terão cerca de 13 m e 36 m de comprimento cada, havendo um troço de 3 m comum aos dois alinhamentos.

A ponte, com cerca de 3,0m de largura, será em estrutura metálica constituída por duas vigas longitudinais em perfis HEA 340; transversalmente, as vigas serão solidarizadas por perfis HEA 160 afastados de 4,0m ao eixo, os quais servem de suporte a três perfis longitudinais IPE 160 afastados de 750mm ao eixo e que constituem o apoio do tabuado do pavimento em madeira, com 20mm de espessura. Finalmente, diagonais em perfil UNP 140 constituem o contraventamento horizontal.

Ao longo de toda a estrutura da ponte desenvolve-se uma guarda de protecção / corrimão de apoio, cuja configuração respeita o disposto no D.L. 163/2006, de 8 de Agosto, sobre as condições de acessibilidade a satisfazer nos espaços públicos.

A guarda será executada em aço inox AISI 316, devendo ser colocada uma membrana isolante de interposição com o aço de carbono da estrutura do passadiço. Os parafusos de fixação da guarda à estrutura deverão ser em inox e pintados.

A zona central do passadiço terá o pavimento à cota (+6,5 m)ZH, ligeiramente abaixo da aresta superior dos actuais apoios em alvenaria. O tabuleiro desenvolve-se depois, para

ambos os lados deste tramo central, em dois troços em rampa, com inclinação de 6% e comprimentos de 10 m, para poente, e de cerca de 8 m, para nascente, respeitando assim as disposições legais do diploma atrás referido.

Nos encontros a estrutura metálica da ponte liga a dois maciço de betão armado, que fazem a transição para os terraplenos de ambos os lados do fosso. Estes maciços terão uma inclinação muito reduzida (igual ou inferior a 5%), pelo que pode ser aqui dispensada a presença de guardas ou corrimões. De qualquer modo, como medida de segurança, previu-se a execução de dois lancis moldados no betão, com 0,15 m de altura.

A ponte será suportada por pilares metálicos com diâmetro exterior de 508mm e 19mm de espessura de parede. Estes pilares serão, em geral, encastrados nas estruturas dos encontros existentes. Torna-se assim necessário realizar um levantamento do real estado de conservação destas estruturas e proceder, caso seja necessário, à sua consolidação e reforço. Tendo em consideração estes condicionalismos, o comprimento de fixação dos pilares deverá ser, em última análise, fixado em obra. Finalmente uma das estacas de suporte será encastrada no “bed-rock” do fosso da muralha, numa profundidade de 3,0 m no mínimo.

Complementarmente proceder-se-á à limpeza / reparação das faces em alvenaria dos encontros, incluindo a reconstituição do canto sul do apoio poente, que se encontra destruído.

Na margem poente será ainda demolida a caixa de esgoto presente na esquina a sul do encontro, que se encontra desactivada, procedendo-se ao revestimento dessa parede, actualmente em betão à vista, com pedra (liós bujardado), proporcionando assim uma continuidade na aparência do conjunto, desde a parede revestida que limita a Avenida do Mar até ao encontro da ponte.

Como medida adicional de segurança / prevenção contra quedas na estrutura da ponte previu-se a colocação, junto aos extremo da estrutura, de sinalização vertical aconselhando a utilização da ponte apenas por adultos ou crianças acompanhadas por adultos.

#### **4.4 - Ponte Pedonal 2**

A Ponte Pedonal 2, que ficará localizada na zona do actual campo de futebol, será estruturalmente semelhante à adoptada para a anteriormente descrita Ponte Pedonal 1.

A ponte apresentará quatro troços. A partir do encontro poente, junto à muralha, desenvolve-se um troço horizontal, cerca da cota (+5 m)ZH (cota a acertar em obra, para

concordar com a da soleira da abertura existente na muralha), com um comprimento de 16 m; segue-se um troço de inclinação suave (3%), com um desenvolvimento de 32 m, que conduz ao troço “central”, sobreelevado em relação aos restantes, com o tabuleiro cerca da cota (+6 m)ZH e um desenvolvimento de 16,0 m; finalmente desenvolve-se um novo troço inclinado, simétrico ao segundo atrás descrito, e que, no final dos seus 32 m de comprimento, remata no encontro nascente, à cota (+5 m)ZH, situado na margem do fosso.

A inclinação muito suave dos troços laterais da ponte dispensa a adopção de plataformas horizontais de descanso ao longo do seu desenvolvimento, mantendo, no entanto, asseguradas as condições de acessibilidade aos espaços públicos definidas no D.L. 163/2006. De igual modo, as guardas metálicas / corrimões de apoio que limitam lateralmente o tabuleiro (e cuja configuração e composição / materiais são idênticos aos adoptados na Ponte Pedonal 1) respeitam as disposições deste diploma legal.

Estruturalmente a ponte, com 96,0m de comprimento, será constituída por seis módulos de 16,0 m de comprimento divididos em dois vãos de 8,0m. Esta modulação permite a préfabricação de cada módulo para posterior montagem.

Cada módulo estrutural, com 3,00m de largura, será constituído longitudinalmente por duas vigas longitudinais em perfis HEA 340. Transversalmente, as vigas serão solidarizadas por perfis HEA 160 afastados de 4,0m ao eixo, os quais servem de suporte a três perfis longitudinais IPE 160 afastados de 750mm ao eixo e que constituem o apoio do tabuado do pavimento em madeira, com 20mm de espessura. Finalmente, diagonais em perfil UNP 140 constituem o contraventamento horizontal.

A ponte será suportada por pilares metálicos com diâmetro exterior de 508mm e 19mm de espessura de parede. Estes pilares serão encastrados no “bed-rock” do fosso da muralha numa profundidade de 3,0m, no mínimo. Esta solução minimizará a área de intervenção no fosso da muralha evitando a execução de sapatas de fundação.

O apoio da ponte do lado nascente será realizado por intermédio de um maciço de betão armado apoiado no solo. À semelhança da Ponte Pedonal 1, a geometria deste apoio deverá ser confirmada em obra de forma a ajustar-se às condições realmente existentes no local.

Tal como na Ponte 1, a entrada em cada extremo da ponte terá sinalização vertical aconselhando a utilização da ponte apenas por adultos ou crianças acompanhadas por adultos.

Complementarmente a esta ponte pedonal será instalada uma plataforma flutuante junto à muralha, para apoio lúdico e recreativo (instalação de esplanada, acesso a pequenas embarcações do tipo “gaivotas”, canoas, etc.).

Esta plataforma terá uma área de 15 x 20 m, podendo ser constituída por vários módulos flutuantes solidarizados entre si, devendo-se garantir um bordo livre mínimo de cerca de 0,5 m (situação com a plataforma com a carga máxima). Será fixa ao fundo por meio de estacas metálicas com diâmetro de 508 mm e espessura de parede de 14,7 mm.

O acesso à plataforma será proporcionado por uma ponte fazendo a ligação à Ponte Pedonal 2; esta ponte de acesso será articulada na Ponte Pedonal 2 e terá apoios com roletes na plataforma.

O perímetro da plataforma será protegido por uma guarda metálica idêntica à da ponte pedonal.

#### **4.5 - Ponte Rodoviária**

A nova Ponte Rodoviária destina-se a substituir a actual Ponte Velha. Para além de responder às actuais solicitações de tráfego pedonal e motorizado, permitirá um melhor funcionamento hidráulico do fosso da muralha.

A ponte ficará implantada na mesma posição da actual, tendo, por isso, um desenvolvimento oblíquo relativamente às margens. A actual estrutura será demolida na totalidade, mantendo-se, no entanto, a rampa varadouro a ela adjacente a sul, que ficará em posição idêntica relativamente à nova estrutura.

Trata-se de uma solução que se assume claramente como canal de transporte, sendo geometricamente simples e racional. O tabuleiro tem perfis transversais distintos em cada extremo, traduzindo, formalmente, a transição entre o perfil dos arruamentos modernos do exterior da muralha e a reduzida largura da porta da muralha.

Do lado nascente a estrutura é fechada, numa extensão de cerca de 17 m, assemelhando-se a sua leitura à muralha, em contraponto desta na outra margem do fosso. A metade poente é constituída por um vão muito aligeirado, com cerca de 21 m de extensão.

Em termos estruturais, a parte nascente é constituída por um encontro em betão armado com muros ala com 0,30m e parede frontal com 0,25m de espessura, respectivamente. A parede frontal, suportada nas extremidades pelos muros ala, apoia em dois contrafortes

intermédios de secção transversal rectangular de 0,80x0,40m. A fundação deste encontro será directa no substrato rochoso, por intermédio de uma sapata contínua com 0,40m de altura.

O interior do encontro será preenchido com aterro compactado, que constituirá a fundação da base do pavimento rodoviário formado por material "tout-venant" e betonilha de regularização com 0,30m e 0,12m de espessura, respectivamente. O pavimento rodoviário será em calçada de cubos de granito com 0,10m de lado.

O tabuleiro será constituído por uma laje vazada de betão armado pré-esforçado, com 0,65m de espessura, que apoia, a nascente, no encontro atrás referido e, a poente, num muro com secção em L, executado adjacente à muralha mas dela independente. Entre este muro e a muralha será inserido material deformável, tipo esferovite, para assegurar a não afectação da estrutura desta última.

As paredes de betão à vista serão revestidas a pedra de lioz bujardado.

Em planta o tabuleiro apresenta geometria trapezoidal. A laje, com sistema estrutural simplesmente apoiado e vão de aproximadamente de 21,0m, terá lateralmente duas sobreelevações de 0,15m com 0,30m de largura de forma a confinar os passeios em calçada de vidro. No interior, duas outras sobreelevações com 0,20m de largura, confinarão o pavimento rodoviário com 2,50m de largura. Assim, a espessura total da laje será de 0,80m.

Previu-se que três das galerias da laje do tabuleiro, com diâmetro de 300 mm, serão mantidas ao longo de todo o comprimento da laje, de modo a permitir a passagem das redes de diversas infraestruturas já actualmente existentes na travessia.

Tal como referido anteriormente, as redes que utilizam presentemente esta travessia são:

- Tubagens de abastecimento de água, com diâmetros de 160 e 200 mm;
- Conduta elevatória de esgoto, com diâmetro de 200 mm;
- Cabo de média tensão da rede eléctrica;
- Cabo de telecomunicações.

O funcionamento destas redes terá que se assegurado ininterruptamente durante a fase de obra, devendo o Empreiteiro propor a solução provisória a adoptar, sendo a solução definitiva a passagem das redes pelo interior da nova estrutura. A definição exacta da



configuração destas redes terá que ser acordada com as respectivas entidades (SMAS de Peniche, Águas do Oeste, EDP, PT).

Ao longo do tabuleiro da ponte está prevista a instalação de uma guarda metálica idêntica à adoptada para as pontes pedonais. Também à entrada desta estrutura, em ambos os extremos, foi prevista a colocação de sinalização vertical aconselhando a utilização da ponte apenas por adultos ou crianças acompanhadas por adultos.

## **4.6 - Eclusa**

### **4.6.1 - Considerações prévias**

A eclusa fica implantada no canal que proporciona a comunicação da área do Porto de Pesca com o fosso.

Os objectivos estabelecidos para o funcionamento da eclusa são os seguintes:

- Permitir um controlo eficaz da drenagem pluvial da zona da Prageira, assegurando um escoamento permanente mesmo em situações de intensa pluviosidade;
- Manter um nível mínimo de água de (+2,50 m) ZH no fosso;
- Permitir a circulação de pequenas embarcações através da eclusa, a qualquer hora do dia e em qualquer sentido;
- Permitir trocas de água francas entre o Porto de Pesca e o fosso, por forma a promover a respectiva renovação.

Sinteticamente, o funcionamento da eclusa pode assim ser descrito da seguinte forma:

- Durante o período de baixa-mar as comportas mantêm-se fechadas;
- Quando o nível da maré no porto atinge 0,5 m acima do nível médio, as comportas passam a estar completamente abertas (excepto nos casos descritos no ponto seguinte);
- Quando ocorrem períodos de precipitação intensa as comportas serão fechadas, de modo a impedir que o nível da água no fosso se eleve (com a subida da maré) a cotas que impeçam o livre escoamento da drenagem pluvial das zonas envolventes, em particular da zona da Prageira. O nível exacto em que se procede ao fecho das comportas irá depender da intensidade / duração da precipitação e terá que ser afinado em função da experiência de operação que for sendo obtida.

- Durante os períodos de fecho das comportas a eclusa funciona como elevador de embarcações, permitindo a sua entrada e saída no fosso.

Quando o nível da maré se encontra abaixo de (+2,50 m) ZH, as comportas estão encerradas, passando a haver uma descontinuidade entre os planos de água no Porto de Pesca (com nível mais baixo) e no fosso (com nível de água mais elevado).

O máximo desnível entre a água nos dois lados da eclusa será da ordem de 2 m e ocorrerá em baixa mar de águas vivas, com um nível de água no Porto de cerca de (+0,50 m) ZH e o nível de água no fosso de (+2,50 m) ZH (a situação de fecho das comportas para assegurar a drenagem pluvial conduzirá apenas a desníveis máximos da ordem de 1 m, não sendo, por isso, condicionante em termos de dimensionamento da estrutura).

Quando o nível da maré ultrapassa (+2,50 m) ZH (em condições meteorológicas normais), as comportas são completamente abertas e a passagem de água e de embarcações far-se-á livremente através da eclusa. Durante a enchente, a água circula do Porto de Pesca para o fosso e na vazante o movimento processa-se em sentido contrário.

O Projecto detalhado da eclusa, em particular do seu equipamento mecânico e da rede de alimentação de energia, será da responsabilidade do Empreiteiro. A descrição que aqui se apresenta refere-se à solução proposta, podendo o projecto detalhado seguir a geometria e funcionamento descritos ou outros, desde que conformes com os objectivos de funcionamento definidos e as especificações técnicas do Caderno de Encargos.

#### **4.6.2 - Aspectos dimensionais da eclusa**

Para a largura da eclusa adoptou-se um valor de 7,5 m, o qual se considera suficiente para permitir a manobra em segurança das embarcações de pequeno porte que se admite venham a utilizar o fosso.

Como foi anteriormente referido, a altura de água mínima garantida no troço sul do fosso é de 1,5 m, permitindo assim a permanência de embarcações com calados até cerca de 1 m.

Uma vez que no Porto o nível da maré pode descer até cerca de (+0,5 m) ZH (baixa-mar de águas vivas), para permitir a passagem das embarcações em segurança para qualquer nível de maré, a cota de fundo da eclusa teria de ser fixada, pelo menos, a (-1,0 m) ZH.

Decidiu-se, no entanto, considerar uma margem de segurança adicional de 0,25 m, para prevenir eventuais assoreamentos bem como para beneficiar as condições hidráulicas de funcionamento.

Deste modo, o fundo da eclusa foi fixado à cota (-1,25 m) ZH.

De acordo com a informação presentemente disponível sobre os fundos na zona de implantação da eclusa, será necessário proceder ao quebraamento de rocha para fundar esta estrutura e numa área adjacente no interior do fosso.

Do lado do porto será necessário apenas efectuar dragagens em areia, pois o substrato rochoso encontra-se a maiores profundidades.

É de admitir que, durante a fase de exploração do projecto, esta área adjacente à entrada da eclusa possa, eventualmente, vir a mostrar tendência para assoreamentos ao longo do tempo, o que implicará aqui uma dragagem pontual para a manutenção dos fundos necessários ao acesso da eclusa.

No que se refere ao comprimento da caldeira da eclusa, adoptou-se um valor de 30 m para a distância entre os eixos das comportas. Em planta a eclusa terá uma forma rectangular.

A plataforma superior situar-se-á à cota (+4,7 m) ZH, idêntica à cota do terraplano actual e 1,20 m acima do nível de preia-mar de águas vivas, o que permitirá que os equipamentos de força motriz fiquem acima do nível de água máximo.

#### **4.6.3 - Funcionamento hidráulico**

A eclusa permite a realização de dois movimentos:

- A subida das embarcações de um nível de água mais baixo para outro mais elevado;
- A descida das embarcações de um nível de água mais elevado para outro mais baixo.

Na primeira situação é aberta a comporta do lado onde o nível da água está mais baixo e é fechada a da outra extremidade. Seguidamente, as embarcações penetram na eclusa e a primeira comporta é encerrada. Através do sistema de enchimento, a altura de água dentro da eclusa é elevada até atingir o nível do lado mais elevado. Segue-se a abertura da comporta de saída e, finalmente, as embarcações abandonam a eclusa.

Na segunda situação, inicialmente todas as comportas são fechadas e procede-se ao enchimento da eclusa. Seguidamente abre-se a comporta do lado mais elevado da água e as embarcações penetram na eclusa. Através do sistema de esvaziamento é baixada a altura de água no interior, até se atingir o nível do lado mais baixo. Segue-se a abertura da comporta situada no mesmo lado e a posterior saída das embarcações.

Em termos hidráulicos, o que se verifica basicamente é um movimento vertical de água (ascendente ou descendente) dentro da eclusa, o qual, por si só, não tem qualquer efeito directo sobre as embarcações, a não ser na mudança da sua posição altimétrica.

No entanto, como a admissão ou extracção de água não é feita uniformemente em toda a massa de água contida na eclusa, geram-se desequilíbrios de pressões e velocidades que se vão traduzir na formação de ondas superficiais, que vão exercer esforços sobre as embarcações e respectivas amarras.

Torna-se então necessário garantir que as condições de agitação assim criadas e os consequentes esforços sobre as embarcações ficam contidos dentro de limites aceitáveis.

Dada a complexidade do fenómeno, não há, no entanto, métodos de cálculo que permitam abordar, em toda a sua amplitude, este problema, pelo que, em estruturas da dimensão da presente, recorre-se normalmente à via empírica, através da análise do comportamento de eclusas semelhantes já em funcionamento.

Peça determinante do bom ou mau comportamento das eclusas neste aspecto são as suas leis de enchimento-esvaziamento, pois a prática mostra que a agitação da superfície líquida não depende do caudal que é introduzido ou extraído do sistema, mas sim da forma como esse caudal varia ao longo do tempo.

Se a variação de caudal se fizer de forma muito brusca, maior será a agitação na caldeira e os esforços sobre as amarras das embarcações. Em contrapartida, se a variação do caudal for muito lenta, o tempo de enchimento (ou esvaziamento) será bastante longo, o que poderá ser um inconveniente, principalmente em sistemas de grande tráfego.

Na prática, um dos principais objectivos do dimensionamento das eclusas é obter-se um compromisso aceitável entre a duração da operação de enchimento (ou esvaziamento) e as condições de agitação superficial.

Um ciclo de operação de descarga/enchimento da eclusa deverá ser completado em aproximadamente 5 minutos em operação normal, e cerca de 10 minutos em modo limitado. O enchimento e despejo da eclusa será efectuado através do diferencial de coluna hidrostática, sem qualquer auxílio de equipamentos de bombagem, admitindo ou descarregando o volume de água necessário no sentido requerido.

Outro factor que tem influência no comportamento hidráulico das eclusas é o tirante de água, pois, quanto menor este for, maior é o efeito perturbador resultante das variações de caudal, havendo, além disso, o risco acrescido de os jactos de água poderem atingir directamente as embarcações.

Este efeito do tirante de água traduz-se, na prática, por as condições de esvaziamento serem mais favoráveis para as embarcações do que as de enchimento.

Um terceiro aspecto a ter em conta são as condições de circulação da água que é introduzida na eclusa, nomeadamente após a entrada na caldeira.

Após a conclusão da obra, proceder-se a ensaios de protótipo com vista a fixar as leis de enchimento-esvaziamento definitivas.

Em qualquer caso, o movimento de abertura das comportas deverá ser muito lento e de carácter permanente durante a fase de enchimento (ou esvaziamento), prosseguindo depois a uma velocidade normal logo que se atinja a igualdade dos níveis de água.

Em paralelo com a eclusa propriamente dita será instalada uma galeria que assegurará uma passagem hidráulica entre o Porto de Pesca e o fosso, na hipótese da eclusa ser colocada fora de serviço. Esta galeria terá uma secção corrente de 6,75 m<sup>2</sup>, de forma a limitar a velocidade máxima de escoamento a cerca de 2 m/s.

No ponto 2.2.4 foram analisadas as condições de agitação extrema junto à eclusa. Os valores então determinados (0,5 m de onda significativa e 1 m de onda individual) não colocarão problemas à integridade das estruturas da eclusa e não deverão também ter grande relevância para o funcionamento dos seus órgãos, tanto mais que se referem a situações excepcionais.

#### **4.6.4 - Descrição da estrutura**

A estrutura envolvente das comportas, nomeadamente o fundo e as paredes da eclusa serão produzidas em betão armado. A montante e a jusante de cada conjunto de comportas estão previstos recessos nas paredes da eclusa para a colocação de comportas ensecadeiras. Haverá duas destas comportas, que permitirão o isolamento de toda a caldeira ou apenas da área onde se implantam cada um dos conjuntos de comportas.

A área isolada poderá ser posta a seco por meio de bombagem, possibilitando a realização de trabalhos de reparação ou manutenção. O acesso ao fundo será facilitado através de escadas verticais, também com funções de segurança. As comportas ensecadeiras serão constituídas por diversos elementos ajustáveis, em aço carbono protegido contra a corrosão, que ficarão armazenados em zona abaixo da plataforma de trabalho. A manobra das ensecadeiras far-se-á por meio de grua móvel, deslocada para o local quando necessário.

A galeria / passagem hidráulica paralela ao fosso da eclusa terá uma secção rectangular e as suas entradas e saídas serão protegidas por grelhas grossas, para prevenir a entrada de objectos grosseiros, e equipadas com comportas planas. Estas comportas manter-se-ão fechadas, excepto em situações em que a eclusa esteja fora de serviço, altura em que serão abertas, por elevação para os compartimentos onde estão instalados os equipamentos de accionamento das comportas principais; a elevação destas comportas da galeria poderá ser feita por sistema mecânico / manual.

As comportas principais adoptadas são do tipo Mitre (ou também designado de busco). Estas comportas possuem a clara vantagem de serem relativamente simples de construir e operar, podendo ser abertas ou fechadas muito mais rapidamente que qualquer outro tipo de comporta. Os custos de manutenção associados são, na generalidade, baixos.

As comportas Mitre inserem-se em recessos nas paredes da eclusa quando na sua posição aberta. O fundo do recesso de alojamento da comporta dever-se-á estender para baixo da cota do fundo da comporta como forma de mitigar dificuldades operativas decorrentes da acumulação de lodo, areias ou detritos.

Em termos estruturais, as comportas tipo Mitre podem ser reforçadas horizontalmente, verticalmente, ou por uma combinação de ambas, designando-se por estrutura horizontal, vertical, ou mista.

No caso de uma comporta com estrutura horizontal, a chapa pode ser reforçada por vigas planas ou enformadas com curvatura constante. Cada viga será suportada nas suas extremidades pelos elementos estruturais verticais da comporta, de cada um dos lados. O carregamento provocado pela coluna de água é transmitido através dos reforços e estrutura adjacente para os fixos de betão da estrutura da eclusa.

Uma comporta com estrutura vertical resiste à pressão da água através de uma série de reforços verticais aproximadamente uniformemente espaçados ao longo da largura da comporta, suportados no topo e fundo por reforços horizontais que transmitem os esforços às zonas de contacto entre comportas, aos apoios da comporta, e à zona de assentamento no fundo, e daí para a estrutura de betão da eclusa.

No caso de comportas com estrutura mista, é adoptado um arranjo estrutural em grelha, de reforços perpendiculares entre si, com as direcções vertical e horizontal, que se cruzam e intersectam.

As comportas da eclusa são estruturas reforçadas produzidas em aço de construção que deverão assegurar a estanqueidade entre os espelhos de água imediatamente a seu montante e jusante, resistindo à coluna hidrostática decorrente do desnível entre as águas no interior e no exterior da eclusa, aos esforços dinâmicos de vento e corrente locais.

Existirá um par de comportas entre o fosso e a eclusa, e um par de comportas entre a eclusa e a bacia do porto. Assim, existirão quatro meias-comportas - por simplicidade de terminologia, sempre que doravante se mencione o termo comporta, refere-se a uma meia-comporta.

As comportas rodam em torno de um eixo vertical concêntrico com os pinázios dos suportes respectivos, que se encontram ancorados à estrutura de betão armado da eclusa, por forma a efectuar a sua abertura ou fecho. Na posição fechada, cada par de comportas encosta entre si, fazendo um ângulo de  $10^{\circ}$  com a perpendicular às paredes da eclusa.

A morfologia da comporta é caracterizada por uma forma envolvente paralelepípedica, com dimensões globais : altura 5500 milímetros, largura 3808 milímetros, espessura 200 milímetros. A sua estrutura primária é composta por uma grelha integral de reforços perpendiculares soldados entre si, coberta por chapa integral e continuamente soldada aos reforços, a qual assegura a estanqueidade do conjunto. A chapa de cobertura deverá possuir uma espessura nominal nunca inferior a 10mm, e os reforços horizontais e verticais são perfis tipo cantoneira “T”, com dimensões globais nunca inferiores a (espessura da alma e banzo x largura do banzo x altura total da alma e banzo) 9x90x150 milímetros e 9x100x200 milímetros, espaçados entre si 450 milímetros e 762 milímetros, respectivamente.

Cada comporta disporá de uma válvula directamente montada sobre um fixe integrado na sua estrutura, com capacidade para permitir o seu tamponamento e remoção mesmo quando submersa. Cada válvula, por si, dispõe da capacidade de efectuar o escoamento máximo necessário para o enchimento ou esvaziamento da eclusa em aproximadamente 10 minutos, pelo que em operação normal as duas válvulas deverão ser abertas para assegurar um tempo de operação na ordem dos 5 minutos. Desta forma, a eclusa disporá de quatro válvulas de descarga/enchimento exactamente iguais, duas em cada par de comportas, ficando assim com redundância funcional evitando a inoperacionalidade da eclusa em caso de avaria de válvulas, penalizando apenas o seu tempo de operação.

As válvulas a serem montadas nas comportas serão localizadas de acordo com os desenhos, com o centro das válvulas localizado a uma cota de 1450 milímetros acima do fundo da eclusa.

A eclusa será completada com os acessórios habituais, tais como cabeços de amarração, painéis de comunicação com os navegantes, meios de salvamento, pontos de iluminação, etc.

A comunicação entre as duas margens da eclusa será assegurada por uma ponte levadiça de mecanismo simples.

O comando e sinalização do equipamento serão feitos através de um painel onde ficarão localizados todos os circuitos e contactos para alimentação dos equipamentos de manobra, os contactos luminosos para sinalização da posição das comportas e ponte levadiça, bem como indicadores dos sensores dos níveis de água (a montante, no interior e a jusante da caldeira). O comando dos servomotores das comportas será feito por autómato programável.

Dependendo do tipo de operação pelo qual se vier a optar para a eclusa (manobra directa pelos tripulantes, autorizados, das embarcações, ou por funcionário destacado para tal), será necessário prever algum tipo de instalação de apoio (apenas abrigo dos equipamentos, ou pequena sala para permanência do operador, com “guichet” para atendimento do público, instalação sanitária, etc.).

De cada lado da eclusa foi prevista a instalação de um passadiço flutuante, para acostagem das embarcações em espera. Estes passadiços, com 12 m de comprimento e 2,5 m de largura, ficarão amarrados através de pares de estacas metálicas cravadas no fundo, e terão ligação à plataforma da eclusa através de pontes metálicas de acesso. Estas pontes terão 12 m de comprimento e 1,5 m de largura, sendo articuladas na aresta da estrutura de betão da eclusa e apoiadas em roletes nos passadiços.

O poço da eclusa ficará inserido num aterro que colmatará a entrada do fosso, unindo o actual terraplano portuário à muralha do Forte de Cabanas.

Para garantir uma maior estanqueidade do conjunto será executada uma “parede de corte” em betão armado paralela ao eixo deste aterro. Dada a reduzida altura dos desníveis hidrostáticos em causa, e o período também relativamente curto em que tais desníveis são instalados, o comprimento desta parede pode cingir-se à extensão do novo aterro. No entanto, como medida cautelara para prevenir eventuais fugas de finos do actual terraplano portuário, previu-se a instalação de uma tela geotêxtil ao longo da extensão do perfil a reconstruir, de ambos os lados da eclusa, rematando no centro contra a parede de corte.

A parede de corte eleva-se apenas até à cota da preia-mar, ficando assim totalmente embebida no aterro. A sua fundação, em “T”, ficará embebida num roço de sobre-dragagem a abrir no fundo.



Previu-se ainda a colocação de um material tipo tela revestindo a parede do Forte na zona de encosto do aterro, como segurança de segurança para a sua não afectação.

Para incrementar a comunicação pedonal entre as duas margens neste ponto, previu-se igualmente a execução de um passadiço fixo para acesso ao interior do forte a partir do terraplano. Trata-se de uma estrutura metálica sobre a qual assenta um estrado em madeira, semelhante à adoptada para as travessias pedonais do fosso e adiante descritas, sendo o ponto de entrada na muralha o espaço entre ameias hoje já utilizado para tal, onde se situa uma pequena escada que sobe da plataforma rochosa adjacente à muralha.

O poço da eclusa, a ponte levadiça e o passadiço de acesso à muralha serão protegidos por uma guarda metálica com configuração idêntica à utilizada nas pontes. Por questões de segurança, também o acesso a esta estrutura será objecto de sinalização vertical aconselhando a sua utilização apenas por adultos ou crianças acompanhadas por adultos.

#### **4.6.5 - Assinalamento marítimo**

A melhoria das condições do fosso e a presença da eclusa irão introduzir um aumento na procura da navegação entre a bacia portuária e o fosso.

Assim, para além das luzes de semáforo que sinalizarão o funcionamento de abertura e fecho das comportas, será necessário sinalizar, em termos de navegação, o novo canal de acesso criado. O respectivo Projecto de Assinalamento Marítimo será elaborado para ser presente às Autoridades competentes na matéria. No entanto, para efeitos da sua inclusão no âmbito da presente empreitada, pode, desde já, referir-se que as marcas a propor serão “marcas laterais fixas luminosas” na entrada e saída da eclusa. Serão marcas encastradas nas arestas do lado da caldeira dos maciços de betão que a ladeiam, com lanternas de luz cintilante de pequeno alcance, uma vez que é uma infraestrutura inserida na área portuária, e que desde logo será bastante iluminada face à envolvente da cidade.

Porque se trata de uma área que na sua envolvente tem considerável movimento de embarcações, será necessário prever desde logo a sinalização provisória das obras e que consistirá na colocação de 1 ou 2 pequenas bóias com luzes cintilantes de cor amarela, marcando o limite exterior da actuação de meios de obra.

#### **4.6.6 - Processo construtivo**

A construção da eclusa, como de qualquer órgão hidráulico de seccionamento de um canal, irá implicar uma adequada programação e execução de obras auxiliares relevantes.

Em princípio, o processo envolverá a execução de uma ensecadeira (com aterros de material argiloso ou de outro tipo), envolvendo a área de implantação de eclusa. Segue-se a escavação e quebramento de rocha para execução da laje de fundação; este quebramento de rocha deverá, se possível, ser realizado com recurso a meios mecânicos para não produzir efeitos (vibrações, ondas de choque) eventualmente prejudiciais para a integridade da estrutura do Forte de Cabanas – caso não seja possível realizar o trabalho desta forma, deverá privilegiar-se o recurso a caldas expansivas ou dardos químicos (recomendação do procedimento de AIA) para fracturação da rocha (caso seja viável a utilização destes produtos em meio aquático).

Em seguida executar-se-á a estrutura de betão armado e a instalação do equipamento mecânico (comportas). Finalmente, a ensecadeira é removida e a eclusa entra em serviço.

Para permitir a inundação normal do fosso durante a construção da eclusa (exigência resultante da avaliação de impacte ambiental) terão que ser instaladas na ensecadeira condutas que permitam a passagem da água num ou noutro sentido.

Estas condutas devem ser dimensionadas para os caudais máximos expectáveis em marés vivas, devendo os aterros construtivos nas zonas de chamada e saída destes caudais ser devidamente protegidos contra as erosões que as velocidades de escoamento tenderão a provocar.

Os caudais máximos a ter em conta são directamente proporcionais à área inundável do fosso a meia maré, e dependem, assim, da sequência construtiva adoptada para o conjunto das intervenções.

A título de exemplo, refere-se que, caso a eclusa fosse totalmente executada antes de se proceder à escavação / dragagem do fosso, ou seja, com as condutas apenas a “abastecerem” a configuração actual do terreno, o caudal máximo para o qual tais condutas deveriam ser dimensionadas seria de cerca de 7 m<sup>3</sup>/s (para uma amplitude de maré de 3,5 m). Caso a eclusa fosse apenas construída após a escavação total do fosso para a sua configuração final, o caudal máximo que teria de ser admitido pelas condutas seria da ordem de 13 m<sup>3</sup>/s, para a mesma amplitude de maré. Entre estas duas situações extremas situar-se-á o caso a contemplar no projecto concreto da estrutura da ensecadeira.

A opção pelo tipo de ensecadeira a construir, e o respectivo projecto / dimensionamento, é da responsabilidade do empreiteiro. Este projecto deve não só incluir o dimensionamento das tubagens atrás referidas, mas também contemplar a adopção das medidas necessárias à prevenção de eventuais erosões (da estrutura da ensecadeira ou dos fundos adjacentes) que poderão resultar das elevadas velocidades de escoamento que poderão ocorrer junto das saídas (ou chamadas) destas tubagens.



Tais medidas dependerão, naturalmente, não só das velocidades de escoamento admitidas (função das secções de escoamento adoptadas para as tubagens), mas também do tipo de estrutura adoptado para a ensecadeira. Caso esta seja uma estrutura de taludes de material erodível, a erosão deverá ser prevenida pela adopção de estruturas do tipo “boca de lobo”, ou equivalentes; para protecção dos fundos adjacentes, a medida mais adequada será provavelmente a adopção de tapetes de enrocamento, a remover aquando da remoção da ensecadeira.

## 5 - REGRAS DE EXPLORAÇÃO DA ECLUSA

Em termos de funcionamento do sistema do fosso, as linhas gerais são as seguintes:

- Quando o nível da maré é superior ao nível mínimo do plano de água do fosso, as comportas da eclusa são mantidas completamente abertas, e a circulação de água e embarcações entre o fosso e a bacia portuária é livre (com exceção das situações meteorológicas abaixo indicadas);
- Quando a vazante leva o nível da maré a atingir o valor mínimo admitido no fosso as comportas são fechadas;
- Durante este período de fecho, que se prolonga até que a enchente atinja de novo o nível mínimo, não há circulação de água entre o fosso e a bacia portuária, mas as embarcações poderão utilizar o sistema elevatório da eclusa para transporem o desnível e assim circularem entre os dois corpos de água;
- Quando ocorrem períodos de precipitação intensa as comportas são fechadas, de modo a impedir que o nível da água no fosso se eleve (com a subida da maré) a cotas que impeçam o livre escoamento da drenagem pluvial das zonas envolventes, em particular da zona da Prageira. O nível exacto em que se procede ao fecho das comportas irá depender da intensidade / duração da precipitação e terá que ser afinado em função da experiência de operação que for sendo obtida. Durante este período as embarcações poderão circular entre o fosso e a bacia portuária utilizando o sistema elevatório da eclusa.

Foram feitos alguns cálculos preliminares aproximados sobre os períodos de abertura das comportas em cada ciclo de maré e o volume de água admitido no fosso nesse período, em percentagem do volume aí retido durante o período de fecho. Estes cálculos foram feitos para a cota mínima do plano de água que se propõe, (+2,5 m)ZH, mas também para outras alternativas, apresentando-se no quadro seguinte os resultados obtidos.

Maré	Nível mínimo do plano de água					
	(+2,5)ZH		(+2,25)ZH		(+2,0)ZH	
	Per. Abert.	Vol. Admit.	Per. Abert.	Vol. Admit.	Per. Abert.	Vol. Admit.
Morta	3,1 h	16%	4,8 h	45%	6,2 h	93%
Média	4,4 h	48%	5,4 h	85%	6,2 h	147%
Viva	4,9 h	80%	5,6 h	125%	6,2 h	200%

Para a solução aqui proposta em termos de nível mínimo do plano de água verifica-se que, numa maré média, o período de abertura das comportas é de cerca de 4h 30 por ciclo de maré (9 h por dia), e que nesse período entra no fosso um volume de água da ordem de metade daquele que estava retido durante o período do fecho.

A situação mais desfavorável ocorre, naturalmente, em marés mortas, quando o período de abertura das comportas se reduz para pouco mais de 3 h por ciclo de maré (6 h por dia), e o volume de água “fresca” que entra no fosso é 16% daquele aí presente.

Pelo contrário, em situação de maré viva o período de abertura das comportas eleva-se quase a 5 h por ciclo de maré (10 h por dia), e o volume de água admitido no fosso nesse tempo corresponde a 80% daquele que havia ficado aí retido.

A principal utilidade deste tipo de cálculos é a constatação de que, caso a prática venha posteriormente a revelar que, contrariamente aos resultados da análise teórica do projecto, a qualidade de água no fosso não corresponde às exigências mínimas, uma pequena alteração no nível mínimo estabelecido para o plano de água (que não terá consequências significativas no que respeita à funcionalidade do fosso) conduzirá a um aumento substancial do volume de água que penetra no fosso em cada ciclo de maré.

Como se pode verificar pelo quadro anterior, se o nível do plano de água baixar 0,25 m o volume de água que é admitido no fosso em situação de maré morta passa a corresponder a 45% daquele que aí havia ficado retido, e se aquele nível mínimo baixar 0,5 m (para o nível médio da maré), esta percentagem sobe para 93%.

Ou seja, com o sistema do fosso em operação a sua gestão terá uma margem de manobra considerável para aumentar a taxa de renovação da água, se tal se vier a revelar necessário.



## **6 - MAPA DE QUANTIDADES**

Apresenta-se em seguida o Mapa de Quantidades das intervenções propostas.