

**DGADR**

*PROJETO DE EXECUÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DE REGADIO DO  
APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO CRATO*

VOLUME III - RESERVATÓRIO  
TOMO 1 - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

**ABRIL 2024**



## PROJETO DE EXECUÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DE REGADIO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO CRATO

### ÍNDICE GERAL DE VOLUMES

<b>VOLUME I</b>	<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA</b>
	TOMO 1 MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
	TOMO 2 PEÇAS DESENHADAS
	TOMO 3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
	TOMO 4 MEDIÇÕES E MAPA DE QUANTIDADES
	TOMO 5 ESTIMATIVA ORÇAMENTAL
<b>VOLUME II</b>	<b>CONDUTA ELEVATÓRIA</b>
	TOMO 1 MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
	TOMO 2 PEÇAS DESENHADAS
	TOMO 3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
	TOMO 4 MEDIÇÕES E MAPA DE QUANTIDADES
	TOMO 5 ESTIMATIVA ORÇAMENTAL
<b>VOLUME III</b>	<b>RESERVATÓRIO</b>
	TOMO 1 MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
	TOMO 2 PEÇAS DESENHADAS
	TOMO 3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
	TOMO 4 MEDIÇÕES E MAPA DE QUANTIDADES
	TOMO 5 ESTIMATIVA ORÇAMENTAL
<b>VOLUME IV</b>	<b>REDE DE REGA</b>
<b>VOLUME IV.1</b>	<b>BLOCO DO CRATO</b>
	TOMO 1 MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
	TOMO 2 PEÇAS DESENHADAS
	TOMO 3 MEDIÇÕES E MAPA DE QUANTIDADES
	TOMO 4 ESTIMATIVA ORÇAMENTAL
<b>VOLUME IV.2</b>	<b>BLOCO DE ALTER DO CHÃO</b>
	TOMO 1 MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
	TOMO 2 PEÇAS DESENHADAS
	TOMO 3 MEDIÇÕES E MAPA DE QUANTIDADES
	TOMO 4 ESTIMATIVA ORÇAMENTAL
<b>VOLUME IV.3</b>	<b>BLOCO DE FRONTEIRA E AVIS</b>
	TOMO 1 MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
	TOMO 2 PEÇAS DESENHADAS
	TOMO 3 MEDIÇÕES E MAPA DE QUANTIDADES
	TOMO 4 ESTIMATIVA ORÇAMENTAL
<b>VOLUME IV.4</b>	REDE DE REGA ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
<b>VOLUME V</b>	<b>SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E TELEGESTÃO</b>
	TOMO 1 MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
	TOMO 2 PEÇAS DESENHADAS
	TOMO 3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
	TOMO 4 MEDIÇÕES E MAPA DE QUANTIDADES
	TOMO 5 ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

**PROJETO DE EXECUÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DE REGADIO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO  
CRATO**

**ÍNDICE GERAL DE VOLUMES**

<b>VOLUME VI</b>	<b>REDE VIÁRIA</b>
	TOMO 1 MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
	TOMO 2 PEÇAS DESENHADAS
	TOMO 3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
	TOMO 4 MEDIÇÕES E MAPA DE QUANTIDADES
	TOMO 5 ESTIMATIVA ORÇAMENTAL
<b>VOLUME VII</b>	<b>RELATÓRIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO</b>
<b>VOLUME VIII</b>	<b>PLANO DE PREVENÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO</b>
<b>VOLUME IX</b>	<b>PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE</b>
<b>VOLUME X</b>	<b>COMPILAÇÃO TÉCNICA</b>

# *PROJETO DE EXECUÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DE REGADIO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO CRATO*

PROJETO DE EXECUÇÃO

VOLUME III - RESERVATÓRIO

EQUIPA TÉCNICA

Coordenação do projeto	Sofia Azevedo, Ph.D.
Coordenação adjunta do projeto	Eng <sup>o</sup> Victor Paulo
Conceção geral, hidráulica e equipamentos	Eng <sup>o</sup> Rui Almeida Sofia Azevedo, Ph.D. Eng <sup>o</sup> Victor Paulo Eng <sup>o</sup> Ricardo Serrano Eng <sup>o</sup> Amílcar Bernardo
Instalações elétricas e automação	Eng <sup>o</sup> Jose Botelho
Estruturas	Eng <sup>o</sup> João Vargas
Geologia e Geotecnia	Eng <sup>o</sup> Fernando Ferreira Dr. Eurico Teixeira Dr. Henrique Renzo
Desenho	Mário Monteiro Pedro Andrade Rui Serrano
Medições e estimativa orçamental	Eng <sup>o</sup> Rui Almeida Sofia Azevedo, Ph.D.



**DGADR**

*PROJETO DE EXECUÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DE REGADIO DO  
APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO CRATO*

VOLUME III - RESERVATÓRIO  
TOMO 1 - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

**ABRIL 2024**

CONTRATO: C871  
FICHEIRO: C871-RES-PE-MEM-Vol\_III.1-R2.DOCX



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO GERAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO.....</b>	<b>5</b>
2.1	CARACTERIZAÇÃO GERAL DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO.....	5
2.2	CONSTITUIÇÃO E FUNCIONAMENTO DAS INFRAESTRUTURAS SECUNDÁRIAS.....	7
2.2.1	Infraestruturas de adução e armazenamento .....	7
2.2.2	Infraestruturas de rega, viária e SAT .....	8
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO GERAL DO RESERVATÓRIO .....</b>	<b>11</b>
3.1	LOCALIZAÇÃO E MODO DE FUNCIONAMENTO .....	11
3.2	CAPACIDADE E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS.....	12
3.2.1	Fixação do volume armazenado .....	12
3.2.2	Características .....	14
3.3	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO .....	15
<b>4</b>	<b>RESERVATÓRIO.....</b>	<b>17</b>
4.1	DEFINIÇÃO DE FORMAS .....	17
4.2	ÁREAS INUNDADAS E VOLUMES ARMAZENADOS .....	17
4.3	NÍVEL DE PLENO ARMAZENAMENTO E NÍVEL MÁXIMO.....	18
4.4	FOLGA, COTA E LARGURA DO COROAMENTO .....	19
4.4.1	Folga e cota do coroamento .....	19
4.4.2	Largura do coroamento .....	23
4.5	REVESTIMENTO DOS TALUDES E DO COROAMENTO .....	24
4.6	IMPERMEABILIZAÇÃO.....	24
4.6.1	Tipo de material.....	24
4.6.2	Características da geomembrana .....	25
4.6.3	Aplicação da geomembrana .....	25
4.7	SISTEMAS DE DRENAGEM.....	27
4.7.1	Sistema de drenagem interno .....	27
4.7.2	Sistema de drenagem pluvial.....	27
4.7.3	Verificação da capacidade de vazão .....	29
4.8	ANTEPLANO DO PRIMEIRO ENCHIMENTO E DE OBSERVAÇÃO .....	29
4.9	ACESSOS.....	30
4.9.1	Traçado em planta.....	30
4.9.2	Traçado em perfil.....	30
4.9.3	Estrutura dos pavimentos.....	30
4.10	SERRALHARIAS, VEDAÇÕES E PORTÃO .....	31
<b>5</b>	<b>ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO E SEGURANÇA. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO .....</b>	<b>33</b>
5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	33
5.2	ESTRUTURA DE ENTRADA.....	33

5.3	TOMADA DE ÁGUA E SISTEMA DE FILTRAÇÃO .....	34
5.3.1	Tomada de água (estrutura de saída) .....	34
5.3.2	Perdas de carga .....	35
5.3.3	Submergência mínima .....	36
5.3.4	Sistema de filtração .....	37
5.4	DESCARREGADOR DE SEGURANÇA .....	37
5.5	DESCARGA DE FUNDO .....	38
5.5.1	Constituição .....	38
5.5.2	Capacidade de vazão da descarga de fundo e tempo de esvaziamento .....	39
5.6	CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE DESCARGA .....	42
<b>6</b>	<b>POSTO DE COMANDO .....</b>	<b>43</b>
6.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	43
6.2	ARQUITETURA .....	43
<b>7</b>	<b>ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO E SEGURANÇA. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL .....</b>	<b>45</b>
7.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	45
7.2	REGULAMENTOS ADOTADOS .....	45
7.3	MATERIAIS UTILIZADOS .....	45
7.4	AÇÕES .....	46
7.5	ESTRUTURA DE ENTRADA .....	47
7.5.1	Considerações gerais .....	47
7.5.2	Esforços .....	47
7.5.3	Laje de topo .....	54
7.5.4	Laje de fundo .....	54
7.5.5	Paredes exteriores .....	55
7.6	ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA .....	56
7.6.1	Considerações gerais .....	56
7.6.2	Esforços .....	56
7.6.3	Laje de topo .....	66
7.6.4	Laje intermédia .....	67
7.6.5	Laje de fundo .....	67
7.6.6	Paredes interiores .....	68
7.6.7	Paredes exteriores .....	69
<b>8</b>	<b>EQUIPAMENTO HIDROMECAÂNICO E INSTRUMENTAÇÃO .....</b>	<b>71</b>
8.1	ESTRUTURA DE ENTRADA .....	71
8.1.1	Válvulas de seccionamento .....	71
8.1.2	Juntas .....	71
8.2	TOMADA DE ÁGUA .....	72
8.2.1	Grelhas metálicas .....	72
8.2.2	Comportas vagão .....	73
8.2.3	Comportas murais .....	75
8.2.4	Tamisadores de banda rotativa .....	76
8.3	DESCARREGADOR DE SEGURANÇA. SIFÃO DE FERRA AUTOMÁTICA .....	80

8.4	DESCARGA DE FUNDO .....	81
8.4.1	Tubagem e acessórios.....	81
8.4.2	Válvula de guilhotina e juntas.....	81
8.5	INSTRUMENTAÇÃO .....	82
8.5.1	Medidor de caudal do sistema de drenagem interno.....	82
8.5.2	Medidor de caudal da conduta CP da rede de rega.....	82
8.5.3	Medidores – transmissores contínuos de nível .....	83
<b>9</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E AUTOMAÇÃO .....</b>	<b>85</b>
9.1	CONSTITUIÇÃO DAS INSTALAÇÕES .....	85
9.2	BALANÇO DE POTÊNCIAS .....	85
9.3	ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA.....	85
9.4	QUADROS ELÉTRICOS.....	86
9.5	CONJUNTOS CARREGADOR-BATERIA DE 24V.....	88
9.6	AUTÓMATOS PROGRAMÁVEIS .....	88
9.7	CONSOLAS TÁTEIS .....	88
9.8	COMUNICAÇÕES .....	89
9.9	SUPERVISÃO.....	89
9.10	CANALIZAÇÕES ELÉTRICAS.....	89
9.10.1	Considerações gerais .....	89
9.10.2	Cabos elétricos.....	90
9.10.3	Caminhos de cabos .....	90
9.10.4	Caixas de derivação e passagem.....	91
9.10.5	Travessias .....	91
9.11	ILUMINAÇÃO INTERIOR.....	91
9.12	ILUMINAÇÃO EXTERIOR .....	92
9.13	TOMADAS DE USOS GERAIS .....	92
9.14	REDE DE TERRAS DE PROTEÇÃO.....	92
9.15	EQUIPAMENTOS DE MEDIDA .....	93

## QUADROS NO TEXTO

QUADRO 4.1 - ÁREAS INUNDADAS E VOLUME ARMAZENADO.....	17
QUADRO 4.2 - CÁLCULO DO FETCH EFETIVO.....	20
QUADRO 4.3 - ESPRAIAMENTO DA ONDULAÇÃO GERADA PELO VENTO.....	21
QUADRO 4.4 – ESPRAIAMENTO DA ONDULAÇÃO GERADA SISMOS .....	22
QUADRO 4.5 – FIXAÇÃO DA COTA DO COROAMENTO .....	22
QUADRO 5.1 - EQUAÇÕES DE PERDA DE CARGA NA ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA.....	36
QUADRO 5.2 - TEMPO DE ESVAZIAMENTO DO RESERVATÓRIO.....	41
QUADRO 7.1 – ESTRUTURA DE ENTRADA – DIMENSIONAMENTO DA LAJE DE TOPO .....	54
QUADRO 7.2 – ESTRUTURA DE ENTRADA - DIMENSIONAMENTO DA LAJE DE FUNDO.....	55

QUADRO 7.3 – ESTRUTURA DE ENTRADA - DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES EXTERIORES .....	55
QUADRO 7.4 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - DIMENSIONAMENTO LAJE DE TOPO .....	66
QUADRO 7.5 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - DIMENSIONAMENTO LAJE INTERMÉDIA.....	67
QUADRO 7.6 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - DIMENSIONAMENTO LAJE DE FUNDO .....	68
QUADRO 7.7 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES INTERIORES....	68
QUADRO 7.8 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES EXTERIORES ...	69
QUADRO 8.1 – CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS TAMISADORES .....	78

## FIGURAS NO TEXTO

FIGURA 2.1 - LOCALIZAÇÃO DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO .....	5
FIGURA 2.2 – ESQUEMA DO SISTEMA DE ADUÇÃO .....	8
FIGURA 3.1 - LOCALIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO .....	11
FIGURA 4.1 - CURVA DE ÁREAS INUNDADAS .....	18
FIGURA 4.2 - CURVA DE VOLUMES ARMazenADOS .....	18
FIGURA 7.1 – ESTRUTURA DE ENTRADA - MODELO DE CÁLCULO .....	48
FIGURA 7.2 – AÇÃO SÍSMICA REGULAMENTAR .....	49
FIGURA 7.3 – ESTRUTURA DE ENTRADA - LAJE DE TOPO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÁXIMA ....	50
FIGURA 7.4 – ESTRUTURA DE ENTRADA - LAJE DE TOPO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÍNIMA.....	50
FIGURA 7.5 – ESTRUTURA DE ENTRADA - LAJE DE TOPO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÁXIMA ....	51
FIGURA 7.6 – ESTRUTURA DE ENTRADA - LAJE DE TOPO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÍNIMA.....	51
FIGURA 7.7 – ESTRUTURA DE ENTRADA - LAJE DE FUNDO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÁXIMA..	51
FIGURA 7.8 – ESTRUTURA DE ENTRADA - LAJE DE FUNDO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÍNIMA...	52
FIGURA 7.9 – ESTRUTURA DE ENTRADA - LAJE DE FUNDO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÁXIMA..	52
FIGURA 7.10 – ESTRUTURA DE ENTRADA - LAJE DE FUNDO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÍNIMA	52
FIGURA 7.11 – ESTRUTURA DE ENTRADA - PAREDES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	53
FIGURA 7.12 – ESTRUTURA DE ENTRADA - PAREDES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÍNIMA .....	53
FIGURA 7.13 – ESTRUTURA DE ENTRADA - PAREDES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	53
FIGURA 7.14 – ESTRUTURA DE ENTRADA - PAREDES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÍNIMA .....	54
FIGURA 7.15 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - MODELO DE CÁLCULO .....	56
FIGURA 7.16 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE DE TOPO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	58
FIGURA 7.17 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE DE TOPO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÍNIMA.....	58
FIGURA 7.18 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE DE TOPO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	59
FIGURA 7.19 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE DE TOPO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÍNIMA.....	59
FIGURA 7.20 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE INTERMÉDIA. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	60
FIGURA 7.21 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE INTERMÉDIA. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÍNIMA .....	60

FIGURA 7.22 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE INTERMÉDIA. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	60
FIGURA 7.23 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE INTERMÉDIA. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÍNIMA .....	61
FIGURA 7.24 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE DE FUNDO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	61
FIGURA 7.25 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE DE FUNDO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÍNIMA .....	61
FIGURA 7.26 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE DE FUNDO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	62
FIGURA 7.27 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - LAJE DE FUNDO. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÍNIMA .....	62
FIGURA 7.28 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - PAREDES INTERIORES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	63
FIGURA 7.29 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - PAREDES INTERIORES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÍNIMA .....	63
FIGURA 7.30 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - PAREDES INTERIORES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	64
FIGURA 7.31 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - PAREDES INTERIORES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÍNIMA .....	64
FIGURA 7.32 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - PAREDES EXTERIORES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	65
FIGURA 7.33 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - PAREDES EXTERIORES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MY. ENVOLVENTE MÍNIMA .....	65
FIGURA 7.34 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - PAREDES EXTERIORES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÁXIMA .....	66
FIGURA 7.35 – ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA - PAREDES EXTERIORES. DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES MXX. ENVOLVENTE MÍNIMA .....	66



# 1 INTRODUÇÃO

Na sequência do Concurso Público nº 384/DGADR/2021, a DGADR adjudicou à CAMPO D'ÁGUA, Engenharia e Gestão, Lda. a elaboração do “**Projeto de Execução de Infraestruturas de Regadio do Aproveitamento Hidroagrícola do Crato**”.

O Aproveitamento Hidráulico de Fins Múltiplos do Crato (AHFM do Crato) situa-se nos concelhos de Alter do Chão, Fronteira, Crato e Avis do distrito de Portalegre. Este integra-se num empreendimento que pretende garantir o abastecimento público às populações da região, mesmo em caso de períodos de seca prolongada. A sua implementação levará ao estímulo do crescimento económico e da competitividade agrícola e agropecuária e ao desenvolvimento e coesão da região.

O primeiro estudo com vista à implementação deste aproveitamento efetuou-se em 1957 pela então Direção Geral dos Serviços Hidráulicos (DGSH), estando enquadrado no Plano de Valorização do Alentejo. Nas décadas de 60 a 80 realizaram-se novos estudos que tinham em consideração novas tecnologias de rega mais eficientes, usadas atualmente de forma genérica, e cujo principal intuito era a minimização de limitações, nomeadamente pedológicas. No início deste século (2000-2011), avaliou-se novamente a viabilidade ambiental e económica deste empreendimento. Em 2003 foi reformulado o projeto de execução da barragem e elaborado um estudo de impacte ambiental. Em 2006 foi elaborado um Projeto de Execução da Rede de Rega do Crato. Já em 2010/2011 foi elaborado o Estudo de Viabilidade Técnica, Económica e Ambiental do Aproveitamento Hidráulico de Fins Múltiplos do Crato. Mais recentemente, em 2021, efetuou-se a “Avaliação da Sustentabilidade e Desenvolvimento Integrado dos Recursos Hídricos e Energéticos do Aproveitamento Hidráulico de Fins Múltiplos do Crato” promovida pela Comunidade Intermunicipal do Alto Alentejo (CIMAA) que incluiu o projeto de execução da barragem, central mini-hídrica e centrais fotovoltaicas e o estudo prévio do sistema de rega. Constata-se assim que este empreendimento se encontra em estudo há mais de 50 anos não tendo ainda sido implementado.

O Projeto de Execução teve em conta todos os estudos realizados anteriormente, baseando-se, no entanto, no Estudo Prévio realizado recentemente pela Aqualogus & TPF (2021), no Estudo de Impacte Ambiental (EIA) (Aqualogus & TPF, 2021, 2022) e na Declaração de Impacte Ambiental (DIA) (APA, 2022), assim como as revisões efetuadas no âmbito do processo de AIA e do RECAP das infraestruturas primárias, nomeadamente a revisão das disponibilidades hídricas, apresentadas no Tomo 2 – Estudos Hidrológicos e Gestão de Albufeiras do Volume 1 – Memória Geral do Projeto de Execução Infraestruturas Primárias do AHFM do Crato, datado de janeiro de 2023, bem como a revisão das necessidades hídricas úteis no pé da planta, apresentadas na

resposta ao Elemento 5 no DT 01 – E.5 do RECAPE das Infraestruturas Primárias do AHFM do Crato, datado de fevereiro de 2023.

A origem da água para rega será a albufeira da barragem de Pisão, a construir na ribeira de Seda. O AHFM do Crato será constituído por três blocos: Crato, Alter do Chão e Fronteira e Avis. A estação elevatória do Pisão captará a água da tomada da barragem do Pisão, que será bombada para um reservatório, a partir do qual se desenvolverá a rede de rega gravítica dos blocos de Alter do Chão e de Fronteira e Avis. Para o bloco do Crato as manchas localizadas junto à barragem serão beneficiadas ao longo da conduta elevatória.

Para melhor se atingirem os objetivos deste trabalho optou-se por dividir o projeto de execução em várias notas técnicas, articuladas em sequência e tendo como base o Estudo Prévio aprovado anteriormente, que consubstanciam o projeto de execução propriamente dito.

Tendo em conta as disposições estabelecidas na DIA e os pedidos de correção apresentados pelos proprietários no decurso da consulta pública realizada em setembro de 2022, a área total para a qual serão projetadas as infraestruturas secundárias de rega do Crato corresponde atualmente a 5 494 ha distribuídas pelos seguintes blocos: Crato (654 ha), Alter do Chão (3 145 ha) e Fronteira e Avis (1 695 ha).

Na 1ª Nota Técnica – Parte 2 – Estação elevatória e reservatório foram estudadas duas soluções possíveis para o reservatório:

- Reservatório de regularização semi-escavado;
- Reservatório de comando elevado.

Após uma análise técnica comparativa concluiu-se que a solução mais vantajosa seria a de adotar um reservatório de regularização semi-escavado.

Esta solução, embora corresponda a uma solução mais dispendiosa no que respeita ao investimento inicial, tem como principais vantagens a obtenção de um maior volume de reserva, que aumenta a capacidade de resposta às solicitações das redes de rega a jusante e permite um maior grau de liberdade no que respeita à otimização das horas de bombagem, sobretudo em períodos noturnos ou de disponibilidade de energia no caso de utilização de energia fotovoltaica ou da central mini-hídrica. Este aspeto conduz, naturalmente, a uma redução significativa dos custos energéticos.

Após aprovação das notas técnicas deu-se então início ao desenvolvimento do projeto de execução. Inicialmente executou-se o programa de prospeção geológica-geotécnica, com o intuito de avaliar as condições de escavação, de saneamento e de fundação do reservatório.

No **Desenho 1** apresenta-se a localização do reservatório sob carta militar, à escala 1:25 000, e no **Desenho 2** a planta de implantação geral sob ortofotomapa, à escala 1:1 000.



## 2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO

O Aproveitamento Hidráulico de Fins Múltiplos do Crato situa-se na sub-região do Alto Alentejo (NUTS III), representada pela Comunidade Intermunicipal do Alto Alentejo (CIMAA). Tem uma área total de 5 494 ha, que se reparte pelos blocos do Crato (654 ha), de Alter do Chão (3 145 ha) e de Fronteira e Avis (1 695 ha), distribuindo-se pelos concelhos de Alter do Chão, Fronteira, Crato e Avis.

A rede de rega tem origem na estação elevatória, que elevará água a partir da albufeira criada pela barragem do Pisão até um reservatório de regularização. Na figura seguinte apresenta-se a constituição e disposição relativa dos blocos de rega e principais infraestruturas que constituem o Aproveitamento Hidroagrícola do Crato.

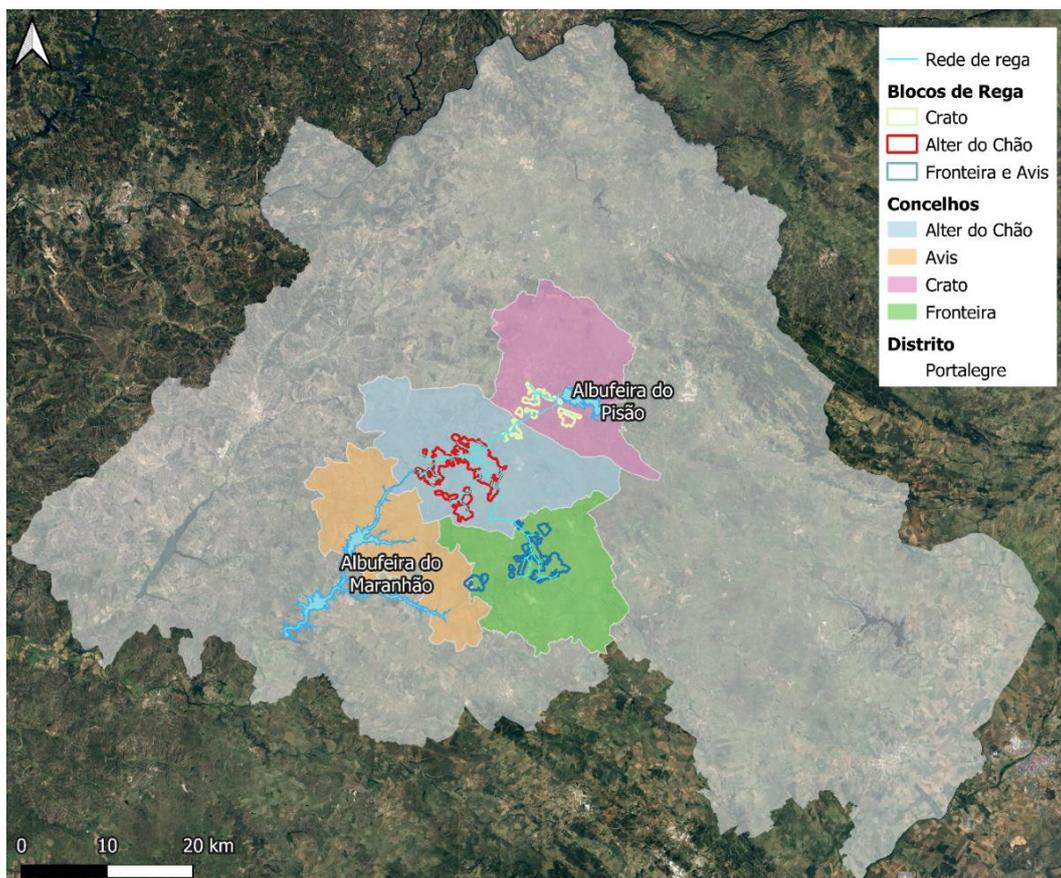


Figura 2.1 - Localização do Aproveitamento Hidráulico de Fins Múltiplos do Crato

### **Infraestruturas Primárias**

A barragem do Pisão será implementada na ribeira de Seda e situa-se a montante da albufeira do Maranhão, já existente no mesmo curso de água. Esta permitirá a regularização de caudais para regadio e o reforço do sistema de abastecimento público e industrial da região. Será de aterro com aproximadamente 54 m de altura e um desenvolvimento total de cerca de 1 350 m, e a área inundada será de 726 ha à cota 248,00 m (Nível de Pleno Armazenamento - NPA), sendo que a albufeira a criar vai inundar a aldeia do Pisão, a qual deu origem ao seu nome. A bacia hidrográfica na ribeira da Seda na seção da barragem do Pisão possui uma área de 245 km<sup>2</sup>.

A inclinação dos paramentos de montante e de jusante são respetivamente de 1(V):2,5(H) e 1(V):2,0(H). A largura do coroamento é de 10 m. A cota do coroamento da barragem será de 252,00 m, sendo o NPA à cota 248,00 e o NMC à cota 250,45. O NmE para rega situar-se-á à cota 221,30. O NmE para abastecimento urbano situa-se à cota 219,10.

A albufeira criada pela barragem ao NPA terá um armazenamento total de 116,3 hm<sup>3</sup> e um armazenamento útil de 109,3 hm<sup>3</sup>.

A barragem do Pisão será composta por um descarregador de cheias (caudal máximo descarregado de 36,70 m<sup>3</sup>/s), desvio provisório da ribeira de Seda, descarga de fundo, tomada de água e central hidroelétrica de pé de barragem.

A central mini-hídrica permitirá a produção de energia elétrica e a restituição dos caudais ecológicos na ribeira de Seda. Esta terá uma potência nominal de 500 kW. Também se construirá uma central solar fotovoltaica, com uma potência total de 150 MW, que será composta por dois tipos de instalações: terrestre (140 MW) e flutuante (10 MW). A instalação em terra será construída a sul da linha de caminho de ferro e a este do IC13.

De referir ainda que estes projetos de execução se encontram em fase de revisão, tendo em conta o estabelecido na DIA.

### **Infraestruturas Secundárias**

As infraestruturas secundárias a construir são: o sistema elevatório de adução (estação elevatória e conduta elevatória), o reservatório de regularização e a rede de rega. Será ainda construída uma rede viária para acesso às infraestruturas primárias e um sistema de automação e telegestão (SAT).

## 2.2 CONSTITUIÇÃO E FUNCIONAMENTO DAS INFRAESTRUTURAS SECUNDÁRIAS

### 2.2.1 INFRAESTRUTURAS DE ADUÇÃO E ARMAZENAMENTO

O sistema de adução e armazenamento será constituído por uma estação elevatória, uma conduta elevatória e um reservatório de regularização.

A origem do sistema de adução será a barragem do Pisão. A água captada na albufeira da barragem será conduzida à estação elevatória do Pisão através do circuito da tomada de água e de uma conduta geral de aspiração, constituídas por tubagens em aço e PRFV DN 1800 e aço e betão com alma de aço DN2000 mm.

A estação elevatória do Pisão (EE) permitirá a elevação dos volumes necessários para alimentação dos blocos de rega do Crato, Alter do Chão, Fronteira e Avis, constituindo-se como a única estação elevatória do sistema adutor. Para permitir a elevação do caudal total necessário a estação será equipada com um total de 4 grupos eletrobomba principais, cada um com capacidade para elevar um caudal de 1,002 m<sup>3</sup>/s a 50,1 mca e um total de 2 grupos secundários, cada um com capacidade para elevar um caudal de 0,501 m<sup>3</sup>/s a 50,1 mca. A capacidade total de elevação da EE será assim de 5,01 m<sup>3</sup>/s. Todos os grupos eletrobomba serão equipados com sistemas de variação de velocidade por forma a permitir o ajustamento dos caudais elevados face à variação dos níveis de água na albufeira da barragem do Pisão, no reservatório de regularização e à variação das solicitações nas redes de rega a jusante. A estação elevatória disporá ainda de um conjunto de reservatórios hidropneumáticos que permitirão a proteção dos grupos eletrobomba e das condutas face ao regime transitório.

A conduta elevatória estabelecerá a ligação entre a estação elevatória do Pisão e o reservatório de regularização, desenvolvendo-se uma extensão total de cerca de 5,8 km. A conduta será constituída por tubagens em betão com alma de aço com diâmetros DN1800 e DN2000 mm e será equipada com um conjunto de órgãos de operação e segurança necessários ao seu correto funcionamento tais como ventosas, descargas de fundo e câmaras de seccionamento.

Na extremidade da conduta elevatória será executado um reservatório de regularização que terá, entre outras, a função de regulação do sistema de adução, nomeadamente do arranque e paragem dos grupos eletrobomba da estação elevatória. Este reservatório, do tipo semi-escavado revestido com geomembrana terá um volume útil de 55 dam<sup>3</sup>. O reservatório permite o funcionamento da rede de rega durante cerca de 3h com o caudal de dimensionamento. O volume armazenado permitirá também a garantia total das necessidades de rega durante o período de inverno (novembro a janeiro), correspondentes a cerca de 26 dam<sup>3</sup>.

A tomada de água do reservatório incorporará um sistema de filtração dotado de uma saída para ligação à conduta principal para rega. O sistema de filtração será constituído por dois tamisadores de banda rotativa, cada um com capacidade para um caudal de 2,20 m<sup>3</sup>/s, que irão assegurar um grau de filtração de 1,5 mm.

A partir do reservatório de será estabelecida a ligação às redes de rega dos blocos de Alter do Chão, Avis e Fronteira, por intermédio de uma conduta em betão com alma de aço DN1800 com origem na estrutura de tomada de água do reservatório. O bloco de rega do Crato será alimentado através de um conjunto de três derivações diretamente ligadas à conduta elevatória que estabelece a ligação entre a estação elevatória do Pisão e o reservatório a jusante das quais serão implementadas três estações de filtração com filtros em pressão.

Na figura seguinte apresenta-se um esquema do sistema de adução em estudo com a identificação e localização relativa das diversas infraestruturas que o constituem:



Figura 2.2 – Esquema do sistema de adução

## 2.2.2 INFRAESTRUTURAS DE REGA, VIÁRIA E SAT

A rede de rega dos diversos blocos possuirá um desenvolvimento de 86,5 km com DN 110 a DN 1800 e PN 6 a 16. A tubagem até 630 mm será em PEAD e para diâmetros superiores usar-se-á betão com alma de aço (BAA). Dimensionou-se a rede de rega de forma a garantir uma pressão mínima a montante das bocas de rega, que garanta o funcionamento dos equipamentos da rede coletiva (10 mca a montante do hidrante). Os órgãos de exploração e segurança das redes de rega são constituídos por ventosas, descargas de fundo, válvulas de seccionamento e hidrantes/ bocas de rega.

A rede viária apenas se prevê complementar a densa rede de caminhos já existente, com o acesso às infraestruturas a construir, nomeadamente acesso da estação fotovoltaica ao reservatório e à conduta elevatória e conduta principal. Assim, terá um desenvolvimento de 9 km, com uma largura de 4 m e camada de desgaste em macadame betuminoso.

O sistema de automação e telegestão (SAT) da rede de rega será efetuado via rádio e será centralizado no posto de comando do reservatório, sendo transmitido um conjunto de informação do reservatório através de um cabo de fibra ótica que será instalado ao longo da conduta elevatória. Na estação elevatória ficará assim disponível toda a informação relativa à rede de rega, reservatório, conduta elevatória e estação elevatória, podendo a mesma ser também transmitida para a sede da CIMAA.

Para comunicação entre o posto de comando do reservatório de regularização e a supervisão da estação elevatória existirá um sistema redundante em relação ao cabo de fibra ótica via GSM.



### 3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO RESERVATÓRIO

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E MODO DE FUNCIONAMENTO

O reservatório de regularização será construído a cerca de 5,8 km a sudoeste da Estação Elevatória do Pisão, num ponto alto junto à EN 245, nas proximidades de um marco existente denominado de São Lourenço, conforme representado nas peças desenhadas.

Na figura seguinte apresenta-se a localização do reservatório sob ortofotomapa.

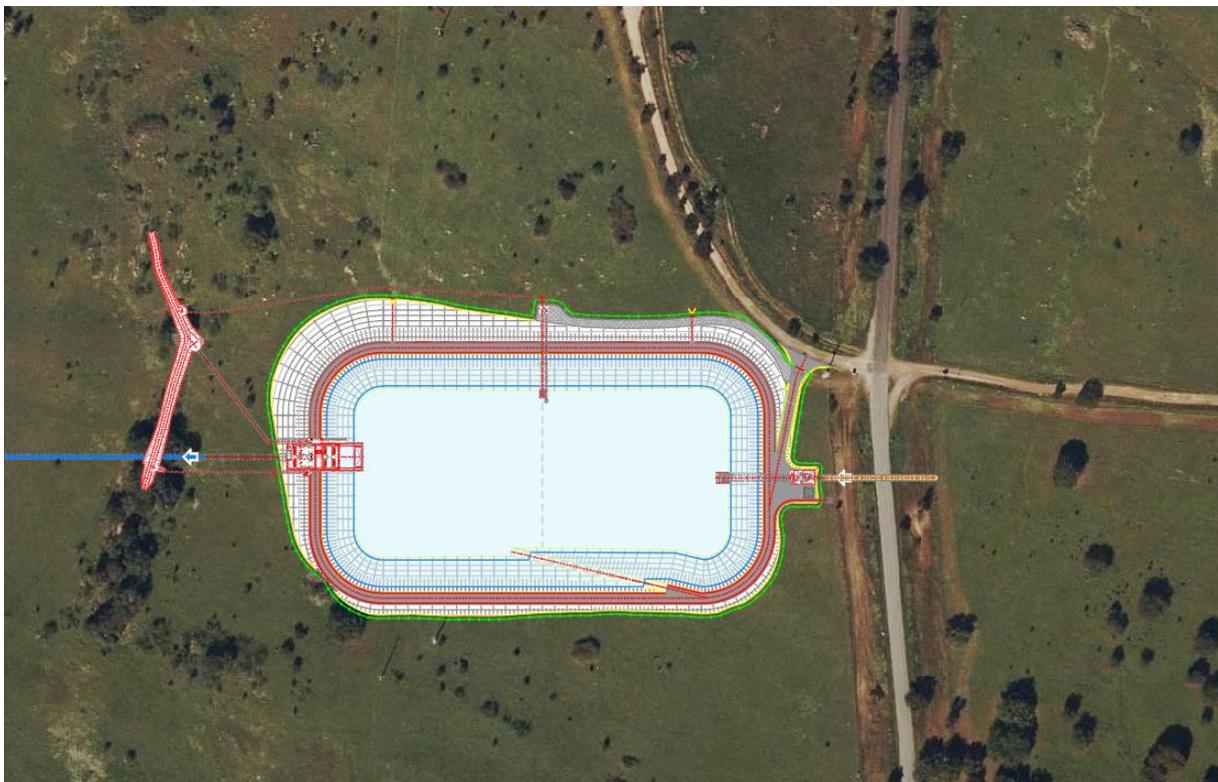


Figura 3.1 - Localização do reservatório

Em termos altimétricos o reservatório será implantado aproximadamente entre as cotas 264,00 m e 274,00 m.

Este reservatório permitirá uma elevada flexibilidade na exploração do sistema, com duas funções:

- Permitir o controlo do funcionamento dos grupos eletrobomba;
- Efetuar uma regularização dos volumes elevados/solicitados à rede.

O reservatório será abastecido através da conduta elevatória com origem na EE do Pisão. Esta conduta terá consumo de percurso, isto é, abastecerá as condutas CE1, CE2 e CE3, correspondentes ao bloco do Crato. Durante o período de paragem dos grupos eletrobomba a conduta elevatória funcionará no sentido inverso, em regime gravítico, com origem no reservatório, abastecendo assim o bloco do Crato sem necessidade de funcionamento da estação elevatória.

A jusante do reservatório terá início a conduta CP, que abastecerá as diversas condutas que alimentam os blocos de Alter do Chão e Fronteira e Avis, de forma totalmente gravítica.

## **3.2 CAPACIDADE E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS**

### **3.2.1 FIXAÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO**

O efeito de regularização do reservatório será tanto maior quanto maior for a sua capacidade útil disponível. Idealmente o reservatório deveria permitir armazenar o maior volume possível de modo a reduzir ao máximo as horas de bombagem, restringindo-se apenas às horas em que a energia elétrica é mais barata (período noturno), caso seja fornecida pela rede elétrica nacional, ou está disponível, caso a fonte seja as energias renováveis (fotovoltaica e da mini-hídrica).

Desta forma o volume do reservatório foi analisado sob vários cenários de exploração:

- Cenário 1 – Bombagem apenas nas horas de vazio e supervazio, em situação de alimentação a partir da rede elétrica nacional;
- Cenário 2 – Garantia da rega durante o período de inverno (novembro a janeiro), sem necessidade de elevação de caudais;
- Cenário 3 – Reserva para um período mínimo de 3 horas de rega durante o período de ponta (mês de julho).

#### **Cenário 1 – Bombagem apenas nas horas de vazio e supervazio, em situação de alimentação a partir da rede elétrica nacional**

Existem 7 horas diárias em vazio e supervazio, de acordo com o tarifário energético em vigor. Caso se pretendesse bombear apenas nas horas de vazio e supervazio, e tendo em conta os volumes a elevar para os blocos de rega no mês de ponta, a estação elevatória teria de elevar um caudal de aproximadamente 14 m<sup>3</sup>/s. O reservatório teria de permitir o encaixe de um volume elevado, deduzindo o caudal fornecido simultaneamente aos blocos de rega.

Nesta situação o volume mínimo de regularização diário necessário seria da ordem dos 230 dam<sup>3</sup>. Assim, este cenário de dimensionamento não se revelou comportável do ponto de vista do investimento.

### **Cenário 2 – Garantia de rega durante o período de inverno sem elevação de caudais**

Neste cenário determinou-se o volume de armazenamento necessário para garantir a rega no período de inverno, podendo a estação elevatória ser colocada fora de serviço para efetuar obras de manutenção durante 3 meses.

A rega de inverno nas culturas permanentes é fundamental nos anos com um inverno seco, ocorrência cada vez mais frequente nos últimos anos. Assim, tendo em conta o modelo de ocupação cultural previsto, as necessidades hídricas totais são da ordem dos 4,7 m<sup>3</sup>/ha durante o período de inverno em ano médio.

Tendo em conta a eficiência de projeto e a área beneficiada, o volume necessário a armazenar seria de 26 dam<sup>3</sup>. Adotando um reservatório com este volume, é possível fornecer água durante os meses de inverno, de novembro a janeiro, sem o arranque da estação elevatória.

### **Cenário 3 – Reserva para garantir um período mínimo de 3 horas de rega durante o período de ponta**

No caso de existência de um reservatório de regularização convém que este permita a manutenção da rega durante algumas horas, caso seja necessário colocar a estação elevatória fora de serviço ou no caso de uma falha de energia.

Neste cenário considerou-se adequada a manutenção de 3 horas de rega em período de ponta. Considerando apenas o caudal de dimensionamento da rede de rega, de 5,0 m<sup>3</sup>/s, para garantir a rega neste período, sem bombagem, o volume a armazenar seria de 54 dam<sup>3</sup>.

### **Fixação do volume do reservatório**

Tendo em conta os cenários estudados considera-se que o Cenário 1 é bastante oneroso tendo em conta que, para além de se revelar necessário um reservatório com um volume da ordem dos 230 dam<sup>3</sup>, a estação elevatória teria de ser dimensionada para um caudal de 14 m<sup>3</sup>/s, o que é inviável do ponto de vista económico. Desta forma, este cenário de dimensionamento não foi adotado.

Tendo em conta os Cenários 2 e 3, considerou-se que o reservatório deveria ter uma capacidade útil da ordem dos 55 dam<sup>3</sup>. Esta capacidade de armazenamento permite garantir a rega durante o período de inverno (novembro a janeiro), colocando a estação fora de serviço caso necessário,

e permite garantir o abastecimento durante 3 horas em período de ponta, caso ocorra alguma falha no sistema elevatório.

### 3.2.2 CARACTERÍSTICAS

O reservatório será semi-escavado, criado por modelação no terreno, revestido interiormente por uma geomembrana de impermeabilização em PEAD. Terá uma forma aproximadamente retangular, com o seu maior comprimento orientado no sentido nascente-poente, tal como se apresenta nos **Desenhos 2 e 3**.

O reservatório possuirá assim as seguintes características principais:

- Cota do coroamento: 272,00 m;
- Cota do topo do lancil em betão: 272,20 m;
- Cota do fundo: 265,60 a 265,0 m;
- Altura interior: 6,4 a 7,0 m.
- Nível de Pleno Armazenamento (NPA): 271,00 m;
- Nível Mínimo de Exploração (NmE): 266,00 m;
- Inclinação dos taludes internos: 1(V):2(H);
- Inclinação dos taludes externos: 1(V):2(H);
- Perímetro do coroamento no eixo do dique perimetral: 480 m;
- Largura do coroamento: 4,50 m;
- Área inundada ao NPA: 13 176,8 m<sup>2</sup>
- Área inundada ao NME: 8 831,5 m<sup>2</sup>
- Área inundada à cota 265,60 m: 8 512,5 m<sup>2</sup>
- Capacidade total ao NPA: 60,17 dam<sup>3</sup>
- Capacidade útil: 54,75 dam<sup>3</sup>

O perfil transversal do dique perimetral é constituído por um coroamento com largura constante igual a 4,5 m e taludes interiores e exteriores inclinados a 1(V):2(H), tal como se indica no **Desenho 4**.

O fundo do reservatório possui uma pendente orientada para a zona central, com uma inclinação da ordem de 0,5%.

A impermeabilização do reservatório será assegurada por uma geomembrana em PEAD aplicada em toda a superfície interior do reservatório.

O acesso ao interior do reservatório é feito através de uma rampa, com um revestimento superficial em betão.

### 3.3 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

No âmbito do presente projeto de execução procedeu-se à execução de um conjunto de trabalhos de prospeção geológico-geotécnica que visaram a caracterização geológico-geotécnica detalhada das formações intersetadas pelo reservatório.

Os trabalhos de prospeção incluíram a realização de sondagens com a realização de ensaios SPT, realização de perfis sísmicos, piezómetros e leituras de nível freático, poços, recolha de amostras e ensaios laboratoriais sobre as amostras recolhidas dos poços e sondagens, entre outros trabalhos.

A planta geológica e planta de localização dos trabalhos de prospeção e dos perfis geotécnicos interpretativos é apresentada no **Desenho G04**. Os perfis geotécnicos interpretativos são apresentados no **Desenho G05**.

Os resultados obtidos e a caracterização geológico-geotécnica detalhada das formações existentes encontram-se no relatório geológico-geotécnico apresentado no Volume VII.



## 4 RESERVATÓRIO

### 4.1 DEFINIÇÃO DE FORMAS

Tendo em consideração as cotas de referência e a topografia do local onde se pretende construir o reservatório, definiu-se um reservatório com uma forma aproximadamente retangular, com maior comprimento orientado no sentido nascente-poente. Com base no levantamento topográfico realizado efetuaram-se alguns ajustamentos, mantendo, no essencial, a definição de formas estudada em fase de nota técnica.

O perímetro do dique perimetral do reservatório no eixo do coroamento possui um desenvolvimento total de 480 m. O comprimento máximo no topo (cota 272,0 m) é de 164 m e o comprimento máximo na base é de 138 m. A largura máxima no topo do reservatório é de 89 m e na base de 63 m. Haverá ainda uma rampa de acesso ao interior do reservatório com uma largura de 3,0 m. O acesso ao coroamento do reservatório far-se-á a partir do caminho agrícola com origem na EN245.

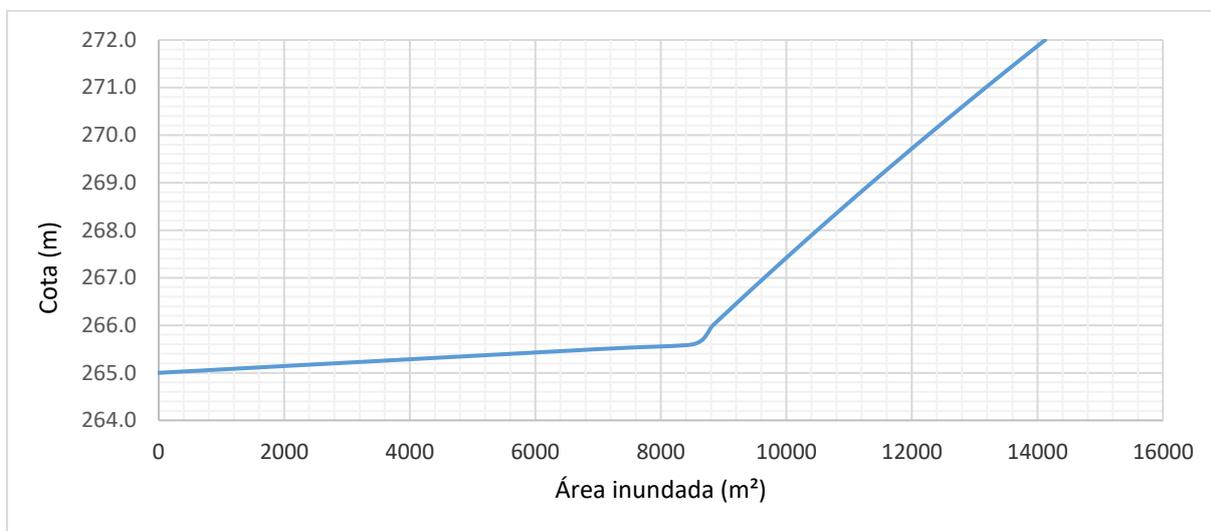
### 4.2 ÁREAS INUNDADAS E VOLUMES ARMAZENADOS

Após modelação do reservatório, e a partir das medições das áreas inundadas às diversas cotas, determinaram-se as áreas inundadas e os volumes que é possível armazenar no reservatório. No quadro seguinte apresentam-se as curvas de áreas inundadas e de volumes armazenados.

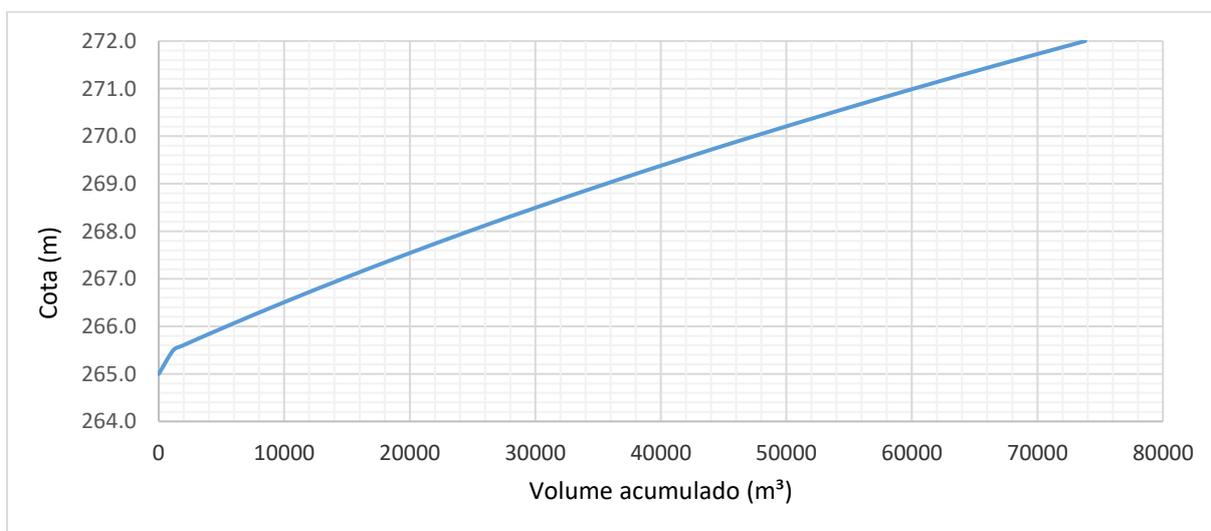
Quadro 4.1 - Áreas inundadas e volume armazenado

Cota (m)	Área inundada (m <sup>2</sup> )	Volume armazenado (m <sup>3</sup> )
265,00	-	-
265,50	7 022	1 170
265,60	8 512	1 946
NmE - 266,00	8 831	5 415
266,50	9 237	9 931
267,00	9 649	14 653
267,50	10 068	19 581
268,00	10 493	24 721
268,50	10 924	30 075
269,00	11 362	35 646
269,50	11 806	41 437
270,00	12 256	47 453
270,50	12 713	53 695
NPA - 271,00	13 177	60 167
271,50	13 647	66 873
272,00	14 123	73 815

Nas figuras seguintes apresentam-se as curvas de áreas inundadas e dos volumes armazenados.



**Figura 4.1 - Curva de áreas inundadas**



**Figura 4.2 - Curva de volumes armazenados**

### 4.3 NÍVEL DE PLENO ARMAZENAMENTO E NÍVEL MÁXIMO

Tendo em consideração a curva de volumes armazenados fixou-se o Nível de Pleno Armazenamento (NPA) à cota 271,0 m. A capacidade total ao NPA é de 60,17 m dam<sup>3</sup>. Com o Nível mínimo de Exploração (NmE) à cota 266,0 m, a capacidade útil é de 54,75 dam<sup>3</sup>, isto é, próximo dos 55 dam<sup>3</sup> como se pretende.

Como se verá posteriormente a estrutura de segurança será constituída por um sifão de ferra automática, muito utilizado nos reservatórios deste tipo. O sifão de segurança será posicionado 10 cm acima do NPA, isto é, à cota 271,10 m. O sifão ferra totalmente apenas com 6 cm de sobrelevação do nível de água. Assim, o Nível Máximo no reservatório (NM) foi considerado à cota 271,16 m.

## **4.4 FOLGA, COTA E LARGURA DO COROAMENTO**

### **4.4.1 FOLGA E COTA DO COROAMENTO**

A folga é uma dimensão para cuja fixação contribuem muitos e variados fatores em relação aos quais nem sempre é possível estabelecer regras de quantificação perfeitamente definidas. Resulta daqui que, em última análise, a adoção de um determinado valor acaba por ser uma decisão do projetista com muito de subjetivo, se bem que ela seja tomada com base na quantificação de parâmetros suscetíveis de um tratamento desse tipo.

A folga é a diferença altimétrica entre o coroamento do dique perimetral e os níveis característicos no reservatório e tem por objetivo permitir encaixar as oscilações devido à agitação da superfície livre devidas ao vento e aos sismos.

De modo a fixar a cota do coroamento, calculou-se a folga mínima relativamente ao NPA e ao NM, que correspondem às cotas 271,00 e 271,16 m, respetivamente.

A ocorrência em simultâneo dos ventos e nível máximo deve ser devidamente ponderada no cálculo da folga, não sendo de prever a ocorrência conjunta do nível máximo de projeto e de um vento excecional. De acordo com Martins (1984; 2002) podem considerar-se para Portugal valores de 120 km/h para o vento “excecional” e de 70 km/h para o vento “normal”. Segundo essa metodologia, o vento é o fator com maior importância para a determinação da folga, por causar ondulação e a maré de vento.

A maré de vento, para efeitos de determinação da folga, é pouco significativa, quando comparada com a ondulação.

Assim considera-se que a folga deverá ser igual ou superior à altura de espraimento da ondulação sobre o paramento de montante do dique perimetral. O espraimento,  $R$ , para além de depender da altura significativa das ondas (média aritmética das alturas do terço das ondas mais altas) e do comprimento de onda, depende também das características do paramento, nomeadamente a sua inclinação e revestimento.

Tanto a altura significativa das ondas (Hs) como o comprimento de onda (L) dependem da velocidade do vento (V) e do “Fetch”, Ft.

Deve-se combinar o NM no reservatório com um vento “normal” e o NPA com um vento “excepcional”.

O “Fetch” é definido como o maior segmento de reta que se consegue traçar sobre a albufeira segundo uma determinada direção do vento. Para determinar o “Fetch” efetivo da albufeira, sendo os Ft<sub>j</sub> os “Fetchs” medidos segundo diferentes orientações, utilizou-se a seguinte expressão:

$$F_t = \frac{\sum_{i=1}^9 Ft_j \cos(\alpha_i)}{\sum_{i=1}^9 \cos(\alpha_i)}$$

O “Fetch” Ft<sub>5</sub> é o segmento de reta central e os restantes “Fetchs” são traçados, rodando sucessivamente 3°, tanto para a esquerda como para a direita do Ft<sub>5</sub> até se atingir uma amplitude de 24°. O cálculo do “Fetch” efetivo é apresentado no quadro seguinte.

**Quadro 4.2 - Cálculo do Fetch efetivo**

Segmento de reta - Ft <sub>j</sub>	Ft <sub>1</sub>	Ft <sub>2</sub>	Ft <sub>3</sub>	Ft <sub>4</sub>	Ft <sub>5</sub>	Ft <sub>6</sub>	Ft <sub>7</sub>	Ft <sub>8</sub>	Ft <sub>9</sub>
Ângulo com Ft <sub>5</sub> (°)	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9	12
Comprimento do segmento de reta (m)	159,9	265,8	160,9	160,2	160	160,2	160,9	265,8	159,9
Fetch efetivo - Ft - (m)	131								

### Ondulação gerada pelo vento

De entre as diversas expressões para o cálculo da altura significativa das ondas geradas pelo vento utilizou-se a seguinte:

$$H_s = \frac{V \times Ft^{0,5}}{200}$$

sendo

- V - Velocidade do vento em km/h
- Ft - o “Fetch” efetivo em km

Para além da altura da onda, é necessário conhecer as restantes características correspondentes ao seu movimento, nomeadamente o período e o comprimento da onda. O período T e o comprimento da onda L poderão ser calculados pelas seguintes expressões:

$$T = 0,3519V^{0,44} Ft^{0,279}$$

$L=1,56T^2$ , com V em km/h e Ft em km.

A ondulação gerada pelo vento ao incidir sobre o paramento de montante vai espraçar, determinando o valor a dar à folga. O espraçamento de uma albufeira, sujeita à ação do vento, causa uma sobrelevação que segue a seguinte expressão:

$$R = C \times K \times \frac{tg(\alpha)}{\sqrt{Hs/L}} \times Hs$$

em que

- C - Coeficiente adimensional com valor entre 1,33 a 2,86, sendo habitual a utilização para barragens de valores até 1,6;
- K – Rugosidade do paramento de montante;
- $\alpha$  - Ângulo do paramento de montante com a horizontal;
- Hs – Altura significativa das ondas;
- L – Comprimento de onda.

Considerando uma rugosidade K de 1,0, valor adequado às características do paramento liso, e tendo em conta a inclinação do paramento de montante (1:2), obtêm-se os valores constantes no quadro seguinte.

**Quadro 4.3 - Espraçamento da ondulação gerada pelo vento**

Vento	V (km/h)	Fe (km)	Hs (m)	T (s)	L (m)	tg ( $\alpha$ )	K	R (m)
Excepcional	120	0,131	0,22	1,64	4,20	0,5	1,00	0,76
Habitual	70	0,131	0,13	1,29	2,61	0,5	1,00	0,46

De acordo com o abaco apresentado por Marcelino (2009), para  $Hs/L = 0,05$  e taludes lisos inclinados a 1:2, tem-se um espraçamento relativo ( $R/Hs$ ) igual a 2,25m. Deste modo, o espraçamento da onda (R) será igual a 0,59 e 0,34, para vento excepcional e vento habitual, respetivamente. Assim, consideraram-se os valores apresentados no quadro anterior, pois são mais conservativos.

### Ondulação Gerada pelos Sismos

A altura máxima da onda gerada pela ocorrência de um sismo pode, de forma simplificada, ser obtida através da expressão proposta pelo regulamento espanhol aplicado a barragens:

$$h = \frac{K_h T \sqrt{gH}}{2}$$

na qual  $K_h$  é o coeficiente sísmico,  $T$  o período do sismo (s),  $g$  a aceleração da gravidade ( $m/s^2$ ) e  $H$  a altura de água no reservatório (diferença entre o NPA e o fundo do reservatório).

O coeficiente sísmico é definido pela relação entre a aceleração sísmica máxima ( $\alpha_{max}$ ) e a aceleração da gravidade:

$$K_h = \frac{\alpha_{max}}{g}$$

A aceleração sísmica máxima e o período foi determinada para a zona sísmica onde será construído o reservatório tendo-se obtido um coeficiente sísmico igual a 0,11 para uma ação sísmica com origem nas intraplacas (próximo) e 0,06 para uma ação sísmica com origem nas interplacas (afastado), sendo os períodos do sismo correspondentes iguais a 0,25 e 0,60, respetivamente. Deste modo, tem-se:

**Quadro 4.4 – Espreadimento da ondulação gerada sismos**

Sismo	$K_h$	$T$ (s)	$H$ (m)	$h$ (m)
Intraplacas	0,11	0,25	7,0	0,11
Interplacas	0,06	0,60		0,15

Tendo em consideração os valores obtidos, considerou-se a altura máxima da onda gerada por uma ação sísmica com origem nas interplacas (0,15 m). Verifica-se que a altura das ondas geradas pelo vento é substancialmente superior, pelo que foram considerados aqueles valores.

A cota do coroamento deverá ser o maior dos seguintes valores:

- $C_{PA} = NPA + F_{QPA}$
- $C_{NM} = NMC + F_{QMC}$

sendo

- $C_{PA}$ ,  $C_{NM}$  – cota do coroamento, calculada em função do NPA e do NM (nível máximo).
- $F_{QPA}$ ,  $F_{QNM}$  – parcela da folga correspondente a fatores quantificáveis, calculada em função do NPA e do NM.

No quadro seguinte representam-se os valores calculados pelas combinações de ações descritas e as cotas de coroamento mínimas resultantes.

**Quadro 4.5 – Fixação da cota do coroamento**

Nível no Reservatório (m)	$F_q$ (m)		Cota do coroamento (m)		
NPA	271,00	$F_{QPA}$	0,76	$C_{PA}$	271,76
NM	271,16	$F_{QNM}$	0,46	$C_{NM}$	271,62

Face a estes valores, estabeleceu-se o caminho do coroamento à cota 272,00 m. No entanto, existirá ao longo do dique perimetral um lancil com cerca de 20 cm de altura, situando-se o topo do lancil à cota 272,20 m. Deste modo, existirá uma folga de aproximadamente de 1,2 m relativamente ao NPA e uma folga seca de aproximadamente 0,84 m relativamente ao NM, de modo a ter em consideração eventuais assentamentos dos aterros.

A cota assumida para o coroamento e do lancil a construir, garantirá assim a fiabilidade adequada à situação de não galgamento dos aterros em virtude da folga total ter sido estabelecida a partir da consideração de fatores conservativos.

#### 4.4.2 LARGURA DO COROAMENTO

A largura do coroamento deve ser estabelecida ponderado diversos fatores relacionados com:

- A utilização do coroamento (passagem esporádica de veículos ou estrada de tráfego);
- A altura máxima dos aterros até à fundação;
- Aspetos construtivos.

Embora o dique perimetral em aterro se mantenha permanentemente seco devido à impermeabilização dos taludes interiores e, portanto, não se esteja perante uma barragem de aterro, para definir a largura do coroamento recorreu-se a fórmulas geralmente utilizadas para barragens de aterro.

Assim, de acordo com a experiência americana (Design of Small Dams, 1974), a largura do coroamento deve ser fixada em função da altura dos aterros acima da fundação, através da seguinte expressão:

$$L_c = \frac{H_a}{5} + 3$$

Onde  $L_c$  é a largura do coroamento e  $H_a$  a altura máxima dos aterros acima da fundação, ambos expressos em metros. No caso presente, sendo a altura máxima dos aterros no eixo do coroamento da ordem de 7,5 m, obtém-se  $L_c = 4,5$  m.

Outros autores sugerem:

- Preece –  $L_c = 1.1\sqrt{H_a} + 1$  »  $L_c = 1.1\sqrt{7,5} + 1 = 3.2$  m;
- Regulamento japonês para zonas sísmicas –  $L_c = 3.6\sqrt[3]{H_a} - 3$  »  $L_c = 3.6\sqrt[3]{7,5} - 3 = 4,0$  m .

Tendo em consideração os valores obtidos, a largura final do coroamento foi fixada em 4,5 m. A largura útil, para circulação de veículos será igual a 3,5 m.

## 4.5 REVESTIMENTO DOS TALUDES E DO COROAMENTO

Os taludes interiores serão revestidos com geomembrana do tipo PEAD, que garantirá a estanquidade do reservatório, colocado sobre geotêxtil de 400g/m<sup>2</sup>.

O paramento exterior do reservatório será protegido por uma camada de terra vegetal com espessura de 0,20 m. De modo a aumentar a proteção contra a ação erosiva das águas da chuva, prevê-se a realização de hidrossementeira com espécies adequadas à finalidade em causa e ao clima da região.

O revestimento do coroamento terá a seguinte constituição (**Desenho 4**):

- Camada base em agregado britado de granulometria extensa (0-40) com 0,20 m de espessura;
- Rega de impregnação com emulsão betuminosa;
- Macadame betuminoso aplicado a quente com 0,05 m de espessura.

## 4.6 IMPERMEABILIZAÇÃO

### 4.6.1 TIPO DE MATERIAL

A solução mais económica e que simultaneamente apresenta maiores vantagens do ponto de vista funcional é a impermeabilização com geomembrana em PEAD, pelo que foi a solução adotada.

Refira-se que esta solução, geomembrana em PEAD sem cobertura de proteção, tem sido adotada em reservatórios de características semelhantes, tendo-se registado um comportamento satisfatório no que se refere ao seu envelhecimento. Com efeito, as membranas de PEAD apresentam grande resistência ao punçoamento comparativamente às restantes.

As geomembranas em geral, mas em particular as do tipo PEAD, são sensíveis à fissuração sob tensão pelo que deverão ser dadas as devidas folgas, quer nas ligações por amarração, quer nas ligações por soldadura, no sentido de reduzir ao mínimo esta possibilidade de rotura. Igual cuidado deverá ter-se na execução das soldaduras e nas medidas construtivas a tomar para minimizar os efeitos da expansão provocados pelas variações de temperatura.

As ligações são feitas por extrusão dinâmica ou soldadura dupla a calor, no caso do PEAD. A soldadura por extrusão provoca um aumento de espessura, o que torna as costuras mais resistentes que o material original.

#### 4.6.2 CARACTERÍSTICAS DA GEOMEMBRANA

A cor da geomembrana deve ser clara. Com efeito, esta cor apresenta algumas vantagens importantes, de que se salientam a maior resistência à exposição solar.

A espessura da geomembrana deve ser, em princípio, dimensionada com base nas deformações resultantes de assentamentos diferenciais a que esta será submetida durante a sua vida útil. Estas deformações induzem trações na geomembrana que terão não só de ser inferiores à tensão de tração admissível da geomembrana mas também de ser absorvidas por atrito no contacto da geomembrana com o geotêxtil e deste com o terreno.

Dadas as características da obra, esta situação não é condicionante, pelo que a fixação da espessura foi feita tendo em conta outros fatores, nomeadamente a altura de água sobre a geomembrana, a movimentação do equipamento de construção durante a instalação e as operações de limpeza durante a vida útil da obra.

A experiência com obras semelhantes utilizando geomembrana com as características semelhantes aponta para uma espessura, suficientemente conservativa, de 1,5 a 2,0 mm no fundo e de 1,0 a 1,5 mm nos taludes interiores. Por uma questão de uniformidade adotou-se, para os taludes e para o fundo, também geomembrana com 2,0 mm, que apresentam maior resistência ao envelhecimento devido à exposição solar.

Para o reforço e proteção da geomembrana e por forma a assegurar condições mínimas de drenagem, previu-se a interposição, entre a geomembrana e os aterros e entre a geomembrana e as zonas de escavação de um geotêxtil não tecido com gramagem não inferior a 400 g/m<sup>2</sup>.

O geotêxtil permitirá também que as zonas de soldaduras se mantenham limpas. Por outro lado, melhora quer a resistência ao punçoamento, quando são aplicadas cargas pontuais, nomeadamente durante a execução, quer a resistência friccional entre o terreno e a geomembrana.

#### 4.6.3 APLICAÇÃO DA GEOMEMBRANA

A geomembrana e o geotêxtil deverão ser aplicados sobre superfícies homogéneas, com as mesmas características, niveladas e bem compactadas, isentas de pedras e com um acabamento superficial constituído por materiais arenosos, como se indica no perfil tipo do reservatório (**Desenho 4**).

As bobines da geomembrana deverão ser desenroladas manualmente com a ajuda de desenroladores apropriados para este efeito. A largura de sobreposição entre os dois panos deverá ser da ordem de 8 a 15 cm, de acordo com o equipamento a ser utilizado.

A geomembrana deverá ser aplicada no sentido da máxima inclinação dos taludes e posicionada de forma a ter o mínimo possível de rugas ou ondulações. Para evitar o levantamento da geomembrana por efeito do vento, deverão ser previstas ancoragens temporárias, por exemplo através de sacos de areia.

Com condições climatéricas adversas (ventos fortes, precipitação e temperaturas abaixo dos 5°C ou acima dos 40°C) deverão ser suspensos os trabalhos de colocação e soldadura das geomembrana.

A qualidade de um sistema de impermeabilização constituído por uma geomembrana depende em grande medida da qualidade e da fiabilidade das soldaduras e do processo de soldadura utilizado na ligação entre os diferentes painéis de geomembrana.

A ligação dos panos da geomembrana poderá ser feita através de máquina adequada e certificada que permita soldadura dupla por termo-fusão, com sistema de cunha quente, criando um canal central, através do qual se faz o ensaio não destrutivo por pressão de ar (air pressure test), para verificação da estanqueidade da ligação.

As soldaduras poderão também ser feitas por extrusão realizada com cordão de solda em PEAD, através de máquina extrusora certificada para este efeito.

De modo a garantir um elevado grau de segurança considera-se necessário definir um apertado controlo sobre as soldaduras efetuadas. Assim, antes de se iniciar cada sessão de soldaduras, deverão ser efetuados ensaios destrutivos de soldaduras por cada uma das máquinas a utilizar, devendo todas as soldaduras definitivas ser inspecionadas por um especialista e ensaiadas segundo os seguintes métodos:

- Teste de pressão (air pressure test);
- Ensaio de tração/ corte (tensile test);
- Ensaio de “pelagem” (peel test)
- “Spark test”.

A fixação prevista da geomembrana no coroamento do aterro é efetuada recorrendo à sua ancoragem em vala aterrada.

Tal como nas soldaduras, o processo de ligação da geomembrana às estruturas de betão depende, para além de outros fatores, do tipo de geomembrana a utilizar e da tecnologia utilizada pelo Empreiteiro.

Desta forma, definiu-se, a título de exemplo, um dos processos passíveis de utilização para a geomembrana do tipo PEAD. Este processo prevê a utilização de um perfil em polietileno de alta

densidade que é encastrado no betão logo na betonagem, em conjunto com um cordão de borracha hidrófila, sendo a união entre a geomembrana e o perfil conseguida através de uma soldadura de extrusão realizada com cordão de solada em PEAD e através de máquina extrusora adequada e certificada.

Será, no entanto, possível, a utilização de outros processos alternativos de ligação da geomembrana ao betão desde que fique garantida a fixação mecânica da geomembrana no betão e a estanqueidade da ligação.

## **4.7 SISTEMAS DE DRENAGEM**

### **4.7.1 SISTEMA DE DRENAGEM INTERNO**

Na base do reservatório deverá ser instalado um sistema de drenagem interna constituído por drenos em PEAD com dupla parede (parede exterior corrugada e parede interior lisa), SN 8 kN/m<sup>2</sup>, com 125 mm e 200 mm de diâmetro.

Por outro lado, o sistema de drenagem interna permitirá também o escoamento dos caudais resultantes de eventuais roturas na geomembrana.

Os drenos encontram-se ligados a uma caixa de transição em betão armado, que faz a transição para o coletor de saída, em PEAD PN10, com 315 mm de diâmetro no qual será instalado um medidor de caudal eletromagnético, que permite efetuar a medição dos caudais escoados pelo sistema de drenagem. O medidor de caudal será instalado na caixa de saída da descarga de fundo. Este sistema permite, portanto, detetar fugas de água através de roturas na geomembrana.

Nos **Desenho 6, 9 e 12** apresenta-se a implantação, o traçado e todos os pormenores construtivos relativos ao sistema de drenagem interno do reservatório.

### **4.7.2 SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL**

#### **4.7.2.1 SOLUÇÃO ADOTADA**

O reservatório foi dotado de um sistema de drenagem pluvial, constituído por uma rede de valetas pré-fabricadas de betão com secção semicircular, com o objetivo de coletar e drenar os caudais precipitados sobre o coroamento.

O caminho do coroamento possui inclinação para o exterior, e as águas da chuva que incidem no coroamento serão coletadas por um sistema de drenagem instalado no bordo exterior do coroamento e encaminhadas para sumidouros e tubos de descida de talude que terminam em bocas de lobo.

As águas da chuva que incidem no paramento exterior do reservatório, protegido por um revestimento vegetal, serão drenadas diretamente para o terreno natural.

O sistema sobre o coroamento será composto por uma rede de meias-canas pré-fabricadas em betão de secção semicircular DN 300 mm com uma inclinação de 0,2% e encaminhado para sumidouros e tubos de descarga em polipropileno corrugado de dupla parede, com diâmetro DN 315, SN 8 kN/m<sup>2</sup>. O caudal descarregado para as bocas de lobo, no pé do talude, é encaminhado diretamente para o terreno natural.

Considera-se que, dado o reduzido volume de água captado no sistema de drenagem superficial do reservatório, é viável a descarga direta para o terreno natural, considerando-se que a totalidade do volume é espalhada e infiltrada no terreno.

Nos **Desenho 6** e **12** apresenta-se o traçado e a implantação das valetas, sumidouros, tubos de descarga, bocas de lobo e todos os pormenores construtivos.

#### 4.7.2.2 CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO

O sistema de drenagem superficial preconizado foi dimensionado para caudais com um período de retorno de 10 anos, através da Fórmula Racional e verificado para o caudal de ponta correspondente a um período de retorno de 20 anos.

A intensidade da precipitação foi obtida por aplicação da curva IDF estabelecida para o posto udométrico de Portalegre (Brandão et al., 2001), cuja expressão, para o período de retorno referido e precipitações com duração entre 5 a 30 min, é:

$$i = 213,08t^{-0.437}$$

Onde

- *i* - Intensidade da precipitação (mm/h);
- *t* – Duração da precipitação (min)

Atendendo à dimensão das áreas drenadas pelos elementos que constituem o sistema de drenagem superficial, considerou-se, para todos esses elementos, um tempo de concentração (duração da precipitação) de 5 min, para o qual resulta uma intensidade de precipitação de 105,46 mm/h.

Os caudais de ponta foram estimados por aplicação da fórmula Racional, na forma:

$$Q = 0,000278CiA$$

Em que:

- Q – Caudal de ponta de cheia (l/s);
- C – Coeficiente da fórmula racional (-);
- i – Intensidade da precipitação com duração igual ao tempo de concentração da área drenada (mm/h);
- A – Área drenada (m<sup>2</sup>)

A área máxima drenada por cada troço de caleira é da ordem de 55 m x 4,0 m = 220 m<sup>2</sup>. O coeficiente C adotado para o caminho do coroamento asfaltado foi de 0,95. Deste modo, será necessário escoar um caudal de ponta da ordem de 6,1 l/s para um período de retorno de 10 anos. Para um período de retorno de 20 anos o caudal de ponta a escoar é igual a 6,9 l/s.

#### 4.7.3 VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE VAZÃO

O caudal de ponta correspondente a um período de retorno de 10 anos será transportado com uma altura de água igual a 6,1cm e uma velocidade de 0,59 m/s. A folga será igual a 8,9 cm. O caudal de ponta correspondente ao período de retorno de 20 anos será transportado com uma altura de água igual a 6,5 cm e uma velocidade de 0,61 m/s, com uma folga de 8,5 cm.

#### 4.8 ANTEPLANO DO PRIMEIRO ENCHIMENTO E DE OBSERVAÇÃO

O primeiro enchimento deverá ser suficientemente lento para permitir a observação visual, por pessoal especializado, do comportamento das soldadura e das ligações da geomembrana, com o objetivo de identificar eventuais deficiências de comportamento. Esta observação deverá ser permanente durante o enchimento.

O enchimento do reservatório poderá ser efetuado apenas através de um grupo eletrobomba na sua velocidade reduzida.

Após o enchimento deverá manter-se o Nível de Pleno Armazenamento (cota 271,00 m) durante pelo menos sete dias, devendo observar-se diariamente o nível de água no reservatório e os caudais descarregados pelo sistema de drenagem.

A seguir ao primeiro esvaziamento total, a efetuar após este período com o reservatório cheio, deverá proceder-se à inspeção visual de todas as soldaduras e ligações da geomembrana às estruturas em betão armado.

## **4.9 ACESSOS**

### **4.9.1 TRAÇADO EM PLANTA**

O acesso ao reservatório e respetivos órgãos será efetuado a partir do caminho agrícola com origem na EN 245.

Para acesso à câmaras de válvulas da descarga de fundo existirá uma plataforma regularizada com uma largura de 3,0m, que contornará o reservatório por norte, com revestimento em ABGE, em camada com 0,30 m de espessura.

O caminho de acesso ao coroamento será em macadame betuminoso, com 4,0 m de largura. No **Desenho 7** apresenta-se o traçado em planta e perfil deste caminho.

### **4.9.2 TRAÇADO EM PERFIL**

Os principais elementos do perfil transversal que condicionam os padrões de operacionalidade e segurança dos acessos são a largura da faixa de rodagem e plataforma e o declive transversal. A sua definição teve em consideração os padrões esperados de velocidade, que será muito reduzida, e de segurança.

Neste caso, para o caminho de acesso ao coroamento, adotou-se uma faixa de rodagem com uma largura total de 4,0 m. Na situação de aterro os taludes terão inclinação 1(V);1,5(H). O perfil transversal tipo proposto encontra-se definido no **Desenho 7**.

### **4.9.3 ESTRUTURA DOS PAVIMENTOS**

O correto dimensionamento dos pavimentos deverá ser feito de acordo com uma análise do tráfego previsto e da capacidade de suporte do solo de fundação. No presente caso está-se perante volumes de tráfego muito reduzidos e essencialmente ligados à exploração e conservação das obras. Neste sentido, a proposta de constituição do pavimento foi definida de acordo com a funcionalidade exigida ao caminho de acesso ao coroamento e caminho do coroamento.

Assim adotou-se um pavimento constituído por uma camada de desgaste em macadame betuminoso com 0,05 m de espessura, uma camada de base em agregado britado de granulometria extensa (ABGE), com granulometria 0-40 mm, com 0,20 m de espessura, e uma camada de sub-base com características idênticas.

A faixa de rodagem será revestida pela camada de macadame betuminoso. A inclinação transversal será de 2%, a partir da berma direita.

O caminho será revestido com macadame betuminoso em toda a sua largura. Justifica-se esta opção pela necessidade de assegurar a estabilidade do revestimento da faixa de rodagem, e utilização da berma pelas cargas circulantes e por outro lado, porque se proporcionarão, deste modo, melhores condições de resistência à erosão das bermas e uma maior proteção contra a degradação do pavimento da faixa de rodagem.

Antes de se iniciar a construção do pavimento deverá preparar-se cuidadosamente o seu leito de fundação tendo em vista:

- o perfeito desempenho e limpeza da sua superfície;
- a obtenção de pendentos de cerca de 2 % a partir da berma;
- a compactação da sua superfície no mínimo a 95% do Proctor normal.

No que respeita às condições de fundação do pavimento propõe-se a decapagem dos solos de fundação, com uma profundidade mínima de 0,20 m, procedendo-se posteriormente à execução de um aterro bem compactado com materiais selecionados provenientes das escavações a realizar para implantação do reservatório.

#### **4.10 SERRALHARIAS, VEDAÇÕES E PORTÃO**

Para além do equipamento hidromecânico deverão ser fornecidas e montados os diversos tipos de serralharias, nomeadamente guardas metálicas, aros, tampas e respetivas chaves, e escadas para acesso ao interior das diversas câmaras.

O reservatório será totalmente delimitado através de uma vedação. Com efeito, no exterior da saia do reservatório e na plataforma de acesso à câmara de descarga de fundo deverá ser utilizada uma vedação constituída por postes de madeira tratada com 1,40 m de altura que servirão de suporte a painéis de rede de arame com 1,65 mm de diâmetro, em malha quadrada, com 0,15 x 0,15 m. No **Desenho 16** apresenta-se a vedação que se pretende utilizar.

No acesso ao exterior haverá um portão metálico com as dimensões indicadas nas peças desenhadas, devendo ser fornecido na cor verde mate RAL 6005 ou outra que a Fiscalização vier a indicar.



## 5 ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO E SEGURANÇA. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

### 5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O reservatório será dotado dos seguintes órgãos de exploração e segurança:

- Estrutura de entrada no reservatório;
- Tomada de água e sistema de filtração;
- Descarregador de segurança dotado de sifão de ferra automática;
- Condução de descarga de fundo do reservatório;
- Circuitos hidráulicos de descarga para a linha de água mais próxima.

No **Desenho 3** apresenta-se a definição geral do reservatório e dos seus órgãos de exploração e segurança. Nos pontos seguintes apresenta-se uma descrição das estruturas acima referidas.

### 5.2 ESTRUTURA DE ENTRADA

O reservatório será alimentado pela condução elevatória com origem na Estação Elevatória do Pisão, de diâmetro 1800 mm em betão com alma de aço.

À entrada do reservatório previu-se uma redução para DN 1500 em aço, com instalação numa câmara enterrada de uma válvula de seccionamento do tipo borboleta de comando elétrico e respetivo circuito de by-pass em aço DN 300 e um tubo de arejamento DN 200. Numa câmara adjacente serão instaladas duas juntas mecânicas flexíveis.

O caudal máximo que será admitido no reservatório será de 5,01 m<sup>3</sup>/s, o que corresponde a uma velocidade de 1,96 m/s.

Visto que a velocidade do escoamento na condução é já relativamente elevada, embora compatível com o material da tubagem, à entrada do reservatório previu-se uma bacia de dissipação de energia.

Assim, a estrutura de entrada é constituída por uma bacia de dissipação de energia em betão armado, localizada no fundo e no topo este do reservatório.

Esta bacia, com cerca de 2,20 m de profundidade e 3,58 m de comprimento por 3,10 m de largura, será protegida por grelha constituída por tubos em ferro fundido dúctil DN80 cheios com betão inseridos no topo da estrutura e espaçados entre si 25 cm.

A secção livre no topo da bacia é da ordem de 11,10 m<sup>2</sup>. Visto que o caudal máximo que poderá ser aduzido é de 5,01 m<sup>3</sup>/s, a velocidade na saída da bacia é de apenas da ordem de 0,45 m/s, valor relativamente baixo, pelo que não serão de esperar danos na geomembrana.

A conduta de entrada terá um diâmetro de 1800 mm e será betão com alma de aço. Sob o aterro do dique perimetral do reservatório a inclinação da conduta será igual a 3 %, com sentido ascendente para a entrada no reservatório, e será envolvida num maciço em betão armado.

No **Desenho 8** apresenta-se a definição de formas da estrutura de entrada no reservatório.

### 5.3 TOMADA DE ÁGUA E SISTEMA DE FILTRAÇÃO

#### 5.3.1 TOMADA DE ÁGUA (ESTRUTURA DE SAÍDA)

O reservatório será equipado com uma tomada de água (estrutura de saída), na qual será instalado o sistema de filtração, dotada de uma saída para ligação à conduta principal da rede de rega (CP).

Esta estrutura é constituída uma entrada com 8,40 m de largura e dois canais retangulares independentes, com orifícios submersos com dimensões 2,0 x 2,0 m na sua extremidade de montante. Estes orifícios serão protegidos por grelhas móveis com espaçamento entre barras de 30 mm (espaço livre entre barras verticais).

A jusante existirão orifícios com as mesmas dimensões, um por cada canal, que serão obturados por comportas vagão com atuação elétrica. Estes orifícios permitem a alimentação das câmaras onde serão instalado os tamisadores de banda rotativa.

A jusante das câmaras dos tamisadores existirão dois orifícios, com as mesmas dimensões dos anteriores, também obturados por comportas vagão com atuação elétrica.

A existência de dois canais independentes permitirá executar, caso necessário, operações de limpeza e/ou manutenção dos tamisadores, sem colocar a totalidade da tomada de água fora de serviço.

Na plataforma de manobra, à cota 272,00 m, previu-se a instalação de um pórtico rolante para permitir a montagem e desmontagem das comportas vagão, das comportas murais e das grelha.

No **Desenho 10** apresenta-se a definição de formas da estrutura de tomada de água.

### 5.3.2 PERDAS DE CARGA

De modo a estimar o nível de água câmara terminal de saída da tomada de água, onde se inicia a conduta da rede de rega (CP), definiram-se as equações de perda de carga e estimaram-se as perdas de carga para o caudal de dimensionamento desta conduta.

Considerou-se como situação de exploração para adução do caudal máximo para a rede de rega (4,4 m<sup>3</sup>/s) um nível de água no reservatório correspondente ao nível mínimo de exploração para o caudal máximo (considerou-se a cota 266,20 m).

#### **Perdas de carga localizadas**

As perdas de carga localizadas ( $\Delta H_L$ ) foram calculadas com base na sua expressão geral:

$$\Delta H_L = K \frac{Q^2}{2gA^2}$$

sendo:

- K – Coeficiente de perda de carga localizada;
- Q – Caudal aduzido (m<sup>3</sup>/s);
- g – Aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>);
- A – Secção molhada (m<sup>2</sup>)

Para estimar as perdas de carga nos orifícios das comportas e da grelha utilizou-se a expressão obtida a partir da equação de vazão através de orifícios abertos em paredes verticais planas:

$$\Delta H_L = \frac{Q^2}{C_v^2 A^2 2g}$$

Na qual  $C_v$  é o coeficiente de vazão, que se considerou igual a 0,60.

O coeficiente de perda de carga localizada numa grelha pode ser obtido através da seguinte expressão (Lencastre, 1983):

$$K_g = K_d \cdot K_f \cdot p^{1.6} \cdot f(b/a) \cdot \text{sen}(\alpha), \text{ com } f(b/a) = 8 + 2,3(b/a) + 2,4(a/b).$$

Onde:

- $K_d$  – Coeficiente de depósitos, sobre a grelha considerada suja (assumiu-se um valor de 4, dado que a bibliografia aconselha valores entre 2 e 4 ou mais para limpeza à mão, como é o caso);

- $K_f$  – Coeficiente de forma da secção transversal da grelha (assumiu-se um valor de 0,51, valor aconselhado na bibliografia para barras com secção retangular alongada);
- $p$  – Relação entre a área obstruída pela grelha e a área total (considerou-se um valor de 0,25);
- $a$  – Espaçamento entre barras (30 mm);
- $b$  – Dimensão da secção transversal das barras no sentido do escoamento (100 mm);
- $\alpha$  - Ângulo da grelha com a horizontal ( $90^\circ$ ).

No quadro seguinte apresentam-se as singularidades consideradas e os coeficientes de perda de carga adotados.

**Quadro 5.1 - Equações de perda de carga na estrutura de tomada de água**

Acessório/Equipamento	K	Equação de perda de carga
Grelha com barras espaçadas 30 mm	3,64	$0,01160 Q^2$
Orifício da grelha	0,60	$0,00885 Q^2$
Orifício da comporta vagão 1	0,60	$0,00885 Q^2$
Tamizador de banda rotativa com malha de 1,5 mm e 40% de colmatção	-	$0,025845 Q^2$
Orifício da comporta vagão 2	0,60	$0,00885 Q^2$

Sendo o caudal aduzido em cada canal igual a metade do caudal máximo, ou seja,  $2,208 \text{ m}^3/\text{s}$ , a perda de carga total será de 0,312 m. Considerando o nível mínimo de exploração para caudal máximo à cota 622,20 m, o nível de água na câmara terminal de saída da tomada de água será assim à cota 265,89 m.

### 5.3.3 SUBMERGÊNCIA MÍNIMA

Na câmara terminal de saída da tomada de água (início da conduta de rega) deverá garantir-se a submergência mínima de modo a evitar a entrada de ar na conduta.

A submergência mínima é a altura de água que terá de existir sobre o eixo da tubagem de modo a evitar a entrada de ar. Para o cálculo da submergência mínima adotou-se a expressão proposta por (Pinheiro, 2006):

$$S = D \left( \frac{1}{2} + CF_r \right)$$

Onde:

- $S$  – Submergência (altura sobre o eixo da tubagem), em metros;

- D – Diâmetro interno da tubagem, em m;
- C – Coeficiente que toma o valor de 1,7 se o escoamento se aproxima de forma simétrica e 2,2 no caso de aproximação tangencial, como no presente caso;
- Fr – Número de Froude, dado por  $F_r = \frac{V}{\sqrt{gD}}$ , sendo V a velocidade média do escoamento em m/s.

Para adução do caudal máximo de 4,4 m<sup>3</sup>/s, obtém-se S = 2,06 m.

Situando-se o eixo da conduta à cota 262,8 m, conclui-se que o nível de água mínimo nesta câmara deverá ser à cota 264,2 m. Conforme visto anteriormente, com o cálculo das perdas de carga indicadas no Quadro 5.1, o nível de água nesta câmara situar-se-á à cota 265,89 m, pelo que a submersão mínima é garantida.

#### 5.3.4 SISTEMA DE FILTRAÇÃO

O bom funcionamento dos equipamentos das redes de rega, nomeadamente das válvulas hidráulicas instaladas nos hidrantes e das ventosas, obriga à filtração da água.

Na estrutura de tomada de água do reservatório será instalado um sistema de filtração constituído por dois tamisadores de banda rotativa. Com efeito, de acordo com a já larga experiência adquirida nos Blocos do Alqueva em exploração há mais de uma dezena de anos, esta solução é a mais robusta, mais fiável e menos suscetível a entupimentos e é aquela que apresenta menores custos de manutenção.

De referir ainda que a filtração ao nível da rede de rega na parcela (por exemplo, instalações de rega de gota-a-gota) será da inteira responsabilidade do agricultor. De acordo com este critério afigura-se suficiente assegurar apenas um grau de filtração de 1,5 mm.

Os tamisadores de banda rotativa deverão permitir a filtração de um caudal de 2,208 m<sup>3</sup>/s (7949 m<sup>3</sup>/h) quando o nível mínimo de água nas respetivas câmaras se encontrar à cota 266,00 m. A soleira de cada câmara situar-se-á à cota 263,30 m, pelo que a altura mínima de água para adução do caudal máximo será de 2,7 m.

#### 5.4 DESCARREGADOR DE SEGURANÇA

Uma vez que o reservatório se encontra na extremidade da conduta elevatória será necessário dotá-lo de uma estrutura de segurança que permita descarregar os caudais em excesso que, por avaria do sistema de regulação do funcionamento dos grupos eletrobomba, acidentalmente

sejam admitidos no reservatório. O descarregador de segurança permitirá também descarregar os volumes da precipitação direta sobre o reservatório.

De modo a evitar grande variação do nível de água no reservatório optou-se por utilizar uma estrutura de segurança equipada com um sifão de ferra automática. Estes equipamentos já foram devidamente testados em redes de rega com superfície livre e em reservatórios deste tipo.

O sifão permitirá descarregar um caudal superior ao caudal nominal de um grupo eletrobomba principal e de um grupo eletrobomba secundário da Estação Elevatória do Pisão, sendo estes os grupos que operam nos níveis altos do reservatório. Assim, previu-se a instalação de um sifão de ferra automática do tipo “Neyrpic” que deverá permitir descarregar 1,4 m<sup>3</sup>/s.

A estrutura de segurança ficará disposta lateralmente e integrada na estrutura de tomada de água. O sifão será instalado cerca de 10 cm acima do NPA, à cota 271,10 m. O canal de aproximação e restituição terá secção retangular. No **Desenho 10** apresenta-se a definição de formas da estrutura de segurança.

O caudal proveniente do circuito de lavagem dos tamisadores será também descarregado para a câmara localizada a jusante dos sifões de segurança, através de uma caleira.

Para permitir o esvaziamento das câmaras dos tamisadores serão instalados orifícios com 400 mm de diâmetro, que serão obturados por comportas murais em aço DN 400m. A câmara localizada mais a norte será esvaziada para a câmara a jusante do sifão de segurança, sendo que a câmara localizada mais a sul será esvaziada para uma câmara lateral adjacente, sendo de seguida os caudais descarregados encaminhados para o circuito hidráulico da descarga de segurança.

## **5.5 DESCARGA DE FUNDO**

### **5.5.1 CONSTITUIÇÃO**

O reservatório será equipado com uma descarga de fundo que, em situações de emergência, permitirá o completo esvaziamento. A descarga de fundo foi localizada no ponto mais baixo do reservatório, isto é, na sua zona central. Deste modo, será possível o seu esvaziamento total, permitindo deste modo garantir a limpeza do reservatório.

A descarga de fundo é constituída por uma conduta em PEAD PN 10 com 400 mm de diâmetro, envolvida num maciço de betão armado, com origem numa câmara existente na soleira do reservatório. No topo desta câmara existirá uma grelha constituída por tubagens em ferro

fundido com 80 mm de diâmetro, preenchidas com betão. O afastamento destas barras será de 200 mm.

A conduta terá uma inclinação no sentido de jusante de 1,5 % e será obturada a jusante por uma válvula de guilhotina, instalada numa câmara de betão armado onde será também instalado o medidor de caudal do sistema de drenagem interno do reservatório.

Estas duas condutas descarregam para uma câmara de visita do circuito hidráulico de descarga de fundo do reservatório.

No **Desenho 9** apresenta-se a definição de formas da estrutura de descarga de fundo.

### 5.5.2 CAPACIDADE DE VAZÃO DA DESCARGA DE FUNDO E TEMPO DE ESVAZIAMENTO

Durante o funcionamento da descarga de fundo, o nível de água no reservatório será traduzido pela equação:

$$N_r = N_s + \Delta H$$

Onde:

- $N_s$  – Nível de água à saída da conduta da descarga de fundo (m);
- $\Delta H$  – Perda de carga total no circuito hidráulico da descarga de fundo (m).

Admite-se que o nível na câmara de restituição da conduta se situa abaixo do eixo da tubagem. A perda de carga no circuito hidráulico da descarga de fundo será igual a:

$$\Delta H = \Delta H_L + L \times J$$

Sendo  $\Delta H_L$  as perdas de carga localizadas,  $L$  o comprimento da conduta (31 m) e  $J$  a perda de carga unitária. Adotando a lei de resistência de Manning-Strickler tem-se:

$$J = \left( \frac{Q}{K_s A R^{2/3}} \right)^2$$

Onde:

- $K_s$  – Coeficiente de resistência;
- $A$  – Secção molhada (m<sup>2</sup>);
- $R$  – Raio hidráulico (m).

Tendo em conta o material da tubagem, considerou-se  $K_s = 110 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

As perdas de carga localizadas serão definidas pela sua expressão geral, apresentada no capítulo 6.3.2.

O coeficiente de perda de carga localizada na grelha pode ser obtido através da expressão apresentada no capítulo 6.3.2, tendo sido adotados os seguintes coeficientes:

- $K_d$  – Coeficiente de depósitos (limpeza à mão) – 4;
- $K_f$  – Coeficiente de forma (barras com secção circular) – 0,35;
- $p$  – Relação entre a área obstruída pela grelha e a área total - 0,33;
- $a$  – Espaçamento entre barras – 200 mm;
- $b$  – Dimensão da secção transversal das barras no sentido do escoamento – 80 mm;
- $\alpha$  - ângulo da grelha com a horizontal (embora a grelha esteja instalada na horizontal, o escoamento é perpendicular à grelha pelo que o valor deste parâmetro é de  $90^\circ$ ).

Assim, para a grelha tem-se um coeficiente de perda de carga  $K_g = 3,54$ . Caso se considere a grelha limpa, com um coeficiente de depósitos  $K_d = 1,0$ , obtém-se  $K_g = 0,89$ . A área transversal onde se encontra instalada a grelha é de  $1,5 \text{ m}^2$ .

No que diz respeito às restantes perdas de carga localizadas, são contabilizadas as perdas de carga na entrada da conduta ( $K_e = 0,5$ ) e na válvula de guilhotina ( $K_v = 0,05$ ) e à saída para a câmara de restituição ( $K_s = 1,0$ ).

Assim, o somatório das perdas de carga no circuito da descarga de fundo é o seguinte, para a situação com grelha suja:

$$\Delta H = \left( \frac{K_g}{2gA_g^2} + \frac{K_e}{2gA^2} + \frac{L}{K_s^2 A^2 R^{4/3}} + \frac{K_s}{2gA^2} \right) Q^2$$

Para a grelha suja tem-se:

$$\Delta H = 13,2911Q^2$$

E para a grelha limpa

$$\Delta H = 13,2309Q^2$$

Pode concluir-se que devido ao espaçamento entre barras da grelha a diferença nas perdas de carga com grelha suja ou limpa não é muito significativa, pelo que considerou-se a situação de grelha suja.

O caudal escoado pela descarga de fundo, em função dos níveis de água no reservatório e na restituição, para grelha suja, será então definido pela equação:

$$Q = \sqrt{\frac{N_r - 263,48}{13,2309Q^2}}$$

Caso a válvula da descarga de fundo esteja totalmente aberta, o caudal máximo escoado quando o reservatório estiver ao NPA (cota 271,0 m) será de 0,75 m<sup>3</sup>/s e o caudal escoado quando o reservatório estiver no NmE (cota 266,0 m) será de 0,44 m<sup>3</sup>/s.

Com a válvula da descarga de fundo totalmente aberta, as velocidades de escoamento na conduta irão variar entre 7,3 e 4,2 m/s, para as situações em que o reservatório se encontre no NPA e no NmE, respetivamente.

Com base na equação de vazão da descarga de fundo e nos volumes armazenados às diferentes cotas, determinou-se o tempo de esvaziamento do reservatório com a válvula totalmente aberta. O cálculo do tempo de esvaziamento do reservatório apresenta-se no quadro seguinte.

**Quadro 5.2 - Tempo de esvaziamento do reservatório**

Cota (m)	Volume armazenado (m <sup>3</sup> )	Volume parcial (m <sup>3</sup> )	Caudal escoado (m <sup>3</sup> /s)	Tempo parcial (h)	Tempo acumulado (h)
271,0	60167,3	0,0	0,75	0,00	0,00
270,5	53695,0	6472,2	0,73	2,43	2,43
270,0	47452,9	6242,1	0,70	2,43	4,86
269,5	41437,7	6015,3	0,67	2,43	7,29
269,0	35646,1	5791,6	0,64	2,44	9,74
268,5	30075,0	5571,1	0,61	2,46	12,19
268,0	24721,2	5353,8	0,58	2,48	14,68
267,5	19581,4	5139,8	0,55	2,52	17,20
267,0	14652,5	4928,9	0,51	2,57	19,77
266,5	9931,3	4721,2	0,48	2,65	22,41
266,0	5414,5	4516,8	0,44	2,75	25,16
265,5	1170,4	4244,1	0,39	2,86	28,02
265,0	0,0	1170,4	0,34	0,89	28,91

Com a válvula da descarga de fundo totalmente aberta, o esvaziamento total do reservatório demora cerca de 28,9 horas. Tendo em consideração as elevadas velocidades à saída da descarga de fundo, caso não seja necessário esvaziar o reservatório num período tão curto, recomenda-se a abertura da válvula seja controlada e modo a evitar velocidades máximas superiores a 5 m/s.

## 5.6 CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE DESCARGA

Para permitir o escoamento dos caudais descarregados pela descarga de fundo do reservatório, pela descarga de segurança e pelo esvaziamento das câmaras dos tamisadores, com a restituição dos caudais num local que não provocasse danos nas estruturas do reservatório nem erosões localizadas nos terrenos adjacentes, previram-se três circuitos hidráulicos de descarga:

- Circuito Hidráulico de Descarga de Fundo, que escoar os caudais captados através da descarga de fundo, para esvaziamento do reservatório;
- Circuito Hidráulico de Descarga de Segurança, que escoar os caudais descarregados pelo sifão de segurança e os caudais escoados pelo esvaziamento da câmara do tamisador localizado mais a norte;
- Circuito Hidráulico de Descarga da Tomada de Água, que escoar os caudais resultantes do esvaziamento da câmara do tamisador localizada mais a sul.

Estes circuitos serão constituídos por tubagens em PEAD DN 400 PN 6 e PN 10, e betão com alma de aço DN 1000 PN 6, câmaras de visita e bocas de lobo.

Os caudais serão descarregados na linha de água existente a poente do reservatório, que será regularizada.

O caudal máximo a descarregar pelo circuito de descarga de fundo será de  $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$ , com uma velocidade de  $7,3 \text{ m/s}$  na situação de conduta cheia.

O caudal máximo a descarregar no circuito de descarga de segurança corresponderá ao caudal descarregado pelo sifão de segurança em caso de avaria do sistema de paragem dos grupos (situação também com reduzida probabilidade de ocorrência), isto é,  $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Para este caudal e para a situação de conduta cheia a velocidade média de escoamento será de  $1,8 \text{ m/s}$ .

## 6 POSTO DE COMANDO

### 6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para assegurar a observação do reservatório e o comando à distância das comportas vagão e válvulas com acionamento elétrico existentes na obra, será construído um edifício no topo nascente, junto do caminho de acesso ao coroamento do reservatório, no local assinalado no **Desenho 3**.

O edifício do posto de comando (PC) será inserido numa plataforma situada à cota 271,91 m. O acesso a esta plataforma é efetuado através do caminho de acesso ao coroamento do reservatório.

Dado que o referido edifício acumulará as funções de posto de comando e complementarmente também de observação, o mesmo permitirá a instalação de vários equipamentos, mediante os quais será possível:

- monitorizar o nível de água no reservatório;
- monitorizar o caudal descarregado pelos drenos e o caudal aduzido para rega;
- comandar, regular e monitorizar o funcionamento da tomada de água para rega.

O edifício do PC, representado nas peças desenhadas, terá uma área em planta de 4,30 x 3,30 m<sup>2</sup> (dimensões exteriores) e terá apenas um compartimento, para os quadros elétricos, com uma porta para exterior.

A sala de quadros, que poderá também ter a função de gabinete, terá uma janela com vista sobre o reservatório, de onde poderá ser observado o nível de água no reservatório. Nesta sala poderão também ser armazenados materiais e ferramentas para trabalhos de manutenção e intervenções de reabilitação expedita.

A alimentação de energia elétrica será efetuada em baixa tensão, através de um ramal ligado à rede elétrica pública, que alimentará todos equipamentos hidromecânicos com comandos elétricos, as instalações elétricas e a iluminação.

### 6.2 ARQUITETURA

A definição dos elementos arquitetónicos foi condicionada pelas características funcionais do PC, numa ótica sempre presente de minimização de custos. Definiu-se assim, um edifício compacto, cuja definição de formas se apresenta no **Desenho 13**.

Se por um lado a proposta arquitetónica elaborada assume a diferença funcional do edifício projetado, por outro, pretende tornar-se coerente dentro do contexto espacial onde está inserido, quer pela escolha de materiais, quer no que respeita ao tratamento de vãos e expressão cromática. No seu conjunto, visa a atenuação volumétrica, procurando uma minimização no impacto visual.

A cobertura possui apenas uma água e é constituída por uma laje em betão armado e uma cobertura de telha de meia cana, criando uma caixa de ar.

As paredes serão constituídas por alvenaria dupla de tijolo, rebocada e pintada a tinta plástica. Os vãos de porta são em caixilharia de alumínio, sendo do tipo persiana protegida pelo interior com rede mosquiteira em aço inoxidável.

Os vãos de janela serão constituídos por caixilhos de alumínio anodizado com dois vãos de correr. Estes vãos de janela serão protegidos pelo exterior através de grades em barras de aço dispostas na horizontal, chumbadas na parede e com afastamento entre barras de 100 mm.

O pavimento terá acabamento em betonilha afagada com endurecedor de superfície e tratamento anti poeiras.

No fechamento das caleiras técnicas serão aplicadas chapas em aço tipo xadrez amovíveis ou em chapa de material pultrudido.

Toda a plataforma de implantação do PC será constituída por revestimento semelhante ao do caminho do coroamento do reservatório.

## 7 ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO E SEGURANÇA. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

### 7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As dimensões adotadas para os diferentes elementos estruturais, resultaram não só de considerações de natureza estrutural mas também de condicionantes hidráulicas e/ou geotécnicas.

Nos pontos seguintes são abordados os pressupostos gerais de dimensionamento estrutural da Estrutura de Entrada e Estrutura de Tomada de Água e Descarga e Segurança.

Para as restantes estruturas incluídas neste volume foram seguidos os mesmos critérios aqui identificados. Não se apresentam os seus cálculos estruturais pois tratam-se de elementos correntes e sem quaisquer especificidades de cálculo.

Os pormenores de betão armado são apresentados nos **Desenhos B01 a B04**.

### 7.2 REGULAMENTOS ADOTADOS

No dimensionamento da estrutura foi adotada a regulamentação em vigor em Portugal à data da realização do projeto, ou seja:

- a) Ações incidindo sobre a estrutura e critérios de verificação da segurança:

“Eurocódigo n.º 1 – Ações em Estruturas”.

- b) Betão armado

“Eurocódigo 2 – Projeto de Estruturas de Betão” (ENV 1992 – 1 -1:1991).

No que diz respeito à ação sísmica foram considerados os parâmetros regulamentares constantes no Eurocódigo n.º 8.

### 7.3 MATERIAIS UTILIZADOS

Consideram-se as obras em causa de Categoria 4, ou seja, dimensionadas para uma vida útil de 50 anos.

Salvo indicação em contrário, os materiais estruturais a utilizar na construção são os seguintes:

- Betão C30/37 XC4;
- Aço em armaduras (varões): A500NR (REBAP).
- Aço em armaduras (malha eletrosoldada): A500EL (REBAP).

O recobrimento nominal mínimo das armaduras será, em geral de 45 mm, sendo sempre indicado nas peças desenhadas.

## 7.4 AÇÕES

### Ações permanentes

- Peso específico do betão armado
- Ação do efluente
- Peso dos revestimentos

### Ações variáveis

- Sobrecargas de utilização

Para cada um dos órgãos foram utilizadas as sobrecargas de utilização específicas previstas no Eurocódigo n.º 1. Os seus valores encontram-se registados nos capítulos correspondentes à estrutura em causa.

- Sismo

A ação dos sismos foi tida em consideração no dimensionamento.

### Combinações de ações

As ações foram combinadas de acordo com o estipulado no Eurocódigo n.º1.

### Breve descrição dos métodos de cálculo utilizados

No cálculo recorreu-se ao uso de um programa de cálculo automático, permitindo o cálculo espacial integrado da estrutura.

O programa utilizado executa o cálculo da estrutura em 3D, por métodos matriciais de rigidez, considerando todos os elementos que a definem: paredes resistentes, vigas, lajes maciças em elementos de casca. Pilares, vigas e outros elementos lineares são discretizados com elementos tipo barra, por geração de uma malha formada por barras de elementos finitos.

Para todos os estados de carga será realizado um cálculo estático, supondo um comportamento elástico e linear dos materiais (cálculo de 1ª ordem), com vista à obtenção de deslocamentos e

esforços. O programa também considera de uma forma automática, os efeitos de 2ª ordem, devidos à amplificação dos esforços obtidos por efeito das cargas horizontais.

No que respeita ao cálculo dos efeitos da ação sísmica, o programa efetua uma análise dinâmica, por análise modal espectral da estrutura, utilizando para o efeito os espectros de resposta médios de dimensionamento.

Para efetuar a análise dinâmica o programa cria a matriz de massas e a matriz de rigidez, para cada elemento da estrutura. Seguidamente condensa as matrizes de rigidez e massas, para obter outras reduzidas e que unicamente contêm os graus de liberdade dinâmicos, sobre os quais se fará a decomposição modal. Esta será feita recorrendo a um método iterativo, cujo resultado fornecerá os valores próprios e vetores próprios, correspondentes à diagonalização da matriz de rigidez com as massas.

Obtêm-se assim os modos de vibração condensados, a partir dos quais o programa obtém os coeficientes de participação para cada direção e as frequências naturais de vibração naturais de vibração, com as quais o programa entra no espectro de resposta médio selecionado, obtendo a aceleração de dimensionamento para cada modo de vibração, e cada grau de liberdade dinâmico. Finalmente procede-se à sobreposição modal, através da qual se obtém os valores máximos de cada esforço, deslocamento, etc., numa ação dinâmica dada.

## **7.5 ESTRUTURA DE ENTRADA**

### **7.5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

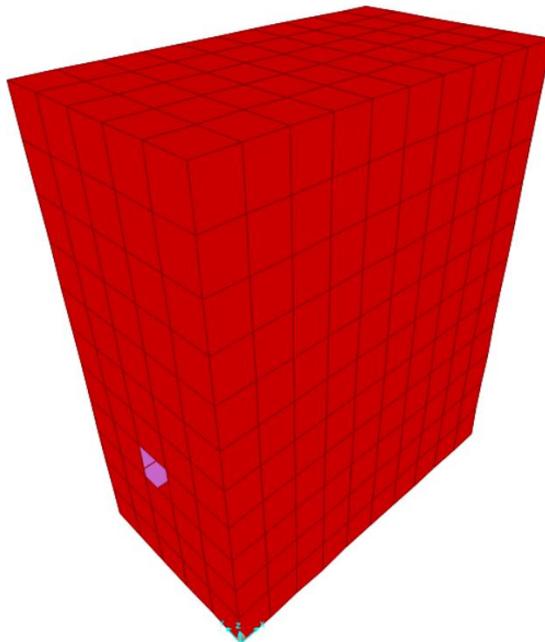
Trata-se de uma estrutura tipo caixa, com duas células, de dimensão em planta 9,00 x 5,10 m<sup>2</sup> e uma altura de 11,20m.

As paredes exteriores terão 0,40m de espessura e serão ligadas monoliticamente à laje de topo (0,30m de espessura) e à laje de fundo (0,50m de espessura).

### **7.5.2 ESFORÇOS**

#### **7.5.2.1 MODELO DE CÁLCULO**

O modelo de cálculo efetuado contempla elementos finitos de laje (SHELL), em regime elástico linear, e encontra-se ilustrado na figura seguinte:



**Figura 7.1 – Estrutura de entrada - Modelo de Cálculo**

Para o cálculo desta estrutura foram utilizadas as seguintes convenções:

- Elemento Finito tipo SHELL – Elementos “laje” de 4 nós;
- M11 – Momento flector nos elementos “shell” na direcção local 1 (kN.m/m);
- M22 – Momento flector nos elementos “shell” na direcção local 2 (kN.m/m);
- F11 – Esforço axial nos elementos “shell” na direcção local 1 (kN/m);
- F22 – Esforço axial nos elementos “shell” na direcção local 2 (kN/m);
- V13 – Esforço transversal nos elementos “shell” na direcção local 1 (kN/m);
- V23 – Esforço transversal nos elementos “shell” na direcção local 2 (kN/m);

Na simulação do terreno de fundação foram consideradas molas aplicadas na laje de fundo com uma constante de Winkler de 50.000 kN/m.

### 7.5.2.2 AÇÕES

#### Ações Permanentes

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| • Peso específico do betão armado (PP)  | 25,00 kN/m <sup>3</sup> |
| • Ação do Terreno (IK0)                 | 19,00 kN/m <sup>3</sup> |
| • Ação do efluente (W)                  | 10,00 kN/m <sup>3</sup> |
| • Peso dos equipamentos / revestimentos | 5,00 kN/m <sup>2</sup>  |

### Sobrecarga de utilização

- Sobrecarga uniformemente distribuída (SC1) 5,00 kN/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga nas paredes (SC2) 5,00 kN/m<sup>2</sup>

### Ação Sísmica

Utilizados os espectros de resposta previsto no Eurocódigo n.º 8 para Portugal, bem como a caracterização do terreno compatível (Terreno tipo C) com os resultados da prospeção efetuada. Apesar dos resultados da prospeção efetuada indicarem um solo do tipo A, por questões de segurança foi adotada uma caracterização do terreno do tipo C.

Em Portugal os valores da aceleração máxima de referência  $a_{gR}$  para as várias zonas sísmicas e para os dois tipos de acção sísmica a considerar são os indicados no Quadro NA.I.

Quadro NA.I – Aceleração máxima de referência  $a_{gR}$  (m/s<sup>2</sup>) nas várias zonas sísmicas

Acção sísmica Tipo 1		Acção sísmica Tipo 2	
Zona Sísmica	$a_{gR}$ (m/s <sup>2</sup> )	Zona Sísmica	$a_{gR}$ (m/s <sup>2</sup> )
1.1	2,5	2.1	2,5
1.2	2,0	2.2	2,0
1.3	1,5	2.3	1,7
1.4	1,0	2.4	1,1
1.5	0,6	2.5	0,8
1.6	0,35	–	–

O zonamento sísmico para Portugal Continental, para o Arquipélago da Madeira e para o Arquipélago dos Açores é estabelecido, por Concelho, de acordo com a informação constante do Anexo NA.I, e ilustrado nas Figuras NA.I, NA.II e NA.III.

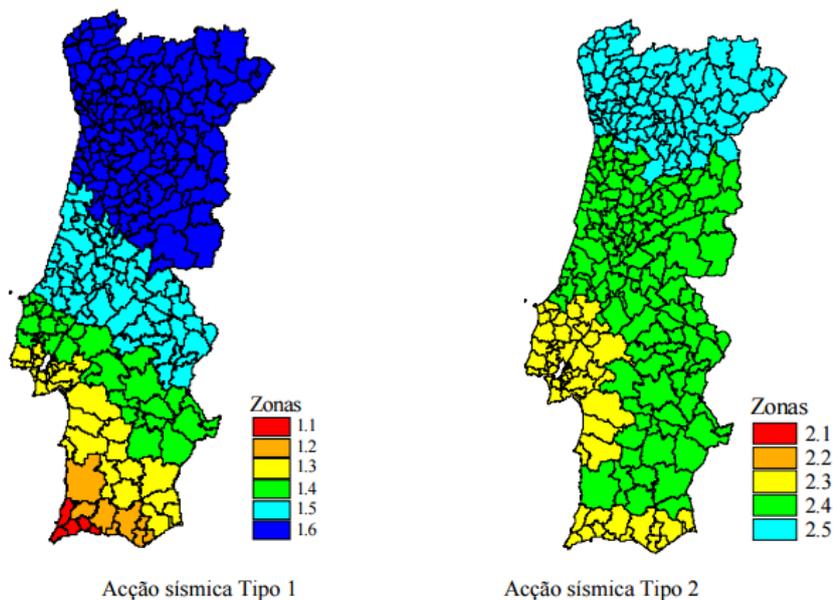


Figura 7.2 – Ação sísmica regulamentar

### 7.5.2.3 ESFORÇOS

Para o dimensionamento dos elementos estruturais foram consideradas as combinações de ações regulamentares.

As figuras seguintes ilustram o Diagrama de Momentos Fletores da estrutura quando sujeita a esta combinação de ações.

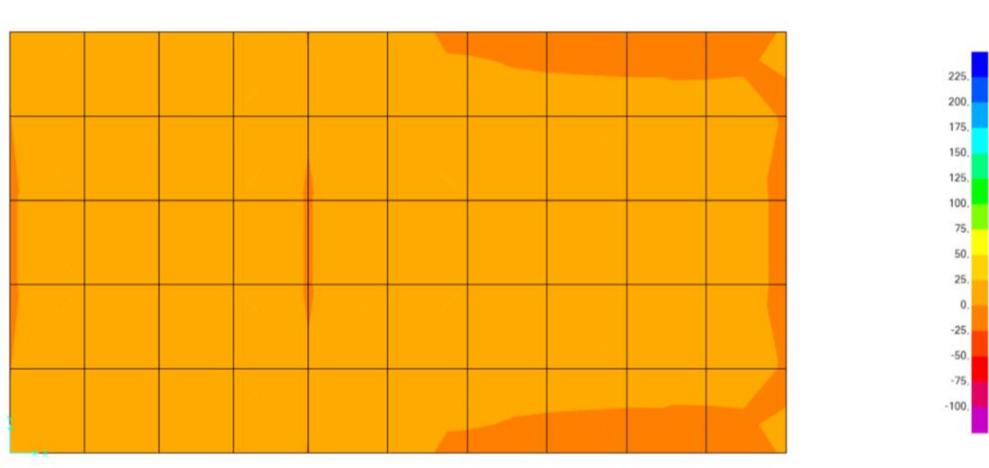


Figura 7.3 – Estrutura de entrada - Laje de topo. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolvente máxima

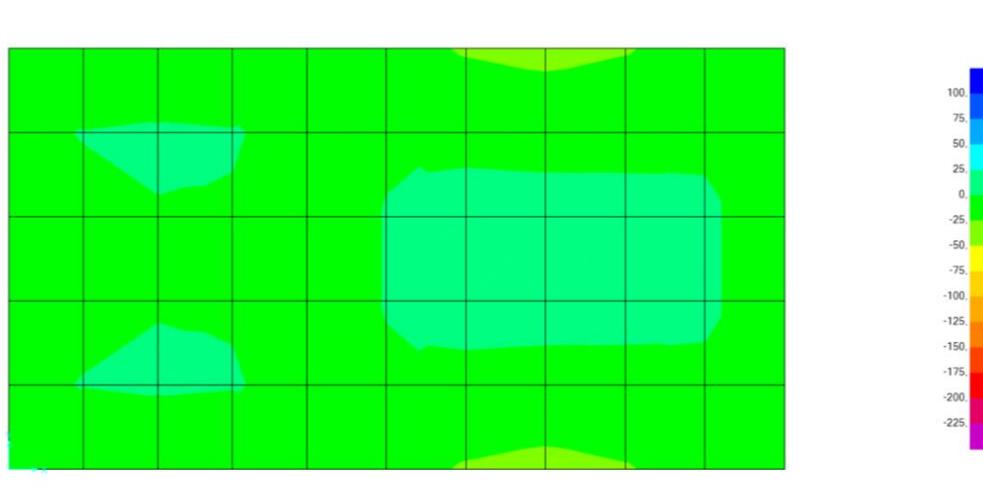


Figura 7.4 – Estrutura de entrada - Laje de topo. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolvente mínima

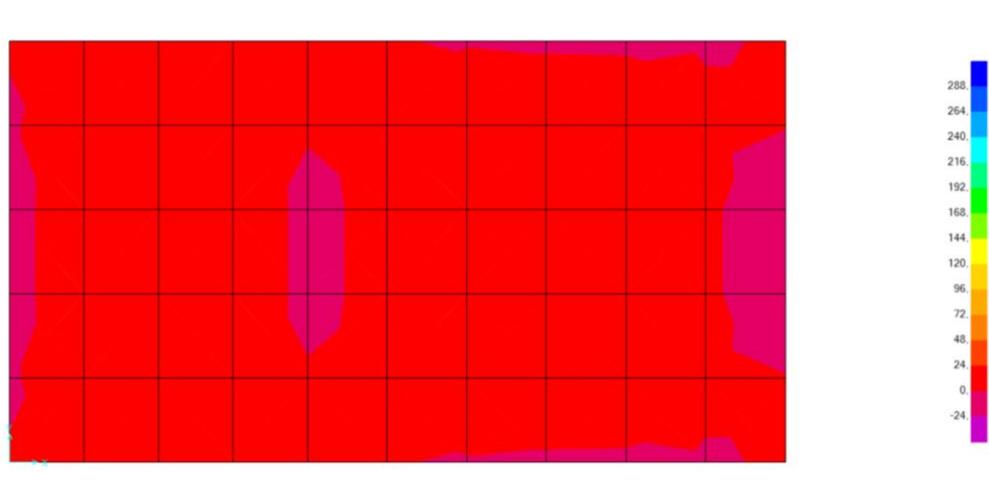


Figura 7.5 – Estrutura de entrada - Laje de topo. Diagrama de Momentos Fletores  $M_{xx}$ . Envolvente máxima

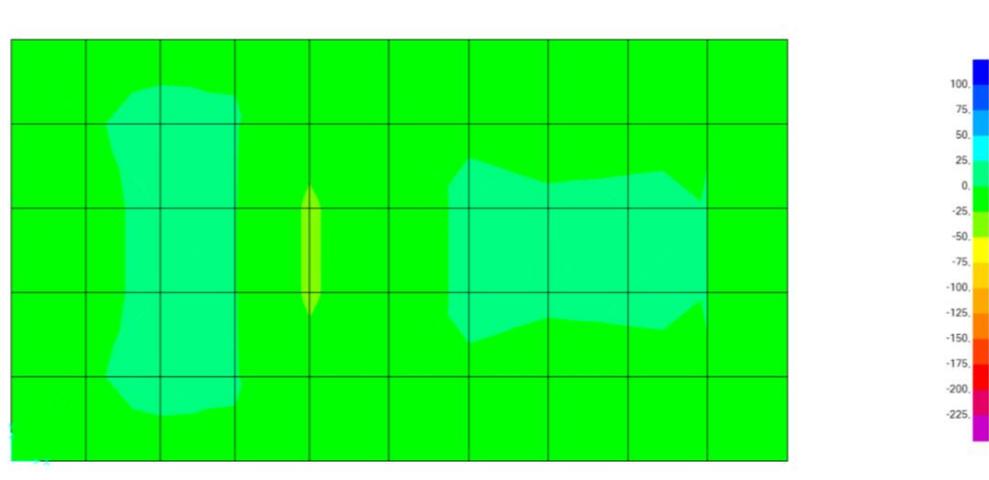


Figura 7.6 – Estrutura de entrada - Laje de topo. Diagrama de Momentos Fletores  $M_{xx}$ . Envolvente mínima

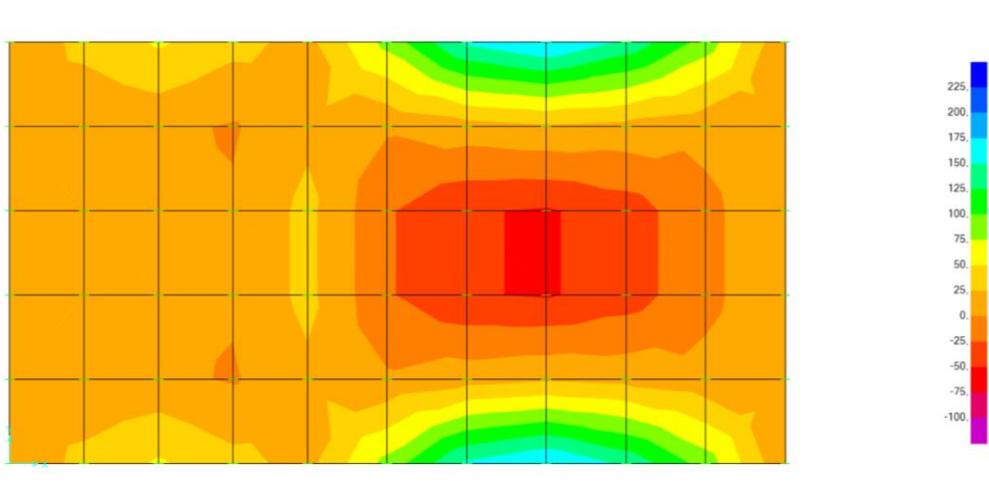


Figura 7.7 – Estrutura de entrada - Laje de fundo. Diagrama de Momentos Fletores  $M_{yy}$ . Envolvente máxima

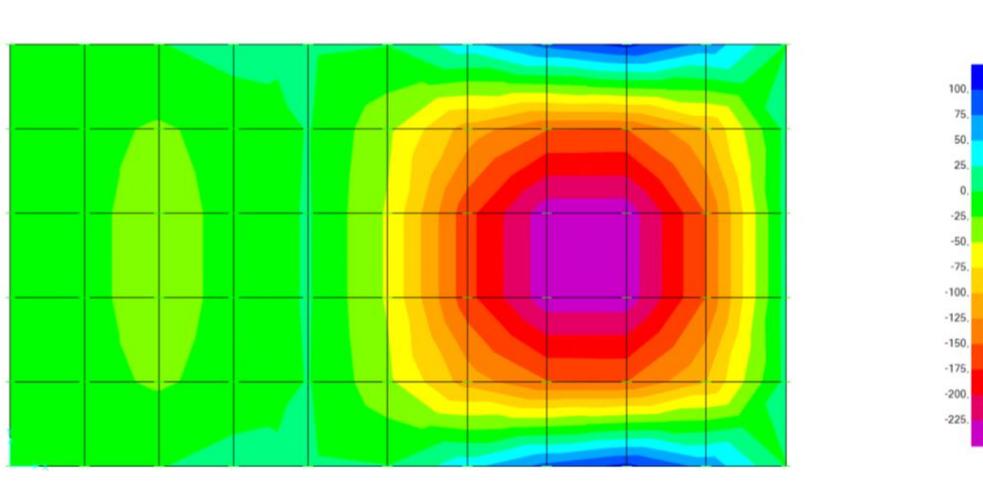


Figura 7.8 – Estrutura de entrada - Laje de fundo. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolve mínima

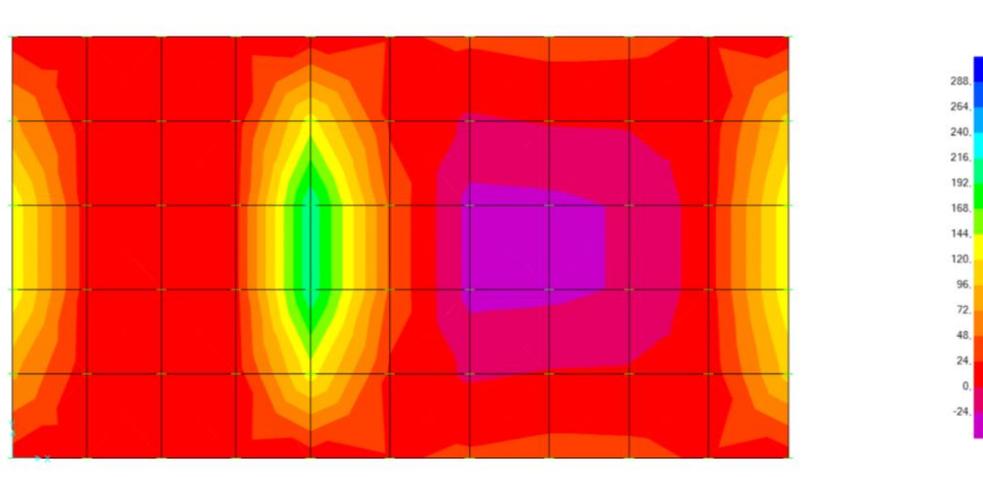


Figura 7.9 – Estrutura de entrada - Laje de fundo. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolve máxima

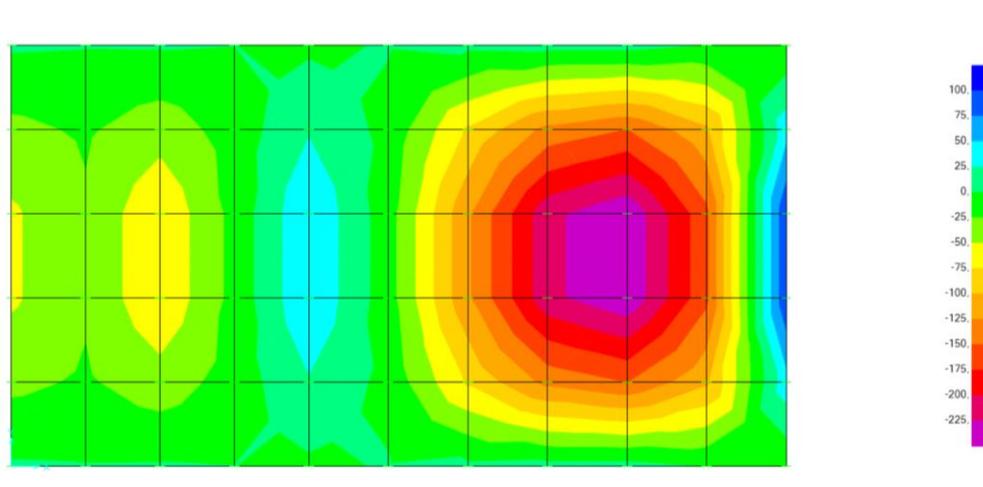
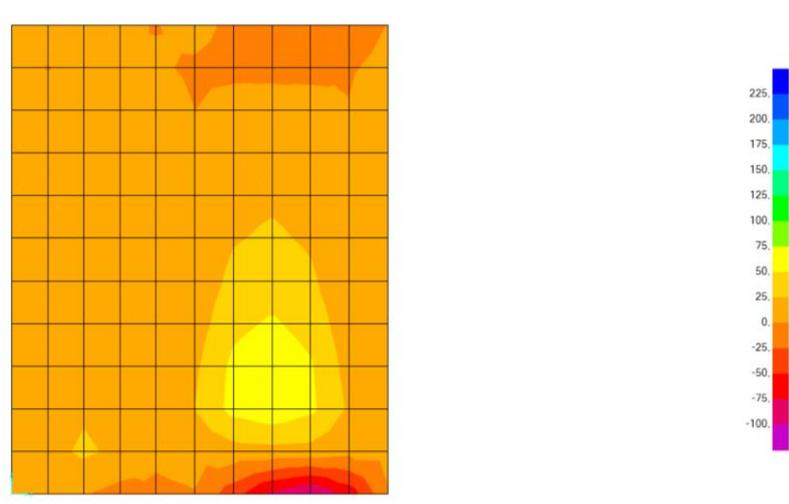
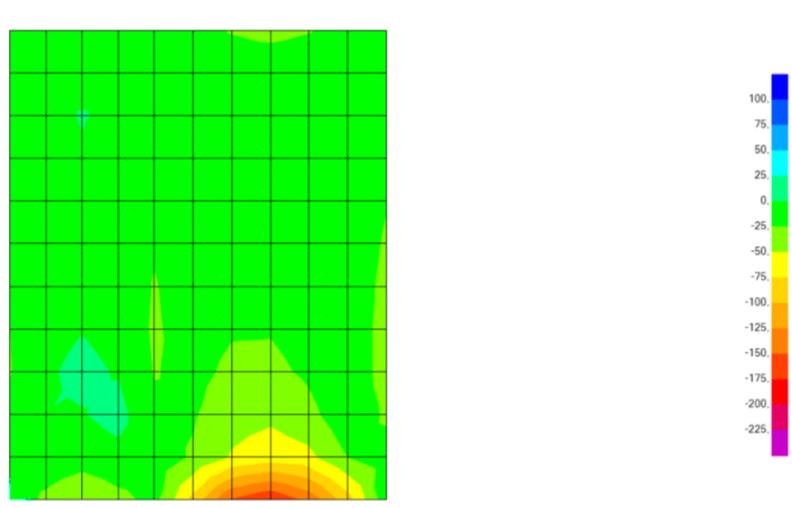


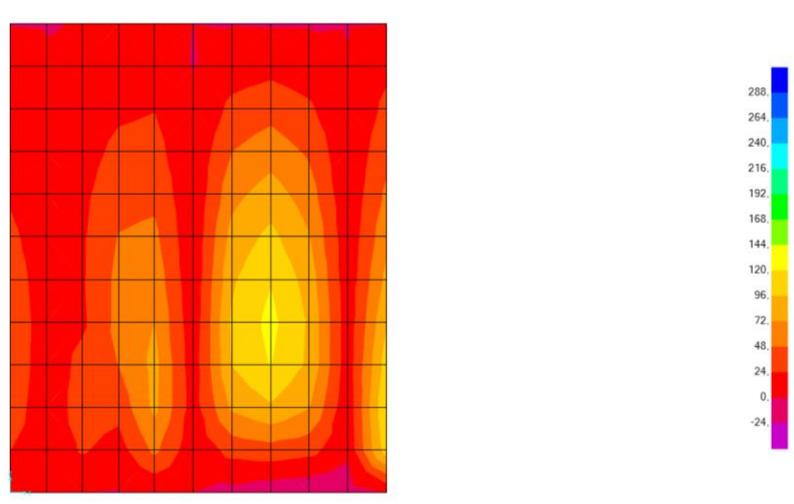
Figura 7.10 – Estrutura de entrada - Laje de fundo. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolve mínima



**Figura 7.11 – Estrutura de entrada - Paredes. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolverte máxima**



**Figura 7.12 – Estrutura de entrada - Paredes. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolverte mínima**



**Figura 7.13 – Estrutura de entrada - Paredes. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolverte máxima**

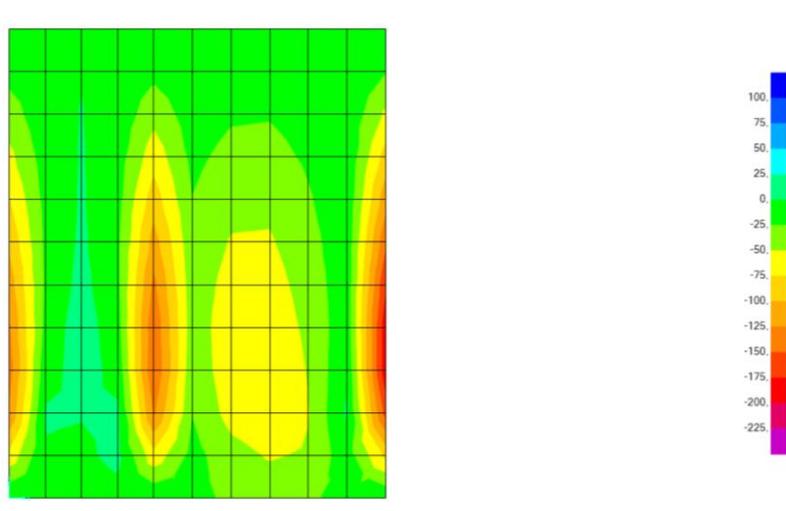


Figura 7.14 – Estrutura de entrada - Paredes. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolvente mínima

### 7.5.3 LAJE DE TOPO

O dimensionamento das armaduras apresenta-se no Quadro 7.1.

Quadro 7.1 – Estrutura de entrada – Dimensionamento da laje de topo

- DIMENSIONAMENTO DA LAJE DE TOPO -

secção		b (m)	h (m)	d (m)	Msd (kNm/m)	Msd+ (kNm/m)	Vsd (kN/m)	Vcd (kN/m)	V <sub>o</sub> d (kN/m)	Armaduras			Armaduras Adoptadas		
										As- (cm <sup>2</sup> /m)	As+ (cm <sup>2</sup> /m)	Asw/s (cm <sup>2</sup> /mxm)	As- (cm <sup>2</sup> /m)	As+ (cm <sup>2</sup> /m)	
dir XX	Mmáx-	1,00	0,30	0,26	28,00				177,68	0,00	2,53	0,00	0,00	φ12//.15	
	Mmáx+	1,00	0,30	0,26		15,00			177,68	0,00	0,00	1,34	0,00		φ12//.15
dir YY	Mmáx-	1,00	0,30	0,26	30,00				177,68	0,00	2,71	0,00	0,00	φ12//.15	
	Mmáx+	1,00	0,30	0,26		15,00			177,68	0,00	0,00	1,34	0,00		φ12//.15

fcd (kN/m <sup>2</sup> )	20000
fsyd (kN/m <sup>2</sup> )	435000
τ1 (kN/m <sup>2</sup> )	850

A armadura mínima é obtida pela expressão:

$$A_{s_{\min}} = 0.12 \times \frac{b \times d}{100}$$

sendo:

- b – Largura;
- d – Altura útil.

### 7.5.4 LAJE DE FUNDO

O dimensionamento das armaduras apresenta-se no Quadro 7.2.

### Quadro 7.2 – Estrutura de entrada - Dimensionamento da laje de fundo

- DIMENSIONAMENTO DA LAJE DE FUNDO -

secção		b (m)	h (m)	d (m)	Ms <sub>d</sub> <sup>-</sup> (kNm/m)	Ms <sub>d</sub> <sup>+</sup> (kNm/m)	Vs <sub>d</sub> (kN/m)	Vc <sub>d</sub> (kN/m)	V <sub>o</sub> d (kN/m)	Armaduras			Armaduras Adoptadas	
										As <sup>-</sup> (cm <sup>2</sup> /m)	As <sup>+</sup> (cm <sup>2</sup> /m)	As <sub>w</sub> /s (cm <sup>2</sup> /mxm)	As <sup>-</sup>	As <sup>+</sup>
dir XX	Mmáx <sup>-</sup>	1,00	0,50	0,46	250,00			267,44	0,00	13,23	0,00	0,00	φ16//.125	
	Mmáx <sup>+</sup>	1,00	0,50	0,46		210,00		267,44	0,00	0,00	11,02	0,00	φ16//.125	
dir YY	Mmáx <sup>-</sup>	1,00	0,50	0,46	245,00			267,44	0,00	12,95	0,00	0,00	φ16//.125	
	Mmáx <sup>+</sup>	1,00	0,50	0,46		170,00		267,44	0,00	0,00	8,84	0,00	φ16//.125	

f<sub>cd</sub> (kN/m<sup>2</sup>) 20000  
 f<sub>syd</sub> (kN/m<sup>2</sup>) 435000  
 τ<sub>1</sub> (kN/m<sup>2</sup>) 850

A armadura mínima é obtida pela expressão:

$$A_{s_{\min}} = 0.12 \times \frac{b \times d}{100}$$

sendo:

- b – Largura;
- d – Altura útil.

### 7.5.5 PAREDES EXTERIORES

O dimensionamento das armaduras apresenta-se no Quadro 7.3.

### Quadro 7.3 – Estrutura de entrada - Dimensionamento das paredes exteriores

- DIMENSIONAMENTO DA PAREDE EXTERIOR -

secção		b (m)	h (m)	d (m)	Ms <sub>d</sub> <sup>-</sup> (kNm/m)	Ms <sub>d</sub> <sup>+</sup> (kNm/m)	Vs <sub>d</sub> (kN/m)	Vc <sub>d</sub> (kN/m)	V <sub>o</sub> d (kN/m)	Armaduras			Armaduras Adoptadas	
										As <sup>-</sup> (cm <sup>2</sup> /m)	As <sup>+</sup> (cm <sup>2</sup> /m)	As <sub>w</sub> /s (cm <sup>2</sup> /mxm)	As <sup>-</sup>	As <sup>+</sup>
dir XX	Mmáx <sup>-</sup>	1,00	0,40	0,36	190,00			227,66	0,00	13,02	0,00	0,00	φ16//.125	
	Mmáx <sup>+</sup>	1,00	0,40	0,36		130,00		227,66	0,00	0,00	8,72	0,00	φ16//.125	
dir YY	Mmáx <sup>-</sup>	1,00	0,40	0,36	160,00			227,66	0,00	10,85	0,00	0,00	φ16//.125	
	Mmáx <sup>+</sup>	1,00	0,40	0,36		70,00		227,66	0,00	0,00	4,59	0,00	φ16//.125	

f<sub>cd</sub> (kN/m<sup>2</sup>) 20000  
 f<sub>syd</sub> (kN/m<sup>2</sup>) 435000  
 τ<sub>1</sub> (kN/m<sup>2</sup>) 850

A armadura mínima é obtida pela expressão:

$$A_{s_{\min}} = 0.12 \times \frac{b \times d}{100}$$

sendo:

- b – Largura;
- d – Altura útil.

## 7.6 ESTRUTURA DE TOMADA DE ÁGUA E DESCARGA DE SEGURANÇA

### 7.6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Trata-se de uma estrutura tipo canal, coberta, para a instalação de um conjunto de equipamentos (grelhas, comportas e tamisadores). De geometria bastante variável, desenvolve-se em várias cotas, ocupando uma área em planta de cerca de 317 m<sup>2</sup>.

Em função da sua altura e dos esforços a que estará submetida, a estrutura em causa apresenta dimensões bastante robustas. As paredes exteriores terão uma espessura de 0,80m, sendo que a laje de fundo terá 0,40m de espessura. As paredes interiores terão 0,30m ou 0,40m de espessura consoante os casos e a laje de topo terá 0,25 m.

### 7.6.2 ESFORÇOS

#### 7.6.2.1 MODELO DE CÁLCULO

O modelo de cálculo efectuado contempla elementos finitos de laje (SHELL), em regime elástico linear, e encontra-se ilustrado na figura seguinte:

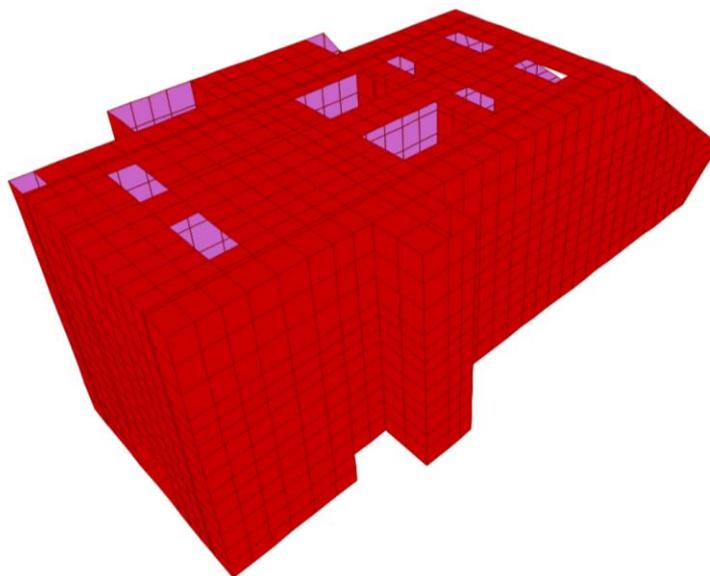


Figura 7.15 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Modelo de Cálculo

Para o cálculo desta estrutura foram utilizadas as seguintes convenções:

- Elemento Finito tipo SHELL – Elementos “laje” de 4 nós;
- M11 – Momento flector nos elementos “shell” na direcção local 1 (kN.m/m);

- M22 – Momento flector nos elementos “shell” na direcção local 2 (kN.m/m);
- F11 – Esforço axial nos elementos “shell” na direcção local 1 (kN/m);
- F22 – Esforço axial nos elementos “shell” na direcção local 2 (kN/m);
- V13 – Esforço transverso nos elementos “shell” na direcção local 1 (kN/m);
- V23 – Esforço transverso nos elementos “shell” na direcção local 2 (kN/m);

Na simulação do terreno de fundação foram consideradas molas aplicadas na laje de fundo com uma constante de Winkler de 50.000 kN/m.

### 7.6.2.2 AÇÕES

#### Ações Permanentes

- |  |   |
|--|---|
| • Peso específico do betão armado (PP)         | 25,00 kN/m <sup>3</sup>                         |
| • Ação do Terreno (IK0)                        | 19,00 kN/m <sup>3</sup>                         |
| • Peso dos revestimentos e equipamentos (PPNE) | 1,50 kN/m <sup>2</sup> / 5,00 kN/m <sup>2</sup> |

#### Sobrecarga de utilização

- |  |                        |
|--|------------------------|
| • Sobrecarga uniformemente distribuída (SC1) | 5,00 kN/m <sup>2</sup> |
| • Sobrecarga nas paredes (SC2)               | 5,00 kN/m <sup>2</sup> |

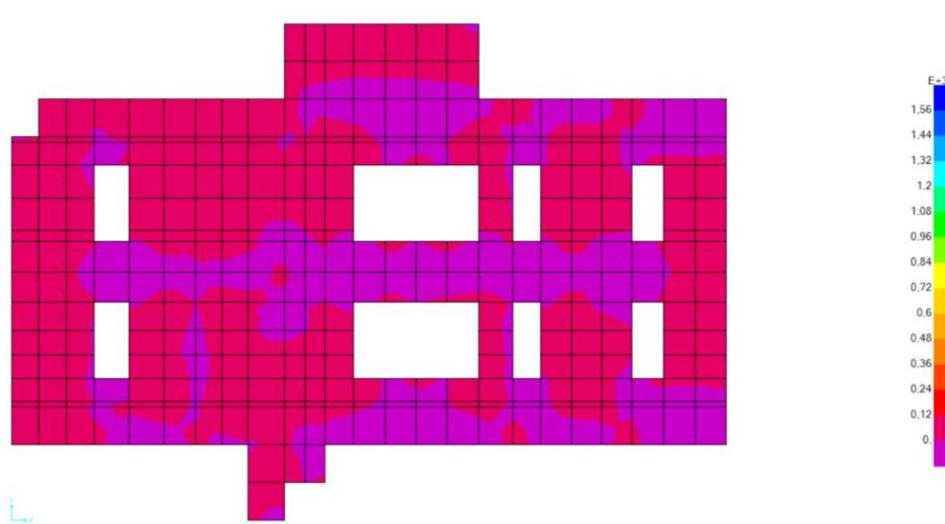
#### Ação Sísmica

Utilizados os espetros de resposta previsto no Eurocódigo n.º 8 para Portugal, bem como a caracterização do terreno compatível (Terreno tipo C) com os resultados da prospeção efetuada. Apesar dos resultados da prospeção efetuada indicarem um solo do tipo A, por questões de segurança foi adotada uma caracterização do terreno do tipo C.

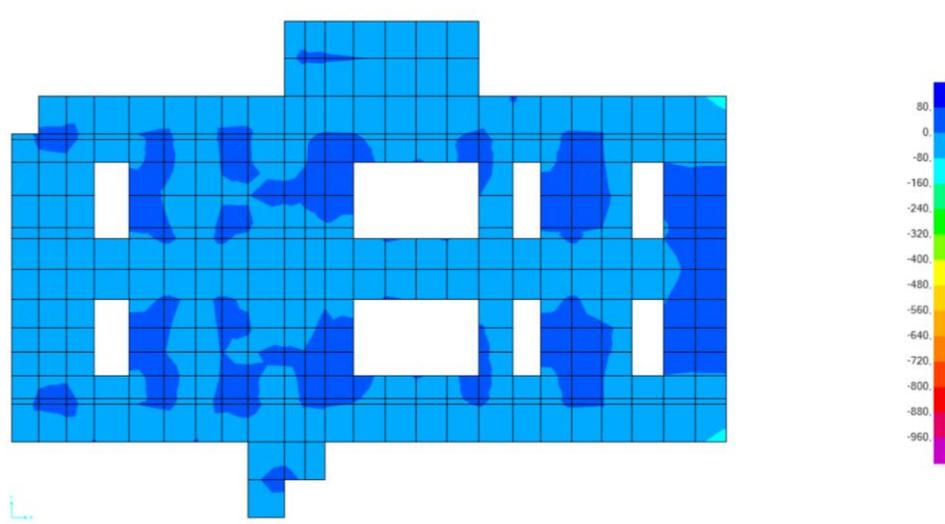
### 7.6.2.3 ESFORÇOS

Para o dimensionamento dos elementos estruturais foram consideradas as combinações de ações regulamentares.

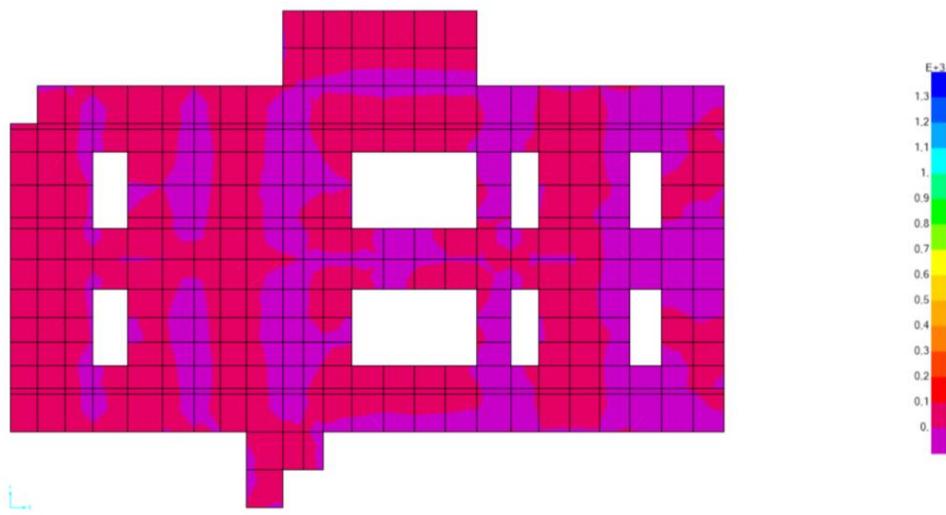
As figuras seguintes ilustram o Diagrama de Momentos Flectores da estrutura quando sujeita a esta combinação de ações.



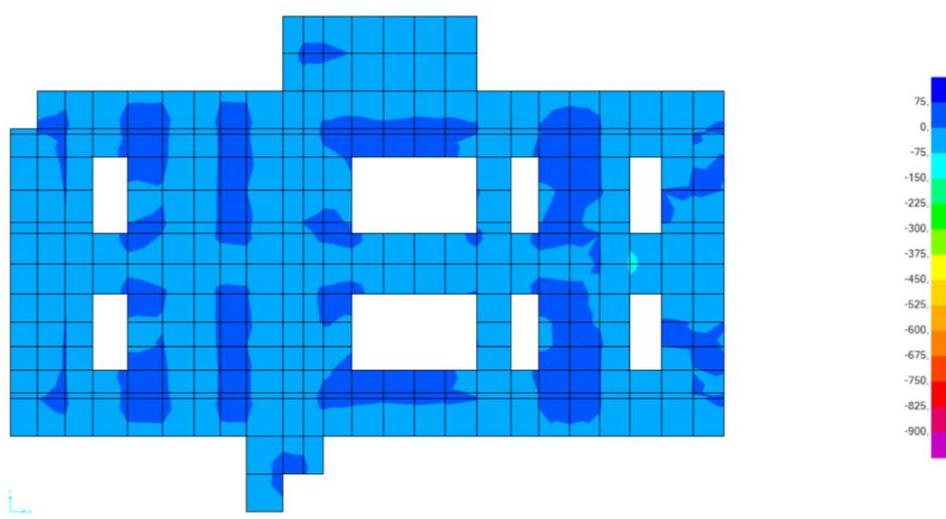
**Figura 7.16 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje de topo. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolveinte máxima**



**Figura 7.17 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje de topo. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolveinte mínima**



**Figura 7.18 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje de topo. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolvente máxima**



**Figura 7.19 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje de topo. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolvente mínima**



**Figura 7.20 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje intermédia. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolveinte máxima**



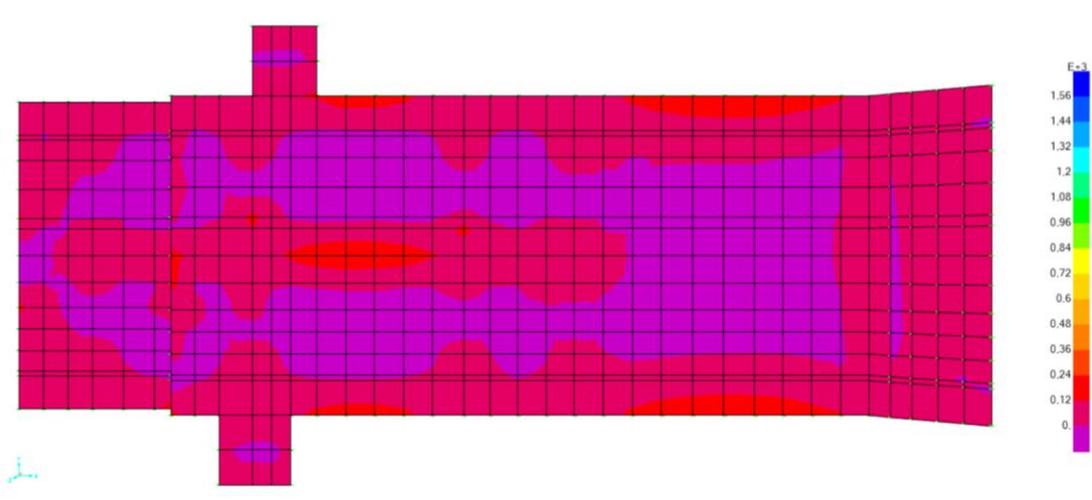
**Figura 7.21 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje intermédia. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolveinte mínima**



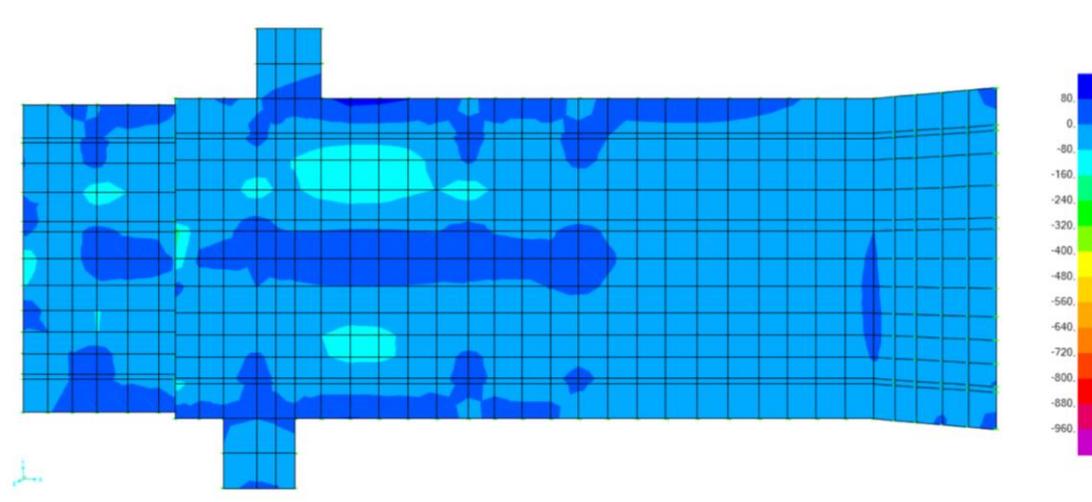
**Figura 7.22 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje intermédia. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolveinte máxima**



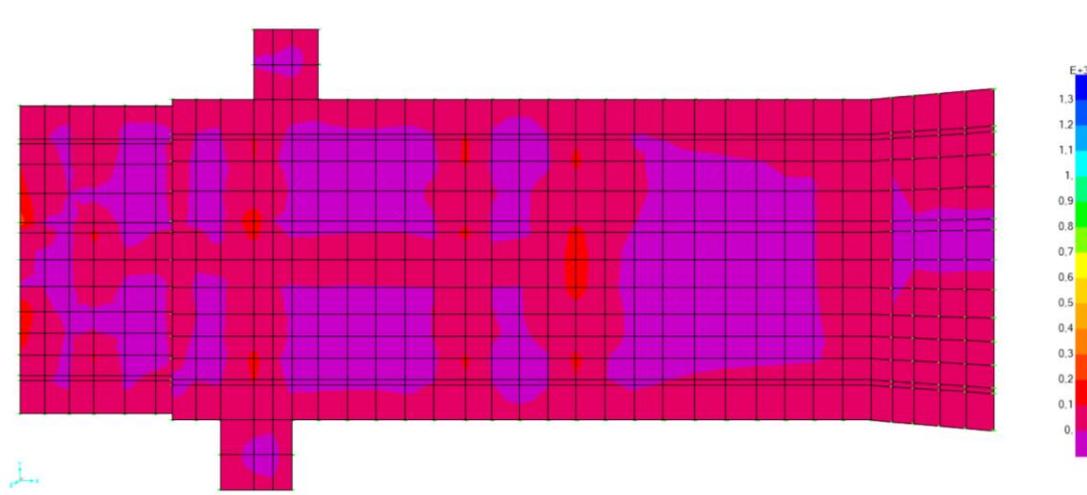
**Figura 7.23 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje intermédia. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolvente mínima**



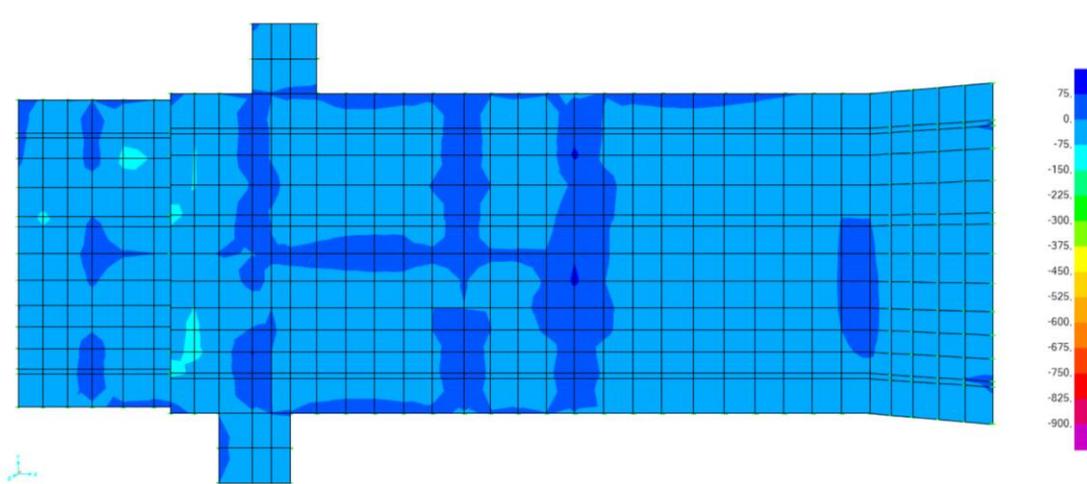
**Figura 7.24 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje de fundo. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolvente máxima**



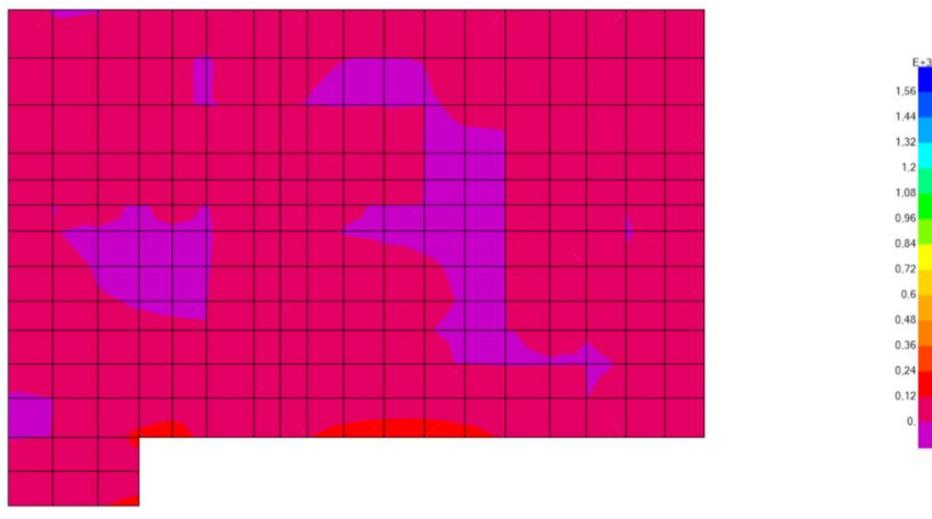
**Figura 7.25 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje de fundo. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolvente mínima**



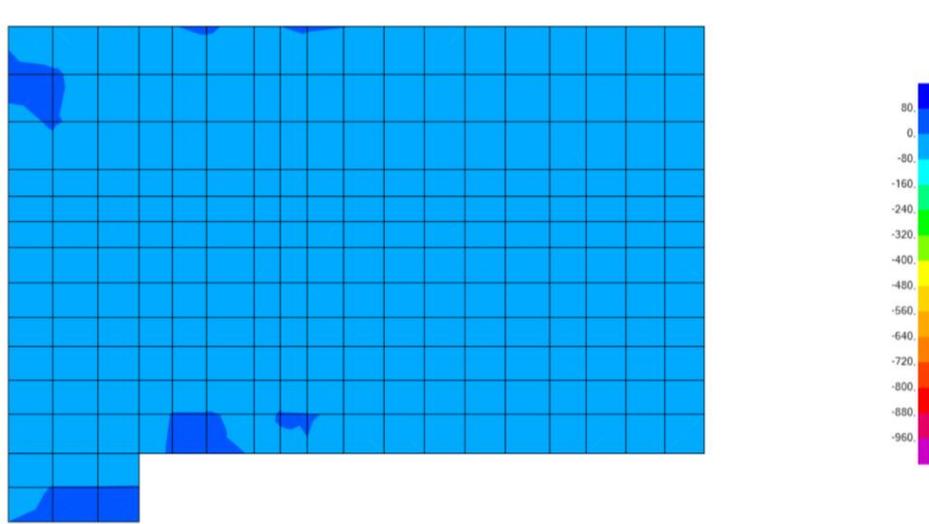
**Figura 7.26 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje de fundo. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolvente máxima**



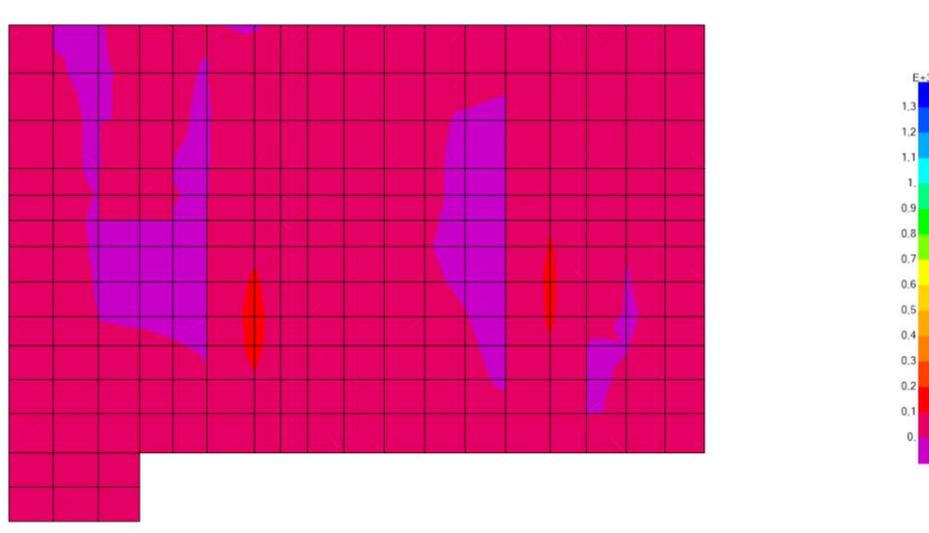
**Figura 7.27 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Laje de fundo. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolvente mínima**



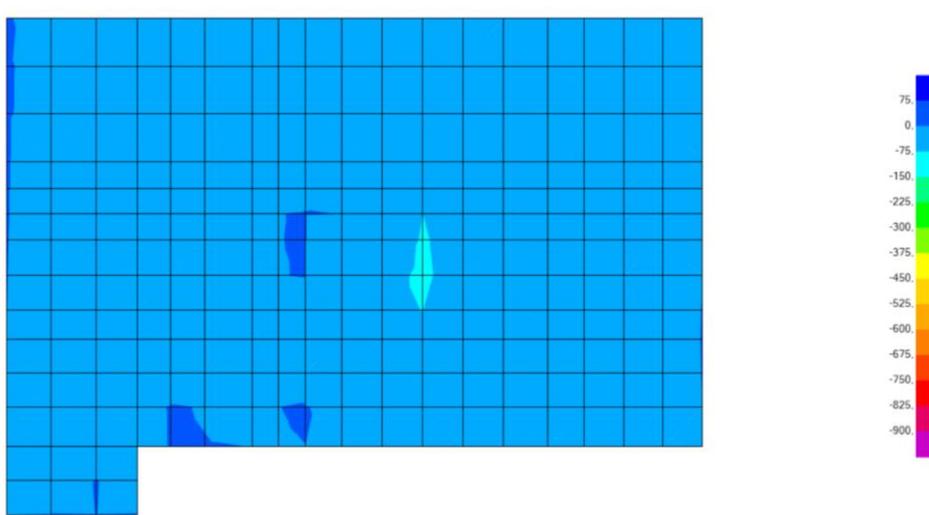
**Figura 7.28 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Paredes interiores. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolveinte máxima**



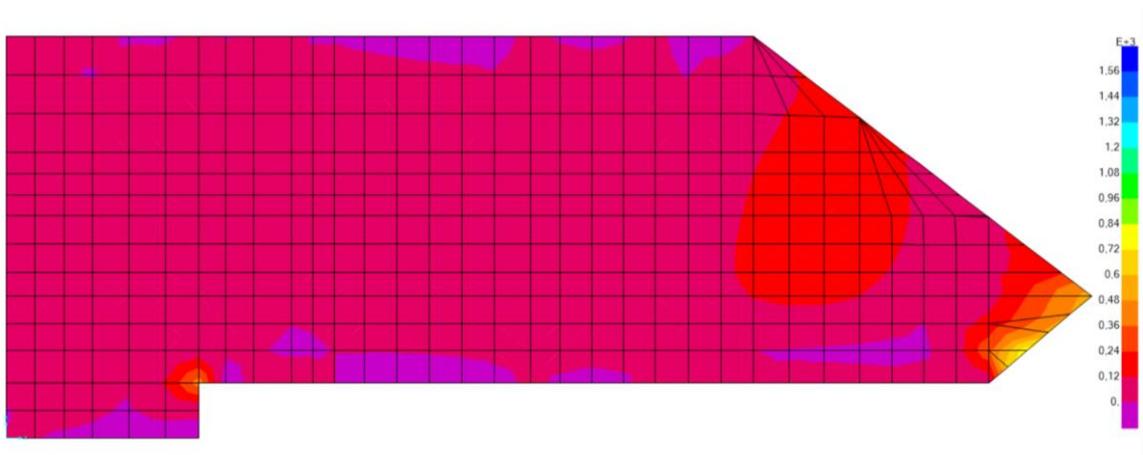
**Figura 7.29 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Paredes interiores. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envolveinte mínima**



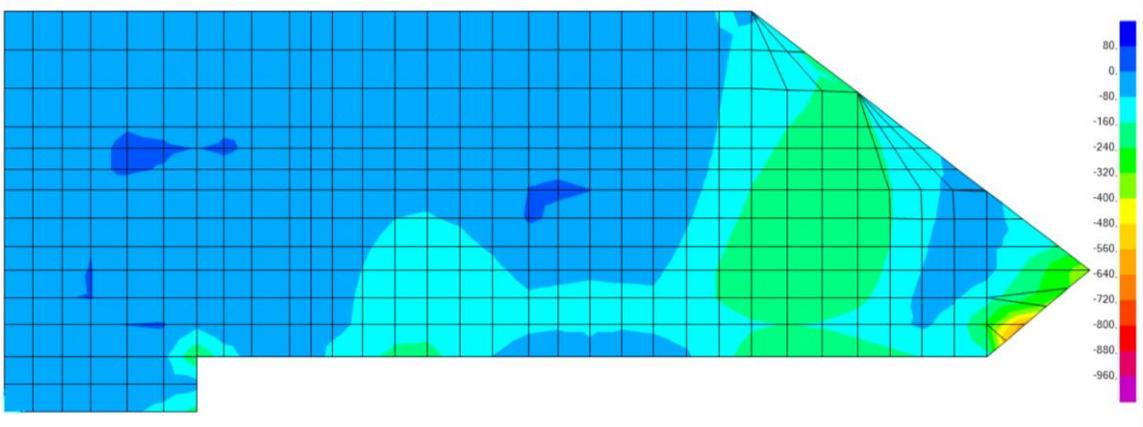
**Figura 7.30 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Paredes interiores. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolvente máxima**



**Figura 7.31 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Paredes interiores. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envolvente mínima**



**Figura 7.32 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Paredes exteriores. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envoltória máxima**



**Figura 7.33 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Paredes exteriores. Diagrama de Momentos Fletores Myy. Envoltória mínima**

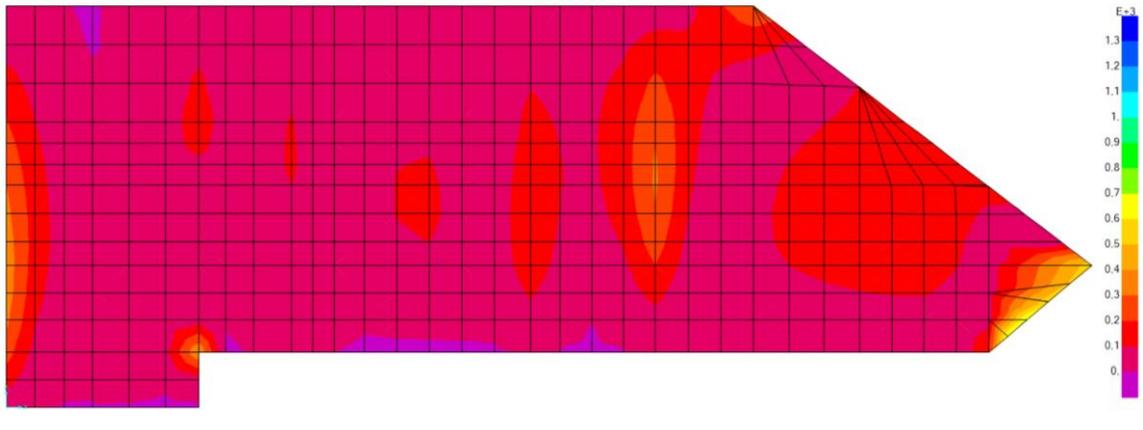


Figura 7.34 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Paredes exteriores. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envoltória máxima

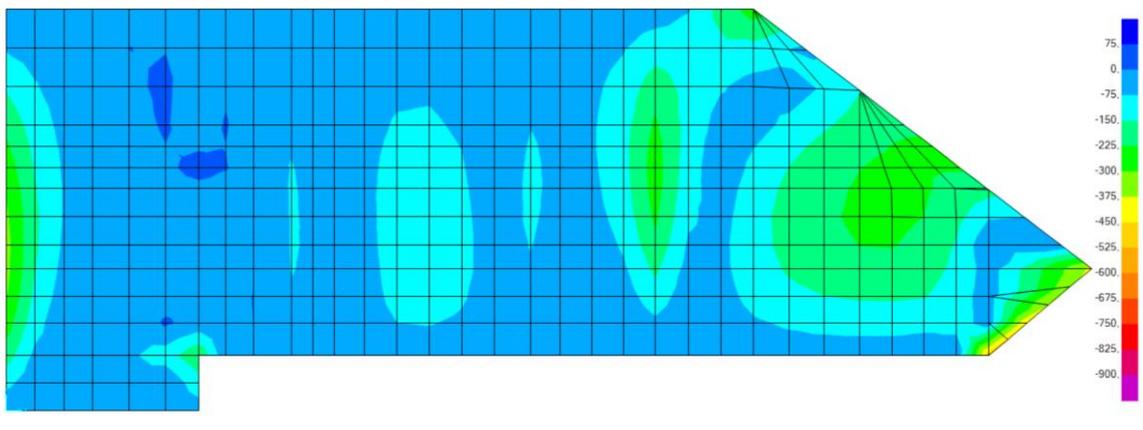


Figura 7.35 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Paredes exteriores. Diagrama de Momentos Fletores Mxx. Envoltória mínima

### 7.6.3 LAJE DE TOPO

O dimensionamento das armaduras apresenta-se no Quadro 7.4.

Quadro 7.4 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Dimensionamento laje de topo

- DIMENSIONAMENTO DA LAJE DE TOPO -

secção		b (m)	h (m)	d (m)	Msd <sup>-</sup> (kNm/m)	Msd <sup>+</sup> (kNm/m)	Vsd (kN/m)	Vcd (kN/m)	Vod (kN/m)	Armaduras			Armaduras Adoptadas	
										As <sup>-</sup> (cm <sup>2</sup> /m)	As <sup>+</sup> (cm <sup>2</sup> /m)	Asw/s (cm <sup>2</sup> /mxm)	As <sup>-</sup>	As <sup>+</sup>
dir XX	Mmáx <sup>-</sup>	1,00	0,25	0,21	40,00			148,87	0,00	4,58	0,00	0,00	φ16//15	
	Mmáx <sup>+</sup>	1,00	0,25	0,21		20,00		148,87	0,00	0,00	2,24	0,00	φ16//15	
dir YY	Mmáx <sup>-</sup>	1,00	0,25	0,21	95,00			148,87	0,00	11,52	0,00	0,00	φ16//15	
	Mmáx <sup>+</sup>	1,00	0,25	0,21		35,00		148,87	0,00	0,00	3,98	0,00	φ16//15	

fcd (kN/m <sup>2</sup> )	20000
fsyd (kN/m <sup>2</sup> )	435000
τ1 (kN/m <sup>2</sup> )	850

A armadura mínima é obtida pela expressão:

$$A_{s_{\min}} = 0.12 \times \frac{b \times d}{100}$$

sendo:

- b – Largura;
- d – Altura útil.

#### 7.6.4 LAJE INTERMÉDIA

O dimensionamento das armaduras apresenta-se no Quadro 7.5.

**Quadro 7.5 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Dimensionamento laje intermédia**

- DIMENSIONAMENTO DA LAJE INTERMÉDIA -

seção		b (m)	h (m)	d (m)	Ms <sub>d</sub> <sup>-</sup> (kNm/m)	Ms <sub>d</sub> <sup>+</sup> (kNm/m)	Vs <sub>d</sub> (kN/m)	Vc <sub>d</sub> (kN/m)	V <sub>o</sub> d (kN/m)	Armaduras			Armaduras Adoptadas	
										As <sup>-</sup> (cm <sup>2</sup> /m)	As <sup>+</sup> (cm <sup>2</sup> /m)	As <sub>w</sub> /s (cm <sup>2</sup> /mxm)	As <sup>-</sup>	As <sup>+</sup>
dir XX	Mmáx <sup>-</sup>	1,00	0,25	0,21	45,00			148,87	0,00	5,18	0,00	0,00	φ12//.15	
	Mmáx <sup>+</sup>	1,00	0,25	0,21		50,00		148,87	0,00	0,00	5,78	0,00	φ12//.15	
dir YY	Mmáx <sup>-</sup>	1,00	0,25	0,21	10,00			148,87	0,00	1,11	0,00	0,00	φ12//.15	
	Mmáx <sup>+</sup>	1,00	0,25	0,21		10,00		148,87	0,00	0,00	1,11	0,00	φ12//.15	

f<sub>cd</sub> (kN/m<sup>2</sup>) 20000  
f<sub>syd</sub> (kN/m<sup>2</sup>) 435000  
τ<sub>1</sub> (kN/m<sup>2</sup>) 850

A armadura mínima é obtida pela expressão:

$$A_{s_{\min}} = 0.12 \times \frac{b \times d}{100}$$

sendo:

- b – Largura;
- d – Altura útil.

#### 7.6.5 LAJE DE FUNDO

O dimensionamento das armaduras apresenta-se no Quadro 7.6

**Quadro 7.6 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Dimensionamento laje de fundo**

- DIMENSIONAMENTO DA LAJE DE FUNDO -

seção		b (m)	h (m)	d (m)	Msd (kNm/m)	Msd+ (kNm/m)	Vsd (kN/m)	Vcd (kN/m)	Vod (kN/m)	Armaduras			Armaduras Adoptadas	
										As- (cm²/m)	As+ (cm²/m)	Asw/s (cm²/mxm)	As- As-	As+ As+
dir XX	Mmáx-	1,00	0,40	0,36	100,00			227,66	0,00	6,63	0,00	0,00	φ16//.125	
	Mmáx+	1,00	0,40	0,36		120,00		227,66	0,00	0,00	8,02	0,00	φ16//.125	
dir YY	Mmáx-	1,00	0,40	0,36	125,00			227,66	0,00	8,37	0,00	0,00	φ16//.125	
	Mmáx+	1,00	0,40	0,36		165,00		227,66	0,00	0,00	11,21	0,00	φ16//.125	

fcd (kN/m²) 20000  
fsyd (kN/m²) 435000  
τ1 (kN/m²) 850

A armadura mínima é obtida pela expressão:

$$A_{s_{\min}} = 0.12 \times \frac{b \times d}{100}$$

sendo:

- b – Largura;
- d – Altura útil.

### 7.6.6 PAREDES INTERIORES

O dimensionamento das armaduras apresenta-se no Quadro 7.7.

**Quadro 7.7 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Dimensionamento das paredes interiores**

- DIMENSIONAMENTO DA PAREDE INTERIOR -

seção		b (m)	h (m)	d (m)	Msd (kNm/m)	Msd+ (kNm/m)	Vsd (kN/m)	Vcd (kN/m)	Vod (kN/m)	Armaduras			Armaduras Adoptadas	
										As- (cm²/m)	As+ (cm²/m)	Asw/s (cm²/mxm)	As- As-	As+ As+
dir XX	Mmáx-	1,00	0,40	0,36	80,00			227,66	0,00	5,27	0,00	0,00	φ16//.125	
	Mmáx+	1,00	0,40	0,36		135,00		227,66	0,00	0,00	9,07	0,00	φ16//.125	
dir YY	Mmáx-	1,00	0,40	0,36	80,00			227,66	0,00	5,27	0,00	0,00	φ16//.125	
	Mmáx+	1,00	0,40	0,36		200,00		227,66	0,00	0,00	13,76	0,00	φ16//.125	

fcd (kN/m²) 20000  
fsyd (kN/m²) 435000  
τ1 (kN/m²) 850

A armadura mínima é obtida pela expressão:

$$A_{s_{\min}} = 0.12 \times \frac{b \times d}{100}$$

sendo:

- b – Largura;
- d – Altura útil.

## 7.6.7 PAREDES EXTERIORES

O dimensionamento das armaduras apresenta-se no Quadro 7.8

**Quadro 7.8 – Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança - Dimensionamento das paredes exteriores**

- DIMENSIONAMENTO DA PAREDE EXTERIOR -

seção		b (m)	h (m)	d (m)	Msd (kNm/m)	Msd* (kNm/m)	Vsd (kN/m)	Vcd (kN/m)	V0d (kN/m)	Armaduras			Armaduras Adoptadas	
										As- (cm <sup>2</sup> /m)	As+ (cm <sup>2</sup> /m)	Asw/s (cm <sup>2</sup> /mxm)	As- (cm <sup>2</sup> /m)	As+ (cm <sup>2</sup> /m)
dir XX	Mmáx-	1,00	0,80	0,76	320,00			387,60	0,00	9,95	0,00	0,00	φ16//.125	
	Mmáx+	1,00	0,80	0,76		350,00		387,60	0,00	0,00	10,91	0,00	φ16//.125	
dir YY	Mmáx-	1,00	0,80	0,76	240,00			387,60	0,00	7,41	0,00	0,00	φ16//.125	
	Mmáx+	1,00	0,80	0,76		190,00		387,60	0,00	0,00	5,84	0,00	φ16//.125	

fcd (kN/m <sup>2</sup> )	20000
fsyd (kN/m <sup>2</sup> )	435000
τ1 (kN/m <sup>2</sup> )	850

A armadura mínima é obtida pela expressão:

$$A_{s_{\min}} = 0.12 \times \frac{b \times d}{100}$$

sendo:

- b – Largura;
- d – Altura útil.



## 8 EQUIPAMENTO HIDROMECAÂNICO E INSTRUMENTAÇÃO

### 8.1 ESTRUTURA DE ENTRADA

#### 8.1.1 VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO

Na câmara de válvulas da estrutura de entrada será instalada uma válvula de seccionamento DN 1500, incluindo o respetivo circuito de “by-pass” equipados com válvulas DN 300.

A válvula de seccionamento DN 1500 será do tipo borboleta, flangeada, com obturador excêntrico e para uma pressão de serviço de 1,0 MPa. O acionamento desta válvula deverá ser elétrico, isto é, deverá ser equipada com atuador elétrico. A válvula deverá ter indicação visual da posição do obturador e o atuador deverá dispor de fins de curso para as posições de válvula aberta e válvula fechada.

A válvula de seccionamento do circuito de “by-pass”, DN 300, será de cunha elástica e com acionamento manual.

#### 8.1.2 JUNTAS

Serão instaladas juntas rígidas de montagem (auto-travadas) junto às válvulas de forma a facilitar a sua montagem e a desmontagem, garantido a continuidade de transmissão de esforços hidráulicas.

As juntas deverão ter DN 1500 e DN 300, e deverão ser dimensionadas para uma pressão de serviço de 1,0 MPa (PN 10).

Na câmara das juntas mecânicas flexíveis serão instaladas duas juntas, de modo a permitir o ajustamento a eventuais assentamentos diferenciais que possam ocorrer causados por pequenos deslocamentos das estruturas de betão.

As juntas mecânicas flexíveis deverão ser dimensionadas para uma pressão de serviço de 1,0 MPa (PN 10) e diâmetro DN 1500. Cada junta deverá ser auto-portante no troço entre duas juntas mecânicas flexíveis.

## 8.2 TOMADA DE ÁGUA

### 8.2.1 GRELHAS METÁLICAS

A montante das comportas vagão serão instaladas grelhas metálicas amovíveis para proteção das comportas e das câmaras onde se encontram instalados os tamisadores. As grelhas deverão apresentar as seguintes características gerais:

- Vão útil a obturar – 2,0 x 2,0 m;
- Barracas verticais espaçadas entre si de 30 mm;
- Suspensão constituída por barras de aço, sendo a grelha retirada e instalada através do pórtico existente na plataforma de manobra;
- Cota da plataforma de manobra: 272,00 m;
- Cota da soleira: 263,30 m.

As peças fixas das grelhas serão essencialmente em aço, constituídas por dois guiamentos laterais, por dois caminhos laterais de deslizamento (um em lado da grelha) uma soleira e uma travessa frontal no topo do orifício a proteger. Os caminhos de deslizamento e a travessa frontal de encosto do quadro das grelhas serão constituídos por uma chapa em aço inoxidável, soldada num perfilado em aço embebido no betão de segunda fase, fixo e alinhado através de varetas roscadas.

O caminho de deslizamento servirá não só para encosto e deslizamento como também para travamento da grelha, evitando a sua vibração. O caminho de deslizamento prolongar-se-á até à plataforma de manobra, admitindo-se que o prolongamento se faça com um único perfilado.

O tabuleiro da grelha deverá ser constituído por um quadro de fixação e pelo painel de barras.

O quadro será constituído por quatro segmentos de perfilados tipo U intersoldados nas suas extremidades. Para reforço do quadro deverão prever-se pelo menos mais dois perfilados tipo INP ou U intermédios e soldados nas extremidades ao quadro da grelha. O quadro da grelha deverá ser equipado superiormente, com olhal macho, colocado no plano central do mesmo, constituído por barra grossa e destinando-se à ligação superior às barras de suspensão.

O painel das grelhas será constituído por barras de secção retangular 80x10 mm<sup>2</sup>, ficando afastadas entre si de 30 mm (espaço útil entre barras, recomendo pelo fabricante dos tamisadores) e afastadas entre eixos de 40 mm.

As barras deverão ficar colocadas em planos verticais paralelos e com a sua maior dimensão disposta paralelamente ao escoamento da água. As barras deverão ser fixadas pelo menos por

quatro tirantes transversais, ou tirantes e espaçadores, com a finalidade de lhes garantir a respetiva estabilidade em relação à ressonância provocada pela velocidade do escoamento.

O comportamento vibratório das grelhas deve ser analisado pela teoria de LEVIN de modo a eliminar os riscos de fadiga.

A suspensão será constituída por várias barras de suspensão interligadas por cavilhões de aço inoxidável. Cada barra de suspensão deverá ser reforçada nas suas extremidades com um olhal macho e com um olhal fêmea para permitir a sua interligação.

A extremidade superior de cada barra será ainda equipada junto ao olhal macho com duas barras colocadas no sentido do orifício e destinadas a permitir a calagem da suspensão na plataforma de manobra, aquando das manobras de colocação ou retirada da grelha.

## 8.2.2 COMPORTAS VAGÃO

A estrutura da tomada de água será equipada com quatro comportas vagão. Cada comporta deverá apresentar as seguintes características gerais:

- Comporta do tipo vagão com estanquidade simples a jusante, que poderá ser atuada em carga;
- Vão útil a obturar – 2,0 m x 2,0 m;
- Suspensão constituída por barras em aço, peanha e órgão de manobra constituído por cremalheira e atuador elétrico;
- Cota da plataforma de manobra e assentamento da peanha: 272,00 m;
- Nível máximo de água no reservatório: 271,10 m;
- Cota da soleira: 263,30 m e 261,90 m;

A função destas comportas é permitir o seccionamento total das câmaras onde se encontram instalados os tamisadores de banda rotativa. Em situação de funcionamento normal as comportas estarão totalmente abertas.

As comportas terão assim apenas duas posições: totalmente abertas ou totalmente fechadas. Sendo assim, não permitirão a regulação do caudal admitido na conduta principal de rega.

Quando totalmente aberta, cada comporta ficará suspensa e com o bordo inferior um pouco acima do bordo superior do respetivo orifício, de modo a não perturbar o escoamento no orifício de entrada para a câmara do tamisador ou na saída do mesmo.

As peças fixas das comportas serão essencialmente constituídas por dois caminhos de rolamento, dois guiamentos laterais, soleira e duas travessas frontais.

O caminho de rolamento servirá não só para encosto e deslizamento como também para igual função em relação aos elementos da vedação do tabuleiro da comporta. Os caminhos de rolamento e deslizamento das estanqueidades deverá ser constituído por chapas em aço inoxidável soldadas em perfilados de aço fixos aos betões de segunda fase através de chumbadouros e varetas roscadas.

A existência de duas travessas frontais explica-se pelo facto dos elementos de vedação terem sedes, quer na sua posição de fecho, quer na sua posição de abertura.

Os guiamentos laterais dever-se-ão estender também na zona das duas alturas do caminho de rolamento, com também posteriormente estender-se até à plataforma de manobra.

Admite-se que a extensão até à plataforma de manobra se faça com um único perfilado que sirva de guiamento lateral.

O tabuleiro das comportas deverá ser essencialmente constituído por uma chapa de face plana, com rigidez suficiente para suportar dentro dos limites de segurança, a carga hidráulica máxima, e será reforçada lateral, superior e inferiormente por barras para suporte dos elementos de vedação e para respetivo apoio nas peças fixas, sendo também reforçado por pelo menos dois perfilados intermédios em aço do tipo HEB. O tabuleiro das comportas deverá ter fundo inclinado.

O tabuleiros deverão ser equipados superiormente, com olhal, colocado no plano central do mesmos, constituídos por barra grossa e destinando-se à ligação superior às barras de suspensão.

A suspensão será o elemento de ligação entre o órgão de manobra e o tabuleiro da comporta. Deverá ser constituída por várias barras de suspensão interligadas por cavilhões de aço inoxidável.

Cada barra de suspensão deverá ser reforçada nas suas extremidades com um olhal macho e com um olhal fêmea para permitir a sua interligação.

A extremidade superior de cada barra será ainda equipada junto ao olhal macho com duas barras colocadas no sentido do orifício e destinadas a permitir a calagem da suspensão na plataforma de manobra, aquando das manobras de colocação ou retirada do tabuleiro.

O órgão de manobra deverá ser constituído por um servo motor elétrico e uma cremalheira, que atuará na última barra, que para o efeito será “dentada” e deverá ficar montada em cima de uma peanha da plataforma de manobra.

Cada comporta vagão será equipada com três fins de curso: o primeiro relativo a comporta totalmente fechada; o segundo relativo a uma abertura da comporta de 5% da abertura total; e o terceiro relativo à abertura total da comporta.

O atuador de manobra do tabuleiro deverá ter capacidade que corresponda à abertura com águas não equilibradas, isto é, deverá permitir o fecho e a abertura da comporta em carga.

A velocidade de abertura e de fecho de cada comporta deverá ser da ordem de 0,50 a 0,60 m/minuto.

Os atuadores elétricos deverão poder ser atuados localmente através da caixa de comando local ou a partir do quadro geral situado no posto de comando.

### 8.2.3 COMPORTAS MURAIS

Nas câmaras dos tamisadores existirão dois orifícios (um por câmara) com a soleira à cota 263,45 (15 cm acima da cota da laje de fundo) com 400 mm de diâmetro, obturados por comportas murais de corrediça.

Estes orifícios permitirão o esvaziamento das câmaras. No caso do tamisador localizado a norte, o caudal será descarregado para a câmara a jusante do sifão de segurança, e no caso do tamisador localizado a sul, o caudal será descarregado para uma câmara adjacente à câmara do tamisador.

Estas comportas permitirão o esvaziamento das câmaras dos tamisadores e, caso seja necessário, contribuir também para o esvaziamento do reservatório, com reforço do caudal descarregado pela descarga de fundo do reservatório.

Cada comporta mural deverá apresentar as seguintes características gerais:

- Comporta mural com estanqueidade simples, podendo ser atuada em carga;
- Vão a proteger no plano com diâmetro útil de 400 mm;
- Soleira à cota 263,45 m;
- Nível de Pleno Armazenamento no reservatório à cota 271,00 m;
- Plataforma de manobra situada à cota 272,00 m;
- Órgão de manobra constituído por mecanismo de fuso, desmultiplicador e volante ou manivela.

O corpo guias e obturador serão em ferro fundido e a vedação é do tipo metal-metal sendo a sede em bronze. Em alternativa a vedação poderá borracha-metal.

O caminho de deslizamento deverá ter um comprimento igual a duas vezes a altura do orifício, estendendo-se no orifício a obturar e numa altura para cima deste mesmo orifício.

A atuação é feita por meio de fuso rotativo em aço inoxidável que rosca numa porca em bronze solidária com o obturador.

O veio de suspensão e acionamento do tabuleiro deverá ser em aço inoxidável com diâmetro que permita a manobra do tabuleiro da comporta em carga e que não faça qualquer flecha aquando do fecho da comporta.

O veio deverá ter vários apoios e guiamentos, com afastamento máximo entre si da ordem de 1,50 m, devendo os apoios ser fixos à parede da câmara.

O tabuleiro das comportas será em ferro fundido com rigidez suficiente para suportar dentro dos limites de segurança uma carga hidráulica máxima correspondente a 8,0 m de coluna de água.

O órgão de manobra é composto pelo veio de acionamento e respetivos suportes de fixação à parede e pelo pedestal de apoio da caixa desmultiplicadora.

O órgão de manobra das comportas será, portanto, constituído por caixa desmultiplicadora comandada por volante, e deverá ter capacidade que corresponda à abertura com águas não equilibradas, isto é, deverá permitir o fecho e a abertura da comporta em carga.

O esforço máximo necessário para atuar a manivela ou volante, não deverá ser superior a 200 N (20 kgf).

## **8.2.4 TAMISADORES DE BANDA ROTATIVA**

### **8.2.4.1 CONSTITUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS**

Para filtração da água para rega, tal como se referiu anteriormente, a tomada de água será equipada com dois tamisadores de banda rotativa contínua.

Cada tamisador terá uma capacidade filtração de 2,208 m<sup>3</sup>/s (7 949 m<sup>3</sup>/h) para o nível mínimo de água a montante situado à cota 266,00 m. Visto que a laje de fundo das câmaras dos tamisadores se encontrarão à cota 263,30 m, a altura mínima de água a montante será de 2,70 m.

Os tamisadores serão instalados em câmaras com largura de 4,0 m e 2,0 m de comprimento.

Cada tamisador deverá apresentar as seguintes características gerais:

- Tipo de tamisador: Banda rotativa (travelling band screen) do tipo “in-out” com entrada de água central e bifluxo à saída (center flow type);
- Caudal a filtrar: 2,208 m<sup>3</sup>/s (7 949 m<sup>3</sup>/h);
- Malha filtrante: 1,5 x 1,5 mm;
- Largura da câmara de instalação: 4 m;
- Cota de soleira da câmara de instalação: 263,3 m;
- Cota da plataforma de instalação: 272,0 m;
- Nível mínimo de água a montante: 266,0 m;
- Altura mínima de água: 2,70 m;
- Cota do nível máximo de água a montante: 271,16 m;
- Altura total da câmara: 8,70 m;
- Comprimento dos painéis no sentido do escoamento: 2,0 m;
- Caudal de lavagem: 24 m<sup>3</sup>/h
- Pressão de funcionamento dos aspersores do sistema de lavagem: 3,0 bar
- Grupo eletrobomba para alimentação do sistema de lavagem (para cada tamisador): grupo submersível em aço inoxidável para Q = 24 m<sup>3</sup>/h, H<sub>man</sub> = 40,5 m.c.a. (pressão de serviço nos aspersores – 30 m, altura geométrica de elevação – 8,5 m, perdas de carga nos circuitos hidráulicos 2 m); P = 4 kW;
- Alarme para perda de carga excessiva: 0,25 m.

Cada tamisador consistirá numa área de filtração contínua, articulada e rotativa que divide a câmara onde será instalado em dois compartimentos. A água passa do compartimento interior para o compartimento exterior através dos painéis de rede com malha de 1,5 mm, dispondo as partes móveis de um mecanismo de vedação que impede que a água bruta comunique com a água filtrada.

As características dos grupos eletrobomba para alimentação do sistema de lavagem deverão ser ajustadas de acordo com o fabricante.

Os tamisadores deverão ser constituídos pelo seguinte equipamento:

- Estrutura de base que será instalada na plataforma de manobra, que inclui o veio principal, equipado com duas rodas dentadas com uma linha de dentes substituíveis. As chumaceiras, ajustáveis em altura por meio de parafusos deverão ser equipadas com casquilhos sintéticos intermutáveis;
- A superfície de filtração, que é fixa nas correntes principais, deverá incluir os painéis filtrantes, os esquadros estruturais, e uma rede de filtração montada nos painéis

filtrantes e nos quadros estruturais, com vedantes de borracha intermutáveis e elevador de detritos;

- As correntes transportadoras com barras laterais sem manutenção, desmontáveis, barras laterais, pinos e buchas endurecidas por tratamento térmico, e roletes em poliamida;
- Guias com seções inferiores curvadas para integrar na construção civil e suportarem os impulsos, incluindo chapas e fita de selagem;
- Unidade motora com redutor sem-fim, motorreductor e limitador de binário, com fim de curso;
- O sistema de lavagem, constituído por tubagens com flanges em aço inoxidável e pulverizadores planos pressostato, manómetro, válvula de corte, sistema de limpeza dos bicos incorporado e descarga de águas sujas;
- Calha de recolha de detritos com descarregador e suportes;
- Condução para limpeza da calha, desde a linha de pulverizadores até à calha de recolha de águas sujas incluindo válvula de corte.
- Bombas submersíveis na câmara a jusante do tamisador com água limpa e condutas em aço inoxidável para ligação ao sistema de limpeza integrado no tamisador;
- Canópia com portas de visita.

As perdas de carga máximas e as velocidades médias de escoamento através do tamisador, para o NME no reservatório, isto é para uma altura de água mínima igual a 2,7 m, apresentam-se no quadro seguinte.

**Quadro 8.1 – Características hidráulicas dos tamisadores**

Grau de colmatção (%)	Perda de Carga (mca)	Velocidade do Escoamento (m/s)
0	0,045	0,43
10	0,056	0,48
20	0,071	0,54
30	0,093	0,62
40	0,126	0,72
50	0,182	0,86

#### 8.2.4.2 MODO DE FUNCIONAMENTO

A limpeza de cada tamisador poderá ser desencadeada automaticamente por temporizador (intervalo entre limpezas, valor que deverá ser parametrizável no quadro elétrico), poderá também ser efetuada pelo diferencial de perda de carga, e por operação manual através do quadro elétrico.

A banda filtrante está normalmente parada e os detritos vão-se acumulando na superfície interior dos painéis, provocando uma perda de carga. O estado de colmatação do tamisador é controlado por equipamento de medição da diferença do nível de água a montante e a jusante do tamisador, que monitoriza os ciclos operativos.

No modo de limpeza por perda de carga, quando a perda de carga atinge o valor de 0,13 m, o tamisador deverá arrancar na velocidade mais baixa assim como o fornecimento de água de lavagem. Quando a perda de carga atinge o valor de 0,18 m a velocidade deverá ser aumentada, e caso a perda de carga atinja o valor de 0,25 m será emitido um sinal de alarme.

Quando os painéis filtrantes atingem o topo superior, acima da plataforma de manobra, o sistema de “back-washing” (lavagem de fora para dentro) remove os detritos retidos no interior dos painéis que caem para uma caleira de recolha central.

O painel de controlo deverá permitir, portanto, a operação automática da instalação, e também a sua utilização manual. O princípio de funcionamento de cada tamisador deverá ser o seguinte:

- O tamisador pode arrancar por sinais de perda de carga, por operação manual, e por temporizador;
- O tamisador deverá estar parado quando não se verificar consumo de água;
- Deverá ser possível a operação manual contínua, permanente;
- O tamisador deverá permitir o funcionamento com 2 velocidades;
- Quando o tamisador começa a funcionar (1ª velocidade), o sistema de lavagem deverá entrar também em funcionamento;
- Após o desaparecimento do sinal de arranque, tanto a rotação na 1ª velocidade como a lavagem são mantidas durante pelo menos mais 1,3 rotações;
- Caso o sinal de perda de carga implique a 2ª velocidade o tamisador fará automaticamente essa seleção. A água de lavagem mantém-se, assim como o fecho após 1,3 rotações;
- Quando em operação manual permanente (1ª velocidade) o tamisador mudará automaticamente para a 2ª velocidade, se necessário;
- O tamisador deverá estar protegido contra sobrecargas, por um mecanismo de limitação de binário. O motor deverá estar igualmente protegido contra sobrecarga térmica;
- Quando o tamisador pára, o fornecimento de água de lavagem pára também;
- Deverá ser gerado um alarme para perda de carga excessiva para valor igual ou superior a 0,25 m;

- Em caso de perda de carga excessiva, que seja passível de danificar permanentemente o tamisador, deverá ser disponibilizado um sinal para o quadro geral de forma a promover a paragem do sistema e o fecho de todos os hidrantes da rede de rega.

O indicador de perda de carga deverá medir a diferença de nível de água a montante e jusante e deverá indicar a perda de carga, monitorizar os ciclos operativos, através de contactores e medir continuamente os níveis de água.

O indicador de perda de carga deverá ser constituído por dois sensores para medição do nível de água 0 a 8,5 m e respetivos cabos, um transmissor inteligente monitorizado por microprocessador para medição contínua do nível com sinal de saída 4 a 20 mA e display LCD.

O sistema de lavagem deverá ser constituído por bomba própria (1 grupo eletrobomba submersível por cada tamisador), e um circuito hidráulico que permitirá a lavagem da banda rotativa. O sistema de limpeza deverá funcionar em simultâneo com o tamisador, mantendo-se em funcionamento até o tamisador parar.

A lavagem (“back-washing”) regenera o meio de filtragem, sendo de extrema importância a sua montagem, pois dela depende a fiabilidade da instalação.

O caudal de lavagem mínimo deverá ser da ordem de 24 m<sup>3</sup>/h, a pressão requerida nos aspersores de limpeza deverá ser de 3 bar, devendo existir um sistema de deteção de baixa pressão do circuito de lavagem, quando a pressão seja igual ou inferior aquele valor.

As perdas de carga no tamisador variam com o grau de colmatação deste, assumindo-se como valores máximos os indicados no Quadro 8.1.

### **8.3 DESCARREGADOR DE SEGURANÇA. SIFÃO DE FERRA AUTOMÁTICA**

Para proteção do reservatório definiu-se uma estrutura de segurança constituída por 1 sifão de ferra automática (SI 1400), com capacidade para descarregar 1,4 m<sup>3</sup>/s.

Quando se verifica uma sobrelevação acidental dos níveis de água no reservatório acima da cota 271,10 m, o sifão entra em funcionamento de uma forma automática, descarregando o caudal necessário até reposição daquele nível.

À medida que o nível de água no reservatório se eleva acima do nível máximo, o escoamento através do sifão passa por três fases: funcionamento em regime livre, como descarregador de superfície; funcionamento parcializado; e funcionamento como orifício, com o sifão totalmente ferrado. A transição entre estes estados é progressiva devido à existência de um orifício de parcialização e de um “bico” de ferra.

Os sifões de ferra automática encontram-se normalizados, pelo que a definição de formas da construção civil foi efetuada tendo em consideração as indicações dos fabricantes.

O sifão de ferra automática será constituído por uma estrutura metálica soldada a partir de perfis e chapa de aço carbono. A sua geometria deve estar de acordo com a parametrização normalizada e a precisão de fabrico será rigorosa, para poder assegurar as fases de arranque até ao funcionamento com o sifão ferrado.

Caberá igualmente ao fornecedor do sifão a responsabilidade da definição definitiva das formas de construção civil requeridas para o seu funcionamento correto.

## **8.4 DESCARGA DE FUNDO**

### **8.4.1 TUBAGEM E ACESSÓRIOS**

A tubagem da descarga de fundo do reservatório será constituída por tubagem em PEAD DN 400 PN 10 com soldadura topo a topo. No trecho sob o aterro esta tubagem será envolvida em betão.

### **8.4.2 VÁLVULA DE GUILHOTINA E JUNTAS**

A conduta da descarga de fundo, à saída do reservatório, será equipada com uma válvula de guilhotina DN 400, PN 6. A válvula será composta por corpo flangeado, obturador (faca), veio, chumaceiras, empanque e atuador. As flanges da válvula deverão ser PN 10 para permitir a ligação às outras flanges e juntas que serão também PN 10.

A válvula será de passagem integral, de modo a facilitar o escoamento e passagem dos detritos e evitar riscos de obstrução, garantindo o fecho da válvula com estanquidade total.

A parte interior do corpo deverá ser totalmente lisa e contínua. Deverão ter cunhas e guias internas para permitir uma maior vedação no fechamento.

A faca deverá ser polida em ambos os lados para evitar travamentos e danos para a sede. A parte inferior da borda da faca será chanfrada para cortar através de sólidos e permitir uma maior vedação na posição fechada.

A sede deverá ser travada na parte interna do corpo da válvula através de um anel de retenção em aço inoxidável.

A válvula será de acionamento manual através de volante, e será equipada com fins de curso para a posição fechada e para a posição aberta.

Para desmontagem da válvula previu-se a instalação de uma junta de desmontagem auto-travada DN 400, PN 10.

## **8.5 INSTRUMENTAÇÃO**

### **8.5.1 MEDIDOR DE CAUDAL DO SISTEMA DE DRENAGEM INTERNO**

No coletor do sistema de drenagem interno do reservatório será instalado um medidor de caudal DN 300, PN 10. O medidor de caudal será do tipo eletromagnético, constituído por um elemento primário (sensor de medida), instalado na conduta, e por um elemento secundário (conversor de medida) de aplicação mural, e para instalação na parede da câmara da válvula da descarga de fundo.

Visto que o escoamento no coletor de descarga do sistema de drenagem interno se pode dar com superfície livre, o medidor de caudal deverá adequado para medição de caudais com superfície livre, isto é, com a conduta parcialmente cheia.

O medidor de caudal deverá também estar preparado para transmitir as medições de caudal ao autómato do posto de comando.

No autómato deverá ser programado um “set point” de caudal máximo (valor parametrizável na consola do autómato) de modo a que quando for atingido aquele caudal seja emitido um sinal de alarme, pois poderá ter ocorrido rasgamento da geomembrana de impermeabilização do reservatório.

### **8.5.2 MEDIDOR DE CAUDAL DA CONDUTA CP DA REDE DE REGA**

A jusante da tomada de água será instalado um medidor de caudal ultrassónico, com colocação das sondas no interior da conduta de betão DN 1800, para medição dos caudais aduzidos. As sondas estarão conectadas à unidade de medição de caudal, instalada na casa dos quadros elétricos dos tamisadores.

O medidor de caudal deverá estar preparado para transmitir as medições de caudal ao autómato do posto de comando.

### 8.5.3 MEDIDORES – TRANSMISSORES CONTÍNUOS DE NÍVEL

Para medição e transmissão do nível de água no reservatório de regularização deverá ser instalado na estrutura da tomada de água, a montante das grelhas, um medidor contínuo de nível de ondas eletromagnéticas.

O medidor será do tipo de ondas eletromagnéticas (tipo radar) sendo constituído por um sensor e por uma unidade de controlo. A gama de medição será de 0 m a 10,0 m. Este medidor será instalado num tubo de tranquilização em aço inoxidável com 85 mm de diâmetro, fixo à parede da tomada de água.

O medidor de nível deverá estar preparado para transmitir as medições de nível a um autómato.

Esta medidor de nível servirá, em primeira prioridade, para o comando do arranque e paragem dos grupos eletrobomba da Estação Elevatória do Pisão. Para o efeito, serão definidos no autómato da estação elevatória, níveis baixos de arranque e níveis altos de paragem.

Como redundância será também instalado um medidor transmissor contínuo de nível do tipo piezoresistivo no interior de tubagem em PVC-U fixa à parede da câmara da tomada de água, a montante das grelhas.

Este medidor de nível também permitirá, em segunda opção e por avaria do primeiro, o comando dos grupos eletrobomba.



## 9 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E AUTOMAÇÃO

### 9.1 CONSTITUIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

As instalações elétricas a construir são essencialmente constituídas por:

- Um murete técnico equipado com portinhola, quadro de contador e quadro de terras;
- Um Quadro Geral da Instalação (QG01);
- Um Quadro da Estrutura de Tomada de Água e Descarga de Segurança (QES01);
- Circuitos de força motriz e de comando;
- Circuitos de iluminação interior e exterior;
- Instalação de comando e instrumentação de medida e controlo;
- Rede de terras de proteção;
- Rede de cabos e caminhos de cabos.

As instalações elétricas do reservatório são apresentadas nos **Desenhos E01 a E07**.

### 9.2 BALANÇO DE POTÊNCIAS

Considerou-se para efeitos de dimensionamento da alimentação de energia o funcionamento simultâneo dos dois tamisadores, do pórtico rolante, válvula de borboleta (motorizada) de entrada, instalação de iluminação e tomadas e auxiliares gerais (carregadores de baterias).

Considerou-se que as bombas de lavagem dos tamisadores terão arranque por arrancador suave para reduzir o impacto do arranque das mesmas na instalação.

A potência a contratar será de 41,4kVA.

### 9.3 ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA

A instalação será alimentada em baixa tensão normal, a partir de um Posto de Transformação Público que será instalado pelo distribuidor.

Junto da entrada será construído um murete técnico equipado com uma Portinhola P100, equipada com 3 bases para fusíveis e barra de neutro, de acordo com a norma DMA-C62-807/N da E-Redes e dotada de fechadura E-Redes.

Para a instalação do contador será instalada caixa apropriada, de acordo com o “Manual de Ligações à Rede Elétrica de Serviço Público”, da E-Redes.

A portinhola e caixa para instalação do contador deverão ser da classe II de isolamento de acordo com o definido nas secções 803.2.2 e 413.2 das RTIEBT.

## 9.4 QUADROS ELÉTRICOS

Serão instalados dois quadros elétricos principais:

- QG01, localizado no Posto de Comando e que terá por função a alimentação do QES01, alimentação e comando da válvula de borboleta motorizada da estrutura de entrada, receção dos sinais do medidor de caudal da drenagem interna e da válvula da descarga de fundo e alimentação dos circuitos de iluminação e tomadas, como indicado nos esquemas unifilares respetivos. Será equipado com um autómato programável para permitir o comando automático das instalações e sinalização do estado das mesmas e a comunicação com a supervisão a instalar na EE do Crato.
- QES01, que terá por função a alimentação e comando dos equipamentos da estrutura de tomada de água e descarga de segurança, nomeadamente tamisadores, comportas vagão, circuitos de iluminação e tomadas, como indicado nos esquemas unifilares respetivos. Será equipado com um autómato programável para permitir o comando automático das instalações e sinalização do estado das mesmas e a comunicação com o autómato instalado no QE01.

Os painéis dos quadros deverão ser de acesso frontal, com portas com chave tipo armário, sendo o QE01 para fixação mural e o QES para fixação ao solo sobre maciço de betão. A entrada e saída de cabos será realizada pela parte inferior dos quadros, sendo o respetivo índice de proteção não inferior a IP44 e o índice de robustez não inferior a IK08. Os quadros elétricos serão em poliéster reforçado com fibra de vidro, da classe II de isolamento.

O comando das instalações será feito em automático a partir dos autómatos a instalar nos quadros. Os quadros devem indicar ao operador o estado de algumas variáveis da instalação e permitir o comando manual de alguns equipamentos a partir dos botões de comando e dos dispositivos de sinalização instalados nas portas.

Deve ser instalado, pelo menos, o seguinte equipamento de indicação, sinalização e comando:

### QG01

- Geral:
  - 1 botoneira de ensaio de lâmpadas
  - 1 botoneira de aceitação de defeitos
  - 1 botoneira de corte de sinalizações

- Por válvula motorizada:
  - 1 selector manual / 0 / automático
  - 1 botoneira “abrir”
  - 1 botoneira “fechar”
  - 3 sinalizadores luminosos “aberta /fechada/defeito”
- Por válvula manual:
  - 2 sinalizadores luminosos “aberta /fechada”
- Sinalizadores de:
  - Falta de tensão de 24V
  - Falta de tensão de 230V

#### QES01:

- Geral:
  - 1 botoneira de ensaio de lâmpadas
  - 1 botoneira de aceitação de defeitos
  - 1 botoneira de corte de sinalizações
- Por comporta vagão:
  - 1 selector manual / 0 / automático
  - 1 botoneira “abrir”
  - 1 botoneira “fechar”
  - 3 sinalizadores luminosos “aberta /fechada/defeito”
- Por válvula comporta manual:
  - 2 sinalizadores luminosos “aberta /fechada”
- Sinalizadores de:
  - Falta de tensão de 24V
  - Falta de tensão de 230V
  - Avaria do tamisador

Os comandos manuais devem ser completamente independentes do autómato e as sinalizações no quadro devem ser obtidas por contactos da aparelhagem de potência e não como saídas do autómato.

Os tamisadores terão comando próprio através de quadros elétricos oriundos do fabricante. As bombas de lavagem dos tamisadores, incluídas nos quadros dos tamisadores deverão ter arranque por arrancador suave para minimizar o impacto do arranque das mesmas, na instalação.

## 9.5 CONJUNTOS CARREGADOR-BATERIA DE 24V

Será instalado em cada um dos quadros um conjunto carregador bateria com a função de alimentar a instrumentação e o equipamento de automação.

Os carregadores deverão ter indicação de avaria através de um contacto livre de potencial.

## 9.6 AUTÓMATOS PROGRAMÁVEIS

O QE01 e o QES01 serão equipados com um autómato programável, que terão por função o controlo automático dos equipamentos.

A programação será efetuada por lista de instruções ou por blocos lógicos, devendo o autómato ser fornecido programado e testado de modo a executar as seguintes tarefas:

- Realização dos automatismos locais da instalação e respetivas seguranças.
- Comunicação por rede fibra ótica com a supervisão a instalar na estação elevatória, com redundância por GSM/GPRS
- Gestão e comunicação dos alarmes de funcionamento das instalações.

Os programas pormenorizados e definitivos dos automatismos a implementar no autómato deverão ser elaborados e analisados em fase de execução da obra, devendo ser propostos pelo Empreiteiro e merecer a aprovação do Dono de Obra.

Aquando da receção provisória a entidade adjudicante passa a ser a proprietária de todo o software desenvolvido devendo o adjudicatário, sem mais condições ou encargos, transferir todos os direitos de autor do software produzido para o Dono da obra.

Os sinais a processar pelo autómato do reservatório estão indicados nas listas de entrada/saídas, incluídas em anexo. O adjudicatário deverá adaptar a lista de sinais aos equipamentos que efetivamente vier a instalar. Os alarmes a enviar serão a indicar pelo dono de obra.

## 9.7 CONSOLAS TÁTEIS

Para simplificar a operação local e permitir saber o estado dos vários equipamentos, o valor das variáveis medidas será instalada em cada um dos quadros uma consola tátil, ligada na rede do autómato, onde serão representados sinópticos de todos os órgãos existentes.

O software a desenvolver deverá ter:

- Página entrada –identificação da estação e página de login;

- Página sinóptico hidráulico geral – informação genérica de todos os estados da instalação (discretos e analógicos-nível do reservatório e caudais)
- Páginas histórico alarmes –resumo de todos os alarmes;
- Página curva tendências – apresenta a representação das principais curvas de tendências (caudais e nível do reservatório) num período temporal a definir;
- Página detalhe por órgão a comandar – página pop up onde é apresentada a informação detalha do órgão associado

## 9.8 COMUNICAÇÕES

Será instalada uma rede de comunicações que deverá permitir as comunicações entre os autómatos a instalar. A rede de comunicações será baseada em cabos de fibra ótica, que interligarão os autómatos.

Os switch com fibra e os organizadores de fibra deverão ficar instalados no interior dos quadros dos autómatos.

Serão fornecidos switch industriais, com gestão.

A redundância das comunicações entre o reservatório e a estação elevatória será assegurada por uma ligação GSM. No quadro QE01 será instalado um router GPRS /3G.

## 9.9 SUPERVISÃO

A rede de automação do reservatório será integrada na supervisão SCADA da EE. O funcionamento do reservatório e da estação elevatória serão integrados. O SCADA será incluído e definido no projeto da estação elevatória.

## 9.10 CANALIZAÇÕES ELÉTRICAS

### 9.10.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As canalizações elétricas a executar compreenderão as ligações a partir dos quadros aos equipamentos elétricos e eletromecânicos, instrumentos de controlo e medida, às tomadas e armaduras de iluminação.

Os cabos a utilizar estão definidos quanto a tipo, secção, origem e destino nas listas de cabos que estão incluídas nas peças desenhadas. Os traçados dos cabos bem como o seu modo de instalação estão indicados nas peças desenhadas.

### **9.10.2 CABOS ELÉTRICOS**

Os cabos de potência usar serão dos tipos e XV, os cabos de comando serão dos tipos, LiYCY e PiMF. Os cabos serão instalados como se indica nas peças desenhadas.

No exterior os cabos serão instalados em tubos de PEAD nos caminhos principais e depois conduzidos em tubos de PVC nas ligações aos equipamentos.

Os pormenores do traçado de cabos de potência e comando ficarão a cargo do empreiteiro, observando-se os encaminhamentos indicados nas Peças Desenhadas.

Todos os cabos utilizados na instrumentação terão blindagem eletromagnética.

Os cabos deverão ser identificados nas duas extremidades e os condutores deverão ter a identificação do borne em que devem apertar.

### **9.10.3 CAMINHOS DE CABOS**

#### **Tubos de PEAD**

Os caminhos de cabos principais serão constituídos por tubos de PEAD, diâmetro 110mm, corrugados, com interior liso, vermelhos, instalados a uma profundidade de 0,7m. Existirão tubos separados para os cabos de potência e para os cabos de comando.

#### **Esteiras metálicas**

Junto à estrutura de tomada de água e descarga de segurança os cabos serão instalados em esteiras metálicas com tampa. Existirão esteiras separadas para cabos de potência e cabos de comando. As esteiras serão galvanizadas a quente por imersão, instaladas sobre perfis metálicos galvanizados. As curvas e cruzamentos serão realizadas com acessórios pré-fabricados e do mesmo fabricante.

#### **Tubos metálicos**

Os tubos metálicos a instalar destinam-se a proteger os cabos desde o chão até aos equipamentos e nas travessias de elementos de betão. Deverão ser de aço galvanizado e com secção reta que permita o fácil enfiamento e desenfiamento dos cabos observando-se a regra de relação das secções.

As pontas dos tubos devem ser abocardadas e alisadas de forma a evitar a danificação dos cabos. Em alternativa podem ser utilizados acessórios de terminação.

Nos troços horizontais os tubos devem ser instalados com uma pendente para que sejam drenadas eventuais condensações

### **Braçadeiras**

As braçadeiras para cabos e tubos, a utilizar na instalação serão plásticas, simples ou múltiplas, com fixação por parafusos de aço inox, afastadas entre si não mais que 30cm. A fixação das braçadeiras será feita por buchas plásticas expansíveis.

Quando montados sobre braçadeiras os cabos ficarão alinhados.

#### **9.10.4 CAIXAS DE DERIVAÇÃO E PASSAGEM**

Serão de material plástico prensado, de cor creme, de construção robusta e IP não inferior a 55. Estas caixas deverão ser fixadas por parafusos de aço inoxidável.

Serão providas de buçins adequados ao diâmetro dos cabos e os parafusos de fixação das tampas deverão ser passivados.

As ligações dos condutores far-se-ão em placas de ligação com base isoladora de material cerâmico com bornes de latão.

#### **9.10.5 TRAVESSIAS**

Todas as travessias, nomeadamente entre compartimentos e quadros, caleiras e saídas inferiores de quadros e saídas de tubos devem ser seladas para evitar a passagem de insetos e roedores e infiltrações de água.

### **9.11 ILUMINAÇÃO INTERIOR**

A iluminação interior será assegurada por armaduras com chassis de poliéster e difusor de policarbonato, IP não inferior a 65, equipadas com lâmpada tubulares LED de 24W/1500mm, como indicado nas peças desenhadas. O nível médio de iluminação deverá ser de 200 lux.

O comando das armaduras será feito por um interruptor de montagem saliente, unipolar, 230V, 10A, IP não inferior a 55.

Os circuitos de iluminação normal serão complementados com circuitos de iluminação de emergência de segurança, baseados em blocos autónomos, que garantam um nível de iluminância médio de cerca de 0,5 lux no pavimento. Os blocos autónomos serão dotados de

duas lâmpadas LED e terão uma autonomia de 1 hora. O bloco autónomo situado sobre as portas terão um pictograma com identificação de “saída”.

## **9.12 ILUMINAÇÃO EXTERIOR**

As armaduras para iluminação exterior serão do tipo LED, próprias para iluminação de vias, instaladas em colunas com uma altura útil de 6 m.

O nível médio de iluminação deverá ser de 20 lux nas zonas de trabalho adjacentes às colunas de iluminação.

O comando da iluminação exterior será feito por interruptor programador horário instalado no quadro elétrico de alimentação, respetivo. O traçado da instalação é o que consta das peças desenhadas.

## **9.13 TOMADAS DE USOS GERAIS**

Serão instaladas tomadas monofásicas 230Vac, 16A, tipo Schuko, de montagem saliente, índice de proteção não inferior a IP43.

Junto à estrutura de saída será instalada uma caixa de tomadas composta por um quadro em PVC, IP44, equipado com:

- Proteção diferencial 25A-30mA
- Uma tomada trifásica CEE estanque, de 16A
- Duas tomadas monofásicas Schuko estanques de 16A
- Disjuntor de proteção individual para cada uma das tomadas

A caixa de tomadas será instalada num poste metálico em aço galvanizado.

## **9.14 REDE DE TERRAS DE PROTEÇÃO**

Será prevista uma rede de terras de proteção à qual serão ligadas todas as massas metálicas da instalação.

A rede de terras a estabelecer terá a seguinte constituição:

- um anel de terra em cabo de cobre nu de 50mm<sup>2</sup>, circundando o edifício do porto de comando.

- quadro de terras constituído por seccionador/medidor/repartidor, instalados no interior do edifício;
- elétrodo de terra, constituídos por varetas de aço cobreado com 2m de comprimento e 15mm de diâmetro.

Os elétrodos de terra serão instalados na vertical a uma profundidade da ordem dos 80cm do piso. O número de elétrodos a instalar deverá ser tal que se garanta, mesmo em época seca, uma resistência de terra menor ou igual a 10 Ohm.

Junto ao QES01 será instalado uma rede de terras de reforço, constituída por:

- quadro de terras constituído por seccionador /medidor/repartidor, instalados no interior do quadro;
- elétrodo de terra, constituídos por varetas de aço cobreado com 2m de comprimento e 15mm de diâmetro.

As redes de terras serão interligadas através do cabo de alimentação do QES01.

Deverão ser ligadas à terra de proteção todas as peças metálicas das instalações normalmente não sob tensão. Os barramentos de terra dos quadros deverão ser ligados aos quadros de terras. Para tal será utilizado um condutor adicional no cabo de alimentação dos diferentes recetores que deverá ser ligado ao barramento de terra do quadro. As blindagens dos cabos de sinais blindados deverão ser ligadas à terra numa só das extremidades que deverá ser a do lado do quadro.

Serão realizadas ligações equipotenciais entre todos os elementos metálicos das tubagens, de modo a que seja garantida a equipotencialidade entre todos os elementos. As ligações serão realizadas nas flanges, com aperto por parafuso e terminal, com ligadores em condutor de cobre, flexível, de cor verde amarelo com uma secção mínima de 6mm<sup>2</sup>.

Serão ligados à terra todos os elementos metálicos da construção tais como pilares, estruturas de suporte, portas e janelas.

## 9.15 EQUIPAMENTOS DE MEDIDA

Os instrumentos e cabos de ligação (bainhas) deverão ser ligados à terra segundo as indicações dos fabricantes.

Deverão ser instaladas proteções contra sobretensões de origem atmosférica nos circuitos de alimentação dos instrumentos.

Na montagem dos instrumentos deverão ser observadas as recomendações dos fabricantes; a montagem será efetuada em locais de fácil acesso, devendo ser criados acessos especiais quando não existentes ou difíceis.

Os instrumentos e cabos de ligação deverão ser adequadamente etiquetados.

Os equipamentos a fornecer serão de marcas de reconhecida qualidade, com larga implantação no mercado nacional e devem merecer a aprovação prévia do Dono de Obra.

Serão instalados nos locais indicados nas peças desenhadas:

- Medidor de nível do tipo radar;
- Medidor de nível do tipo piezométrico;
- Medidor de caudal eletromagnético;
- Medidor de caudal ultrassónico.