



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



ACOMPANHAMENTO DA REABILITAÇÃO ESTRUTURAL DA ETA DE MORGAVEL

PEDRO MIGUEL RAMOS DE ALMEIDA

(Licenciado em Engenharia Civil)

Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
na área de especialização de Edificações.

Orientadores:

Mestre António José Coutinho Lopes Cabral

Licenciado José Paulo Veríssimo da Silva Maia Costa

Júri:

Presidente: Doutor João Alfredo Ferreira dos Santos

Vogais:

Licenciado Júlio Walter Miguel Fernandes

Mestre António José Coutinho Lopes Cabral

Licenciado José Paulo Veríssimo da Silva Maia Costa

Dezembro 2013

AGRADECIMENTOS

Ao Eng.º José Paulo Costa pela oportunidade de realizar o estágio na STAP.

Aos Eng.ºs Ricardo Pinto e Luís Carranca por toda disponibilidade, formação transmitida e apoio demonstrado.

Ao Fernando Ferra e ao Eng.º Fábio Ferra pela amizade e apoio.

Em especial ao Pedro Niz pela amizade, disponibilidade demonstrada em me ajudar em todas as situações e por tudo aquilo que ensinou.

Um grande obrigado a todos os outros trabalhadores da STAP, que sempre me apoiaram e que de uma forma direta ou indiretamente me ensinaram algo durante este estágio.

Agradeço ao corpo docente do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, que contribuiu para a minha formação académica. Em particular, agradeço ao Eng.º António Cabral, que me orientou neste trabalho.

Aos meus colegas e amigos da faculdade, Daniela Lopes, Pedro Marçalo, Humberto Jardim, Ricardo Chaves, Luís Noronha, David Miranda, Rui Ferreira, que me acompanharam durante a minha vida académica.

Queria agradecer à minha família, em especial aos meus pais e irmã, pelo apoio dado durante toda a minha vida, muito em especial neste fase, por nunca me deixarem desistir e me transmitirem força para ultrapassar todas as adversidades encontradas, pelo esforço realizado para me providenciarem a obtenção de um curso superior.

RESUMO

O presente Trabalho Final de Mestrado é relativo ao estágio realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa e tem como objectivo apresentar as atividades desenvolvidas e conhecimentos adquiridos durante o mesmo.

O estágio teve 4 meses de duração, iniciado a 2 de Julho de 2012, foi realizado na empresa STAP – Reparação, Consolidação e Modificação de Estruturas, S.A., onde o estagiário integrou a equipa de direção da empreitada de beneficiação da ETA de Morgavel.

A obra situou-se na Estação de Tratamento de Águas de Morgavel, em Sines. Esta consistiu na beneficiação de quatro tanques de filtração, instalação de um novo soprador de ar e pinturas exteriores. A beneficiação dos tanques de filtração consistiu na reabilitação estrutural dos tanques com recurso a betão projetado com aplicação malha de carbono, na modernização do sistema de filtração de água e remodelação do sistema de saída de água filtrada.

A data de início do estágio coincidiu com o início dos trabalhos de remoção das areias e demolições. Durante o estágio houve a oportunidade de acompanhar as atividades de remoção de areias (manto filtrante), as demolições e remoção do sistema de filtração de água, a preparação de superfícies (hidrodecapagem), a selagem e injeção de fissuras nas paredes dos tanques, a reparação de betão, o reforço estrutural das paredes dos tanques com recurso a betão projetado e aplicação de malha de carbono, a montagem e instalação do novo sistema de filtração de água, a renovação do sistema de saída de água filtrada e a instalação do novo soprador de ar.

O aluno participou em diversas atividades da gestão e produção de obra, tais como, acompanhamento e controlo de execução, controlo de qualidade, segurança e ambiente, controlo orçamental, planeamento, orçamentação,

medições e contactos entre todos os intervenientes da obra, com o objectivo de controlo interno da qualidade e na resolução de incompatibilidades de projeto e alterações aos mesmos.

O estágio permitiu adquirir novos conhecimentos relacionados com a componente prática da profissão de engenheiro civil, aprofundar e pôr em prática os conhecimentos académicos adquiridos ao longo do curso, bem como promover um primeiro contacto com o mercado de trabalho.

Palavras Chave: Reabilitação, ETA, Sistema de filtragem, Projeção de betão via seca, Malha de carbono.

ABSTRACT

This Final Master Work was done concerning the internship as part of the Masters in Civil Engineering at Instituto Superior de Engenharia de Lisboa and it has the objective to present the activities developed and knowledge acquired during that period.

The internship lasted for 4 months, it has started at two of July 2012 and was developed at STAP – Reparação, Consolidação e Modificação de Estruturas, S.A., where the intern was integrated in the engineer's team, responsible for the contract of beneficiation of the water treatment plant of Morgavel.

The construction site was located at the waters treatment plant of Morgavel, in Sines. This consisted in the beneficiation of four filtration tanks, installation of a new blower and some outside painting. The beneficiation of the filtration tanks consisted in the structural rehabilitation of the tanks by dry spray concrete with the application of carbon fiber mesh and modernization of the water filtration system and remodelling of the output system of filtered water.

The start of the internship coincided with the beginning of the sand removal works and the demolition works. During the internship there was opportunity to follow the sand removal activities, the demolitions and removal of the water filtration system, the surface preparation by jetting, the sealing and injection of cracks in the walls of the tanks, concrete repair, structural reinforcement in the walls of the tank and carbon fiber mesh application, the assembly and installation of the new water filtration system, renewal of the output system of filtered water and the new blower installation.

The student has participated in several activities from the management and production of the construction such as, follow up and executing control, quality control, security and environment, cost control, planning, budgeting, measurements and establishing contact between all intervenient parts of the construction, with the objective of an internal quality control and in the

resolution of project incompatibilities and changes to these projects.

The internship allowed to acquire related knowledge with the practical side of the civil engineer profession, intensify and put into practice the knowledge acquired during the academic course as well as promote a first contact with the labor market.

Keywords: Rehabilitation, Water treatment plant, Filtration system, Dry spray concrete, Carbon fiber mesh.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 ÂMBITO E OBJETIVOS DO TRABALHO	2
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	4
CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA OBRA.....	5
2.1 LOCALIZAÇÃO	6
2.2 ENQUADRAMENTO	7
2.3 INTERVENIENTES	10
2.4 IMPLANTAÇÃO.....	11
2.4.1 - Estaleiro	11
2.4.2 - Áreas de intervenção da empreitada	11
2.4.2.1 Tanques de filtragem.....	12
2.4.2.2 Galeria técnica.....	13
2.4.2.3 Sala dos supressores	15
2.5 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DOS TANQUES DE FILTRAGEM ..	17
2.5.1 Constituição dos tanques de filtragem	17
2.5.2 - Filtragem	19
2.5.3 - Contra lavagem	20
2.6 DESCRIÇÃO GERAL DA OBRA.....	23
2.6.1 Reabilitação estrutural e remodelação do sistema de filtragem.....	23
2.6.2 Remodelação da saída de água filtrada.....	26
2.6.3 Instalação do novo soprador de ar.....	27
2.7 CONDICIONANTES	30
2.8 CONCLUSÃO	33
CAPÍTULO 3 - BENEFICIAÇÃO DA ETA DE MORGAVEL	35
3.1 REMOÇÃO DAS CAMADAS FILTRANTES	36
3.1.1 Descrição dos trabalhos	36
3.1.1.1 Acesso.....	36
3.1.1.2 – Remoção manual	37
3.1.1.3 – Remoção mecânica.....	38
3.1.1.4 – Armazenamento	39
3.1.2 Condicionantes.....	40
3.2 DEMOLIÇÕES, MODIFICAÇÕES E PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES .	41
3.2.1 Descrição dos trabalhos	41
3.2.1.1 Demolição da laje de fundo e topo dos muretes	41

3.2.1.2	Modificação dos orifícios de entrada e saída para a cuba central	44
3.2.1.3	Modificação dos muretes da caleira central	45
3.2.1.4	Preparação de superfícies.....	48
3.2.2	Condicionantes.....	49
3.3	SELAGEM E INJEÇÃO DE RESINAS DE EPÓXIDO	51
3.3.1	Descrição dos trabalhos	51
3.3.1.1	Mapeamento.....	51
3.3.1.2	Avivamento.....	52
3.3.1.3	Selagem	53
3.3.1.4	Injeção das fissuras.....	54
3.3.2	Condicionantes.....	55
3.4	REFORÇO ESTRUTURAL COM BETÃO PROJETADO	56
3.4.1	Descrição dos trabalhos	56
3.4.1.1	Preparação.....	58
3.4.1.2	Primeira e segunda camada de betão projetado	59
3.4.1.3	Colocação da malha de carbono.....	60
3.4.1.4	Cantoneiras	61
3.4.2	Condicionantes.....	62
3.5	APLICAÇÃO DOS FUNDOS FALSOS.....	64
3.5.1	Descrição dos trabalhos	64
3.5.1.1	Preparação.....	66
3.5.1.2	Mapeamento.....	67
3.5.1.3	Placas de orifícios	69
3.5.1.4	Instalação dos fundos falsos	70
3.5.2	Condicionantes.....	73
3.6	CONCLUSÃO.....	74
CAPÍTULO 4 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA GESTÃO DA OBRA		77
4.1	GESTÃO DE OBRA	78
4.2	TRABALHOS A MAIS.....	86
4.2.1	“Costura” das fissuras da junta de betonagem.....	86
4.2.2	Limpeza das caleiras posteriores da galeria	87
4.2.3	Tubos de queda.....	88
4.2.4	Impermeabilização das caleiras de separação dos tanques.....	89
4.2.5	Limpeza das paredes dos tanques.....	90
4.2.6	Reposição do manto filtrante	91
4.2.7	Considerações finais	92
4.3	NOVOS TRABALHOS.....	93

4.4 CONCLUSÃO.....	94
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES.....	95
BIBLIOGRAFIA.....	99
ANEXOS	101
• ANEXO A – PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO DA HIDROSER	
• ANEXO B – MAPEAMENTO DE FISSURAS DAS PAREDES DOS TANQUES	
• ANEXO C – PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO DA STAP	
• ANEXO D – PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO DA XYLEM	
• ANEXO E – LEVANTAMENTO DO FUNDO DOS TANQUES E CAROTES	
• ANEXO F – REGISTO DE PRESENÇAS EM OBRAS	
• ANEXO G – PLANEAMENTO AJUSTADO	
• ANEXO H – PLANEAMENTO QUINZENAL	
• ANEXO I – LEVANTAMENTO DAS MEDIÇÕES DOS TANQUES DE FILTRAGEM	
• ANEXO J – LEVANTAMENTO DAS DIMENSÕES DOS VARANDINS A PINTAR	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - (a) Fotografia aérea do centro/sul de Portugal Continental (b) Fotografia aérea da cidade de Sines.	6
Figura 2.2 – (a) Fotografia aérea da albufeira e ETA de Morgavel. (b) ETA de Morgavel.	6
Figura 2.3 - Vista da estação	7
Figura 2.4 - Esquema de funcionamento de uma ETA.....	8
Figura 2.5 – (a) Vista do estaleiro norte e tanques de filtragem 1 e 2. (b) Vista do estaleiro sul.	11
Figura 2.6 - Vista aérea da ETA de Morgavel.	12
Figura 2.7 - Vista do tanque.....	13
Figura 2.8 - Difusores.....	13
Figura 2.9 - Galeria técnica.....	14
Figura 2.10 - (a) Descarregador de acesso ao depósito. (b) Prolongamento da cuba para o interior da galeria.	14
Figura 2.11 - Sala supressores.....	15
Figura 2.12 – Secção transversal do tanque.....	17
Figura 2.13 - Secção longitudinal do tanque.	18
Figura 2.14 – (a) Comporta de admissão do tanque. (b) Comporta de escape do tanque.	18
Figura 2.15 - Cuba do tanque	19
Figura 2.16 - Tanque com água ao nível dos muretes	21
Figura 2.17 - Admissão de ar através dos fundos falsos	21
Figura 2.18 - Admissão de água através dos fundos falsos.	22
Figura 2.19 - Faseamento da reabilitação estrutural e remodelação do sistema de filtragem.....	23
Figura 2.20 - Remodelação do sistema de saída de água filtrada.	26
Figura 2.21 - Remodelação da saída de água filtrada.	27
Figura 2.22 - Instalação de novo soprador de ar.....	28
Figura 3.1 - Torre de acesso ao interior do tanque.	36
Figura 3.2 - Acesso entre tanques.....	37
Figura 3.3 - Remoção da areia.....	38
Figura 3.4 - Colocação da minicarregadora no interior do tanque.....	38
Figura 3.5 - Descarga de areia no parque de resíduos.....	39
Figura 3.6 - Rede Sombra e sistema de aspersores.....	42
Figura 3.7 - Demolição da primeira camada.....	43
Figura 3.8 - Demolição e separação de resíduos.....	44
Figura 3.9 - Execução de carotes.....	45
Figura 3.10 - Armaduras de aumento dos muretes.....	46

Figura 3.11 - Cofragem dos muretes.	47
Figura 3.12 - Betonagem dos muretes.....	47
Figura 3.13 – Hidrodecapagem.....	48
Figura 3.14 - Mapeamento de fissuras.....	52
Figura 3.15 - Avivamento de fissuras.	52
Figura 3.16 - Selagem de fissuras a injetar.	53
Figura 3.17 - Injeção de fissuras.	54
Figura 3.18 - Central de projeção de betão.	57
Figura 3.19 – (a) Reforços entre elementos verticais e horizontais e (b) entre elementos verticais.....	58
Figura 3.20 – Realização de guias mestras.....	58
Figura 3.21 - Projeção de betão.....	59
Figura 3.22 - Colocação de malha de carbono.	60
Figura 3.23 - Colocação de malha dupla.	60
Figura 3.24 - Posicionamento da cantoneira para marcação.	61
Figura 3.25 - Cantoneira.....	62
Figura 3.26 - Acabamento curvilíneo.	62
Figura 3.27 - Bloco e capa I.M.S.....	65
Figura 3.28 - Mapeamento da laje de fundo.	68
Figura 3.29 - Instalação das placas de distribuição.	69
Figura 3.30 - Placa de orifícios.	70
Figura 3.31 - Instalação dos fundos falsos.	71
Figura 3.32 - Preenchimento do intervalo entre as fileiras.....	72
Figura 3.33 - Remoção da proteção e limpeza dos fundos falsos.	72
Figura 4.1 – (a) Pregão de cravação mecânica, (b) Acessório em plástico.	81
Figura 4.2 - Fissura longitudinal nos muretes de caleira central.....	86
Figura 4.3 – (a) Antigo e o (b) novo sistema de tubos de queda.	88
Figura 4.4 – Novos tubos de queda.	89
Figura 4.5 – Escorrências através das juntas da caleira.	89
Figura 4.6 - Remoção de detritos das paredes dos tanques.....	91
Figura 4.7 – Reposição do manto filtrante.	92

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

Bar	Bar (Unidade de pressão)
cm	Centímetro
d	Dia
h	Hora
l	Litro
m	Metro
mm	Milímetro
AdSA	Águas de Santo André
CE	Caderno de Encargos
Eng.º	Engenheiro
ETA	Estação de Tratamento de Águas
I.M.S.	Integral Media Support
ISEL	Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
PEAD	Polietileno de alta densidade
PVC	Policloreto de vinilo
MDF	Placa de fibra de madeira de média densidade

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo é realizada uma apresentação dos temas desenvolvidos no trabalho e dos seus objetivos, bem como a estrutura em que o mesmo se encontra organizado.

1.1 ÂMBITO E OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente Trabalho Final de Mestrado é relativo ao estágio realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, especialização em Edificações, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa sob a orientação do Eng.º António José Coutinho Lopes Cabral.

O estágio foi realizado na STAP, S.A., durante a empreitada de beneficiação da Estação de Tratamento de Águas (ETA) de Morgavel, executada para as Águas de Santo André (AdSA). Teve a duração de quatro meses, com início a 2 Julho de 2013 e término a 3 de Novembro de 2013, sob a orientação do Eng.º José Paulo Veríssimo da Silva Maia Costa.

A opção de realizar um estágio em detrimento das outras opções, projeto ou dissertação, advém da necessidade do estagiário obter experiência prática em obra, assim como, da realidade profissional onde se pretende integrar. Ao fazer o estágio pretende pôr em prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso, e ter uma noção completa e sequencial desde o início da obra até ao fim. Embora na última fase já não estivesse presente, pôde acompanhar e participar em várias atividades da execução da obra, nomeadamente, na gestão da obra, manutenção das condições de higiene e segurança no trabalho, em ações de fiscalização conjunta, gestão de aprovisionamento, ambiente, no controlo de qualidade, no controlo orçamental e no planeamento da obra.

A empreitada contemplava o reforço estrutural de quatro tanques de filtração, a instalação de um novo sistema de filtração após remoção do antigo e remodelação dos sistemas de saída de água filtrada dos mesmos. Previa ainda, a instalação de um novo soprador de ar e as respectivas ligações à rede de ar, pinturas dos varandins e das fachadas de entrada da galeria técnica.

A empreitada realizada abrangeu a intervenção em quatro tanques de

filtragem, no entanto, devido à repetibilidade dos trabalhos executados, neste relatório foram apenas mencionados os trabalhos relativos a um dos tanques de filtragem. Como as principais situações/ocorrências e soluções adotadas aconteceram principalmente no tanque 1, foi possível corrigir alguns erros antes de estes serem novamente cometidos nos restantes tanques a intervencionar.

Durante o período do estágio foram acompanhados os seguintes trabalhos:

- Remoção das camadas filtrantes (areias);
- Demolição do sistema antigo de filtragem;
- Preparação de superfície via hidrodecapagem;
- Selagem e injeção de fissuras com resinas epóxi;
- Reforço estrutural com betão projetado e malha de carbono;
- Instalação do sistema de fundos falsos;
- Renovação do sistema de saída de água filtrada;
- Instalação do supressor.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos:

- I Na introdução (primeiro capítulo) são apresentados os temas desenvolvidos, os objetivos do trabalho e a estrutura do documento;
- II No segundo faz-se um breve enquadramento sobre o local e a empreitada executada, são referidos os intervenientes e é realizada uma descrição geral da obra, assim como, as principais condicionantes presentes nesta;
- III No terceiro apresenta-se uma descrição da obra, dos processos construtivos, das condicionantes encontradas e das respetivas soluções adotadas;
- IV No quarto é feita uma descrição e análise dos trabalhos e atividades desenvolvidas pelo estagiário durante o período do estágio;
- V O quinto onde são apresentadas as conclusões finais do trabalho.

CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO **DA OBRA**

Neste capítulo é realizado um enquadramento da ETA de Morgavel, a sua localização e a descrição do seu funcionamento, são referidos os intervenientes da empreitada e é feito um resumo da intervenção, assim como são analisadas as principais condicionantes presentes na obra.

2.1 LOCALIZAÇÃO

A ETA de Morgavel situa-se no Concelho de Sines, distrito de Setúbal (Figura 2.1), a aproximadamente 10 Km a Sudeste de Sines e a Nordeste da albufeira da barragem de Morgavel (Figura 2.2).

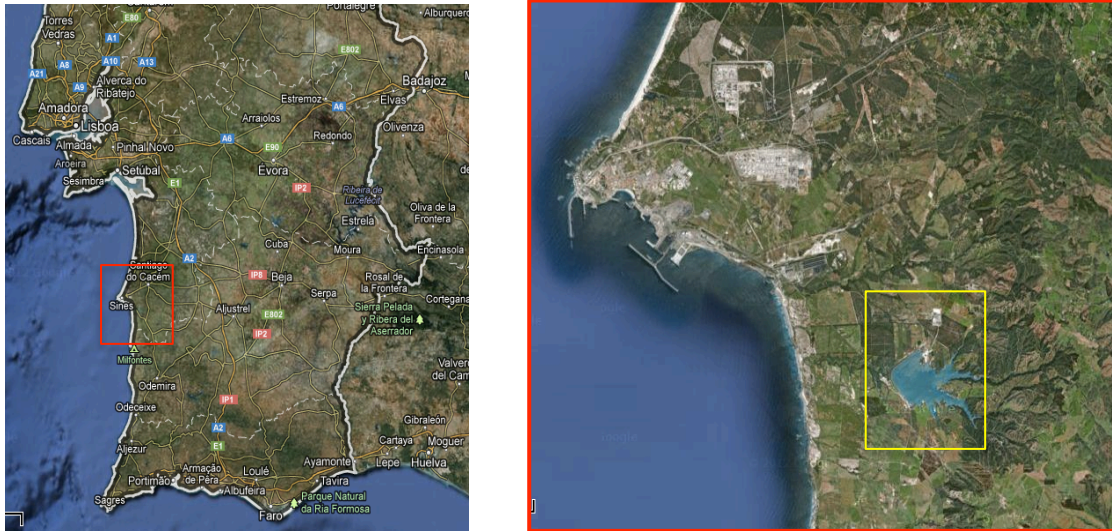


Figura 2.1 - (a) Fotografia aérea do centro/sul de Portugal Continental (b) Fotografia aérea da cidade de Sines.
(Fonte: Google Maps)

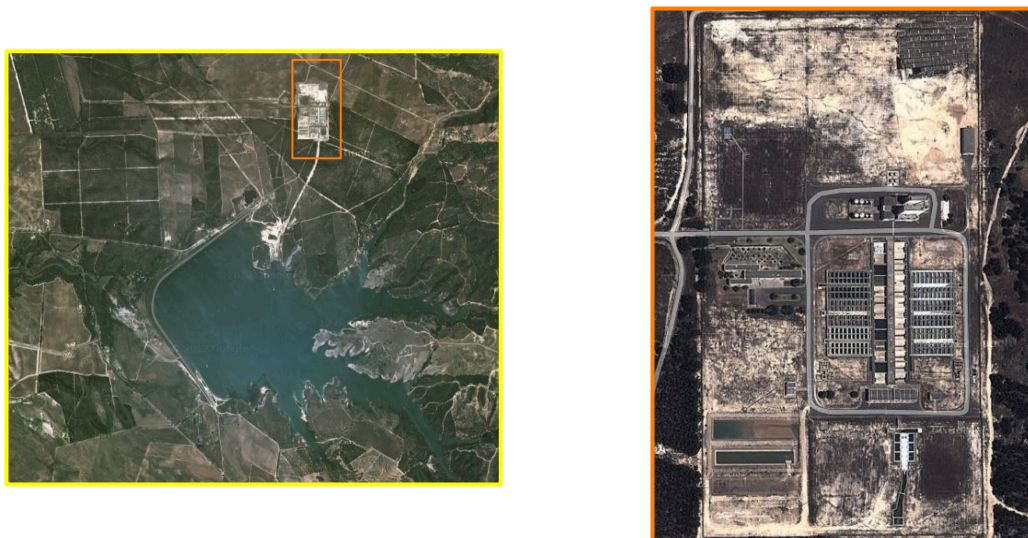


Figura 2.2 – (a) Fotografia aérea da albufeira e ETA de Morgavel. (b) ETA de Morgavel.
(Fonte: Google Maps)

2.2 ENQUADRAMENTO

A Estação de Tratamento de Águas de Morgavel, com cerca de 17 hectares de área, terminou a sua construção em 1979. Foi construída com a finalidade de fornecer água potável a toda a região de Sines, estando totalmente equipada para esse fim (Figura 2.3). Esta foi projetada para uma capacidade de produção 520.000 m³/d.



Figura 2.3 - Vista da estação

A estação nunca forneceu, nem produziu água para consumo humano, apenas água industrial. Os seus principais clientes são a Refinaria da Galp, a Refinaria da Repsol e a Central Termoelétrica da EDP, sendo que atualmente a estação trabalha quase exclusivamente em função das necessidades de água destes clientes. Atualmente produz cerca 0,3 m³/s (25.920 m³/d).

Esta estação, na época da sua construção, já estava extremamente sobredimensionada, tendo sido construída com 26 tanques de filtragem e com a possibilidade de expansão para um total de 52 tanques.

A opção de produção de água industrial em detrimento da produção de água potável tornou a estação sobredimensionada e é a razão pela qual nunca funcionou na sua total capacidade.

Numa estação de tratamento de águas, desde o ponto de captação até ao abastecimento, a água é sujeita a vários processos de tratamento, uns físicos outros químicos, de forma a que a água no abastecimento contenha as características pretendidas.

De uma forma simplificada na ETA de Morgavel a água passa pelos processos apresentados na Figura 2.4.

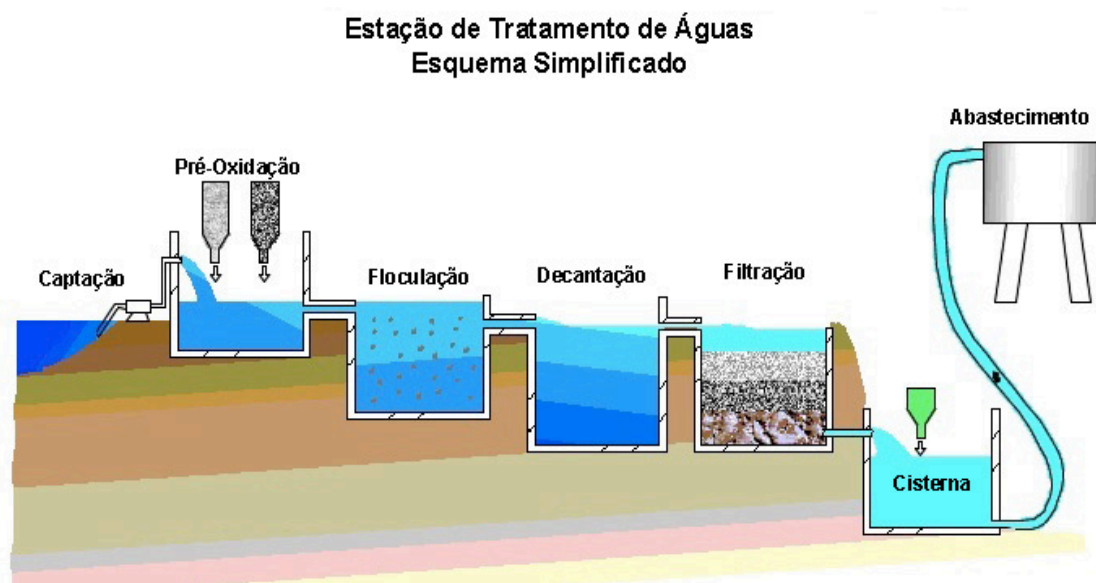


Figura 2.4 - Esquema de funcionamento de uma ETA.
(Fonte: (Mural Virtual - Educação Ambiental), modificada)

De entre as fases a que a água é sujeita na estação, a empreitada de beneficiação cingiu-se apenas à fase de Filtração, tendo consistido no reforço estrutural dos tanques de filtragem, na substituição dos sistemas de filtragem e dos pontos de saída de água filtrada, assim como, na instalação do soprador de ar, que também está relacionado com o processo de filtragem.

Dos 26 tanques de filtragem existentes só 13 alguma vez funcionaram. À data de início deste estágio, apenas 6 tanques estavam operacionais, os restantes 7 estavam desativados. Destes 7 tanques de filtragem, 4 foram reparados (tanques nº 1,2,12 e 13) e estão atualmente a funcionar em pleno, sendo esse trabalho de beneficiação, o alvo deste relatório de estágio.

A estação ao longo dos anos tem sido sujeita a várias intervenções, algumas de manutenção preventiva e outras de reparação, nomeadamente limpezas, pintura dos tanques de decantação, substituição de válvulas e comportas, reparação dos tanques de cloração, reparações pontuais de betão, etc.

A empreitada de beneficiação da ETA de Morgavel, que é a maior intervenção a que esta foi sujeita desde a sua construção, propunha realizar as seguintes atividades:

- Remoção das camadas filtrantes (areias);
- Remoção do antigo sistema de filtração nos tanques;
- Reabilitação estrutural das paredes dos tanques de filtração;
- Instalação do novo sistema de filtração nos tanques de filtração;
- Remodelação do sistema de saída de água filtrada nos tanques de filtração;
- Instalação de um novo soprador de ar;
- Pintura das fachadas da galeria técnica;
- Pintura dos varandins adjacentes aos tanques de filtração reabilitados.

2.3 INTERVENIENTES

A realização desta empreitada contou com a colaboração de várias entidades. Estas realizaram diversas reuniões com a finalidade de garantir a execução dos trabalhos de acordo com o preconizado no projeto e de forma a cumprir-se o programa de trabalhos e o cronograma financeiro.

As entidades intervenientes a destacar na execução desta obra são as seguintes:

Dono de Obra:

Águas de Santo André, S.A. (AdSA) – Grupo Águas de Portugal

Fiscalização:

CONSUGAL, S.A.

Projetista:

TRIMÉTRICA – Engenharia, Lda.

Empreiteiro geral:

STAP – Reparação, Consolidação e Modificação de Estruturas, S.A.

Subempreiteiros:

- LEOPOLD empresa do grupo XYLEM, ficou encarregue do projeto dos novos fundos falsos assim como da formação de montagem e instalação dos mesmos;
- A INTERSERV – Sociedade Técnica de Serviços, Lda. ficou encarregue da aplicação do revestimento impermeabilizante dos tanques de filtragem e pinturas;
- A HIDROSER – Serviços e Manutenção de Equipamentos Hídricos, Lda. ficou encarregue dos equipamentos hidromecânicos e instalações elétricas.

2.4 IMPLANTAÇÃO

2.4.1 - Estaleiro

A reabilitação estrutural das paredes dos tanques de filtragem 1,2,12 e 13, e a instalação do novo sistema de filtragem nos mesmos, foram os maiores pontos de intervenção desta empreitada. Devido à importância da intervenção nestes tanques de filtragem e à disposição construtiva da ETA, foi necessário instalar dois estaleiros. O principal, designado por estaleiro sul ficou junto aos tanques 12 e 13 (Figura 2.5 (b)), e o segundo, o estaleiro norte, foi instalado junto aos tanques 1 e 2 (Figura 2.5 (a)).



Figura 2.5 – (a) Vista do estaleiro norte e tanques de filtragem 1 e 2. (b) Vista do estaleiro sul.

No estaleiro sul encontravam-se os escritórios, a sala de reuniões, o refeitório, o balneário e todos os equipamentos, máquinas e materiais necessários.

O estaleiro norte estava vedado e equipado com uma casa de banho química, sendo que apenas foi utilizado durante a reparação dos tanques de filtragem 1 e 2. Todos os equipamentos e materiais que não pudessem estar expostos às intempéries tinham de ser removidos ou protegidos, no final de cada dia.

2.4.2 - Áreas de intervenção da empreitada

A empreitada previa a intervenção em três lugares distintos no interior do

complexo da ETA. No interior dos tanques de filtragem, no interior da galeria técnica e na sala dos supressores (Figura 2.6).

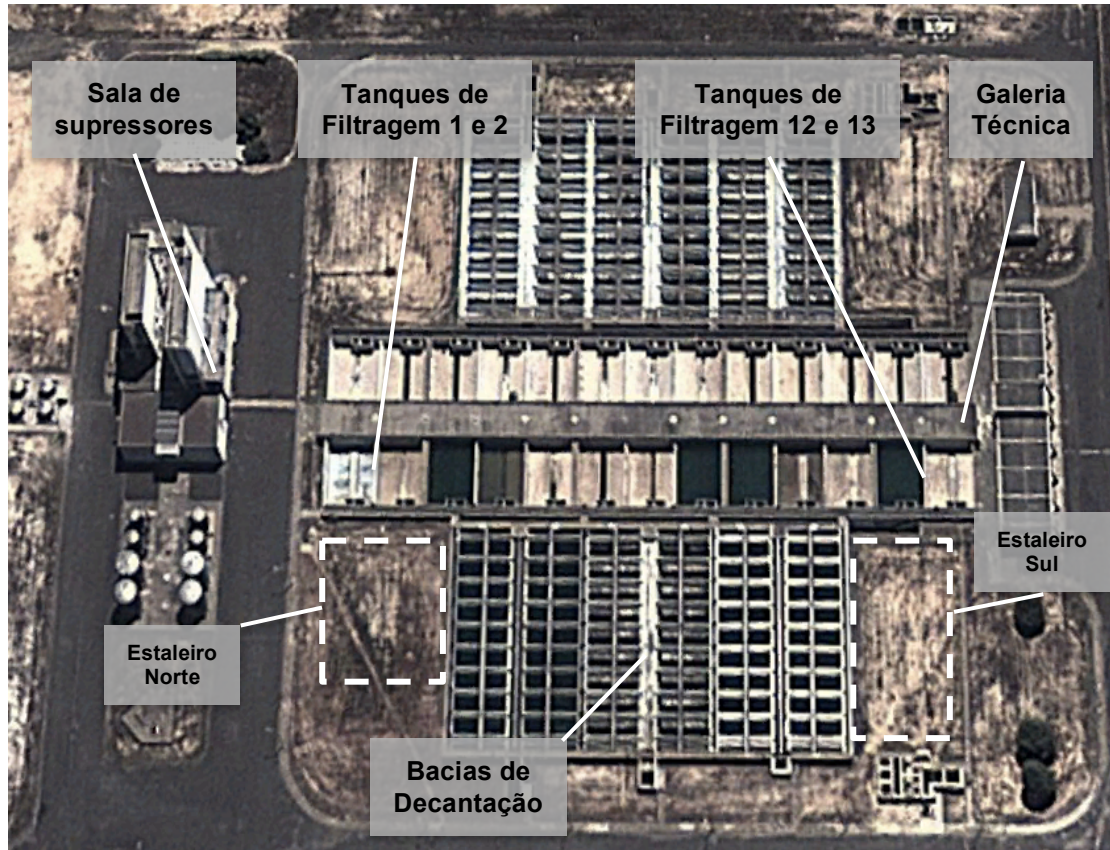


Figura 2.6 - Vista aérea da ETA de Morgavel.
(Fonte: Google Maps)

2.4.2.1 Tanques de filtragem

Os tanques de filtragem a intervir 1, 2, 12 e 13, são o ponto final de filtragem das águas da estação. Cada tanque tem aproximadamente 10 metros de largura, 13,5 de comprimento e 4 metros de profundidade. Cada tanque é composto por 2 células separadas por uma caleira central. No interior de cada célula encontra-se o sistema de filtragem.

O sistema de filtragem é composto por dois elementos, o manto filtrante e o sistema de captação. O manto filtrante tinha aproximadamente 0,8 m de areia de diversas granulometrias (Figura 2.7).



Figura 2.7 - Vista do tanque.

O sistema de captação, neste caso, encontrava-se no interior da laje. Este é composto por elementos em PVC, difusores (Figura 2.8) que se encontram na superfície da laje e fazem a ligação com a tubagem de PVC que se encontrava no interior da laje de betão. Durante a montagem do sistema de captação foram instaladas calhas metálicas que mantiveram a tubagem no local desejado durante a betonagem.

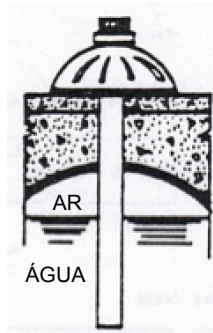


Figura 2.8 - Difusores.
(Fonte: (Marecos, 2010), modificada)

2.4.2.2 Galeria técnica

A galeria técnica situa-se entre as duas fileiras de 13 tanques de filtragem que a estação contém. No interior desta encontram-se as secções finais das cubas de cada tanque e o respetivo descarregador (Figura 2.10 (a)) de acesso ao depósito de armazenamento que se encontra abaixo da galeria (Figura 2.9).



Figura 2.9 - Galeria técnica.

A cuba de cada tanque para além de ter toda a extensão deste, prolonga-se também para o interior da galeria. No interior da galeria técnica os sistemas de admissão de água e ar, e o sistema de saída de água filtrada, estão ligados à cuba do tanque (Figura 2.10 (b)).



Figura 2.10 - (a) Descarregador de acesso ao depósito. (b) Prolongamento da cuba para o interior da galeria.

Os trabalhos realizados no interior da galeria técnica tiveram como objectivo a remodelação do sistema de saída de água filtrada nos tanques de filtragem 1, 2, 12 e 13. Esta remodelação consistiu na substituição da tubagem de interligação entre a cuba e o descarregador. Para além das novas peças de tubagem, foram substituídas uma válvula, uma junta de desmontagem e instalado um caudalímetro.

2.4.2.3 Sala dos supressores

A sala dos supressores (Figura 2.6) está situada na base da torre central, a qual constitui o ponto de simetria da estação. Prevendo a possibilidade de expansão da estação, esta sala foi instalada na base da torre permitindo-lhe assim servir ambos os lados da estação, caso esta venha a ser ampliada no futuro (Figura 2.11).



Figura 2.11 - Sala supressores.

No interior desta sala encontravam-se os sopradores de ar que alimentam os tanques de filtragem durante o processo de contra lavagem (2.5.3- Contra lavagem), assim como, outros equipamentos de bombagem.

Os trabalhos previstos para o interior da sala eram a instalação de um novo compressor, a ligação da tubagem à rede de ar e a instalação de uma válvula, ligação do compressor à rede elétrica da ETA, assim como, a ligação deste à rede de autómatos.

Do ponto de vista de engenharia civil, a intervenção no interior desta sala foi mínima. Inicialmente só estava prevista a ampliação do maciço de colocação do supressor.

Após a ampliação do maciço, no momento da instalação do soprador de ar, concluiu-se que não era possível instalar o equipamento naquele maciço nem naquela posição, porque isso obrigaria às portas de acesso ao interior do soprador de ar ficarem demasiado próximas da parede, impedindo desta forma a introdução de qualquer tipo de guincho ou equipamento de maiores dimensões, caso viesse a ser necessária alguma posterior intervenção de manutenção.

Face a esta situação optou-se por mudar a posição do soprador de ar de forma a que as portas ficassem desimpedidas, tornando o interior do equipamento acessível a qualquer operação de manutenção.

A planta de localização do soprador de ar, assim como as pormenorizações da tubagem de ligação à rede de ar encontram-se no ANEXO A.

Outro fator que foi levado em conta nesta alteração, foi a possibilidade dos outros dois sopradores existentes na sala virem a ser substituídos num futuro próximo.

Depois de definida a posição final do equipamento, o maciço foi demolido e, por opção do dono de obra, o soprador de ar foi ancorado diretamente à laje.

2.5 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DOS TANQUES DE FILTRAGEM

2.5.1 Constituição dos tanques de filtragem

Nos tanques de filtragem a reparar são feitos os últimos tratamentos físicos que a água está sujeita. Como foi referido anteriormente, os tanques de filtragem têm aproximadamente 13 m de comprimento e 10 m de largura. Têm duas células separadas por uma caleira central. No interior de cada célula encontra-se o sistema de filtragem. Toda a estrutura é em betão armado à exceção da parte da laje de fundo onde se encontra o sistema de captação.

Na laje de fundo encontra-se instalado um sistema de difusores salientes a esta, que fazem a ligação a uma tubagem instalada no interior da laje (Pormenor A -Figura 2.12) para o escoamento das águas filtradas e admissão de ar ou água para o interior do tanque.

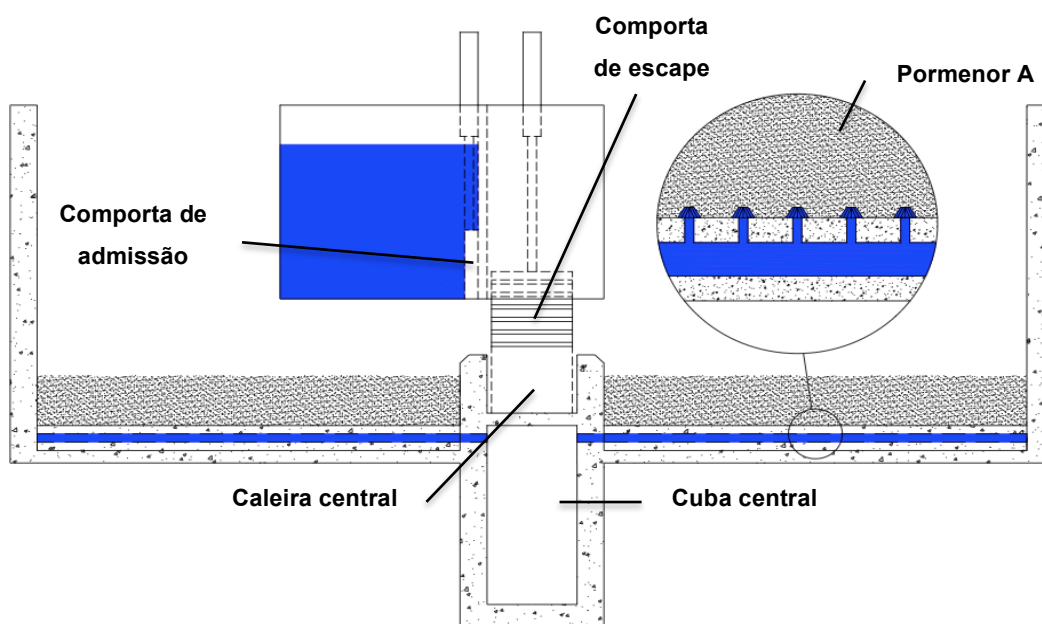


Figura 2.12 – Secção transversal do tanque.

Diretamente abaixo da caleira central, encontra-se uma cuba selada que estabelece a interligação entre o sistema de captação e o sistema de saída

de água filtrada (Figura 2.13(B)), o sistema de admissão de ar (Figura 2.13(C)) e o sistema de admissão de água lavada (Figura 2.13(A)).

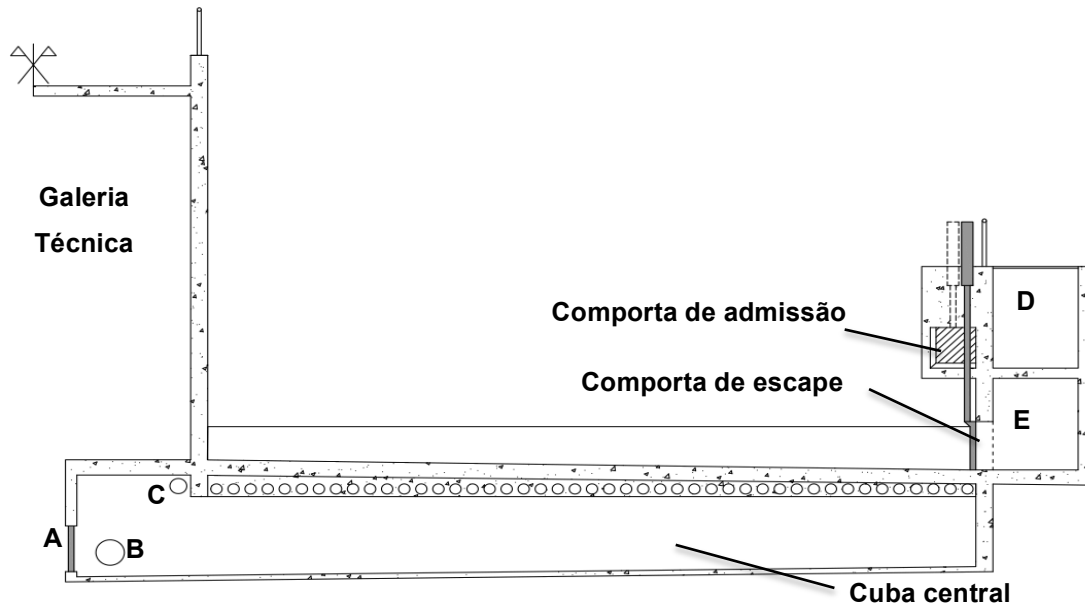


Figura 2.13 - Secção longitudinal do tanque.
(A - Válvula de admissão de água; B - Válvula de saída de água; C - Válvula de admissão de ar;
D- Caleira de distribuição; E- Conduta de escoamento.)

Os tanques de filtragem para além da comporta de admissão (Figura 2.13 e Figura 2.14(a)), são dotados de uma comporta de escape (Figura 2.13 e Figura 2.14(b)) que é apenas utilizada no processo de contra lavagem.



Figura 2.14 – (a) Comporta de admissão do tanque. (b) Comporta de escape do tanque.

No interior da galeria técnica cada tanque tem uma válvula de admissão de ar, uma válvula de admissão de água tratada, com a capacidade de introduzir água até às cotas máximas do tanque e uma válvula de escape de ligação para os tanques de armazenamento. Ambas as válvulas estão ligadas à cuba que se encontra abaixo da caleira central do tanque (Figura 2.15).

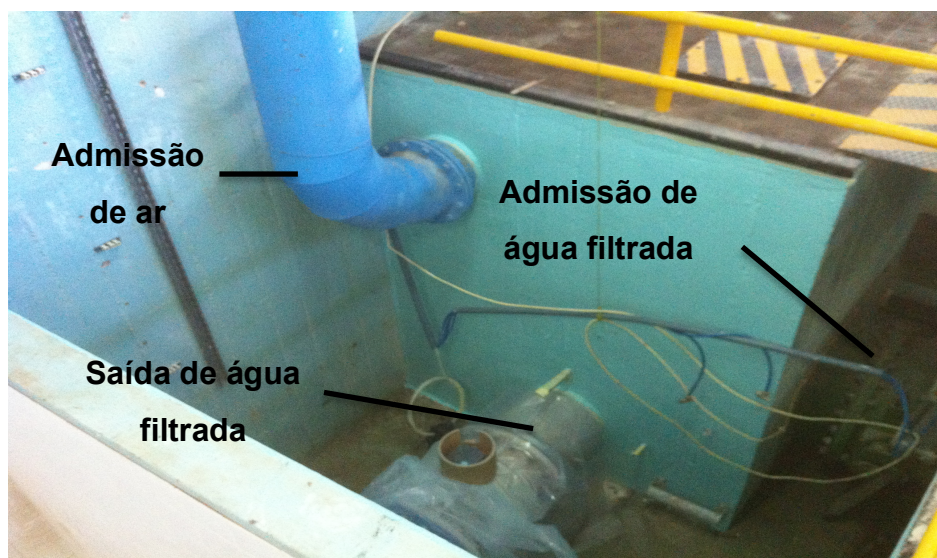


Figura 2.15 - Cuba do tanque

2.5.2- Filtragem

Após as bacias de decantação a água é escoada graviticamente para uma caleira comum a todas as bacias (Figura 2.13(D)), dotada de comportas que realizam a admissão de água para o interior de cada um dos tanques de filtragem. Através desta comporta de admissão situada no exterior do tanque, a água é admitida para o interior deste.

Com o intuito de proteger o tanque de filtragem e impedir a entrada sob pressão da água para o interior deste, antes de se iniciar o processo de filtragem, é injetada água através da válvula de admissão da galeria técnica, pelo fundo do tanque a partir do sistema de fundos falsos aí existentes, até que a cota da água no interior do tanque seja a mesma que na caleira. Quando esta igualdade de cotas é atingida o sistema interrompe a bombagem de água e fecha a válvula de admissão da galeria técnica. Após a

abertura da comporta de admissão ambos os sistemas, tanto o da caleira, como o do interior do tanque entram em equilíbrio.

Este equilíbrio é interrompido no momento da abertura da válvula de escape da galeria técnica dando início ao processo de filtragem. Devido a esta diferença de pressões a água é forçada pela gravidade a passar pelo manto filtrante, sendo recolhida pelo sistema de fundos falsos e escoada para o interior da cuba central.

Do interior da cuba a água segue pela tubagem e válvula de escape até um descarregador de ligação com o tanque de armazenamento, onde posteriormente é forçada a passar pelos tanques de carvão ativado e é encaminhada para o tanque final de armazenamento.

Este processo funciona em contínuo até à colmatação do manto filtrante. Quando esta situação ocorre a comporta de admissão exterior fecha-se, interrompendo assim o fornecimento de água para o interior do tanque.

2.5.3- Contra lavagem

O processo de contra lavagem consiste na autolimpeza do manto filtrante. Após a interrupção do processo de lavagem, com o fecho da comporta de admissão exterior, o tanque acaba de filtrar a água que contém até esta atingir a cota dos muretes da caleira central e é fechada a válvula de escape da galeria técnica.

Neste ponto a água no tanque está à cota dos muretes tanto no interior das células, como no interior da caleira central. Depois de aberta a comporta de escape do exterior, esta escoar a água que se encontra na caleira central (Figura 2.16).



Figura 2.16 - Tanque com água ao nível dos muretes

Inicialmente o processo passa pela admissão de ar através dos fundos falsos com a finalidade de agitar todas as partículas de areia do manto filtrante e forçar as colisões, por forma a que libertem os detritos que aí se encontram aderentes, e estes passem a estar em suspensão na água.



Figura 2.17 - Admissão de ar através dos fundos falsos

A admissão de ar provoca um aumento de volume e conseqüentemente provoca que parte da água seja escoada para o interior da caleira central (Figura 2.17).

Após a interrupção da admissão de ar, inicia-se a admissão de água. Ao ser injetada água através do sistema de fundos falsos impede-se que as

partículas se voltem a depositar na superfície do manto filtrante e simultaneamente provoca um aumento da cota de água no interior de cada célula.

Este aumento da cota da água faz com que esta seja escoada para a caleira central, criando uma corrente no sentido transversal do tanque que arrasta a água e os detritos para o interior da caleira central (Figura 2.18).



Figura 2.18 - Admissão de água através dos fundos falsos.

Após entrar na caleira central do tanque, a água é conduzida através da conduta de escoamento (Figura 2.13 (E)), de volta ao início de todo o processo, sendo tratada novamente como a água proveniente da barragem.

Finalizado este processo o tanque estará pronto a executar novamente o processo de filtração.

2.6 DESCRIÇÃO GERAL DA OBRA

A empreitada de beneficiação da ETA de Morgavel propunha a reabilitação estrutural, a remodelação do sistema de filtragem, a remodelação dos sistemas de saída de água filtrada em quatro tanques de filtragem, a instalação de um novo compressor de ar, pinturas dos varandins e das fachadas de entrada para a galeria técnica.

2.6.1 Reabilitação estrutural e remodelação do sistema de filtragem.

Para a reabilitação estrutural e remodelação do sistema de filtragem dos tanques, ponto principal deste trabalho, o projeto definiu as fases de intervenção representadas no organigrama da Figura 2.19.

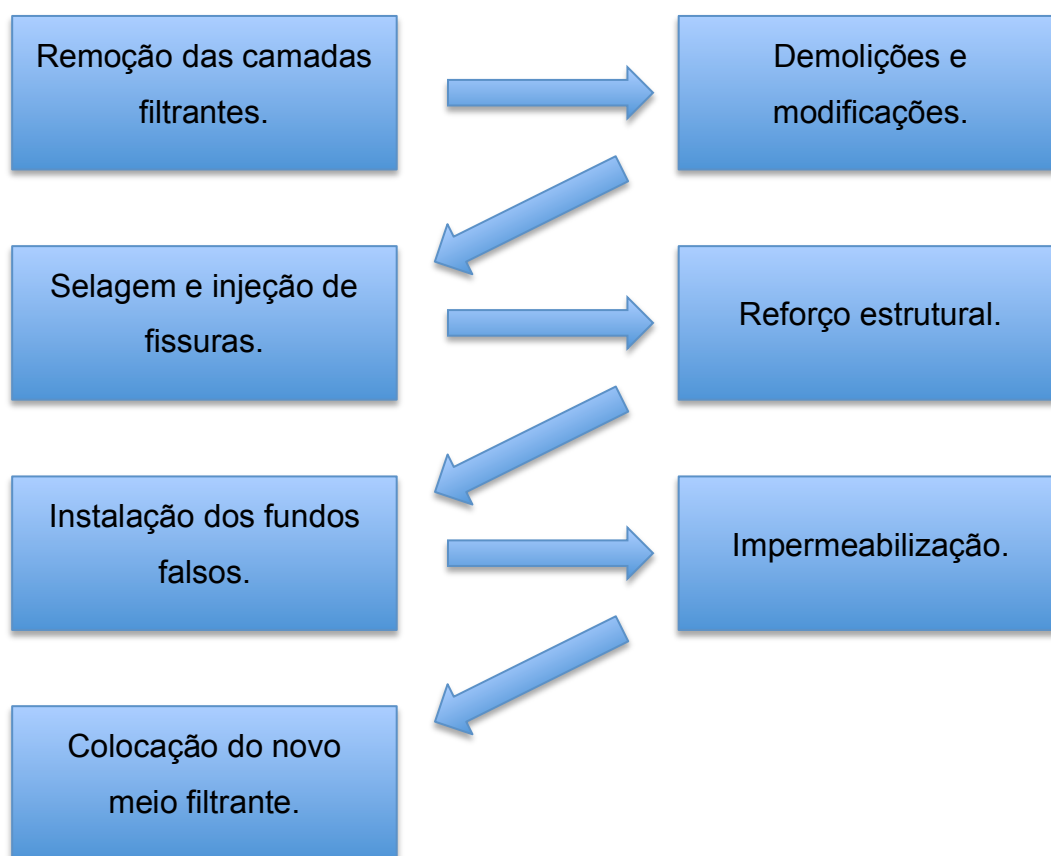


Figura 2.19 - Faseamento da reabilitação estrutural e remodelação do sistema de filtragem.

Com o objectivo de efetuar a reabilitação estrutural das paredes dos tanques de filtragem, a primeira fase consistiu na remoção manual e mecânica das

camadas filtrantes que eram constituídas por areias e seixos. Estas posteriormente foram remetidas a vazadouro próprio.

Após a remoção da areia iniciou-se a demolição da camada da laje de fundo, onde se encontra o antigo sistema de captação de água e introdutor de ar ou água. Devido às especificações técnicas do novo sistema, foi necessário modificar a geometria dos muretes da caleira central, com o acrescento de 5cm em cada lado devido ao reforço estrutural e um aumento de altura devido ao funcionamento do novo sistema de filtragem. Por sua vez este novo sistema, ao ser mais alto que o anteriormente instalado, altera a distância necessária entre a superfície do manto de areia e o topo dos muretes. Com esta alteração pretende-se evitar que no decorrer do processo de contra-lavagem as areias sejam escoadas pela caleira central, provocando uma redução na espessura do manto filtrante e, por consequência, das capacidades filtrantes do mesmo.

Seguidamente às modificações estruturais inicia-se a preparação das superfícies. Este processo consiste na degradação da superfície por via mecânica por forma a aumentar a rugosidade destas, para garantir uma boa aderência entre as superfícies degradadas e o reforço estrutural pela aplicação de betão projetado. Este processo foi realizado com recurso a um equipamento de hidrodecapagem à pressão de 1900 Bar.

Depois do processo de decapagem das superfícies, foram mapeadas todas as fissuras com o intuito de determinar as que iriam ser seladas e as que seriam seladas e injetadas com resinas epoxídicas, em função da dimensão destas.

O reforço estrutural consistiu na projeção de betão por via seca numa espessura de 5 cm (3+2 cm). Primeiramente era realizada uma camada de 3 cm, após colocada a malha de carbono e ainda em fresco era projetado os restantes 2 cm de betão projetado. Para além do reforço estrutural pela aplicação de betão projetado, o projeto previa reforços a executar nos cantos

do tanque com a aplicação de uma cantoneira metálica em inox embutida no betão projetado, assim como a aplicação de varões de inox perpendiculares e no contorno da laje de fundo de forma a solidarizar o reforço estrutural aplicado na vertical com a laje de fundo, que não foi sujeita a reforço estrutural.

Os fundos falsos são compostos por blocos de polietileno de alta densidade (PEAD), que são montados em fileiras perpendiculares à caleira central do tanque. Cada filtro é composto por 86 fileiras, 43 em cada célula e cada fileira é constituída por 4 blocos, 3 deles de tamanho padronizado, 1220mm de comprimento, 279mm de largura e 203mm de altura, sendo que o 4 bloco foi feito à medida com a mesma altura e largura mas com 432mm ou 584mm de comprimento de acordo com as especificações das células. As fileiras foram montadas no exterior dos tanques de filtração e após a instalação das placas de admissão estas foram instaladas no interior dos tanques de filtração com apoio topográfico de forma a garantir que as duas células tinham diferenças de cotas inferiores a 3 mm.

Após a instalação do sistema de fundos falsos estes foram cobertos com manga plástica, geossintético não tecido e placas tipo “platex”, por forma a impedir que o impermeabilizante à base de cimento e polímeros (SikaTop Seal 107) aplicado em todas as superfícies do interior do tanque, colmatasse as placas de distribuição de ar e admissão de água ou ar. O impermeabilizante foi aplicado em 2 camadas de 2 mm por projeção por uma equipa especializada.

Depois de todas as superfícies impermeabilizadas, e realizados os ensaios de verificação da dispersão de ar, com recurso ao manipulador telescópico iniciou-se a reposição das camadas filtrantes. A areia foi transportada em “big bags” de 1 m³ com abertura na parte inferior. Os sacos eram abertos à altura do passadiço e os tanques de filtração cheios com água até a cota dos muros da caleira central, para dispersar a energia da queda da areia de forma a evitar danos à estrutura dos fundos falsos.

2.6.2 Remodelação da saída de água filtrada.

As fases que foram definidas para a remodelação do sistema de saída de água filtrada estão representadas na Figura 2.20.

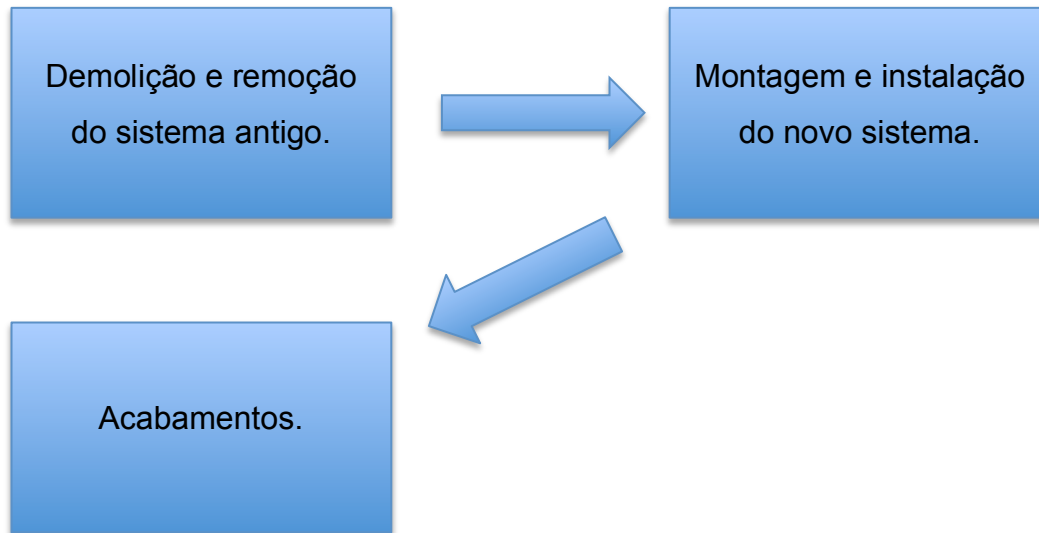


Figura 2.20 - Remodelação do sistema de saída de água filtrada.

Numa primeira fase, a remodelação do sistema passou pela desmontagem da válvula de borboleta através de uma junta de desmontagem (elemento que facilita a desmontagem de qualquer acessório da tubagem e permite efetuar ajustes longitudinais desta). Seguidamente deu-se início às demolições dos muros onde as tubagens estavam encastradas, e posteriormente procedeu-se à remoção das tubagens.

O novo sistema composto por tubagem com “passa muros” (“passa muros” é um anel saliente à tubagem que garante a sua ancoragem à superfície atravessada pela tubagem), uma válvula de borboleta, um caudalímetro e uma junta de desmontagem. Estes foram montados no exterior em duas peças separadas pela junta de desmontagem. Posteriormente as peças foram posicionadas e montadas no seu local definitivo com recurso a garras soldadas nos “passa muros” e ancoradas no muro de betão. Seguidamente todas as peças e equipamentos foram protegidos para se poder executar as cofragens e betonagens por forma e, assim, garantir a solidarização das

tubagens aos muros de betão armado (Figura 2.21).



Figura 2.21 - Remodelação da saída de água filtrada.

As pormenorizações do projeto de remodelação do sistema de saída de água filtrada encontram-se no ANEXO A.

Os acabamentos realizados consistiram na colocação de novos azulejos no interior dos descarregadores, na execução de pinturas nos muros de ancoragem das tubagens e aplicação de impermeabilizante no interior da cuba de descarga.

Depois de terminados os acabamentos foram realizadas as ligações elétricas, as ligações à rede de autómatos da ETA, as ligações aos quadros pneumáticos, assim como, as pinturas da tubagem de acordo com a rede local e identificação da direção do fluxo de água (sendo o verde a cor adoptada para a rede de água tratada).

2.6.3 Instalação do novo soprador de ar.

A instalação do novo compressor passou pelas fases representadas na Figura 2.22.



Figura 2.22 - Instalação de novo soprador de ar.

O caderno de encargos não definia marca e modelo do soprador de ar, apenas as características de desempenho deste estavam definidas (capacidade mínima de 3000 m³/h a 350 mBar). Após a aprovação por parte do dono de obra e da fiscalização, da marca, modelo e características do equipamento a utilizar, este foi encomendado e entregue em obra.

Após a recepção do equipamento, este foi transportado para a sala dos supressores, onde viria a trabalhar intercaladamente com outros dois sopradores.

Depois de aprovada a localização e alinhamento do equipamento inicia-se a montagem da tubagem de ligação à rede de ar comprimido (ANEXO A). A tubagem foi cortada à medida no local e soldada de forma temporária e posteriormente enviada para fábrica para a realização de soldaduras definitivas, para lhe ser feito tratamento anticorrosivo por galvanização de espessura mínima de 80µm e pintura de acordo com a rede local (azul é a cor adoptada para a rede de ar).

A instalação eléctrica foi realizada através da rede de esteiras técnicas até ao posto de transformação mais próximo. O soprador para além dos comandos e manómetros instalados na face do equipamento prevê a instalação de um quadro, que faz a gestão da rede eléctrica e a interligação com a rede de autómatos e controlo de equipamentos da ETA.

No final de todas as instalações, os equipamentos e autómatos foram sujeitos a várias baterias de teste, de forma a garantir o seu funcionamento em concordância e interligação à rede da ETA.

Uma vez terminados os trabalhos de reabilitação, procedeu-se aos trabalhos de acabamento através da pintura dos varandins e das fachadas. Estes trabalhos não implicaram grande relevância técnica, pelo que não serão objeto de análise neste trabalho.

2.7 CONDICIONANTES

As principais condicionantes presentes nesta empreitada foram a necessidade de a estação estar em funcionamento durante toda a obra, a distância entre as frentes de trabalho, os problemas de acessibilidade para o interior dos tanques de filtração, o risco constante de contaminação das águas e as cargas suspensas.

O facto de a ETA continuar a funcionar em pleno, impossibilitava a delimitação de locais de acesso restrito. No seu funcionamento normal existem vários operadores a circular pela estação na execução do seu trabalho, que impossibilitavam o funcionamento livre dos meios humanos e das máquinas. Para tal, foi sempre dada prioridade aos elementos da ETA durante a execução do seu trabalho.

O passadiço central, situado entre os tanques de decantação e os tanques de filtração, principal ponto de circulação e passagem para os tanques de filtração, tinha de estar sempre desimpedido e limpo, por ser também o ponto de passagem dos operadores na execução de análises.

No interior da galeria técnica a situação foi ainda mais complicada. Os locais de intervenção eram relativamente exíguos, sendo alguns deles mesmo classificados como espaços confinados, sendo o único espaço livre o mesmo que servia para a circulação pela galeria. Esta situação veio a obrigar à constante arrumação e desimpedimento do passadiço da galeria técnica, assim como a remoção de materiais e equipamentos no final de cada dia de trabalho.

Outro risco presente durante as intervenções no interior da galeria técnica advinha do facto de todos os pontos de possível contaminação das águas serem por sua vez pontos de acesso direto ao depósito final de armazenamento, o que obrigou a cuidados acrescidos e soluções próprias durante as operações nesta área. Para tal todos os pontos de acesso ao

depósito final foram cobertos com manga plástica colada às superfícies com fita tipo "duct tape" impedindo, assim, a passagem de pó ou detritos para o depósito final.

Na inviabilidade económica de ter dois estaleiros completos, um junto a cada par de tanques de filtragem a serem reparados, o estaleiro central que se encontrava junto aos tanques de filtragem 12 e 13, fez com que todos os trabalhos nos tanque 1 e 2, se tornassem sempre mais demorados devido à impossibilidade de alguns materiais e máquinas ficarem armazenados ao ar livre junto a estes. Esta situação demonstrou-se um problema na gestão dos estaleiros, por em diversas situações os materiais ou máquinas, quando eram necessários estarem no outro estaleiro ou na frente de trabalho adjacente a este.

Os estaleiros foram instalados o mais próximo possível das frentes de trabalho, mesmo assim, o facto da cota do terreno ser mais baixa que a cota do passadiço (aprox. 2 metros) e a cota da laje dos tanques de filtragem ser 4 metros mais baixa que a do passadiço, dificultava muito o transporte de materiais e equipamentos para o interior dos tanques de filtragem. A diferença de cotas entre o estaleiro e o passadiço impossibilitou a visibilidade do operador do manipulador telescópico para o interior dos tanques, o que obrigou a ter um operador externo num ponto sem restrições de visibilidade, que através de comandos gestuais indicava ao operador os locais onde deixar ou levantar a carga, por forma a minorar as situações de risco a que os trabalhadores no interior do tanque estariam sujeitos.

As disposições construtivas da ETA revelaram-se um problema. Como referido anteriormente o passadiço central estava elevado em relação ao terreno, o que obrigou muitas vezes à utilização de máquinas para a carga e descarga de todos os materiais e equipamentos que não pudessem ser transportados à mão. Outra condicionante do passadiço foi o facto de a superfície deste ser em grelha metálica, o que impedia o rolamento de qualquer equipamento cujos rodados não tivessem dimensão suficiente para

rolar sobre a grelha. Outra disposição que se revelou problemática foi o facto de que tudo o que não pudesse ser transportado através do passadiço, tinha de ser transportado por máquinas ou veículos de carga. Como os tanques de decantação separavam os estaleiros norte e sul, os veículos foram obrigados a adoptar uma rota mais longa. A sala de supressores encontrava-se bastante acessível, a sua entrada dava diretamente para a estrada, mas por sua vez a sua cota de soleira encontrava-se 0,6m acima do pavimento, o que dificultava as manobras de carga e descarga. A entrada para a galeria técnica para além da limitação da largura das portas de entrada, tinha um lance de escadas imediatamente após a entrada o que dificultava o acesso ao interior com equipamentos e materiais. Apesar da existência de um guincho tipo ponte rolante, este era demasiado lento para rentabilizar a sua utilização e só foi utilizado durante a remoção das tubagens da saída de água filtrada e durante a colocação das novas.

A produção de poeiras durante a demolição, o encaminhamento das águas provenientes da hidrodecapagem e da execução de carotes, os detritos da projeção de betão, assim como, da argamassa de impermeabilização obrigaram a soluções, que serão descritos em capítulo próprio de forma a impedir o perigo de contaminação das águas, assim como, os riscos associados ao facto da ETA continuar em funcionamento.

As cargas suspensas e os riscos inerentes foram uma condicionante constante durante todas as fases da obra. Todos os materiais que não pudessem ser carregados a braços tinham de ser colocados ou retirados do fundo dos tanques com recurso a um manipulador telescópico, equipado com correntes, cintas ou balde, dependendo do material que se quisesse retirar ou colocar no interior dos tanques. Uma vez que o alcance do manipulador telescópico era limitado, os trabalhadores encontravam-se por vezes em zonas de risco, caso alguma falha mecânica ou humana acontecesse. Por forma a minorar esses riscos foi definido que durante a subida ou descida de carga, esta era efectuada sempre com a carga por cima da caleira central e só depois era efectuada o processo de rotação.

2.8 CONCLUSÃO

Dada a complexidade da ETA, as disposições construtivas desta, os métodos e soluções adotadas, e a multidisciplinaridade da intervenção, esta empreitada revelou-se como um desafio à experiência do estagiário e permitiu-lhe adquirir um conhecimento específico relativamente à constituição e funcionamento de uma ETA.

A impossibilidade de encerramento da ETA, a necessidade de a manter em funcionamento durante toda a empreitada e os riscos associados a esta condição, foram um desafio durante toda a empreitada, tendo sido ultrapassados com uma gestão coerente e prevenção das situações de risco.

As dificuldades encontradas devido aos locais a intervir na ETA, à gestão dos estaleiros, aos diversos locais de intervenção e aos processos construtivos utilizados, foram ultrapassados com sucesso.

Os diversos elementos da ETA intervencionados e os métodos utilizados nesta empreitada, demonstravam uma multidisciplinaridade nas áreas de reabilitação, hidráulica, electrónica e mecânica, o que permitiu ao estagiário a tomada de conhecimentos em diversas áreas.

Não sendo possível obter as condições ideais para a execução de alguns trabalhos, as soluções adoptadas foram sempre no sentido de os realizar com o maior rigor e segurança possível, dentro das contingências da etapa do trabalho que se estava a realizar.

CAPÍTULO 3 - BENEFICIAÇÃO DA ETA DE **MORGAVEL**

Neste capítulo é realizada uma descrição da obra, são referidos os processos construtivos, analisadas as respetivas condicionantes e as soluções adotadas.

3.1 REMOÇÃO DAS CAMADAS FILTRANTES

3.1.1 Descrição dos trabalhos

De forma a proceder-se à futura reparação dos tanques de filtração (paredes, laje de fundo e muretes), as camadas filtrantes (areia) tiveram de ser removidas. A remoção das areias foi a primeira atividade a ser executada após a montagem do estaleiro e a autorização para início dos trabalhos. Este processo foi efetuado com recurso a meios humanos auxiliados por equipamentos mecânicos apropriados às condições existentes.

O processo de remoção das camadas filtrantes desenvolveu-se nas seguintes quatro fases:

3.1.1.1 Acesso

A primeira fase consistiu na criação de um acesso em segurança para o interior do tanque. No tanque 1 já tinha sido removida a areia, pelo que foi montada uma torre de andaime que fazia a ligação do exterior para o interior do tanque (Figura 3.1), com recurso a escadas.



Figura 3.1 - Torre de acesso ao interior do tanque.

No caso dos tanques 2, 12 e 13, que ainda continham o manto filtrante no seu interior, optou-se por montar uma escada de acesso. A instalação desta escada provisória visou maximizar a área de trabalho, de forma a facilitar a manobrabilidade dos equipamentos no interior do tanque. A montagem desta

escada deverá exigir que o seu posicionamento garanta 0,90m acima da superfície, que seja devidamente travada e com uma inclinação compreendida entre os 60 e 75 graus.

Posteriormente à remoção da areia, a escada do lado interior foi substituída por uma torre de andaime, de forma a garantir o acesso em segurança para o interior do tanque.

Não estando os tanques 2 e 12, situados extremidades, foram realizados acessos entre o tanque 1 e 2, e entre o 12 e 13 de forma a estes poderem aceder ao exterior (Figura 3.2).



Figura 3.2 - Acesso entre tanques.

3.1.1.2 – Remoção manual

Reunidas as condições de acesso, iniciou-se a remoção da areia no interior dos tanques. Esta, inicialmente, foi efectuada de forma manual, com o objectivo de expor a área necessária da laje de fundo, para posteriormente descarregar a minicarregadora no interior do tanque.

A areia foi removida manualmente para o interior de um balde-grua (500L), que era retirado do interior do tanque pelo manipulador telescópico. O balde era descarregado para a caixa do camião e quando este estava cheio a areia era transportada para o parque de resíduos (Figura 3.3).



Figura 3.3 - Remoção da areia.

3.1.1.3 – Remoção mecânica

Posteriormente à abertura da área necessária para a circulação da minicarregadora na laje de fundo, iniciou-se o processo de colocação da minicarregadora no fundo dos tanque (Figura 3.4).



Figura 3.4 - Colocação da minicarregadora no interior do tanque.

Após alguns ciclos de remoção e criado espaço suficiente para o movimento da minicarregadora e local para baixar o balde, começou-se a trabalhar com mais rendimento uma vez que já se podia trabalhar em simultâneo com os dois baldes, os quais eram retirados pelo manipulador telescópico e descarregados num camião, que transportava a areia para o parque de resíduos.

Na fase final devido à imprecisão da minicarregadora, o excedente da areia foi retirado manualmente.

3.1.1.4 – Armazenamento

O camião quando cheio transportava a areia para ser armazenada na zona do parque de resíduos e descarregava-a com recurso à basculação da caixa.



Figura 3.5 - Descarga de areia no parque de resíduos.

Inicialmente a areia era para ser armazenada no parque de resíduos até ser terminada a remoção da areia de todos os tanques e posteriormente ser transportada para vazadouro (Figura 3.5). No entanto por imposição da fiscalização, foi necessário colocar a areia no parque de resíduos sobre um manto de manga plástica e geossintético não tecido, por forma a impedir qualquer contaminação do solo.

Quando terminou o processo de remoção das areias estas foram cobertas por manga plástica de forma a impedir a escorrência de águas através das areias e possível contaminação do solo. A areia em questão foi enviada para análise que confirmou a não contaminação da areia e após esta confirmação, esta foi transportada para vazadouro próprio.

Após a conclusão dos trabalhos de reparação e reforço no interior dos tanques, foi efectuada a reposição das novas camadas filtrantes (areia). Esta foi fornecida em “big bags”, que foram posteriormente transportados e vazados para o interior dos tanques, com o auxílio do manipulador telescópico.

3.1.2 Condicionantes

As principais condicionantes nesta fase inicial foram a temperatura, os acessos e as cargas suspensas.

As temperaturas sentidas nesse mês em conjunto com o local da empreitada e o facto dos trabalhos terem sido realizados no fundo dos tanques de filtragem ladeados por paredes de quatro metros de altura, tornou a execução dos trabalhos mais difícil, chegando mesmo a baixar o rendimento dos trabalhos.

Como solução para minorar a exposição solar a que os trabalhadores estavam sujeitos instalou-se uma rede de sombreamento por cima do tanque, que se provou ineficaz devido aos ângulos de incidência solar e a necessidade do manipulador telescópico estar constantemente a retirar areia do interior do tanque.

Devido à impossibilidade de instalação de uma torre de acesso em andaime, visto se ir retirar o ponto de apoio onde esta estaria instalada, os acessos nesta fase dos trabalhos foram realizados de forma temporária através de uma escada metálica.

3.2 DEMOLIÇÕES, MODIFICAÇÕES E PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES

3.2.1 Descrição dos trabalhos

Nesta fase, após finalizada a remoção das camadas filtrantes (areias), iniciou-se a demolição da laje de fundo com o intuito de remoção do sistema antigo de admissão de água e introdução de ar.

Após a demolição da laje e remoção do antigo sistema, e por requisito do projetista foi necessário modificar os orifícios de ligação entre as células e a cuba central. Estes tiveram de ser aumentados de forma a atingirem os 180mm de altura.

Devido às especificações técnicas do novo sistema, foi necessário aumentar a altura dos muretes da caleira central. Estes posteriormente seriam também reforçados com betão projetado e malha de carbono.

Com vista a criar as condições favoráveis à interligação entre as superfícies degradadas e o reforço estrutural, foi necessária sanear as superfícies com recurso a hidrodecapagem.

3.2.1.1 Demolição da laje de fundo e topo dos muretes

Antes de se iniciar a demolição, para minimizar a libertação de poeiras, foi instalada uma rede sombra, no cimo do tanque. A colocação da rede sombra, foi efectuada após a colocação de prumos metálicos, nas extremidades das paredes dos tanques, permitindo a instalação de dois cabos de aço, onde foi fixada a rede sombra. Este sistema tinha o intuito de permitir que a rede sombra deslizasse ao longo dos cabos, ficando totalmente recolhida quando fosse necessário a movimentação de cargas com o manipulador telescópico.

Este sistema como já foi referido anteriormente, demonstrou-se ineficaz devido às constantes manobras do manipulador telescópico, assim como

devido à diminuição da circulação de ar na frente de trabalho (Figura 3.6). Houve necessidade de humedecer a laje para reduzir a produção de poeiras durante o processo de demolição. Este humedecimento foi realizado com recurso a mangueiras de água e a um sistema tipo rega. Este sistema foi instalado simultaneamente com a rede sombra e consistia em dois cabos, um por cima de cada célula do tanque, que continham uma mangueira equipada com aspersores tipo rega que faziam o humedecimento da laje. A mangueira de água servia para quando era necessário realizar uma molhagem mais exaustiva da laje (Figura 3.6).



Figura 3.6 - Rede Sombra e sistema de aspersores.

No caderno de encargos estava previsto que na eventualidade da deteção de armaduras que evidenciassem sinais de corrosão, recomendava-se a decapagem destas e, no caso de apresentar uma redução de secção superior a 20%, esta seria reforçada com uma armadura complementar. Esta situação não se veio a revelar em ponto nenhum da laje de fundo, apenas numa parede do tanque 12 onde claramente existiu um desvio das armaduras e conseqüentemente uma redução do recobrimento. Depois de catalogadas estas foram decapadas com recurso a hidrodecapagem e após verificada uma redução de secção das armaduras inferior a 20% estas foram betonadas com recurso a betão projetado.

A atividade de demolição, foi efetuada com recurso a martelos pneumáticos, alimentados por um compressor de ar colocado na periferia dos tanques. A

laje onde se encontrava o sistema de captação/admissão, era uma laje não estrutural composta por uma primeira camada de betão com aproximadamente 0,05m, uma segunda camada com aproximadamente 0,11m de espessura onde se encontravam, embebidas no betão, as tubagens de PVC do antigo sistema. A terceira camada era semelhante à primeira.

O processo de demolição foi realizado até à fronteira entre a terceira camada e a laje estrutural, em ambas as células dos tanques de filtragem.

A demolição realizou-se em 3 fases:

1. Demolição e remoção da primeira camada de betão;
2. Remoção das tubagens;
3. Demolição e remoção da última camada betão.

Na primeira fase com recurso aos martelos pneumáticos, os marteleiros picavam a laje em aproximadamente 5 cm de espessura e esta era removida para o interior do balde-grua manualmente com recurso a pás (Figura 3.7). Este era removido do interior do tanque pelo manipulador telescópico e descarregado diretamente para contentores de resíduos. Nesta fase ainda não foi possível utilizar a minicarregadora porque dava lugar ao fracionamento dos tubos de PVC, do antigo sistema de captação que se encontravam embebidos na laje, dificultando a tarefa de remoção destes.



Figura 3.7 - Demolição da primeira camada.

Na segunda fase com recurso aos martelos pneumáticos e elétricos a antiga tubagem de PVC era removida, cortada e colocada em “big bags” que eram retirados do interior do tanque pelo manipulador telescópico e armazenados temporariamente no parque de resíduos até existir quantidade suficiente que justificasse a vinda de um contentor de resíduos (Figura 3.8).

Inicialmente a 3ª fase foi realizada como a primeira. Após a demolição com recurso aos martelos pneumáticos a remoção dos detritos para o interior do balde-grua foi realizada manualmente. Com vista a aumentar o rendimento do trabalho e porque já só havia betão, a minicarregadora foi colocada no fundo do tanque e esta carregava os detritos para o interior dos baldes-grua, sendo estes retirados do interior dos tanques pelo manipulador telescópico e descarregados diretamente para contentores de resíduos.



Figura 3.8 - Demolição e separação de resíduos.

3.2.1.2 Modificação dos orifícios de entrada e saída para a cuba central

Caso tivéssemos uma construção nova os orifícios de interligação entre o sistema de fundos falsos e a cuba central teriam um forma triangular com uma altura de 180mm. Tratando-se de uma reabilitação e instalação de um sistema adaptado, não foi possível executar os orifícios com essa geometria.

O sistema inicial continha 73 furações de diâmetro 110 mm. O novo sistema

se fosse realizado em construção nova só teria 43 orifícios de forma triangular. Apesar desta diferença pôde-se comprovar que as furações antigas permitiam o escoamento de caudal máximo necessário tanto de captação como de admissão. Após várias consultas e a apreciação de propostas do projetista dos fundos falsos e, não sendo possível modificar a estrutura para criar os orifícios de forma triangular, chegou-se à solução de executar carotes sendo apenas exigido que as furações tivessem 180mm de altura independentemente do formato final (Figura 3.9).



Figura 3.9 - Execução de carotes.

3.2.1.3 Modificação dos muretes da caleira central

O novo sistema, ao ter sido projetado para tanques de filtração com geometrias diferentes, em que a caleira central está posicionada em cotas superiores do tanque e estes têm apenas uma célula de filtração, altera a distância necessária entre a superfície do manto de areia e o topo dos muretes.

Devido às especificações técnicas do novo sistema foi necessário, portanto, aumentar a altura dos muretes da caleira central até ao máximo possível que a geometria destes tanques permitiram.

Esta alteração pretende evitar que no decorrer do processo de contralavagem as areias sejam escoadas pela caleira central, provocando uma

redução na espessura do manto filtrante e deste modo as capacidades filtrantes do mesmo.

Neste caso por exigência do projetista, a altura dos muretes foi aumentada ficando os seus topos à distância de 16 cm da base do descarregador, por forma a permitir a execução de 5 cm de betão projetado, 4 mm da argamassa impermeabilizante e que durante o processo de contra-lavagem permitisse escoar um lâmina de água de 10 cm.

O aumento dos muretes foi realizado com recurso a métodos tradicionais. As armaduras transversais, que já tinham sido encomendadas com o formato desejado, foram ancoradas aos muretes antigos com recurso a argamassas epoxídicas (Figura 3.10). Para tal foi necessário abrir furos no topo dos muretes existente.



Figura 3.10 - Armaduras de aumento dos muretes.

Após a amarração das armaduras foi realizada a cofragem com recurso a painéis de MDF e barrotes. As estruturas de cofragem foram escoradas com recurso a barrotes contra a laje de fundo. No interior da cofragem foram instalados tubos de PVC e no seu interior passam varões de armaduras que são tensionadas por esticadores do tipo “castanha” metálica. As armaduras tensionadas pelas “castanhas” fecham a cofragem e os tubos de PVC impedem que esta feche mais que a dimensão desejada (Figura 3.11).



Figura 3.11 - Cofragem dos muretes.

No topo do murete a cofragem foi adaptada para realizar um chanfro, por forma, que quando fosse realizada a projeção com 5 cm de betão este tomasse a sua forma final sem necessitar de modificações.

Inicialmente a betonagem foi realizada com recurso ao manipulador telescópico equipado com um balde grua com descarga manual. Este processo demonstrou-se desvantajoso e foi apenas utilizado no tanque 1, os restantes tanques foram betonados com recurso a um camião grua (Figura 3.12).

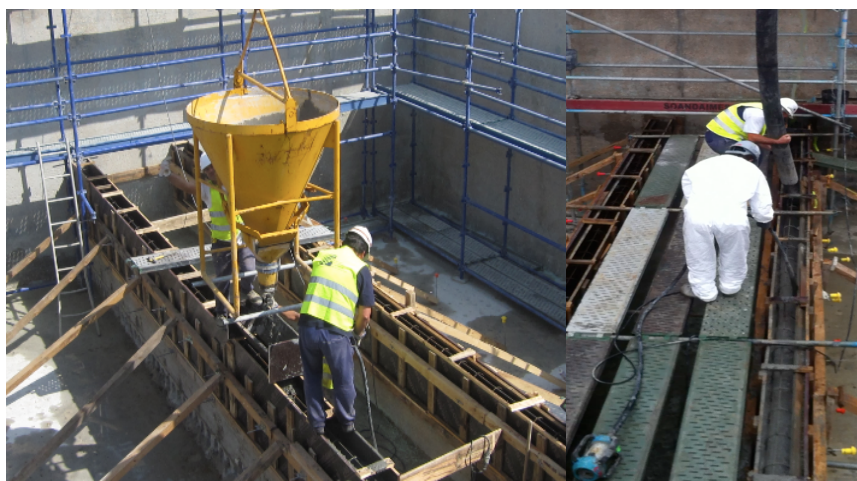


Figura 3.12 - Betonagem dos muretes.

Passadas 48 horas da betonagem, foi realizada a descofragem dos muretes e a cofragem reutilizada para os tanques seguintes.

3.2.1.4 Preparação de superfícies

Terminada a atividade de aumento dos muretes iniciou-se a preparação das superfícies. A preparação, consistiu no saneamento das superfícies removendo apenas a espessura necessária para criar as condições favoráveis à boa ligação mecânica entre o material antigo e o novo.

Não sabendo, à partida, a resistência mecânica da superfície a intervir, o CE (Caderno de Encargos) previa o saneamento da superfície com recurso a um dos seguintes equipamentos:

- Martelos pneumáticos;
- Martelos elétricos;
- Jacto de água (Hidrodecapagem).

Após a realização de um ensaio de utilização, o dono de obra e a fiscalização aprovaram que o saneamento fosse realizado com recurso a um equipamento de hidrodecapagem, e que o equipamento utilizado fosse a FALCH T2000, capacitada para projetar água até à pressão de 2000 Bar.



Figura 3.13 – Hidrodecapagem.

Terminado o processo de saneamento (Figura 3.13), todas as superfícies no interior do tanque foram limpas com água, de modo a assegurar que estavam livres de pó, detritos soltos e outros materiais que pudessem reduzir a colagem dos materiais de reparação.

3.2.2 Condicionantes

As principais condicionantes nesta fase foram o controlo sobre a produção de poeiras, o ruído, a temperatura, a arrumação da frente de trabalho, a separação dos materiais e as cargas suspensas.

O processo de demolição com recurso a martelos pneumáticos é extremamente ruidoso e com uma elevada produção de poeiras. Com vista a reduzir esses efeitos, foram instaladas redes nos pontos de separação entre os tanques em funcionamento e os intervencionados. Foram instalados também um sistema de aspersores de água por cima de cada célula de forma a diminuir a quantidade de poeiras transportadas pelo ar. Outra solução executada de forma a impedir que os marteleiros e serventes ficassem encharcados no final do dia de trabalho, foi o recurso a uma mangueira de água, para diminuir a produção de poeiras.

A elevada produção de ruído que este trabalho produzia, obrigou à utilização de tampões super-auriculares por parte de todos os trabalhadores que estivessem no interior do tanque de filtragem, o que veio a tornar-se um obstáculo para a comunicação entre o operador de exterior e os trabalhadores no interior do tanque.

A arrumação da frente de trabalho veio a demonstrar-se um problema, devido ao número de trabalhadores que se encontravam no local (3 marteleiros e 3 serventes), e as dimensões reduzidas do mesmo. A necessidade de remoção dos detritos de betão demolidos, a separação dos restos de tubagem em “big bags”, as cantoneiras metálicas que suportavam a tubagem no local, juntamente com as mangueiras de ar comprimido que alimentavam os

martelos pneumáticos, que quando sobre pressão adoptam toda a sua extensão, juntamente com as mangueiras de água, demonstraram-se um desafio à gestão desta frente de trabalho.

Durante a decapagem das paredes com recurso a hidrodecapagem, os produtos desta operação escorriam para a laje de fundo e por sua vez para a cuba que se encontra abaixo da caleira central. Nesta estava instalada uma bomba de água que bombeava a água para uma cota acima até à sarjeta mais próxima, onde esta era filtrada, com recurso a várias camadas de geossintético não tecido, antes de entrar para a rede de drenagem de águas pluviais da ETA. Os resíduos sólidos eram retirados à mão do interior da cuba, dado que o único local de entrada para o interior desta era através de uma entrada de 0,4x0,4m de lado.

3.3 SELAGEM E INJEÇÃO DE RESINAS DE EPÓXIDO

3.3.1 Descrição dos trabalhos

O tratamento de fissuras com recurso a resinas de epóxico, consiste na injeção da resina nas fendas e/ou vazios existentes em elementos de betão, restituindo-lhes o monolitismo, através de uma “soldadura” eficiente.

Esta atividade divide-se nas seguintes fases: mapeamento, avivamento, selagem e injeção das fissuras.

3.3.1.1 Mapeamento

O mapeamento foi uma atividade realizada conjuntamente entre o empreiteiro e a fiscalização, por forma a controlar a quantidade em metros de fissuras a reparar, para a realização dos autos de medição mensais.

Juntamente com o técnico de injeção e o responsável da fiscalização, foi realizada uma marcação “in situ” e medição das fissuras a injetar e as que foram apenas seladas (Figura 3.14), sendo essa avaliação realizada com recurso a uma régua de referência para determinar se a fissura era superior a 0,4 mm para ser realizada a selagem e injeção da fissuras. Por sua vez também era realizado um croqui em papel das fissuras para registo. No ANEXO B é possível observar um exemplo do levantamento realizado.



Figura 3.14 - Mapeamento de fissuras.

3.3.1.2 Avivamento

Detetadas e mapeadas as fendas a intervir com recurso a um disco de corte iniciou-se o avivamento destas em toda a sua extensão, com uma profundidade de aproximadamente 1 cm (Figura 3.15).

Após término do ponto anterior, realizou-se a limpeza de todas as fissuras, removendo assim gorduras, pós e sujidades eventualmente existentes nas superfícies que poderão ficar em contacto com a resina. O processo de limpeza foi efectuado com jacto de água, evitando assim a libertação de poeiras para o ar.



Figura 3.15 - Avivamento de fissuras.

3.3.1.3 Selagem

Esta atividade foi realizada de duas formas, dependendo se a fissura era para selar e injetar ou apenas para selar. Em ambos os casos a argamassa de selagem foi MC-Bauchemie SX 481 E.

Nas fissuras determinadas apenas para selagem, foi aplicada a argamassa de selagem em toda a extensão da fissura avivada.

Nas fissuras a serem seladas e injetadas, procedeu-se à colocação dos tubos de injeção (tubos de plástico). Estes foram posicionados regularmente ao longo da fenda, distando entre si cerca de 15 a 20 cm (Figura 3.16).

Terminada a colocação dos tubos iniciou-se a selagem das fissuras. Esta foi efectuada em toda a extensão da fenda avivada, vedando todas as zonas onde possam ocorrer fugas de resina injetada, enquanto líquida. Nos casos em que a fenda atravessava a totalidade da peça foi ainda necessário efetuar a selagem da sua parte posterior.

Concluídos os pontos anteriores, deu-se início ao processo de injeção das fissuras.



Figura 3.16 - Selagem de fissuras a injetar.

3.3.1.4 Injeção das fissuras

A injeção das fissuras foi efectuada com um equipamento dotado de duas bombas que doseiam cada componente. A mistura dos dois componentes é realizada na própria pistola, na proporção em volume recomendada pelo fabricante, 2,78:1 no caso da resina MC-DUR 1260.

Antes de se dar início ao processo de injeção de fissuras, foi efectuado um ensaio de controlo de débito dos componentes. Este controlo consiste na bombagem de uma porção de cada um dos componentes para dois recipientes, no mesmo intervalo de tempo. Como resultado, o volume do componente A deverá ser 2,78 vezes o do componente B, com um desvio máximo de 5%.

Após o endurecimento da selagem das fissuras e efetuado o ensaio de controlo, deu-se início ao processo de injeção de fissuras, sendo que este foi sempre realizado de baixo para cima, por se tratar de elementos verticais, garantindo o total preenchimento da fenda, evitando a formação de bolhas por aprisionamento de ar (Figura 3.17).

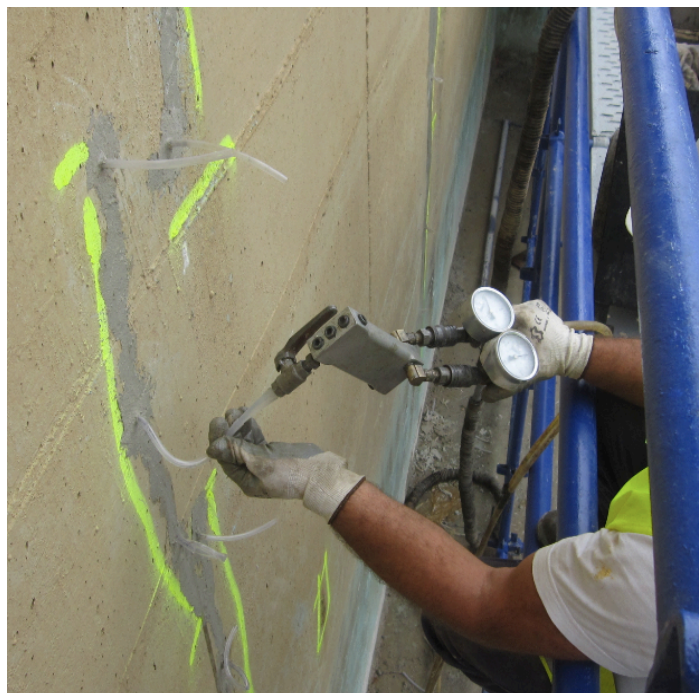


Figura 3.17 - Injeção de fissuras.

No final do trabalho de injeção, o equipamento foi limpo com um diluente apropriado (MC-Verduennung EP), de forma a evitar o endurecimento da resina de epóxido no interior da pistola de injeção.

3.3.2 Condicionantes

As principais condicionantes nesta fase foram a movimentação da máquina de injeção de resinas através dos andaimes e a gestão de resíduos provenientes do processo de utilização da máquina de injeção.

A máquina de injeção não sendo um equipamento portátil, a sua dimensão, peso, mangueiras, componentes de consumo e limpeza dificulta a sua circulação nos diversos níveis de andaime.

Os resíduos provenientes da utilização e limpeza da máquina são resíduos perigosos que não podendo ser enviados para o lixo comum, tiveram de ser armazenados em contentor próprio de forma a não contaminar outros resíduos, sendo posteriormente enviados a vazadouro próprio.

3.4 REFORÇO ESTRUTURAL COM BETÃO PROJETADO

3.4.1 Descrição dos trabalhos

O reforço estrutural aplicado às face interiores dos tanques de filtragem consistiu na projeção de betão com a aplicação de malha de carbono ao longo de todas as superfícies do interior do filtro à exceção das lajes de fundo dos tanque e aplicação de malha dupla até uma altura de 1,5m, nas paredes entre tanques que não fossem sujeitas a reforço na outra face. Foram ainda aplicadas cantoneiras metálicas nos cantos do tanque e varões de inox ao longo do perímetro do tanque por forma a reforçar a interligação entre o reforço estrutural e a laje de fundo que não foi sujeita a reforço estrutural.

O betão projetado é um tecnologia de aplicação betão. Esta atividade só pode ser realizada por pessoal qualificado, um Técnico de projeção de betão (Cimenteiro). A técnica de projeção de betão utilizada na reparação das faces interiores dos tanques, foi a da via seca com recurso a uma máquina de câmara dupla.

A composição volumétrica do betão projetado fabricado em obra, por cada mistura realizada na betoneira de 250l, foi:

- Cimento Portland CEM I 42,5R – 50 l;
- Areia – 140 l;
- Micro-sílica – 1 l;
- Fibras de vidro – 0,02 l.

O controlo de admissão de água, é sempre efectuado pelo Técnico de Projeção de Betão.

A mistura seca foi realizada em obra com recurso a uma betoneira. Depois de realizada esta foi transportada para a central de projeção com recurso a uma mini carregadora tipo “Bobcat” (Figura 3.18).



Figura 3.18 - Central de projeção de betão.

A mistura seca é conduzida através de um eixo sem fim que alimenta a máquina de projeção de câmara dupla (Figura 3.18). A mistura dá entrada para a primeira câmara que é fechada e pressurizada. Quando as duas câmaras atingem a mesma pressão, a mistura ainda seca passa para a segunda câmara que é fechada. Neste momento faz-se a descarga da primeira câmara para esta poder ser aberta e voltar-se a introduzir mais mistura seca. A mistura que se encontra na segunda câmara é alimentada por pás para o ponto mais próximo da saída, onde por diferença de pressões esta é forçada a passar para o interior do mangote e transportada por toda a sua extensão, até à extremidade, onde será uniformemente adicionada a água através do anel dispersor de água acoplado no canhão de projeção.

O reforço estrutural dos tanques foi realizada com recurso à técnica de betão projetado em camadas de (2 + 3)cm. Entre a camada de 2 e a de 3 cm foi aplicado uma malha de carbono (S&P ARMO-mesh L500) em vez da comum malha metálica.

Para além do reforço dado pelo betão projetado, o projeto previa o reforço entre os elementos verticais e entre os elementos verticais e horizontais. Entre os elementos verticais foram aplicadas 4 cantoneiras metálicas por tanque, embutidas no betão projetado e ancoradas à parede existente. Entre os elementos horizontais e verticais foram ancorados varões de inox

perpendicularmente à laje de fundo junto as paredes do tanque por forma a solidarizar os dois elementos (Figura 3.19).

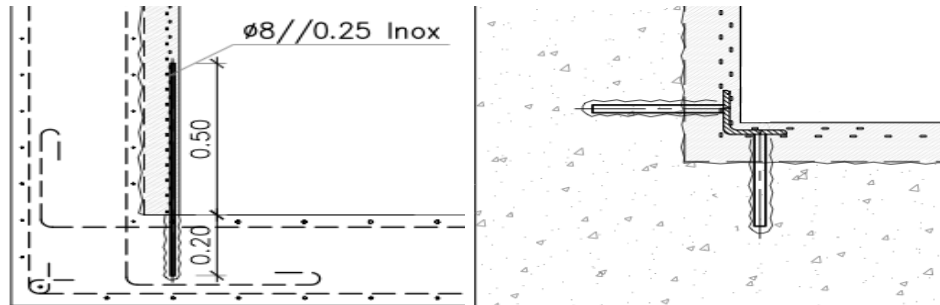


Figura 3.19 – (a) Reforços entre elementos verticais e horizontais e (b) entre elementos verticais.

As pormenorizações do projeto de reforço estrutural das paredes dos tanques de filtragem encontram-se no ANEXO C.

3.4.1.1 Preparação

A preparação consistiu na execução de furos (diâmetro 12mm) na laje até uma profundidade de 20cm, limpeza dos furos, injeção de uma bucha química (FISCHER FIS VT 380C) e colocação dos varões de inox (diâmetro 8mm) na vertical garantindo uma ancoragem de 20 cm na laje e 50 cm salientes. Simultaneamente a esta operação foram realizadas guias mestras nas paredes do tanque, de forma a garantir a espessura da camada de betão projetado (Figura 3.20).



Figura 3.20 – Realização de guias mestras.

Antes de se iniciar a projeção de betão foi necessário proteger todos os equipamentos e locais de quaisquer detritos provenientes da projeção. É exemplo disso as comportas, os êmbolos pneumáticos destas, assim como a instalação de redes de separação para os tanques que não estavam a ser intervencionados.

3.4.1.2 Primeira e segunda camada de betão projetado

A primeira camada, com 3 cm de espessura, foi realizada com recurso à via seca (Figura 3.21) em toda a largura da parede até uma altura de 2m. Sendo a projeção de betão um método impreciso e irregular, por melhor que seja o cimenteiro, após a projeção de betão é necessário realizar um talochamento da superfície com recurso a régua de alumínio por forma a retirar o excesso da espessura de argamassa colocada pelo cimenteiro e acertar a espessura do reforço com as guias mestras previamente realizadas.

Finalizada a primeira camada, iniciou-se a colocação da malha de carbono (S&P ARMO-mesh L500). Seguidamente o cimenteiro realiza a 2ª camada de betão projetado no primeiro troço e a 1ª camada no segundo troço de 2m. Este processo repetiu-se até se atingir o topo da parede.



Figura 3.21 - Projeção de betão.

3.4.1.3 Colocação da malha de carbono

Imediatamente após a término da primeira camada numa secção da parede, inicia-se a colocação da malha de carbono (Figura 3.22). A malha de carbono (S&P ARMO-mesh L500) foi fixada à superfície da parede com recurso a réguas de alumínio de 2 cm de espessura e tapites. As réguas, para além de assegurarem a colocação da malha de carbono na posição correta, funcionavam simultaneamente como guias mestras para a segunda camada.



Figura 3.22 - Colocação de malha de carbono.

O projeto, para além do reforço com varões de inox entre os elementos verticais e horizontais, preconizava ainda a colocação de malha dupla até uma altura de 1,5m, nas paredes que não foram sujeitas a reforço na outra face (Figura 3.23).



Figura 3.23 - Colocação de malha dupla.

3.4.1.4 Cantoneiras

Entre a primeira e a segunda camada foram colocados negativos de madeira nos quatro cantos do tanque, de forma a permitir a colocação das cantoneiras em inox previstas em projeto.

Posteriormente à execução das duas paredes adjacentes a cada canto, foi iniciado o processo de instalação da cantoneira. As cantoneiras foram encomendadas com a altura total da parede e com roscas previamente torneadas, permitindo assim ancorar as cantoneiras às paredes existentes com recurso a um varão roscado.



Figura 3.24 - Posicionamento da cantoneira para marcação.

As cantoneiras foram colocadas na sua posição final, para se proceder à marcação das furações (Figura 3.24). Depois de realizadas as marcações estas foram retiradas para a realização das furações e colocadas novamente no local. A ancoragem do varão roscado à parede é realizada com recurso a buchas químicas (FISCHER FIS VT 380C) injetadas para o interior da furo e seguidamente o varão roscado é aparafusado através da cantoneira para o interior do furo com recurso a um sistema de “contra porca” (Figura 3.25).



Figura 3.25 - Cantoneira.

Após conclusão da ancoragem da cantoneira à parede existente, realizou-se o acabamento da superfície, sendo este executado em forma curvilínea, por exigência do dono de obra, de forma a reduzir a acumulação de detritos nos cantos do tanque (Figura 3.26).



Figura 3.26 - Acabamento curvilíneo.

3.4.2 Condicionantes

As principais condicionantes nesta fase foram a necessidade de coordenação constante entre a equipa de produção e a equipa de projeção de betão,

durante a projeção de betão e a colocação da malha de carbono; a disposição construtiva dos andaimes; e a gestão do retorno da projeção de betão.

O cimenteiro é o principal responsável pelo produto final e por ele passa a responsabilidade de gestão da frente de trabalho onde se encontra, das quantidades a produzir, assim como, pela implementação do ritmo de trabalho. Esta centralização demonstrou-se uma condicionante pelo facto de o cimenteiro ser o operador de canhão, equipado com todos os respetivos equipamentos de proteção individual mas simultaneamente ter de manter uma linha de comunicação aberta, com todos os que estão na frente de trabalho e com a equipa de produção que se encontrava no exterior do tanque.

A projeção de betão é uma atividade que produz uma quantidade bastante elevada de desperdício devido ao efeito de ricochete que a argamassa produz quando é projetada contra a parede. Dado que não é permitido reutilizar nenhuma parte do retorno de projeção, este tinha de ser recolhido antes de criar presa na laje de fundo. Esta recolha era efetuada para o interior do balde grua que por sua vez tinha de ser retirado regularmente antes que a argamassa iniciasse o processo de presa no interior deste.

O facto de as dimensões padrão dos andaimes não coincidirem com as dimensões dos tanques obrigou a que numa parte da estrutura, a plataforma do andaime ficasse a mais de 30 cm da superfície, tendo por isso nesses pontos sido instaladas guardas de proteção. Independentemente do afastamento dos andaimes, a projeção de betão ao longo das plataformas em altura foi mais morosa que a projeção de betão ao nível da laje de fundo, não só pela facilidade de mobilidade do cimenteiro ao longo da laje, como também porque a projeção de betão em plataforma provocava uma situação desconfortável ao cimenteiro e exigia uma maior precisão e esforço na operação do canhão, devido à limitação imposta pela pequena distância entre o canhão e a superfície.

3.5 APLICAÇÃO DOS FUNDOS FALSOS

3.5.1 Descrição dos trabalhos

O sistema de fundos falsos dos tanques de filtragem é do tipo fileiras paralelas duplas, separadas por uma caleira central e uma câmara subterrânea. Cada fileira é composta por 4 blocos e cada bloco tem instalada uma capa do tipo I.M.S.. No interior de cada bloco existem duas câmaras, a de alimentação e a de compensação, interligadas por furações, que têm como objectivo a distribuição uniforme do ar e da água.

Sendo a água um líquido auto-nivelante, quando introduzida através da câmara subterrânea esta vai-se auto-nivelando através das câmaras dos blocos, fazendo a sua entrada para o tanque de uma forma homogénea. No caso do ar, as câmaras de alimentação e compensação surtem mais efeito, dado que o ar ao ser introduzido vai enchendo a câmara de compensação e só quando toda a câmara estiver cheia é que o ar passa através das furações para a câmara de alimentação e por sua vez através das capas até atingir o manto filtrante.

Este pormenor é de extrema importância porque se a entrada de ar para o tanque não for realizada de um forma homogénea em toda a área de filtragem, para além de existirem zonas que não fazem a limpeza necessária do manto filtrante, pode provocar também uma perda do manto filtrante por arrastamento durante o processo de contra lavagem.

No topo de cada bloco encontra-se instalada uma placa de distribuição do tipo I.M.S. (Integral Media Support) (Figura 3.27). Esta capa consiste num aglomerado de polímeros de forma semiesférica ($\pm 3\text{mm}$ de diâmetro) que impedem a passagem do manto filtrante para o interior do sistema e garantem uma dispersão mais uniforme e numa área superior em relação ao sistema antigo, permitem a manutenção ou substituição das placas e por sua vez dispensam as camadas filtrantes de granulometria superior (gravilha).

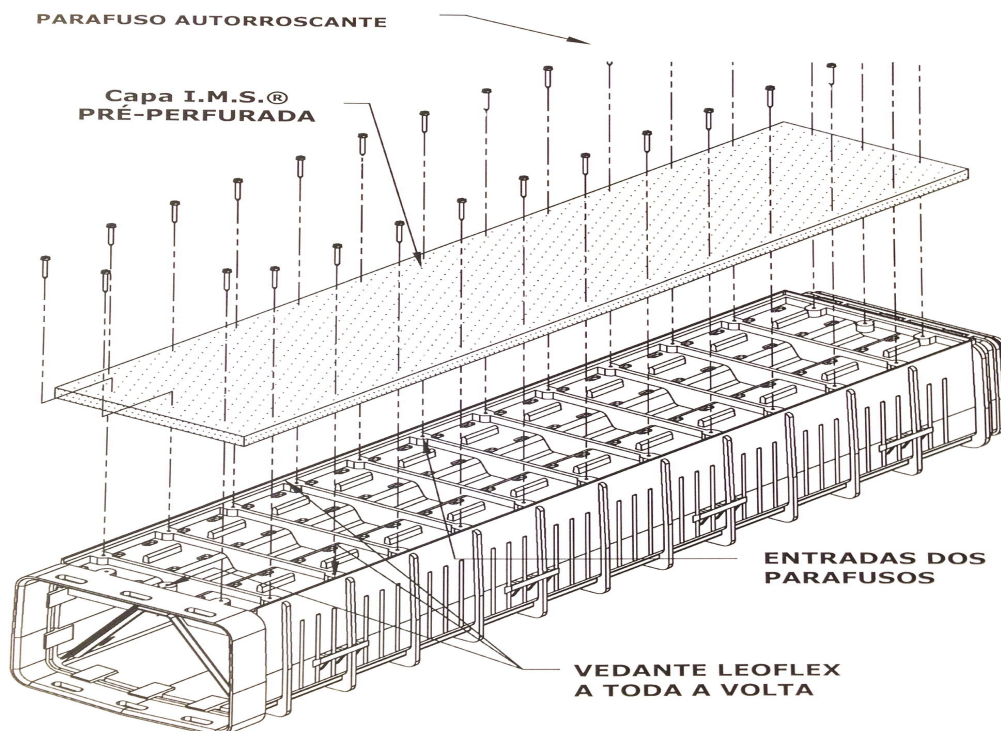


Figura 3.27 - Bloco e capa I.M.S..
(Fonte: Projeto Xylem)

O sistema de fundos falsos é mais utilizado em tanques de filtragem com geometrias diferentes, em que a caleira central está posicionada em cotas superiores do tanque e estes têm apenas uma célula de filtragem. Mesmo assim, apesar de a geometria dos tanques de filtragem a reabilitar não ser a mais indicada para a aplicação dos fundos falsos, estes oferecem várias vantagens que fizeram com que a opção de manter e reparar o sistema antigo não fosse válida.

O sistema em blocos com câmaras separadas garante uma dispersão mais uniforme do que o sistema antigo em que as câmaras de compensação e alimentação só existiam devido à água se depositar primeiro no fundo do tubo. O ar começa por ocupar o topo do tubo, até que atinge o ponto de entrada dos difusores.

O antigo sistema de filtragem, em que os difusores estavam espaçados a 20cm em forma de quadrícula, não era o suficiente para agitar o manto filtrante de forma a que neste se faça uma autolavagem correta.

Devido ao formato em quadrícula do sistema de difusores, formaram-se zonas no manto filtrante que não executavam uma autolavagem correta e provocava que ao longo dos anos se fossem depositando partículas nas areias e formando camadas de argila que colmatam o manto e impedem a passagem de água durante a filtração.

As capas I.M.S. garantem uma dispersão através de uma área muito superior sendo que estas ocupam uma grande percentagem da laje de fundo. Esta maior área de dispersão reduz significativamente as áreas mortas, forçando que todo o manto filtrante entre em colisão durante a sua autolavagem.

Para além de uma maior área de dispersão, as capas, devido à sua constituição e formato, permitem dispensar as camadas de granulometria superior à areia que funcionavam apenas como suporte desta, impedindo-a de entrar para o sistema. Ao ser utilizada apenas areia permite uma redução da espessura do manto filtrante e por sua vez toda a energia necessária ao processo de contra lavagem é aplicado diretamente sobre o elemento a lavar.

A manutenção ou reparação em qualquer um dos sistema é limitada, o novo sistema permite a substituição das capas, em caso de colmatação ou quebra destas, assim como, no sistema antigo era possível substituir os difusores. Em qualquer um dos sistemas se o problema fosse no bloco ou na tubagem a reparação seria praticamente impossível por estarem embutidos no betão e dificilmente seriam retirados sem danificar as fileiras adjacentes.

No ANEXO D apresenta-se parte do projeto dos fundos falsos, onde é possível observar as pormenorizações deste sistema.

3.5.1.1 Preparação

A fase de preparação consistiu na montagem no exterior dos tanques (em estaleiro) das fileiras de fundos falsos e na execução da proteção destas.

Cada fileira é constituída por 4 blocos, 3 deles de tamanho padronizado, 1220mm de comprimento, 279mm de largura e 203mm de altura, sendo que o 4º bloco foi feito à medida com a mesma altura e largura mas com 432mm para todas as células, à exceção da célula norte do tanque um que era maior que as outras e foi necessário colocar um bloco de fecho com 584mm de comprimento.

As fileiras foram montadas com recurso a uma ferramenta própria fornecida pelo fabricante tipo alavanca, que executava o encaixe entre as duas peças que continham um sistema de encaixe tipo macho fêmea. Entre cada peça da fileira foi necessário colocar um “o-ring” de forma a garantir a estanquidade entre as peças.

Após a montagem, a fileira foi coberta com um filme de plástico em toda a extensão da superfície das capas I.M.S. e o filme plástico foi colado aos blocos com recurso a fita adesiva do tipo “duct tape”. Esta proteção teve como objectivo garantir que durante a instalação dos fundos falsos a argamassa não penetrava na superfície das placas I.M.S. colmatando-as e impedindo o seu funcionamento normal.

3.5.1.2 Mapeamento

Devido às irregularidades da laje de fundo e à imprecisão na execução das carotes para modificar os orifícios de interligação entre os fundos falsos e a cuba central, foi necessário realizar o mapeamento topográfico de toda a laje de fundo e de todos os topos das carotes por forma a determinar qual era o ponto mais alto em ambas as células, e por sua vez o mais prejudicial à instalação dos fundos ou da placa de orifícios.

Em cada célula dos tanques, efectuou-se a marcação de uma quadrícula, com 1,00m de lado. Com recurso a um nível óptico, determinou-se as cotas nos vértices dos quadrados marcados e na parte superior de todos os furos de passagem de água (Figura 3.28). No ANEXO E é possível observar um exemplo do levantamento efectuado.



Figura 3.28 - Mapeamento da laje de fundo.

Este procedimento foi efectuado para ambas as células. Após levantamento de todas as cotas, realizou-se o seguinte cálculo para ambas as células:

- Cotas da laje de fundo - à cota mais baixa, deverá subtrair-se 270mm de altura (240mm do fundo falso e 30mm da placa de orifícios);
- Cotas dos furos de passagem de água - à cota mais baixa, deverá subtrair-se 30mm de altura.

Após a determinação do valor mais baixo entre as duas células esse valor é tomado como valor de referência para a marcação da linha da furação superior da placa de orifícios e somando 25 mm (distância entre o centro da furação e o topo dos fundos falsos) foi realizada a marcação de referência nas paredes do tanque. Seguidamente foi realizada a marcação do centro de cada célula de forma a que aquando da instalação dos fundos, o espaço excedente fosse igual nos dois extremos da célula.

3.5.1.3 Placas de orifícios

Após a marcação das linhas de referência da furação e do topo dos fundos falsos iniciou-se a instalação das placas de orifícios.

As placas de orifícios foram instaladas do centro do tanque para os extremos sendo a primeira placa fixada temporariamente com recurso a duas buchas mecânicas, uma em cada extremo da placa. Previamente a qualquer furação era verificada a cota da placa com recurso a um nível ótico (Figura 3.29).



Figura 3.29 - Instalação das placas de distribuição.

Após instalação de todas as placas de orifícios, procedeu-se à furação dos restantes orifícios em cada placa. De seguida, removeram-se todas as placas de orifícios, para aplicação de dois cordões de mástique na face superior.

Posteriormente, efetuou-se a colocação das placas de orifícios e, com auxílio do nível ótico, efetuou-se novamente a verificação do nível de cada placa, antes de proceder ao aperto final de todas as buchas mecânicas.

Com recurso a um nível de bolha, verificou-se a verticalidade da placa de orifícios e posteriormente efetuou-se a furação para fixação da face inferior da placa. Inseriram-se as buchas mecânicas na face inferior da placa e verificou-se novamente a verticalidade, antes de se efetuar o aperto final. Posteriormente, procedeu-se à betonagem da face inferior da placa (Figura 3.30).



Figura 3.30 - Placa de orifícios.

3.5.1.4 Instalação dos fundos falsos

Concluídos os passos anteriores, iniciou-se a montagem das fileiras dos fundos falsos. A montagem, consistiu na aplicação de uma resina de aderência de argamassa (Sikalatex) na laje de fundo do tanque e, enquanto esta se apresentava fresca, foi colocada uma argamassa (cimento e areia), para assentamento da fileira de fundo falso. Simultaneamente à colocação da argamassa, era colocado um cordão de mástique (Sikaflex 11 FC+) no topo da fileira que iria encostar à placa de orifícios.

Seguidamente, após instalação da fileira sobre a argamassa, com recurso a um nível de laser, verificou-se o nivelamento da fileira em vários pontos de forma a garantir uma diferença inferior a 3mm entre as duas células. A face superior dos fundos falsos, teria de ficar 25mm abaixo do centro dos furos superiores de fixação da placa de orifícios (Figura 3.31).

Depois de devidamente nivelada a fileira, esta era ajustada contra a placa de orifícios com a introdução de uma cunha de madeira, entre o topo da fileira e a parede do tanque, para garantir que a peça se mantinha estática durante a presa da argamassa.

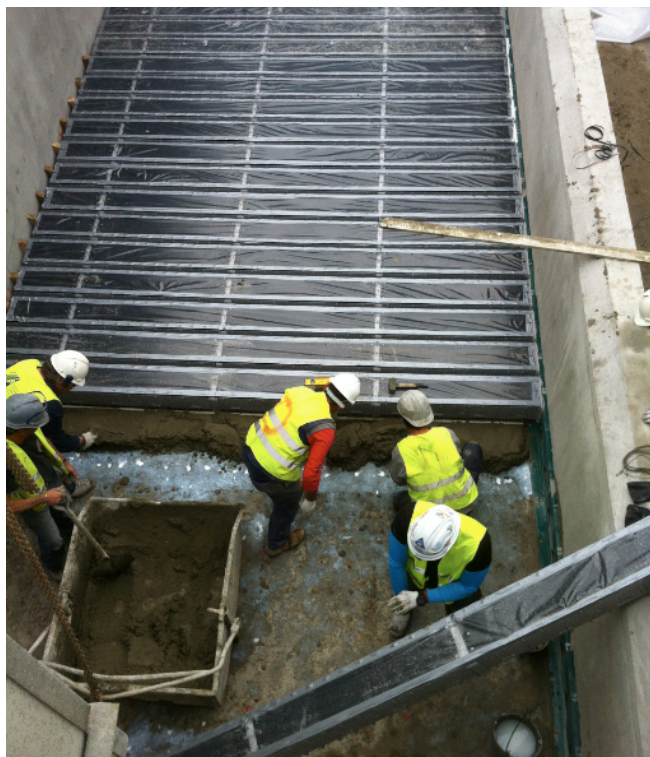


Figura 3.31 - Instalação dos fundos falsos.

Concluída a instalação de todas as fileiras de uma célula, após 24 horas, procedeu-se ao preenchimento do intervalo entre estas com argamassa, ocupando de forma uniforme, todos os vazios existentes entre as fileiras de fundos falsos. Seguidamente, realizou-se um chanfro em argamassa entre os fundos falsos e as paredes verticais do tanque (Figura 3.32).



Figura 3.32 - Preenchimento do intervalo entre as fileiras.

Posteriormente à execução dos remates, retirou-se os plásticos de proteção das capas I.M.S. e todas as superfícies foram limpas, aspiradas e inspecionadas de forma a garantir que nenhuma das capas tivesse sido preenchida por argamassa (Figura 3.33).



Figura 3.33 - Remoção da proteção e limpeza dos fundos falsos.

3.5.2 Condicionantes

A principal condicionante nesta fase da obra foi a gestão do espaço de armazenamento e da área de trabalho no interior do tanque.

Apesar de ter sido cedido um espaço coberto para armazenamento e montagem do sistema de fundos falsos, este tornou-se insuficiente para o armazenamento de todas as fileiras montadas, tendo sido numa fase inicial, necessário realizar uma gestão muito controlada da montagem.

Tendo em consideração que as células são um espaço limitado e que os fundos falsos iriam cobrir toda a superfície da laje, optou-se por instalar 30 fileiras da célula 1, avançar para a célula 2 para executar o mesmo trabalho enquanto a argamassa da célula 1 ganhava resistência. Depois de terminada a instalação das 30 fileiras da célula 2 voltou-se à célula 1 para instalar as restantes 13 fileiras e seguidamente procedeu-se a instalação das 13 fileiras em falta na célula 2.

Este esquema de instalação foi adotado devido à precisão necessária durante a instalação e os vários passos de montagem, permitindo assim desta forma que a argamassa ganhasse a resistência necessária para que durante a instalação das 13 fileiras de fecho, os trabalhadores e materiais pudessem circular por cima dos fundos falsos já instalados.

3.6 CONCLUSÃO

Durante a remoção das camadas filtrantes, apesar da solução para minorar a exposição solar e as temperaturas elevadas, se ter revelado ineficaz, a opção de remoção da areia com auxílio da minicarregadora veio acelerar o processo e aligeirar a carga sobre os meios humanos.

No processo de demolições a opção de colocação da minicarregadora a auxiliar a recolha de detritos demolidos veio a demonstrar-se extremamente vantajoso na aceleração do processo.

Apesar da sua desvantagem, a opção de colocação dos aspersores acabou por surtir um efeito duplo, baixar a temperatura na frente de trabalho e reduzir a produção de poeiras.

A selagem e injeção de resinas correu como planeado mesmo perante as dificuldades de mobilidade da máquina e materiais ao longo das estruturas de andaime.

A opção de utilização de malha de carbono ao invés da malha metálica veio a tornar-se muito vantajosa, tanto a nível de aprovisionamento, do corte e transporte, assim como da do método de colocação da malha depois de aperfeiçoado.

Apesar das dificuldades de comunicação e coordenação entre as equipas na execução do betão projetado, este processo foi realizado conforme planeado e todas as opções tomadas contribuíram para a execução com sucesso desta fase.

A dimensão das peças face à precisão exigida durante a montagem dos fundos falso foi um desafio, que só foi possível ser ultrapassado com a repetição de medições em todos os pontos e rigor na montagem da placa de orifícios.

As diferentes atividades executadas durante esta empreitada, podem ser consideradas como realizadas com sucesso e alguma facilidade, devido à experiência das equipas que as realizaram, a um planeamento atento de forma a antecipar os problemas e à capacidade da equipa em apresentar soluções.

CAPÍTULO 4 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA GESTÃO DA OBRA

Neste capítulo é realizada uma descrição e análise crítica dos trabalhos e atividades de gestão desenvolvidas pelo estagiário durante o período do estágio.

4.1 GESTÃO DE OBRA

Durante o estágio foi dada oportunidade ao estagiário de acompanhar e participar em todas as fases de gestão da obra e por opção própria, quando foi permitido, participar nas atividades e processos desenvolvidas em obra. Esta opção foi tomada por forma a maximizar a aprendizagem, não só da parte de gestão como dos trabalhos desenvolvidos nesta obra.

As atividades desenvolvidas ao longo do estágio incluíram, entre outras, acompanhamento das reuniões semanais entre o empreiteiro, o dono de obra e a fiscalização, em ações de fiscalização conjunta, nas medições “in situ”, no controlo orçamental, no controlo de qualidade, auxílio aos técnicos de segurança e ambiente na manutenção das suas metodologias, na execução do planeamento semanal, do planeamento ajustado, nos pedidos de aprovação de materiais, nos pedidos de orçamento e de encomendas de materiais, nos trabalhos a mais, visita de avaliação para execução de proposta para novo concurso e os trabalhos tipo “fiscalização” realizados sobre as subempreitadas contratadas.

Inicialmente, como seria esperado, as responsabilidades foram mínimas, tendo o estagiário começado a ganhar conhecimento da empreitada e a acompanhar os trabalhos a serem desenvolvidos.

Salienta-se que o estatuto de estagiário, principiante na profissão de Engenheiro Civil, assim como o facto de ter de integrar uma equipa de trabalho, não permitia executar trabalhos individualmente.

O estagiário acompanhou todos os trabalhos referidos no Capítulo 2 e 3, inicialmente apenas com uma vertente de aprendizagem dos métodos utilizados, do funcionamento e do dia a dia da obra, das diversas hierarquias presentes e de todas as atividades que foram desenvolvidas na empreitada. Com o passar do tempo e com alguma experiência adquirida o estagiário começou a ter um papel mais ativo e significativo no dia a dia da obra.

Desde o início o estagiário acompanhou as reuniões semanais entre o dono de obra, a fiscalização e o empreiteiro. Durante as reuniões foram analisados inúmeros assuntos, sendo quase permanentes as questões sobre a segurança e ambiente, planeamento e calendarização, autos de medição e soluções construtivas a aplicar.

Devido às reuniões serem realizadas às quartas-feiras, por norma os relatórios de segurança e ambiente da fiscalização eram entregues à quinta-feira. Os técnicos de segurança e ambiente da STAP não estavam presentes em obra em permanência, o que representava que as ações corretivas para manutenção da segurança e ambiente, foram várias vezes realizadas pelo estagiário ou por algum elemento da equipa presente em obra, que posteriormente realizava uma compilação fotográfica e enviava para os técnicos para que estes realizassem os relatórios de resposta que apresentavam as medidas corretivas ou as ações tomadas.

Para além do acompanhamento dos trabalhos e de um registo tipo livro de obra realizado diariamente, registavam-se todas as presenças em obra, como se pode observar no ANEXO F.

Para o controlo orçamental, procedeu-se a um registo das atividades desenvolvidas, do número de trabalhadores e horas gastas na execução dos diversos trabalhos e das quantidades de materiais gastos na execução de cada trabalho.

Foi realizado um registo de todos os materiais que deram entrada em obra, assim como foi necessário verificar e registar o número de lote e validade desses materiais.

Os equipamentos e máquinas, saíam e entravam em obra frequentemente para serem utilizados noutra obra da empresa nas proximidades. Esta constante entrada e saída, obrigou a um controlo constante do registo de máquinas e equipamentos presentes em obra para se prevenir situações de

falta de equipamentos ou máquinas quando se iniciava um trabalho.

Realizaram-se vários ajustes ao planeamento ao longo da obra. No ANEXO G apresenta-se um exemplo do planeamento ajustado. Por exigência da fiscalização foi necessário fazer um planeamento quinzenal a ser entregue no dia da reunião, contendo o planeamento das duas semanas seguintes com os trabalhos a executar na obra. A execução deste planeamento tornou-se bastante útil, pois ao ser efectuado a curto prazo era menos flexível, mas permitia um controlo maior das atividades que estavam a ser desenvolvidas, dos materiais e equipamentos que iriam ser necessários para a execução das atividades planeadas, o que é possível constatar no ANEXO H.

Antes de ser efectuada a encomenda dos fundos falsos, foi necessário executar um levantamento dos tanques de filtragem para determinar se as medidas se mantinham constantes ao longo das células de forma a estas não ultrapassarem o erro máximo de 5cm. Encontra-se um exemplo deste levantamento no ANEXO I. Foi durante o levantamento que foi descoberto que a célula sul do tanque 1 era maior que todas as outras, este facto levou a que esta célula fosse a única sujeita a uma dimensão de fundos falsos diferentes. Para tal foi criado um registo das medições (ANEXO I) que continha as medições efectuadas do comprimento e da largura das células do tanque. Foram efectuadas várias medições paralelas espaçadas de 2m ao longo do comprimento das células do tanque e três medições do comprimento destas. No caso dos tanques em que já tinha sido executada a demolição do antigo sistema, foram realizadas duas medições, uma junto à laje fundo, outra ao nível dos muretes, nos tanques que não tinham o sistema demolido as medições foram realizadas na superfície da laje do antigo sistema de filtragem.

De entre as intervenções do estagiário pode destacar-se a participação nas soluções construtivas de aplicação da malha de carbono, na aplicação das cantoneiras, na optimização da montagem dos fundos falsos e das placas de distribuição.

A malha de carbono, por ser um produto bastante recente, não tem ainda todas as soluções de aplicação estabelecidas e nenhuma das soluções de aplicação apresentadas pelo fabricante era satisfatória para a aplicação da malha de carbono nas paredes interiores dos tanques. O fabricante propunha a aplicação da malha de carbono com recurso a um equipamento tipo pistola de pregos, que disparava pregos com anilha (Figura 4.1(a)) em inox ou um acessório de plástico (Figura 4.1(b)) produzido pelo fabricante tipo parafuso, que permitia o aparafusamento à mão.

Com o objetivo de aplicar a malha de carbono entre camadas e com a camada de baixo ainda fresca, assim como para minorar as juntas de betonagem e garantir a aderência entre as duas camadas e a malha de carbono, a solução da pistola de pregos não era satisfatória porque a energia de cravação era demasiado elevada, o que levaria à cravação da malha através da primeira camada até que o prego cravasse na parede existente.

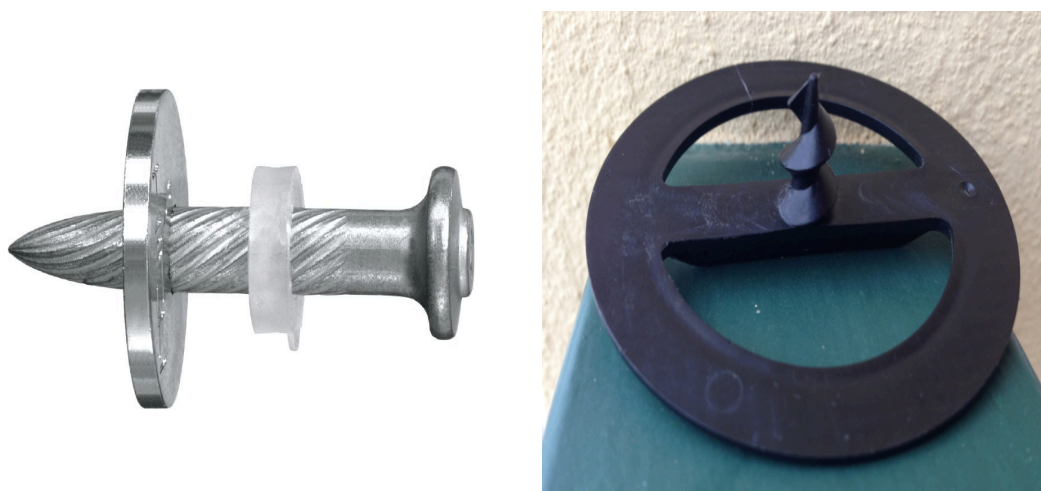


Figura 4.1 – (a) Pregos de cravação mecânica, (b) Acessório em plástico.
(Fonte: (a) (Hilti, 2013))

O acessório em plástico fornecido pelo fabricante teria sido útil se a malha de carbono não tivesse sido encomendada antes da obra ter começado. A malha encomendada tinha os filamentos de carbono no sentido longitudinal do rolo, quando o fabricante tinha um modelo de igual resistência mas com os filamentos de malha de carbono no sentido transversal do rolo.

Apesar de parecer uma diferença pouco significativa, poderia ter feito bastante diferença na aplicação da malha de carbono. Devido aos rolos encomendados terem os filamentos de carbono no sentido longitudinal obrigou à criação de um novo sistema para segurar a malha de carbono, porque as maiores secções de parede tinham 13,5 m de comprimento e os acessórios plásticos não conseguiam segurar uma secção de rede com 13,5x1,95m enquanto esta era projetada com betão. Os acessórios em plástico eram úteis para impedir que a rede não se movesse durante a projeção, mas não tinham resistência suficiente para segurarem as secções de malha de carbono com 13,5 m, aplicar nas paredes do tanque.

A solução de segurar a malha de carbono com recurso a réguas de alumínio fixadas por tapites, teve como vantagem a criação de juntas de betonagem não planas e permitiu dispensar a criação de guias mestras para a segunda camada, porque as réguas ao terem sido compradas logo com 2cm de espessura, permitiu a sua utilização como guias mestras.

Se os rolos tivessem sido comprados com a malha carbono no sentido transversal do rolo, a sua aplicação teria sido mais simples porque apenas seria necessário fixar a malha de carbono no topo das paredes. Por sua vez levaria a outros conflitos devido ao comprimento de sobreposição mínimo a aplicar na malha de carbono (15 cm), aumentaria a dificuldade de mobilidade pelos andaimes por se passar a executar lâminas verticais de 2 metros de largura, em vez das lâminas horizontais com 2m de altura que foram executadas.

As cantoneiras de inox previstas no projeto, foram um obstáculo porque, à data da sua encomenda, não existia um plano de execução para a sua aplicação, nem nesta data estava definido que os cantos do tanque seriam curvos.

Um dos maiores problemas foi não se saber na altura da encomenda que o acabamento dos cantos dos tanques seria curvo, porque ao ter sido

considerado que os cantos seriam com um ângulo de 90°, devido à espessura da cantoneira (1cm) forçou a abdicar de qualquer tipo de parafusos com cabeça em porca hexagonal, porque esta iria ficar saliente ao betão. O que levou sempre a procurar soluções que evitassem esta situação. Uma das hipóteses colocada na altura foi a ancoragem de varões à parede existente e soldadura destes à cantoneira. Outra hipótese que foi colocada mas que depois foi abandonada face à solução aplicada, foi a de mandar fabricar parafusos de cabeça chata, tipo de fenda ou em estrela, e por sua vez escarear a cantoneira por forma a que a cabeça do parafuso ficasse embutida na superfície da cantoneira deixando uma superfície lisa. A solução encontrada foi mandar fazer as roscas diretamente na cantoneira e o varão era enroscado através da cantoneira com recurso a um sistema de “contra porca”.

Face à quantidade de peças que compunham o sistema de fundos falsos, 1376 blocos, foi necessário otimizar o sistema de montagem de forma a que, quando o filtro estivesse pronto a receber os fundos estes já estivessem montados em fileiras e devidamente protegidos. Inicialmente foi complicado obter a optimização do processo devido a falta de espaço no interior do armazém e à opção de armazenamento das fileiras em espaço coberto.

Após definida uma média de produção, foi possível otimizar o processo de montagem colocando logo ao início do dia as paletes com a quantidade de blocos necessários o mais próximo possível do local de montagem no armazém, diminuindo assim, os tempos de espera para encontrar determinado tipo de bloco, mover as paletes e desembulha-las. A colocação das paletes por ordem, desde o bloco de entrada, os do meio e depois o de fecho, provou ser uma melhoria à montagem das fileiras, assim como a utilização apenas de duas equipas de dois homens, uma a montar as fileiras, outra a aplicar a proteção às fileiras. Dado que a equipa de montagem não podia ser aumentada sem que a outra equipa também fosse, optou-se sempre por uma equipa de quatro homens, porque qualquer um dos dois trabalhos tinha de ser executado por duas pessoas, pois ocupar 8 pessoas

na montagem das fileiras não se justificava.

Durante a instalação das placas de orifícios, devido à precisão necessária durante esta instalação, a sensibilidade do equipamento envolvido (nível ótico) e os vários passos em sequência a executar, optou-se por este trabalho ser executado apenas por quatro pessoas por forma a minorar os riscos de erro.

A preparação na organização dos materiais, ferramentas e equipamentos necessários durante todo processo de instalação das placas de orifícios provou ser uma mais valia, durante este processo pois permitiu a execução deste sem paragens ou interrupções.

A exigência de uma diferença inferior a 3mm entre as duas células, obrigou a que na fase de instalação das placas de orifícios se trabalhasse com uma margem de 1mm, o que representou um cuidado acrescido durante o processo de mapeamento do fundo dos tanques (ANEXO E) e inúmeras repetições das medições durante a instalação das placas de orifícios.

O estagiário realizou vários trabalhos de fiscalização conjunta com os elementos da fiscalização presentes em obra, nomeadamente durante a recepção de alguns materiais, na recepção de todo o sistema de fundos falsos, no mapeamento de fissuras (ANEXO B) e durante a verificação conjunta das condições da cofragem e armaduras para ser dada a autorização de betonagem dos muretes da caleira central e na medição dos varandins que davam para os tanques, por forma a determinar quais é que seriam pintados, pois estava previsto em CE a quantidade de metros a pintar, mas não informava quais eram os varandins a pintar. Para tal foi executado um levantamento dos varandins em torno dos tanques, como se pode observar no ANEXO J, para determinar e justificar os metros de varandim que seriam pintados.

Os trabalhos de fiscalização sobre as subempreitadas da obra, apesar de

serem sobre áreas fora do conhecimento do estagiário, obrigou este a adquirir conhecimentos noutras vertentes, questionar as situações e pesquisar por forma a obter respostas e cumprir com os objetivos do trabalho. São exemplo disso a área de hidráulica ao nível de uma estação de tratamento de águas, as áreas de mecânica e de electrónica.

A presença do estagiário nas frentes de trabalho permitiu-lhe prestar auxílio aos trabalhadores em várias situações relacionadas com dúvidas do projeto e como proceder face a algumas situações de risco. Esta proximidade aos trabalhadores facilitou-lhe inúmeras trocas de informação com diversos profissionais com muitos anos de experiência nas suas áreas, sendo que a sua aprendizagem estendeu-se bastante para além dos processos executados naquela obra. São exemplo disso o conhecimento adquirido na aplicação de resinas epoxídicas e de poliuretano, na projeção via seca e via húmida de diferentes tipos de argamassas, aplicação de pré-esforço a estruturas e na execução de micro estacas.

4.2 TRABALHOS A MAIS

No decorrer de obra verificou-se a necessidade de realizar trabalhos que não foram previstos no projeto, os quais o estagiário teve oportunidade de acompanhar e participar. Nesse sentido foi necessário realizar os seguintes trabalhos:

- “Costura” das fissuras da junta de betonagem;
- Limpeza das caleiras posteriores da galeria;
- Tubos de queda;
- Impermeabilização das caleiras de separação dos tanques;
- Limpeza das superfícies dos tanques 4, 5, 6, 9, 10 e 11;
- Reposição do manto filtrante nos tanques 4, 5, 6, 9, 10 e 11.

4.2.1 “Costura” das fissuras da junta de betonagem

Após a demolição da laje de fundo dos tanques, os muros de separação da caleira central apresentavam uma fissura em quase toda a extensão do muro. A reparação desta não estava prevista em sede de caderno de encargos e esta fissura poderia pôr em causa todo o reforço efetuado nos muros da caleira (Figura 4.2).



Figura 4.2 - Fissura longitudinal nos muretes de caleira central.

A solução apresentada e aceite pelo dono de obra, consistiu na execução de uma furação num ângulo de 45°, de forma a que esta atravessasse a fissura e a laje subjacente nas zonas maciças (Figura 4.2). Posteriormente foi colocada uma bucha química no interior da furação e colocado um varão de inox, para garantir a ancoragem entre os dois elementos.

Devido à laje de fundo da caleira central não ser horizontal, por ter a inclinação necessária para escoar as águas, a fissura existente acompanhava essa inclinação. Por esta razão as marcações para a execução dos furos onde seriam colocados os varões de inox tiveram que acompanhar o desenvolvimento da fissura ao longo do comprimento da caleira e, por sua vez, de coincidir com as zonas maciças entre as furações que fazem a ligação da cuba com o interior tanque.

4.2.2 Limpeza das caleiras posteriores da galeria

As caleiras de drenagem que se encontram no topo da galeria técnica, permitem o escoamento das águas pluviais retidas pela cobertura da galeria para o interior dos tanques, aproveitando desta forma as águas pluviais. As caleiras estavam cheias de detritos e vegetação, impedindo em grande parte dos casos o escoamento das águas para o interior dos tanques.

O trabalho consistiu na limpeza das caleiras. Depois de removidos manualmente os detritos, foi executada uma limpeza mais profunda com recurso à máquina de jato de água.

As caleiras encontravam-se revestidas a tela asfáltica. Após a remoção dos detritos e limpeza das mesmas, deparamo-nos com a degradação completa desta tela. Foi apresentada ainda uma proposta de reparação das telas, a qual não foi aceite.

Após a limpeza verificou-se que os tubos de queda continham fugas entre os tubos de PVC e o betão armado da parede que estes atravessavam. Esta

reparação será descrita no capítulo seguinte.

4.2.3 Tubos de queda

Os tubos de queda existentes encontravam-se a funcionar de forma deficiente, devido à existência de vários pontos de passagem de água entre o betão e os tubos de PVC, devido ao formato dos tubos de queda, que provocavam que a queda de água fosse diretamente na junta entre a parede existente e o betão projetado (Figura 4.3).

A solução apresentada e aceite, foi remover os tubos de queda, executar uma picagem da superfície para aumentar a aderência entre a argamassa e a parede existente, colocar novos tubos de queda com uma argamassa cimentícia e aplicação de um mástique hidro-expansível (SikaSwel). Este mástique tinha como objetivo executar um tampão entre a superfície de PVC e a argamassa, e entre a argamassa e o betão.

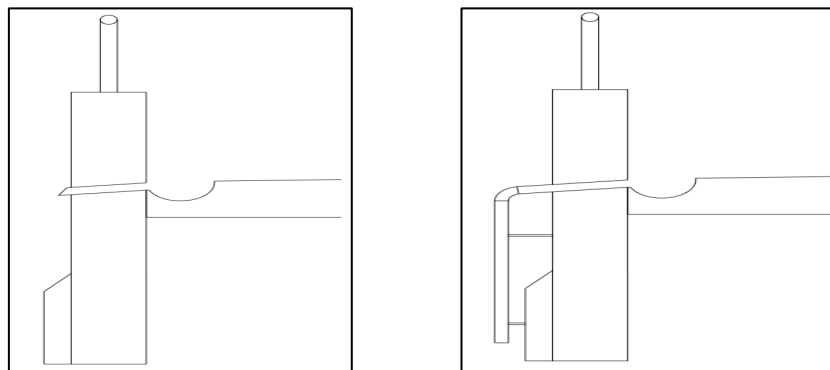


Figura 4.3 – (a) Antigo e o (b) novo sistema de tubos de queda.

Os tubos de queda foram prolongados de modo a que estes fizessem a queda de água abaixo da junta entre o betão projetado e a parede existente, garantindo que não haja águas drenadas para a junta, e que a estas apenas chegue a água de escorrência pela superfície da parede (Figura 4.3(b) e Figura 4.4).



Figura 4.4 – Novos tubos de queda.

4.2.4 Impermeabilização das caleiras de separação dos tanques

Sob os passadiços existentes entre os tanques 2-3 e 11-12 existe uma caleira em betão pré-fabricado que efetua o escoamento de águas pluviais.

Após terminada a projeção de betão, na parede abaixo da caleira, começaram a aparecer escorrências na zona da junta de betonagem entre o reforço aplicado e o passadiço, devido às águas que se infiltravam nas juntas da caleira (Figura 4.5).



Figura 4.5 – Escorrências através das juntas da caleira.

As juntas das peças da caleira já não continham argamassa de selagem, o que permitiu o escoamento de águas através destas. Este problema foi

acentuado porque era suposto a caleira ter a pendente de escoamento no sentido da galeria técnica, mas por alguma razão taparam a passagem das águas para o interior da galeria, o que provocou uma acumulação das águas no interior da caleira.

A solução adotada foi a remoção de detritos da caleira, posteriormente limpeza com recurso a jato de água e aplicação de uma argamassa de impermeabilização (MAPEI MAPELASTIC) em todo o interior da caleira.

4.2.5 Limpeza das paredes dos tanques

Com o fim da empreitada de beneficiação da ETA, os quatro tanques reabilitados entravam em serviço e os restantes 6, que inicialmente estavam operacionais, seriam mantidos em condições de funcionamento para entrada ao serviço em caso de avaria ou necessidade de um aumento de produção.

Tendo em vista a interrupção do funcionamento destes 6 tanques, por tempo indeterminado, o dono de obra optou por limpar as superfícies das paredes dos tanques.

Este trabalho consistiu na remoção dos detritos depositados e acumulados, nas superfícies das paredes do tanque, com recurso a uma máquina de jato de água (Figura 4.6). Após remoção os detritos ficaram depositados na superfície do manto filtrante.



Figura 4.6 - Remoção de detritos das paredes dos tanques.

A superfície dos mantos filtrantes, devido ao mau funcionamento dos tanques durante o processo de contra lavagem, apresentavam uma camada de lamas acumuladas na sua superfície. Esta foi removida até uma espessura de 10 cm (Secção 4.2.6).

4.2.6 Reposição do manto filtrante

Devido a um funcionamento deficiente do sistema de filtragem alguns tanques já não continham a espessura de manto filtrante necessária e em outros, devido ao processo de limpeza das superfícies do interior do tanque (Secção 4.2.5), foi necessário repor as cotas de manto filtrante.

Este trabalho, realizado na sequência da limpeza das superfícies dos tanques de filtragem (Secção 4.2.5), consistiu em retirar areia dos tanques de filtragem que nunca foram utilizados e repor as cotas de manto filtrante quer nos tanques que tinham sido sujeitos a limpeza, quer nos que tinham perdido o manto filtrante.

O trabalho de reposição do manto filtrante foi realizado com recurso a uma máquina de câmara simples que era carregada manualmente de areia.

Depois de fechada a câmara, esta era pressurizada e posteriormente aberta a válvula de escape. Quando esta diferença de pressão acontece a areia é forçada a sair pelo mangote e a percorrê-lo.

Devido ao peso, dimensão e forças exercidas no mangote não foi possível segurá-lo ou controlá-lo à mão, como acontecia na projeção de betão. Por esta razão na extremidade do mangote oposta à máquina, estava instalado um tripé com uma câmara de borracha que absorvia o choque e forçava a descarga da areia no sentido descendente, contra a superfície do manto filtrante (Figura 4.7). Esta posteriormente era espalhada manualmente até que a cota pretendida fosse atingida.



Figura 4.7 – Reposição do manto filtrante.

4.2.7 Considerações finais

Estes trabalhos demonstraram a importância da flexibilidade que tem que existir durante a execução de uma obra e que por melhor que seja a preparação e análise realizada existem sempre pontos que são impossíveis de prever, como é o caso da fissura na base dos muretes, dos tubos de queda e das juntas das caleiras.

Os trabalhos de limpeza das caleiras, das superfícies das paredes dos tanques e reposição do manto filtrante, foram trabalhos que demonstraram a importância da manutenção e a falta dela, numa estação daquela dimensão.

4.3 NOVOS TRABALHOS

Durante o estágio, a AdSA consultou várias empresas para uma prestação de serviços de reparação da vedação do poço de bombagem, junto da Barragem de Morgavel.

Após o estudo do CE e do mapa de quantidades, foi realizada uma visita ao local, com a presença das empresas convidadas, para definição dos vários trabalhos a realizar.

Na visita foram esclarecidas dúvidas em relação às discrepâncias entre o mapa de quantidades de trabalho e as informações transmitidas no local. Aproveitou-se esta visita para realizar uma reportagem fotográfica de todas os pontos a intervencionar.

O trabalho consistia na reparação dos pilares de suporte e da rede que estes sustentavam, reparação do portão e pilares de suporte, desmatação do terreno em torno do complexo e colocação de arame farpado.

Apesar do pouco conteúdo técnico do trabalho e de posteriormente à visita se ter decidido não apresentar proposta ao pedido de cotação de preços, foi importante a aprendizagem que o estagiário adquiriu sobre o funcionamento destes processos.

A coerência entre as medições e os dados entregues às empresas, a importância da comunicação entre quem realizou o caderno de encargos e quem foi realizar a apresentação ao local, por forma a que ambos transmitam exatamente a mesma informação, são fatores relevantes a reter com o intuito de não cometer os mesmos erros, no futuro desempenho da profissão.

4.4 CONCLUSÃO

Todas as atividades desenvolvidas durante o estágio, a presença constante em obra, assim como o desenvolvimento das diversas tarefas executadas permitiu ao estagiário adquirir competências em várias áreas.

A compreensão de todos os processos de gestão da obra e os seus trâmites, na relação constante com o escritório e estaleiro central da empresa, a fiscalização e o dono de obra, demonstraram ser de extrema importância e um ótimo ponto de aprendizagem para o futuro.

A relação com os profissionais do ambiente e da segurança contribuiu para complementar a formação académica adquirida nestas áreas e compreender a importância da presença, que deverá ser cada vez maior, destes profissionais e das suas metodologias de trabalho.

A multidisciplinaridade presente da obra permitiu pôr em prática vários conhecimentos teóricos adquiridos durante o curso e reforçar as componentes teórica e prática através das experiências transmitidas pelos vários profissionais presentes na obra.

A proximidade aos trabalhadores foi uma mais valia para a troca de informações e experiências, para complementar a formação prática e obter uma pequena noção da realidade dos trabalhadores numa frente de trabalho.

Os diversos trabalhos a mais demonstraram a importância das análises e estudos que são efetuados antes da abertura do concurso público e, por sua vez, o facto de poderem existir situações imprevisíveis que só poderão ser detetadas com o avançar dos trabalhos. A falta de se realizarem trabalhos de manutenção, que era visível na ETA, e que conduziu à necessidade de se realizarem alguns trabalhos a mais, referidos na Secção 4.2, mostra a importância da engenharia de manutenção numa unidade industrial desta dimensão, por forma a minorar as despesas de futuro.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

Neste capítulo é realizada uma avaliação sobre o cumprimento dos objetivos propostos e são apresentadas as conclusões finais do trabalho.

O acompanhamento da empreitada de beneficiação da ETA de Morgavel revelou-se um excelente instrumento de aprendizagem para o estagiário, devido à complexidade da ETA, às disposições construtivas desta, aos métodos e soluções adotadas, e à multidisciplinaridade presente na intervenção.

Apesar de todas as condicionantes e riscos que o próprio complexo da ETA trouxe à empreitada, poder-se-á considerar que estes foram ultrapassados com sucesso, através de uma gestão minuciosa, uma atitude preventiva em relação aos riscos associados e acima de tudo uma postura coerente, de forma a que os mesmos erros não voltassem a ser cometidos.

Os diversos elementos da ETA intervencionados e os métodos utilizados nesta empreitada, demonstram uma multidisciplinaridade nas áreas de reabilitação, hidráulica, electrónica e mecânica, o que permitiu ao estagiário a tomada de conhecimentos em diversas áreas.

Esta multidisciplinaridade demonstrou-se uma mais valia, devido aos diferentes e diversos profissionais presentes ao longo da obra, que se complementaram nas suas áreas de especialização por forma a executar a obra com o sucesso que se verificou.

As várias etapas do processo de beneficiação, cada uma com as suas particularidades e as suas condicionantes específicas, exigiram por sua vez soluções específicas, que tiveram de ser adaptadas à realidade dos locais onde as intervenções ocorreram.

Ao longo do período do estágio foi possível estabelecer contato com diferentes “realidades” que constituíram uma mais valia extremamente enriquecedora. Pode-se destacar nomeadamente:

- As vantagens da utilização de malha de carbono ao invés da malha metálica, tanto ao nível do aprovisionamento, do corte e transporte, como do método de colocação da malha depois de aperfeiçoado;

- A realização do processo de projeção de betão, que apesar das dificuldades de comunicação e coordenação entre as equipas de trabalho, foi concretizado conforme planeado e todas as opções tomadas contribuíram para a execução com sucesso desta fase;
- A repetição de medições em todos os pontos e o rigor exigido na montagem da placa de orifícios permitiu ultrapassar o desafio que constituiu, a precisão exigida pela diferença máxima de 3mm entre duas células do mesmo tanque, durante a montagem do sistema de fundos falsos.

Vários fatores contribuíram para que as atividades executadas durante esta empreitada, se possam considerar realizadas com sucesso e alguma facilidade. De entre estes fatores é de referir a experiência das equipas que estavam nas frentes de trabalho, o planeamento com possibilidade de antecipar os problemas e a capacidade da direção de obra em apresentar soluções.

A manutenção de linhas de comunicação abertas entre o empreiteiro, a fiscalização e o dono de obra, assim como a relação entre os diversos elementos deste trio, demonstrou ser de extrema importância para o cumprimento do contrato e para o sucesso na execução de uma obra.

A relação com os profissionais do ambiente e da segurança contribuiu para complementar a formação académica adquirida nestas áreas e compreender a importância da presença, que deverá ser cada vez maior, destes profissionais e das suas metodologias de trabalho.

A diversidade de áreas de engenharia civil presentes na obra, para além de por em prática vários conhecimentos teóricos adquiridos durante o curso, permitiu complementar estes conhecimentos com as experiências transmitidas pelos vários profissionais presentes na obra.

As análises e estudos que têm de ser efetuados antes da abertura do concurso público e a importância da manutenção constante das estruturas e equipamentos, são factores determinantes para evitar trabalhos a mais e controlar despesas, no futuro de qualquer elemento que possa ser intervencionado.

A troca de conhecimentos com os diversos profissionais presentes em obra, demonstrou ser uma excelente forma de aprendizagem, complementando ainda mais a formação do estagiário através da partilha de informação com os trabalhadores, muitos deles com anos de experiência também noutras áreas que não estavam a ser executadas naquela obra.

A introdução no mercado de trabalho, a experiência obtida, os conhecimentos adquiridos e a possibilidade de colocação em prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso em várias áreas de engenharia civil, são factores determinantes para a conclusão de que, os objetivos de realizar um estágio em detrimento das outras opções de TFM foram atingidas com sucesso.

BIBLIOGRAFIA

- ARMO-mesh L500, S&P - *Clever Reinforcement Company*. (2013).
Obtido em 4 do 9 de 2013, de http://www.reinforcement.ch/fileadmin/redakteur/pdf-en/ARMO-system/tech_datasheets/S_P_ARMO-mesh.pdf
- FIS VT 380C, FISCHER. Ficha Técnica FIS VT 380C. Obtido em 1 de 09 de 2013, de <http://www.fischer.de/en/Home/Product-Range/Product-Selector.aspx/cpage-details/pcategory-1001032293/usetemplate-productdetails/>
- FLEX 11FC+, SIKA. Ficha Técnica SIKA FLEX 11FC+. Obtido em 3 de 9 de 2013, de <http://prt.sika.com/dms/getredirect.get/pt01.webdms.sika.com/100>
- HILTI, 2. (2013). *Hilti homepage*. Obtido em 27 de 11 de 2013, de <https://www.hilti.pt/fixação-direta/aplicações-gerais-de-pregos-%26-cavilhas/r3650-gallery>
- LATEX, SIKA. *Ficha Técnica SIKAlatex*. Obtido em 3 de 9 de 2013, de <http://prt.sika.com/dms/getredirect.get/pt01.webdms.sika.com/53>
- *Mural Virtual - Educação Ambiental*. Obtido em 22 de 10 de 2013, de http://www.uenf.br/uenf/centros/cct/qambiental/ag_tratamento.gif
- MAPELASTIC, MAPEI. *Ficha Técnica MAPELASTIC*. Obtido em 20 do 09 de 2013, de <http://www.mapei.com/PT-PT/productdetail.asp?IDMacroLinea=0&IDProdotto=331&IDTipo=2208&IDLinea=3>
- Marecos, Helena. (2010). *Estação de tratamento de águas - Cap. 5 - Filtração*. Lisboa: ISEL.

- MC-DUR 1260, MC-Bauchemie. *Ficha Técnica MC-Bauchemie MC-DUR 1260 Componente A e B*. Obtido em 15 do 9 de 2013, de [javascript:xx_openDownload\('/download.aspx?file=/datasheets/safety/MC-DUR 1260 - Komponente A-PT.pdf'\)](javascript:xx_openDownload('/download.aspx?file=/datasheets/safety/MC-DUR 1260 - Komponente A-PT.pdf'))
[javascript:xx_openDownload\('/download.aspx?file=/datasheets/safety/MC-DUR 1260 - Komponente B-PT.pdf'\)](javascript:xx_openDownload('/download.aspx?file=/datasheets/safety/MC-DUR 1260 - Komponente B-PT.pdf'))
- Mota, Carlos (12 de Junho de 2012). Projeto do Equipamento Hidromecânico - rev.01. Lisboa.
- Morgavel, Águas de Santo André. *Homepage das AdSA*. Obtido em 3 do 9 de 2013, de <http://www.adsa.pt/layout.asp?area=3&subarea=10>
- Oliveira, José (11 de Junho de 2012). Projeto de Reabilitação Estrutural - rev.01. Lisboa.
- Oliveira, José (15 de Junho de 2012). Projeto dos Novos Fundos Falsos - rev.01. Lisboa.
- SWELL, SIKA. *Ficha Técnica SIKAswell*. Obtido em 3 do 9 de 2013, de <http://prt.sika.com/dms/getredirect.get/pt01.webdms.sika.com/97>
- SX 481 E, MC-Bauchemie. *Ficha de segurança MC-Bauchemie SX 481 E Componente A e B*. Obtido em 15 do 9 de 2013, de [javascript:xx_openDownload\('/download.aspx?file=/datasheets/safety/SX 481 E - Komponente A-PT.pdf'\);](javascript:xx_openDownload('/download.aspx?file=/datasheets/safety/SX 481 E - Komponente A-PT.pdf');)
[javascript:xx_openDownload\('/download.aspx?file=/datasheets/safety/SX 481 E - Komponente B-PT.pdf'\)](javascript:xx_openDownload('/download.aspx?file=/datasheets/safety/SX 481 E - Komponente B-PT.pdf'))
- TOPSEAL 107, SIKA. *Ficha Técnica SIKA TOPSEAL 107*. Obtido em 11 do 9 de 2013, de <http://prt.sika.com/dms/getredirect.get/pt01.webdms.sika.com/71>

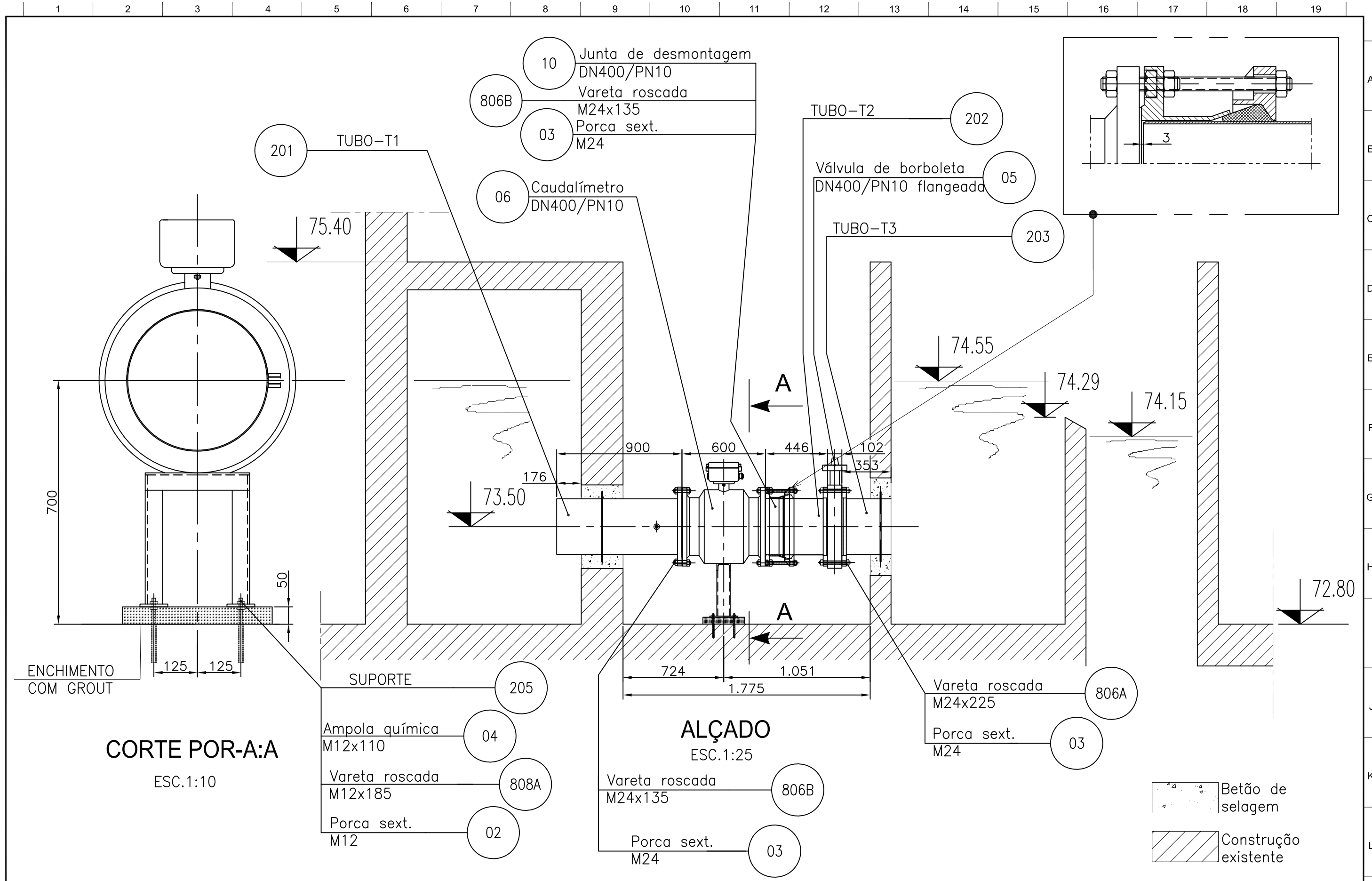
ANEXOS

-
- **ANEXO A** – PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO DA HIDROSER
 - **ANEXO B** – MAPEAMENTO DE FISSURAS DAS PAREDES DOS TANQUES
 - **ANEXO C** – PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO DA STAP
 - **ANEXO D** – PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO DA XYLEM
 - **ANEXO E** – LEVANTAMENTO DO FUNDO DOS TANQUES E CAROTES
 - **ANEXO F** – REGISTO DE PRESENÇAS EM OBRAS
 - **ANEXO G** – PLANEAMENTO AJUSTADO
 - **ANEXO H** – PLANEAMENTO QUINZENAL
 - **ANEXO I** – LEVANTAMENTO DAS MEDIÇÕES DOS TANQUES DE FILTRAGEM
 - **ANEXO J** – LEVANTAMENTO DAS DIMENSÕES DOS VARANDINS A PINTAR
-

ANEXO A

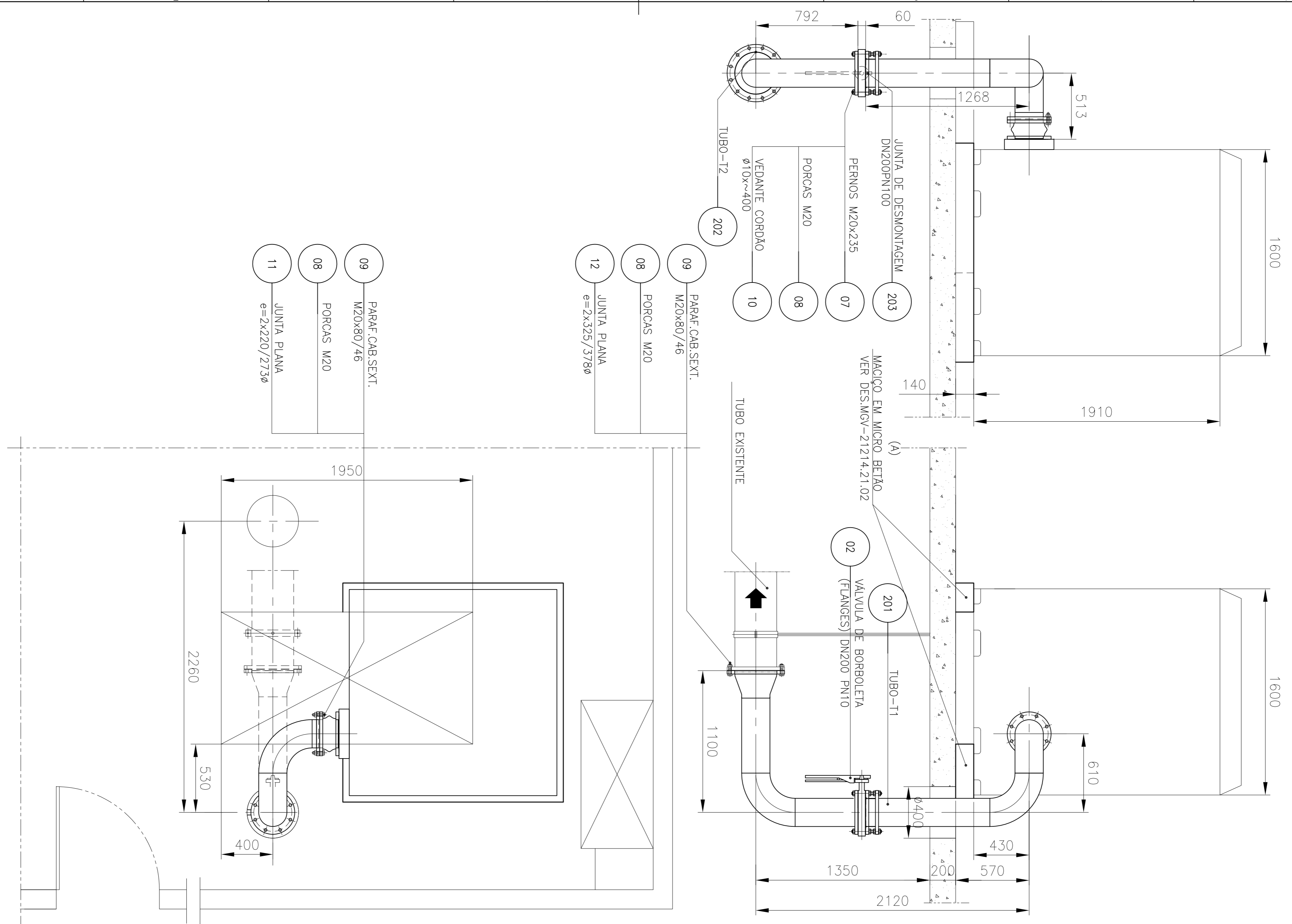
PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO DA HIDROSER

ESTE DESENHO E CONFIDENCIAL E NAO PODE SER COMUNICADO A TERCEIROS SEM A NOSSA AUTORIZACAO ESCRITA.



A	24/10/2012	Alterações diversas	CL. ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ, S.A.	C. SAIDA DA ÁGUA FILTRADA	OBRA 21214	C.P. 11	DES. <i>F. ALMEIDA</i>	A
B								
C			AS. BENEFICIAÇÃO DA ETA MORGAVEL	TÍTULO CAUDALÍMETRO-CONJUNTO	ESCALA -	DATA 12/09/2012	VISTOS <i>[assinatura]</i>	
D			C.G. EQUIPAMENTO HIDROMECÂNICO	HIDROSER	DESENHO Nº		Folha 1	
E					MGV-21214.11.01		Segue 1	

ESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO PODE SER COMUNICADO A TERCEIROS SEM NOSSA COMUNICAÇÃO ESCRITA



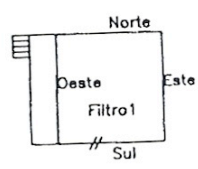
A	24/07/2012	Alteração no local assinalado c/(A)	cl.	ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ, S.A.	c.	SISTEMA DE AR DE LAVAGEM - COMPRESSOR 3	OBRA	21214	C.P.	21	DES.	<i>[Signature]</i>
B							ESCALA	-	DATA	18/07/2012	VISTOS	<i>[Signature]</i>
C			AS.	BENEFICIAÇÃO DA ETA MORGAVEL		TITULO	TUBAGEM - CONJUNTO				Folha	1
D			c.g.	EQUIPAMENTO HIDROMECAÂNICO		HIDROSER	DESENHO Nº		MGV-21214.21.01		Segue	1
E												

ANEXO B

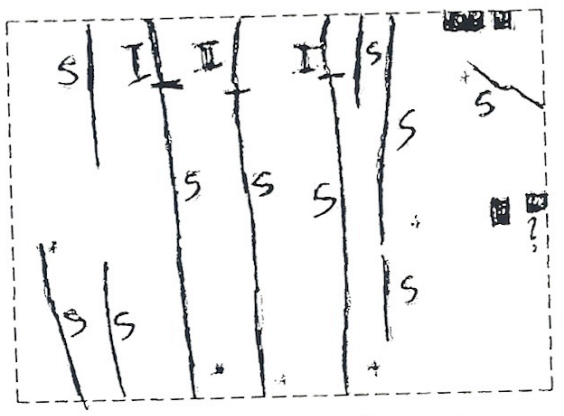
MAPEAMENTO DE FISSURAS DAS PAREDES DOS TANQUES

LEVANTAMENTO FINAL (1-10-2012)

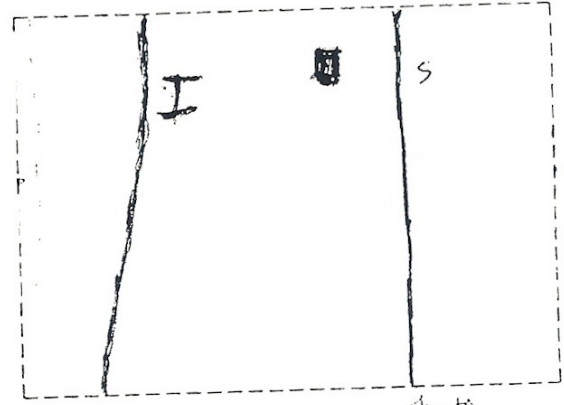
Filtro 13
Registo de Fissuras



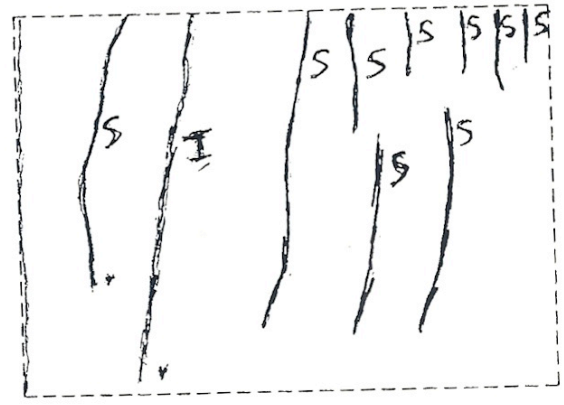
Parede Norte



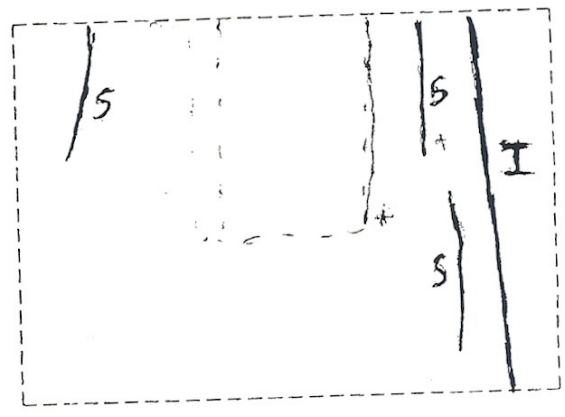
Parede Este



Parede Sul



Parede Oeste



(I) - A INJECTAR

(S) - A SELAR

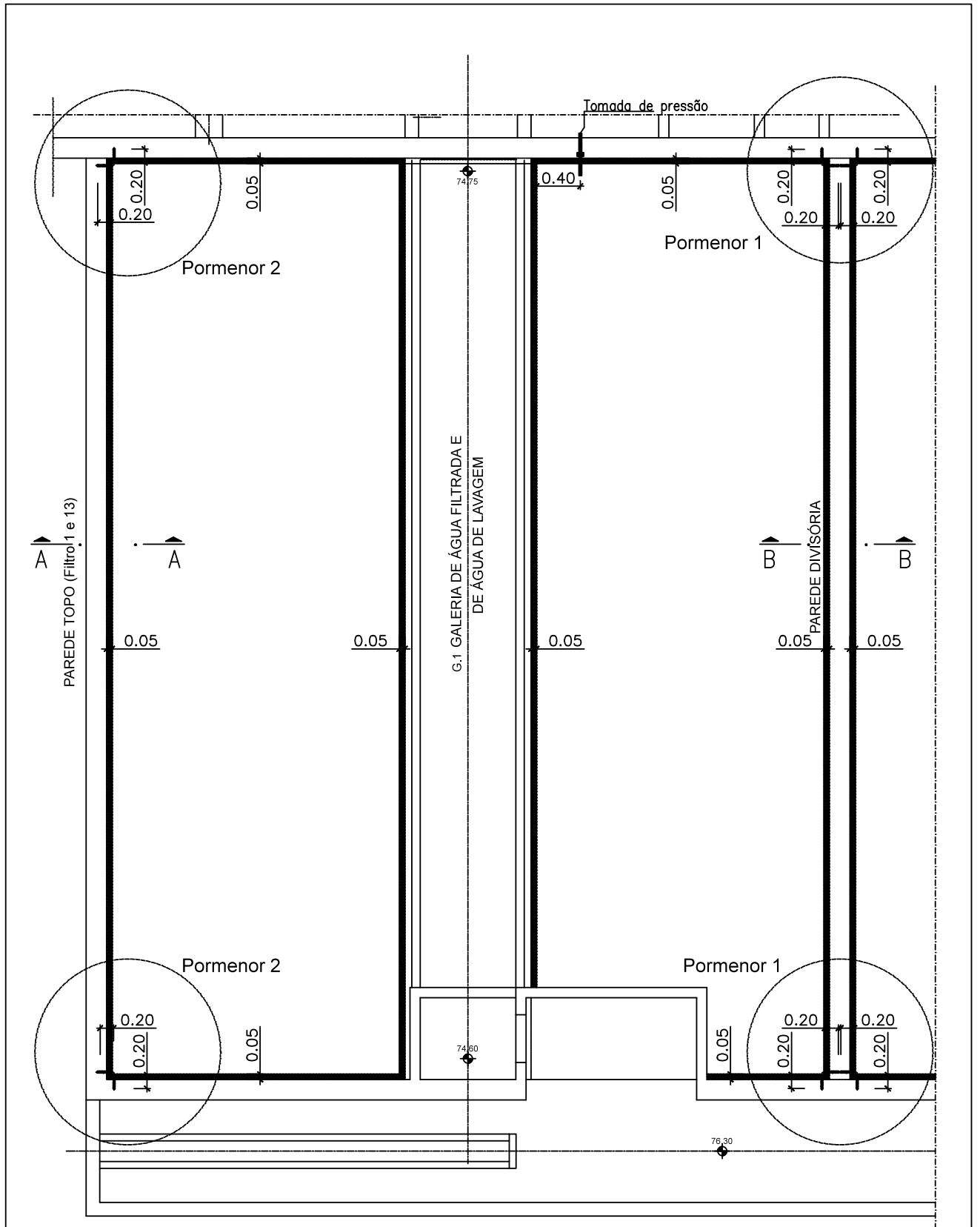
■ - ZONA DE REPARAÇÃO DE BETÃO

1-10-2012
Pedro Almeida

01/10/2012
Sergio Martins

ANEXO C

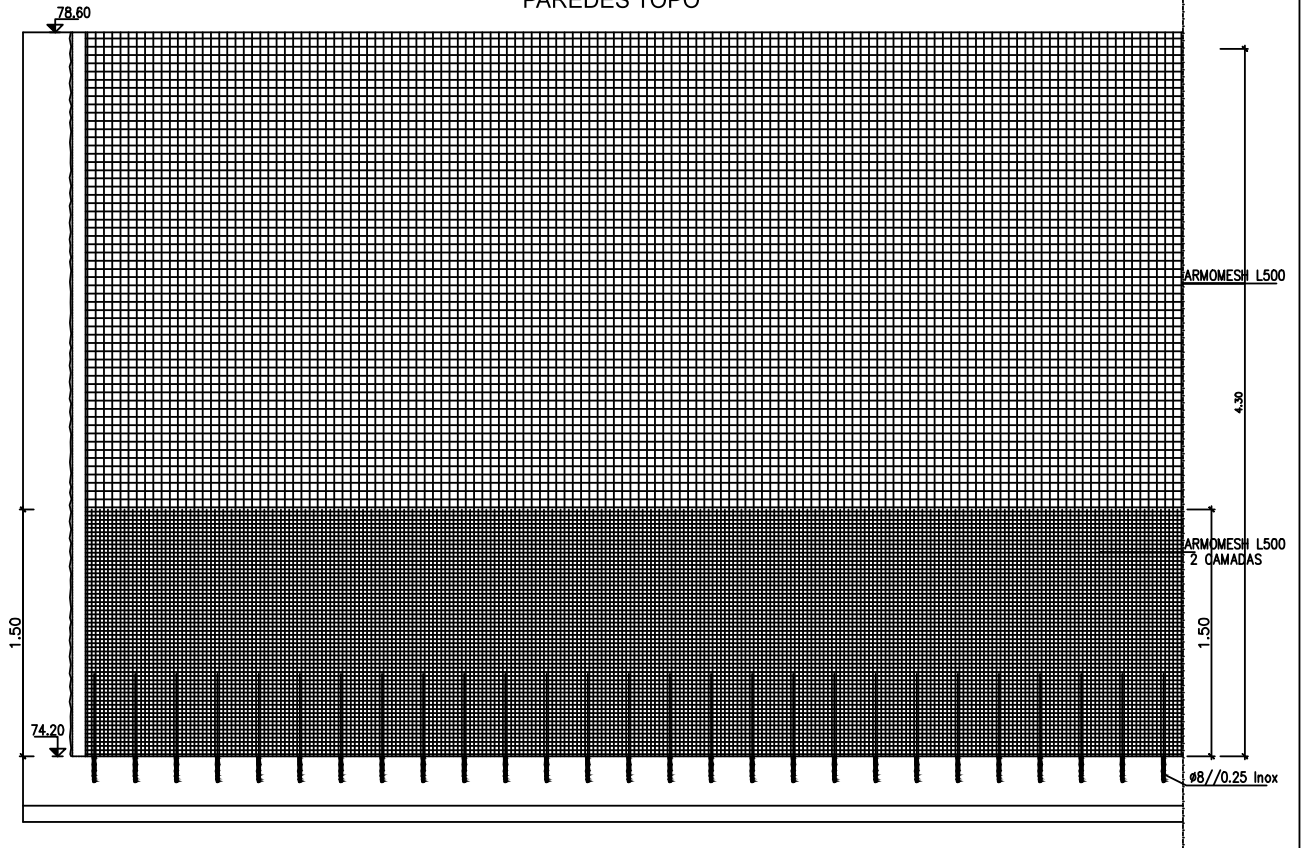
PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO DA STAP



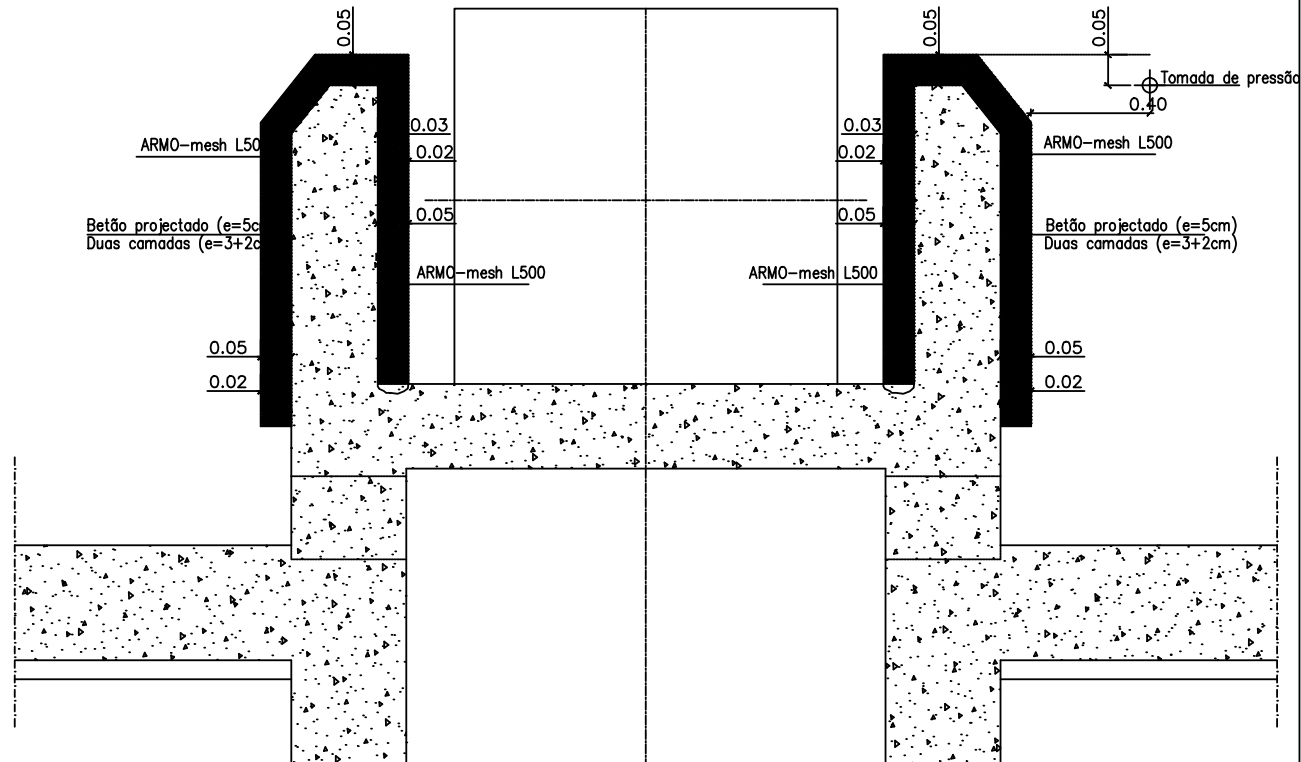
PLANTA DOS TANQUES DE FILTRAGEM


Projectista		Obra:	REABILITAÇÃO DA ETA DE MORGAVEL	
Desenhador		Cliente:	ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ, S.A.	
Verificação		Designação:	FILTROS PLANTA	
Aprovação		Este desenho é propriedade da STAP S.A. e não pode ser reproduzido, divulgado ou fornecido a terceiros sem autorização expressa.		Desenho n.º: TF-1635-EXE-01
Escala	s/esc.			Folha: 01/01 Rev: 00 Substituído: - Substituído: -
Data	JUN/2012			

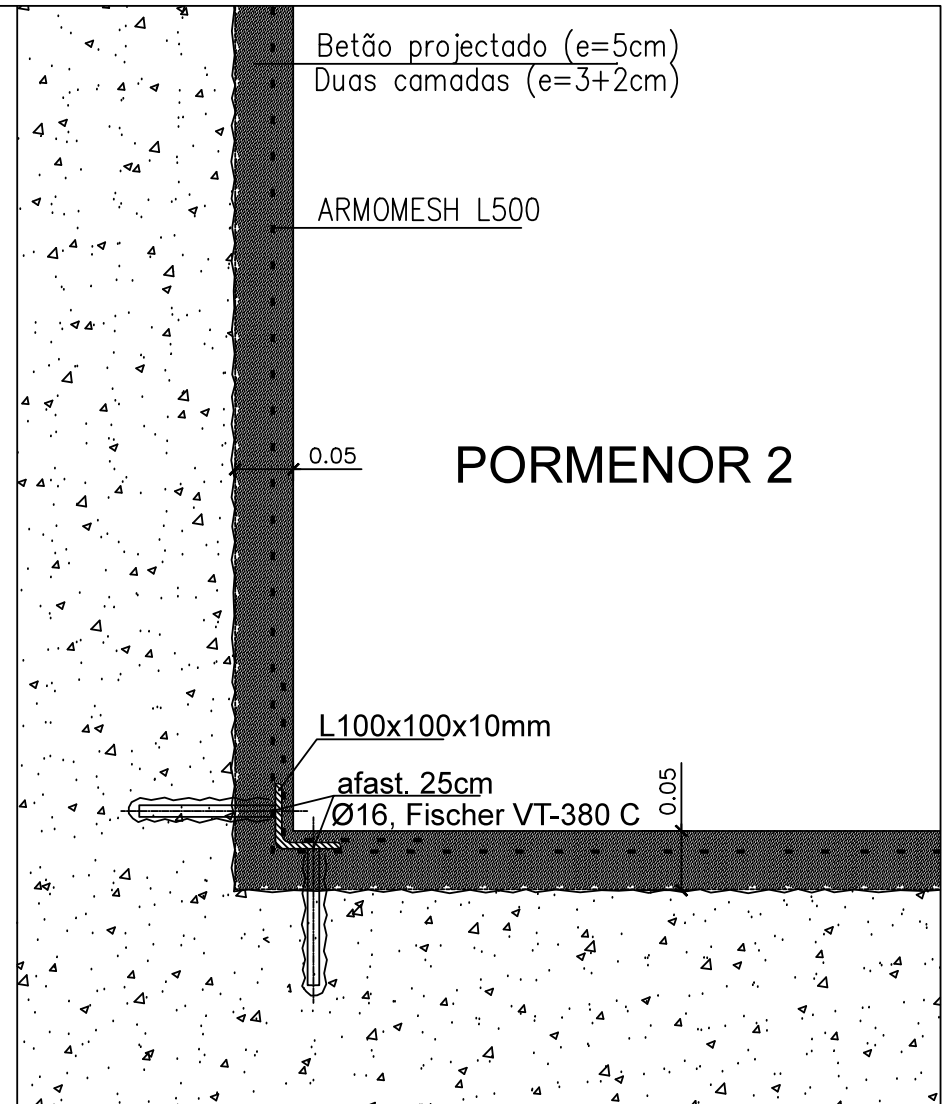
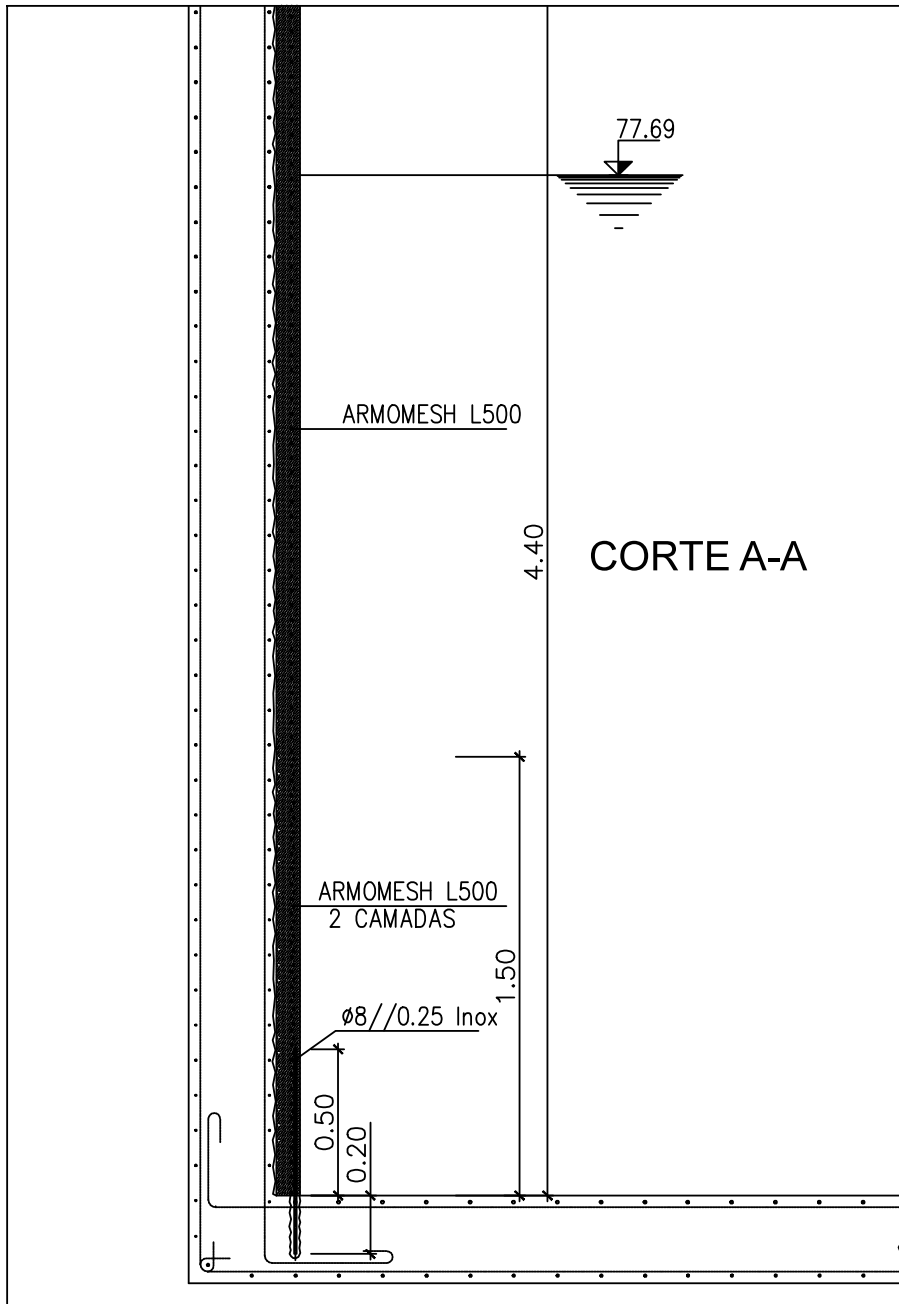
PAREDES TOPO




PORMENOR DO REFORÇO NA CALEIRA

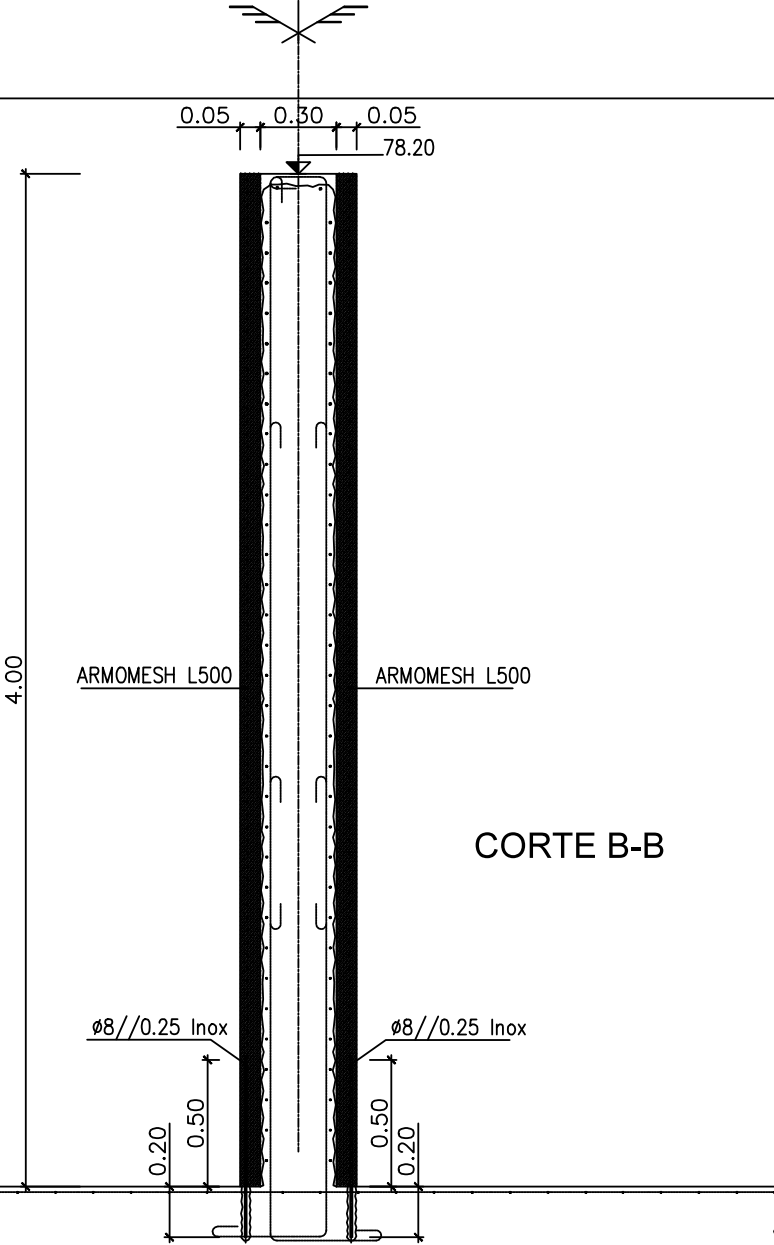
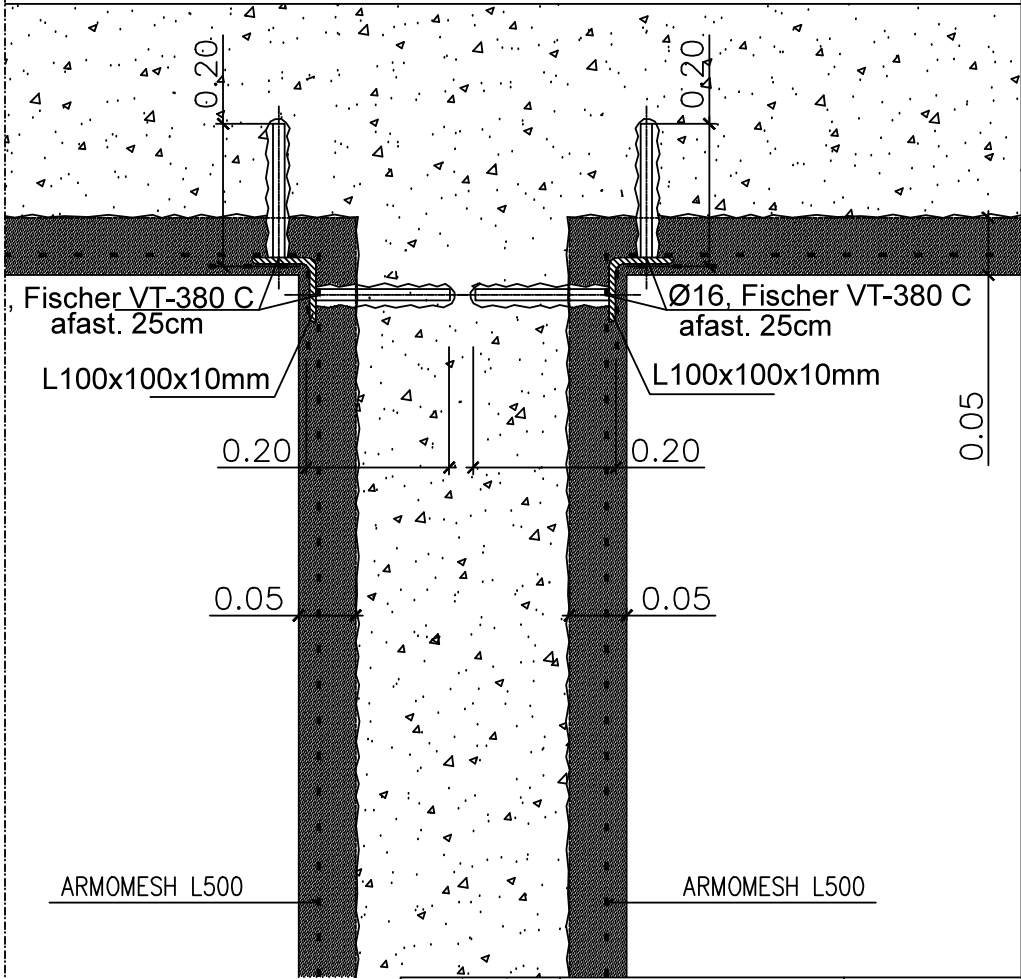


Projectista		Obra:	REABILITAÇÃO DA ETA DE MORGAVEL	
Desenhador		Cliente:	ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ, S.A.	
Verificação		Designação:	FILTROS SECÇÕES DAS PAREDES	
Aprovação		Este desenho é propriedade da STAP S.A. e não pode ser reproduzido, divulgado ou fornecido a terceiros sem autorização expressa.		Desenho n.º: TF-1635-EXE-02
Escala	s/esc.			Folha: 01/02 Rev: 00 Substituído: - Substituído: -
Data	JAN/2013			



Projectista		Obra:	REABILITAÇÃO DA ETA DE MORGAVEL	
Desenhador		Cliente:	ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ, S.A.	
Verificação		Designação:	FILTROS SECÇÕES DAS PAREDES	
Aprovação		Escala:	s/esc.	Desenho n.º:
Este desenho é propriedade da STAP S.A. e não pode ser reproduzido, divulgado ou fornecido a terceiros sem autorização expressa.		Data:	JAN/2012	TF-1635-EXE-02
				Folha: 02/02 Rev.: 00
				Substituído: -
				Substituído: -

PORMENOR 1

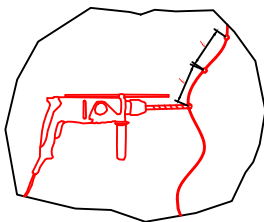


CORTE B-B

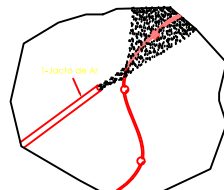
Projectista		Obra:	REABILITAÇÃO DA ETA DE MORGAVEL				
Desenhador		Cliente:	ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ, S.A.				
Verificação		Designação:	FILTROS SECÇÕES DAS PAREDES				
Aprovação		Desenho n.º:	TF-1635-EXE-03				
Este desenho é propriedade da STAP S.A. e não pode ser reproduzido, divulgado ou fornecido a terceiros sem autorização expressa.		Escala:	s/esc.	Folha:	01/01	Rev.:	00
Data:		JAN/2012		Substituído:	-		
				Substituído:	-		

TRATAMENTO DE FENDAS

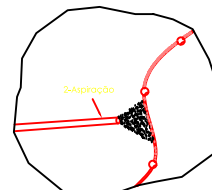
- Abertura de furos.



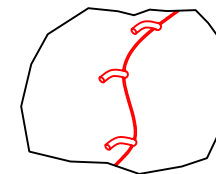
- Limpeza exaustiva da fenda a jacto de ar.



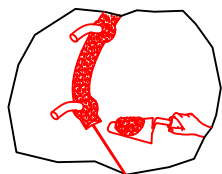
- Limpeza exaustiva da fenda com aspiração.



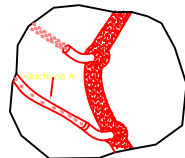
- Fixação dos tubos de plástico para injeção e purga.



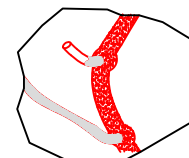
- Selagem aplicada a espátula.



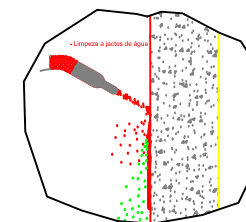
- Testar a intercomunicação com ar.



- Injeção tubo a tubo de baixo para cima com resina epoxídica

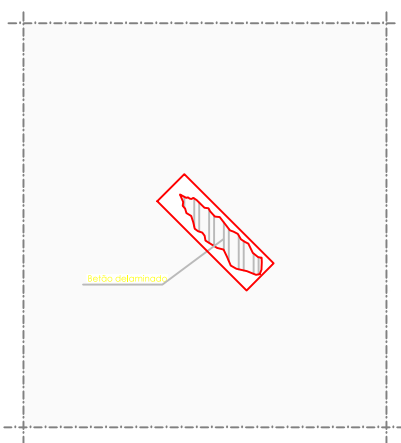


- Limpeza/decapagem Geral das Superfícies com jato de água P<=2.000Bar



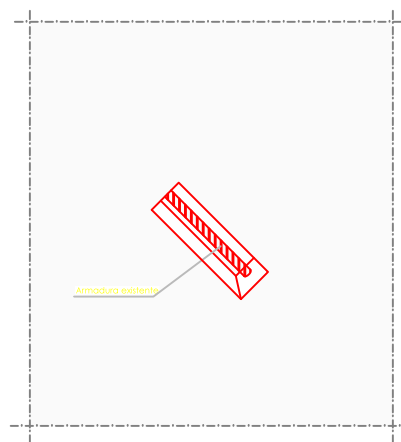
TRATAMENTO DE BETÃO DELAMINADO

- Delimitação da zona de betão a tratar

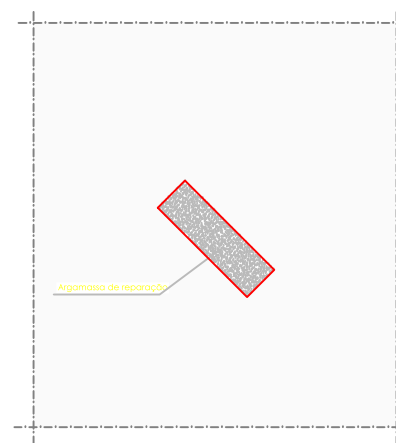


- Picagem do betão delaminado deixando a armadura exposta

- Limpeza da armadura com escova de aço




- Reposição do volume de betão retirado com argamassa de reparação ou betão projectado estrutural.



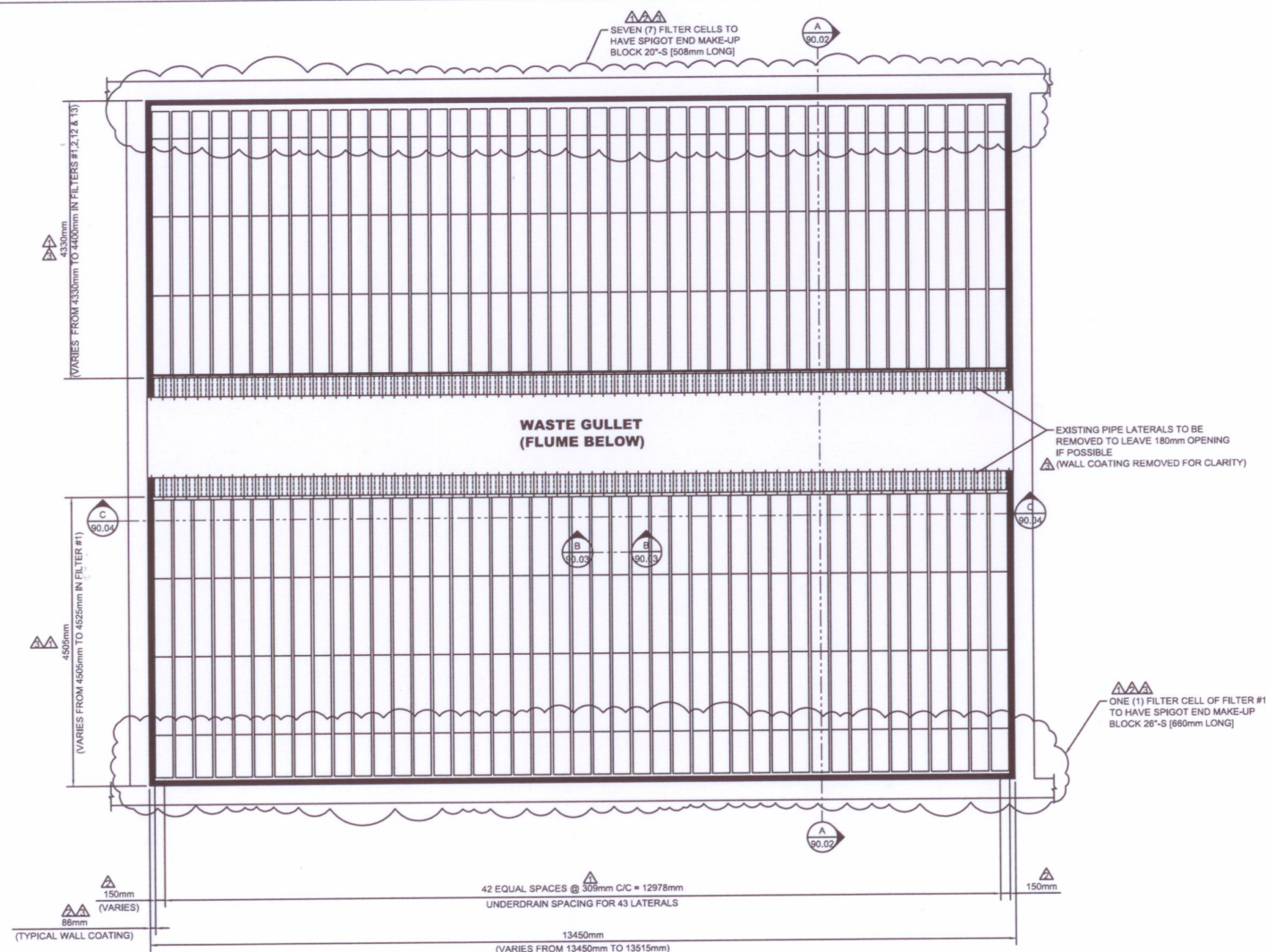
MATERIAIS:
AÇOS A500NR – varão em aço Inox Cantoneiros AISI 304
BETÃO C35/45
ARGAMASSAS FIBRAS DE CARBONO E RESINAS
Argamassa de reparação de betão Sika Monotop 612
Resina epoxídica em injeção de fissuras MC-DUR Injekt 1260
Resina epoxi de selagem de varões Fischer Vt 380 C
Revestimento final SIKATOP SEAL 107
Malha de carbono Armo-mesh L500

NOTA:
- SUPERFÍCIES INTERIORES PROTEGIDAS COM SIKATOP SEAL 107 (2+2 mm)

Projectista		Obra:	REABILITAÇÃO DA ETA DE MORGAVEL	
Desenhador		Cliente:	ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ, S.A.	
Verificação				
Aprovação		Designação:	FILTROS TRATAMENTO DE FENDAS TRATAMENTO E BETÃO DELAMINADO	Desenho n.º: TF-1635-EXE-04
Escala	s/esc.			Folha: 01/01 Rev.: 00
Data	JAN/2012			Substitui: -
				Substituído: -

ANEXO D

PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO DA XYLEM



NOTE:
WALL COATING MUST NOT EXCEED 86mm IN ORDER FOR UNDERDRAIN LATERALS TO FIT INTO FILTER WIDTH

PLAN VIEW
SCALE: 1:1000

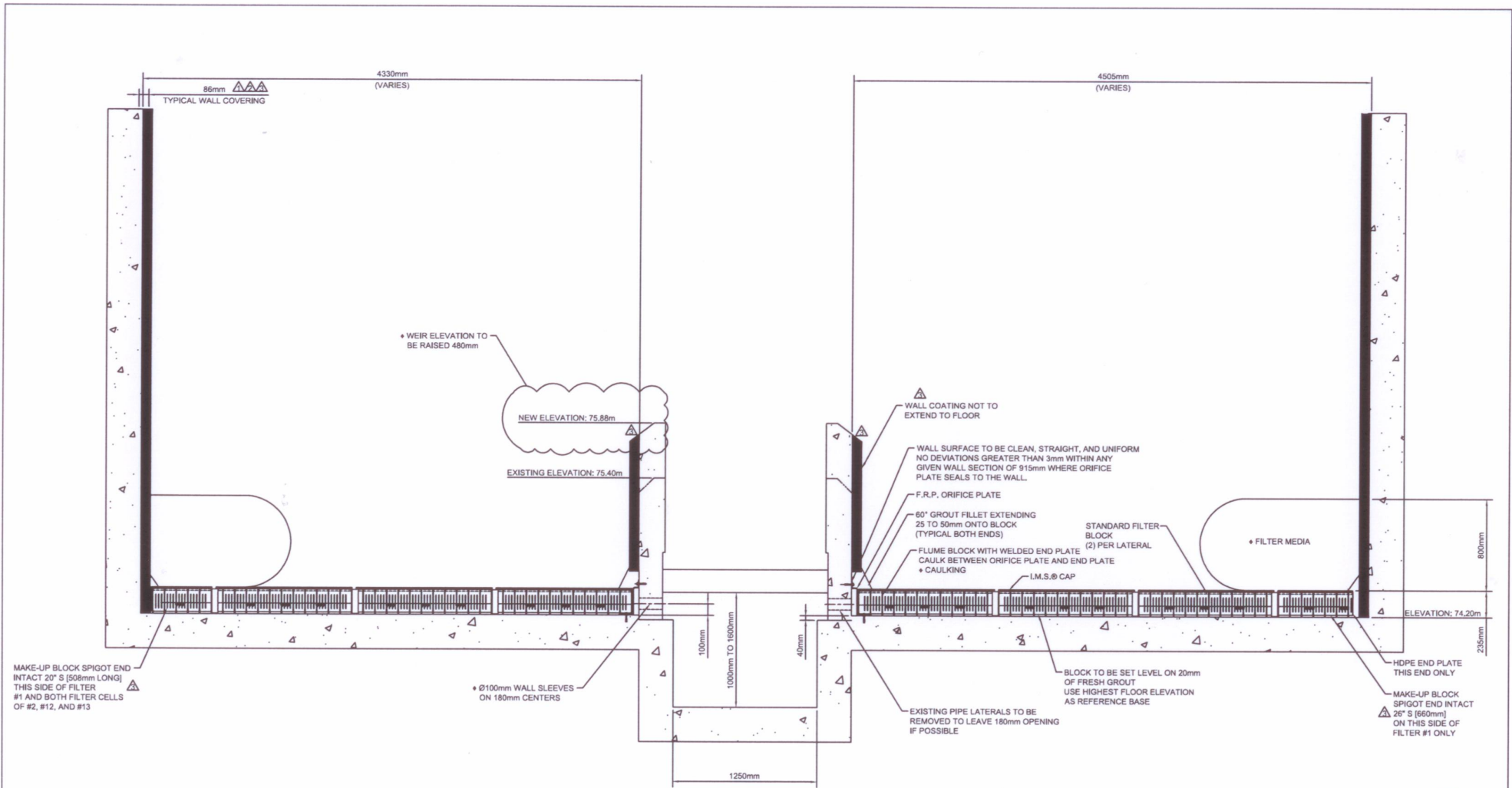
- (4) ARRANGEMENTS AS SHOWN
- (8) FILTER CELLS TOTAL
- FILTER INFLUENT CHAMBER REMOVED FOR CLARITY

B

REVISION		DATE		SCALE		DRAWING NUMBER		REV		
1	REVISION									
2	REVISION									
3	REVISION									
4	REVISION									
5	REVISION									
DRAWN BY		CHECKED BY		DATE		SCALE		DRAWING NUMBER		REV
MP		RC		3-19-12		1:1000		111285.90.01		03

UNIVERSAL® TYPE SL®
WITH I.M.S® CAP
H-FLUME
FILTER ARRANGEMENT

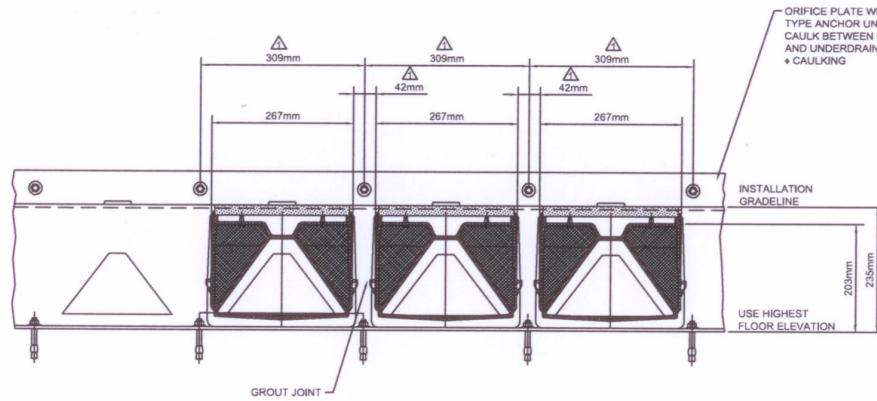




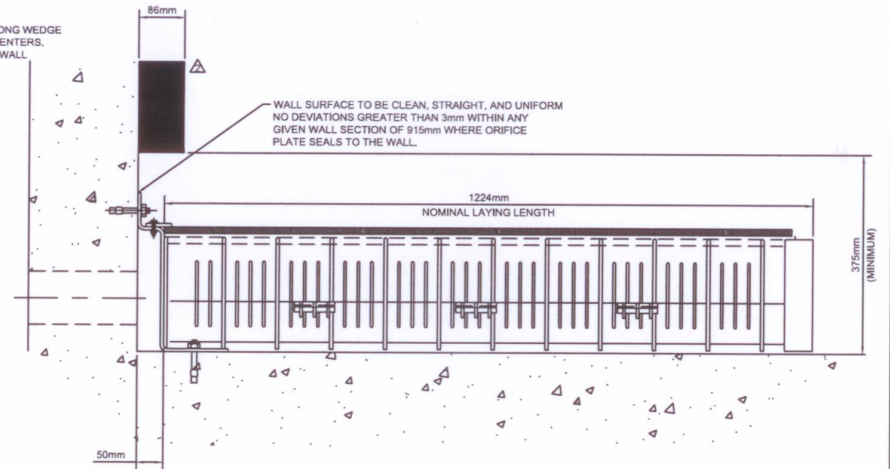
A
SECTION VIEW
SCALE: 1 : 500

REVISION		DRAWING NUMBER		REV
1	ADDED WALL COVERING	111285		3
2	ADDED TO THE WALL	111285		3
3	ADDED TO THE WALL	111285		3
4	ADDED TO THE WALL	111285		3
5	ADDED TO THE WALL	111285		3
DRAWN BY	CHECKED BY	DATE	SCALE	DRAWING NUMBER
MP	RC	3-19-12	1 : 500	111285.90.02





B
SECTION VIEW
90.01 SCALE: 1:20



-
WALL BLOCK
90.01 SCALE: 1:20

NOTES:

1. SEE DATA SHEET TLU-PE-2 FOR ADDITIONAL MATERIAL AND INSTALLATION NOTES.

2. FILTER DESIGN IS BASED ON THE FOLLOWING:

HIGH RATE BACKWASH: 11 GPM/SQ.FT. / 22 MHR
AIR SCOUR RATE: 2.73 SCFM/SQ.FT. / 90 M/H
SEQUENTIAL WASH ONLY

AIR PRESSURE REQUIRED INCLUDES FILTER COMPONENTS, I.E. AIR HEADER IN FILTER, UNDERDRAIN, AND STATIC HEAD OF WATER.

3. EQUIPMENT SHALL BE INSTALLED IN ACCORDANCE WITH THE INSTALLATION INSTRUCTIONS AND TOLERANCES SHOWN ON THE DRAWINGS AND O & M MANUAL. READ ALL INSTRUCTIONS PRIOR TO RECEIVING, STORING, INSTALLING, AND OPERATING FILTER EQUIPMENT.

4. ALL FILTER FLOORS, NEW OR EXISTING, MUST HAVE A ROUGH SURFACE EQUIVALENT TO A MINIMUM 1/8 INCH GROOVE BROOM FINISH PRIOR TO PLACING THE BASE GROUT.

5. ANCHOR RODS AND ANCHOR ROD EPOXY MUST BE INSTALLED IN ACCORDANCE WITH THE INSTALLATION INSTRUCTIONS AND TOLERANCES SHOWN ON ALL DRAWINGS, THE O & M MANUAL, AND THE EPOXY MANUFACTURER'S INSTRUCTIONS. ENSURE PROPER ANCHOR ROD LOCATIONS, HOLE SIZES, HEIGHTS, EMBEDMENT DEPTHS, AND EPOXY PENETRATION.

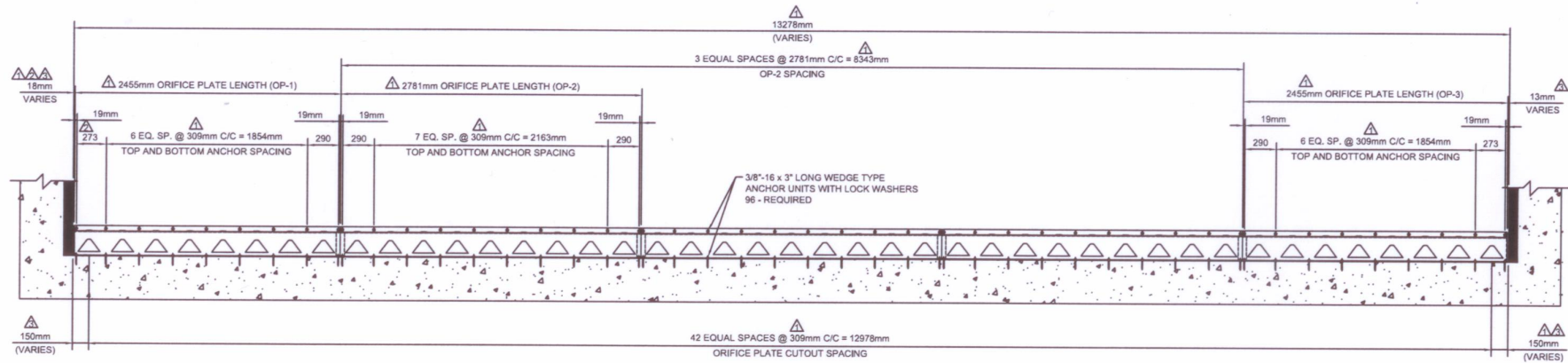
6. BLOWER SYSTEMS WITH PD TYPE BLOWERS MUST INCLUDE AN AUTOMATIC VENT TO ATMOSPHERE VALVE TO CONTROL AIR INTRODUCTION INTO THE FILTER.

7. THE FILTER MUST NOT INCLUDE EXPANSION JOINTS WITHIN THE FILTER BOX.

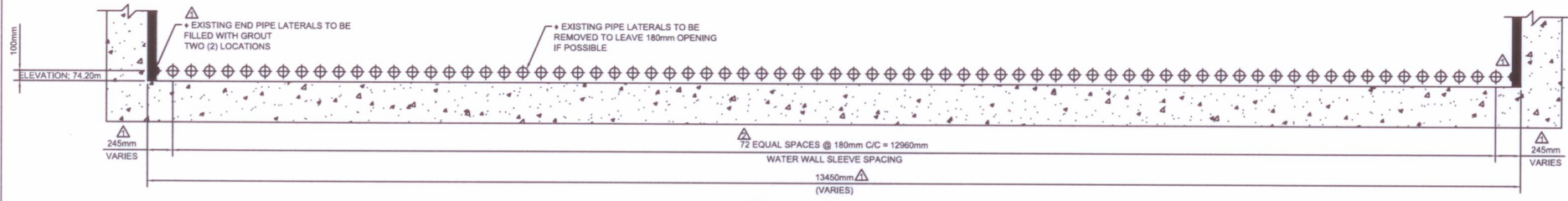
8. THERE MUST BE A HIGH LOOP IN THE AIR SCOUR PIPING BETWEEN THE FILTER AND THE BLOWER. THE LOOP SHALL BE A MINIMUM OF 7 FEET ABOVE THE WEIR ELEVATION OR ABOVE THE FILTER OVERFLOW ELEVATION.

9. DIMENSIONS AND OTHER INFORMATION PRESENTED ON THE LEOPOLD PROJECT DRAWINGS REPRESENT LEOPOLD'S BEST INTERPRETATION OF THE PROJECT PLANS AND SPECIFICATIONS AS PREPARED BY OTHERS, AS SUCH, DURING THE APPROVAL PROCESS, THE PURCHASER SHALL THOROUGHLY REVIEW AND VERIFY ALL DIMENSIONS WITH RESPECT TO ACTUAL FIELD CONDITIONS.

REVISION		NO NUMBER OR TO CORRECT/DELETE/ADD AND ALL THE DIMENSIONS ON THE DRAWINGS SHALL BE ACCORDING TO THE PROJECT MANUAL TO OUR PROJECTS. ALL THE DIMENSIONS SHALL BE IN METERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED. © MORGAVEL - PORTUGAL 2012. ALL RIGHTS RESERVED.				
1	ISSUED FOR APPROVAL	UNDERDRAIN SECTIONS, VIEWS AND FILTER NOTES 				
2	ISSUED FOR APPROVAL					
3	ISSUED FOR APPROVAL					
4	ISSUED FOR APPROVAL					
5	ISSUED FOR APPROVAL					
DRAWN BY: MP		CHECKED BY: RC	DATE: 3-19-12	SCALE: 1:20	DRAWING NUMBER: I11285.90.03	REV: 2



C
90.01 **SECTION VIEW**
SCALE: 1 : 500



C
90.01 **SECTION VIEW**
SCALE: 1 : 500
(ORIFICE PLATE REMOVED)

REVISION		ORIFICE PLATE ELEVATION VIEWS	
1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	LEOPOLD a xylem brand	
2	APPROVED FOR CONSTRUCTION		
3	APPROVED FOR CONSTRUCTION		
4	APPROVED FOR CONSTRUCTION		
5			
DRAWN BY	CHECKED BY	DATE	SCALE
MP	RC	3-19-12	1 : 500
DRAWING NUMBER		REV	
111285.90.04		03	

ANEXO E

LEVANTAMENTO DO FUNDO DOS TANQUES E
CAROTES

TRIPES 1,265

FILTRO 1

C.N.

↓ CALÇAIRA

1374 1368 1379 1384 1385

(N)

1374	1375	1373	1379	1386
1375	1372	1371	1379	1388
1370	1369	1363	1370	1383
1370	1360	1365	1370	1383
1367	1368	1367	1370	1386
1367	1366	1365	1367	1377
1374	1370	1369	1370	1378
1374	1369	1366	1375	1379
1377	1363	1368	1377	1387
1368	1363	1365	1376	1379
1366	1377	1367	1377	1382
1375	1375	1367	1374	1380
1378	1377	1372	1378	1377
1381	1389	1379	1381	1378

2250

1116	1145	57
1125	1138	
1119	1129	
1106	1132	
1118	1136	
1117	1128	
1125	1128	
1107	1136	
1123	1125	60
1114	1134	
1119	1133	
1119	1134	
1127	1131	
1117	1137	
1118	1134	
1124	1134	
1125	1138	
1124	1128	
1124	1143	70
1127	1138	
1128	1129	
1122	1130	
1125	1140	
1122		80
1124		
1118		
1119		
1126		
1116		
1130		30
1129		
1115		
1122		
1123		
1126		
1123		
1127		
1123		
1116		
1122		40
1114		
1120		
1144		
1126		
1130		
1105		
1116		
1122		
1127		
1120		50

FILTRO 1

C.S.
CALCULAM

EST

1390	1390	1389	1371	1364
1394	1391	1384	1377	1767
1388	1393	1394	1384	1372
1396	1397	1397	1386	1378
1397	1390	1397	1395	1380
1392	1399	1398	1398	1376
1390	1393	1374	1389	1378
1398	1389	1385	1387	1378
1395	1389	1382	1384	1377 J J h
1387	1380	1382	1383	1382
1387	1387	1377	1385	1386
1393	1387	1384	1386	1386
1398	1396	1394	1397	1387
1402	1402	1407	1405	1388

1398 1404 1407 1404 1391
2570

NORTE

- ↓

 - 1129
 - 1172
 - 1130
 - 1170
 - 1142
 - 1158
 - 1138
 - 1134
 - 1150
 - 1137
 - 1129
 - 1122
 - 1146
 - 1142
 - 1136
 - 1146
 - 1137
 - 1147
 - 1133
 - 1130
 - 1142
 - 1147
 - 1144
 - 1130
 - 1136
 - 1140
 - 1132
 - 1138
 - 1132
 - 1145
 - 1139
 - 1140
 - 1140
 - 1177
 - 1170
 - 1143
 - 1134
 - 1136
 - 1137
 - 1134
 - 1127
 - 1129

1117 →

 - 1133
 - 1124
 - 1137
 - 1117
 - 1128
 - 1162
 - 1146
 - 1159
 - 1154
 - 1160
 - 1147
 - 1146
 - 1151
 - 1143
 - 1148
 - 1145
 - 1144
 - 1156
 - 1150
 - 1163
 - 1148
 - 1164
 - 1164

ANEXO F

REGISTO DE PRESENCAS EM OBRA



Reparação,
Consolidação
e Modificação
de Estruturas, S.A.

Horário Diário:
Entrada: 08:00h
Hora de Almoço: 12:00h às 13:00h
Saída: 17:00h

Ano: 2012
Mês: Setembro

Nome	Empresa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Ricardo Pinto	STAP						X													X					X							24
Francisco Jesus	STAP			X			X				X	X								X					X							48
Filipe Pinto	STAP						X				X	X													X							32
Iolanda Soares	STAP										X																					8
João Ângelo	STAP																			X						X						16
Fernando Ferra	STAP			X	X	X	X	X					X	X	X			X	X	X						X		X	X			112
Luís Carranca	STAP			X	X	X	X				X	X	X	X	X				X	X					X	X	X	X	X			128
Pedro Almeida	STAP			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			160
Pedro Niz	STAP													X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			96
Francisco Brito	STAP			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			160
Pinto Ndombaxe	STAP			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			160
Marco Guerreiro	STAP										X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X					104
Manuel Alexandrino	STAP										X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			120
Sérgio Alves	EBP			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			160
Fábio Ferra	EBP			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X				X	X	X	X	X			152
Osvaldo Sousa	EBP			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			160
David Silva	EBP			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			160
Carlos Mora	TPI			X	X		X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			152
Jhorge Mora	TPI			X	X	X							X	X	X			X	X													64
Khem Singh	TPI			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			160
Braima Camara	TPI			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			160
Saico Jalo	TPI			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			160
		0	0	15	14	13	16	12	0	0	17	14	18	17	17	0	0	16	17	19	14	13	0	0	16	19	15	15	15	0	0	

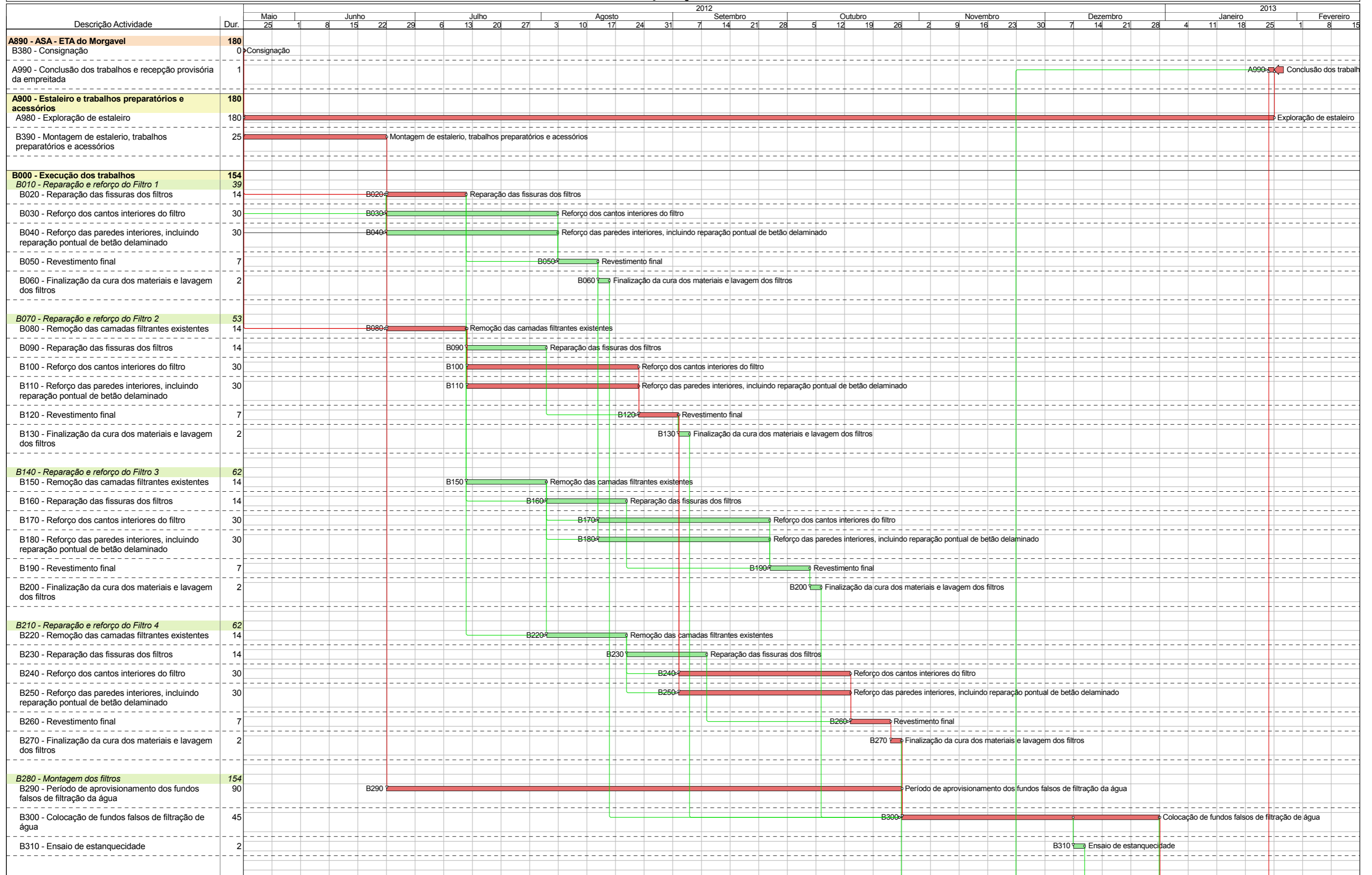
Observações:

ANEXO G

PLANEAMENTO AJUSTADO

Plano de Trabalhos Execução
Gráfico de Barras Padrão

Seleção: Programa Inteiro



ANEXO H

PLANEAMENTO QUINZENAL

PLANEAMENTO QUINZENAL

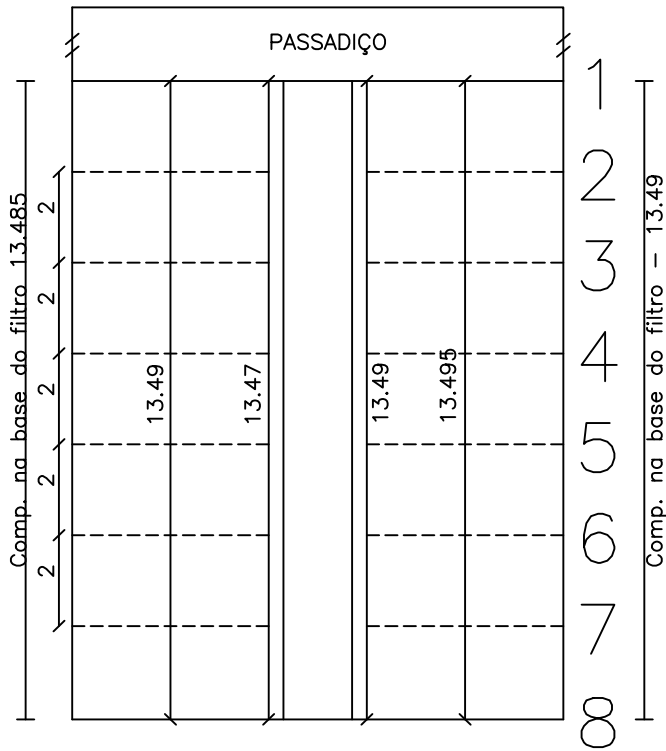


CLIENTE		Águas de Santo André, S.A.																																	
OBRA		Empreitada de Beneficiação da ETA de Morgavel																																	
		Semana 32							Semana 33							Semana 34																			
		6/8/2012		a		12/8/2012			13/8/2012		a		19/8/2012			20/8/2012		a		26/8/2012															
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	ART.	ACTIVIDADE								Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo				
									01	Montagem e desmontagem do estaleiro, incluindo o arranjo paisagístico da área ocupada após desmontagem.																									
		Demolição da laje de fundo do filtro 12 e 13 Montagem de andaime no filtro 2 Avivamento de fissuras no filtro 2 Saneamento das paredes interior do filtro 1 e 2 Execução de carotes no muro da caleira central do filtro 1 e 2							02	Remoção das camadas filtrantes existentes e transporte a vazadouro licenciado.								Saneamento das paredes interiores do filtro 2 c/ recurso a máquina de jacto de água. Demolição da laje de fundo do filtro 12. Execução de carotes no muro da caleira central do filtro 1 e 2.					Montagem de andaime no filtro 12. Execução de carotes no muro da caleira central do filtro 1 e 2.												
									03	Selagem e injeção das fissuras no interior dos filtros								Selagem e injeção de fissuras no filtro 1 e 2. Selagem das comportas.																	
									04	Fornecimento e aplicação de uma cantoneira metálica (L90x90x9mm), para reforço dos cantos interiores dos filtros																									
									05	Reforço das paredes interiores, incluído reparação pontual de betão delaminado.																									
									05.0	Fornecimento e colocação de malha de carbono do tipo "Armo-mesh L500"																									
									05.0	Reparação pontual de betão delaminado								Reparação pontual de betão delaminado no filtro 1 e 2.					Reparação pontual de betão delaminado no filtro 1 e 2. Montagem de redes e varões de reforço no filtro 1.												
									06	Revestimento final																									
									07	Montagem dos filtros																									
									07.0	Colocação dos fundos falsos de filtração de água																									
									07.0	Fornecimento e colocação nos filtros do novo meio de enchimento																									
									07.0	Remodelação da saída de água filtrada e remodelação do ar de lavagem																									
									07.0	Colocação de nova camada filtrante								Desmontagem do sistema de água filtrada no filtro 1.																	
Carga de mão de obra média	Encarregado																																		
	Chefe de equipa																																		
	Manobrador																																		
	Pedreiro																																		
	Marteleiro																																		
	Técnico de injeção																																		
	Servente																																		
Principais equipamentos utilizados	Merlo Roto, Bobcat, Caroteadora, Martelos Pneumáticos, Falch, Compressor XAS 186									Merlo Roto, Bobcat, Caroteadora, Martelos Pneumáticos, Falch, Compressor XAS 186										Merlo Roto, Bobcat, Caroteadora, Martelos Pneumáticos, Falch, Compressor XAS 186															

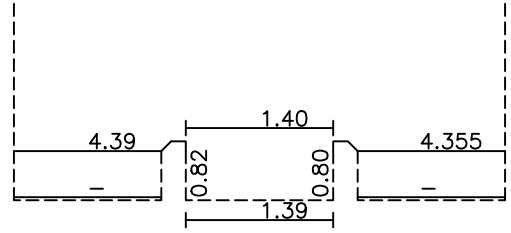
ANEXO I

LEVANTAMENTO DAS MEDIÇÕES DOS TANQUES DE FILTRAGEM

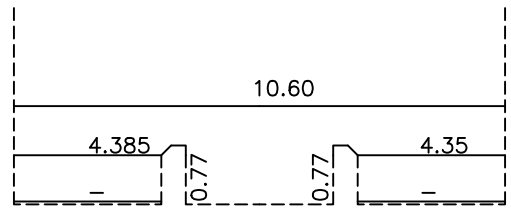
Filtro 12



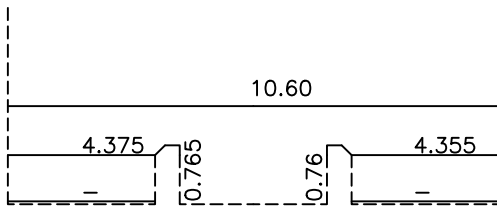
Portico 1



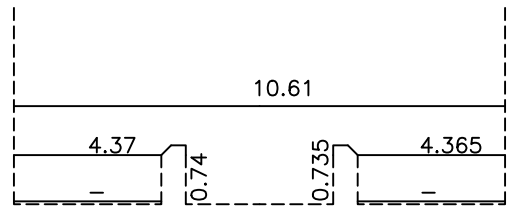
Portico 2



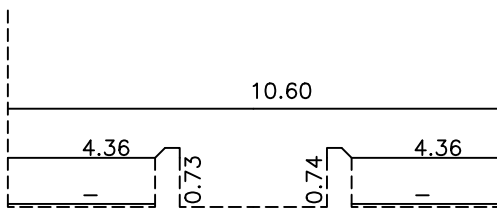
Portico 3



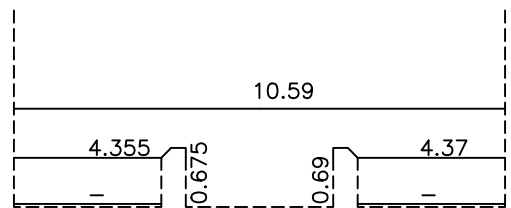
Portico 4



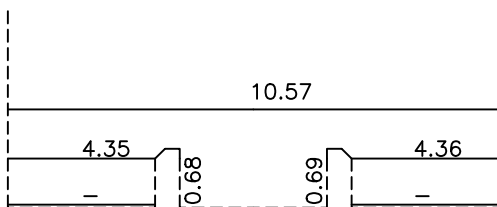
Portico 5



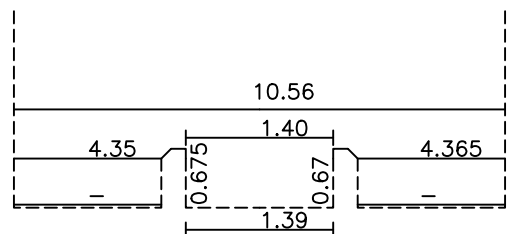
Portico 6



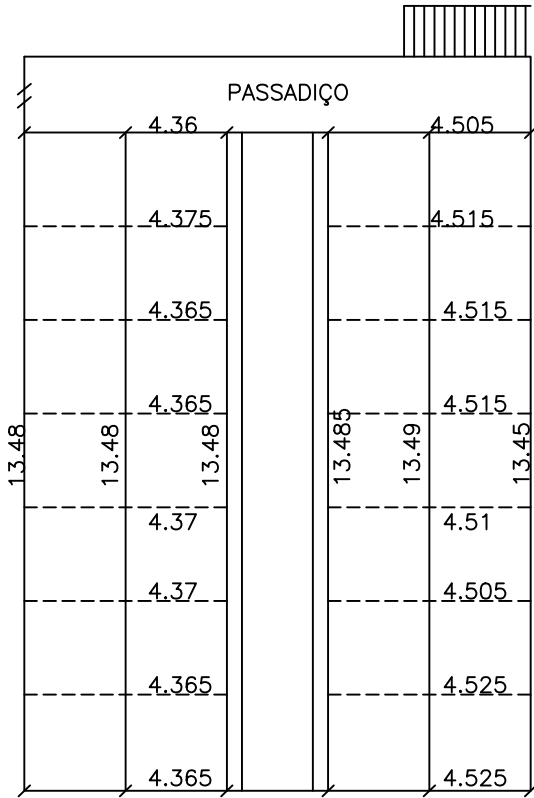
Portico 7



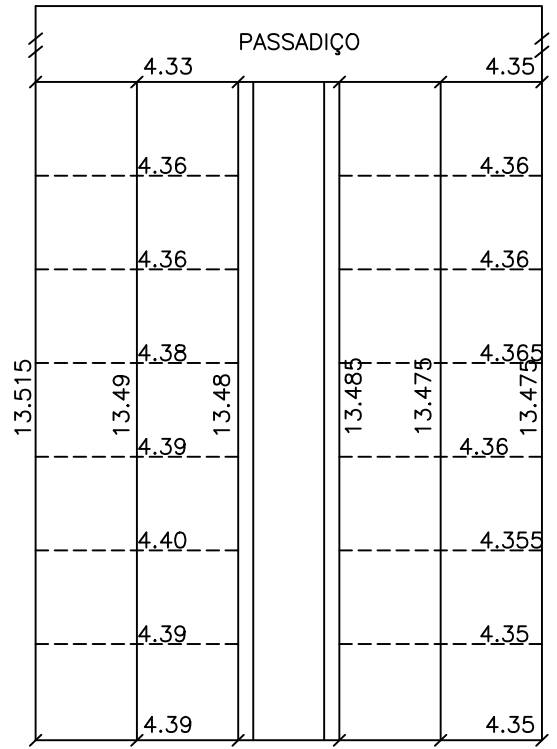
Portico 8



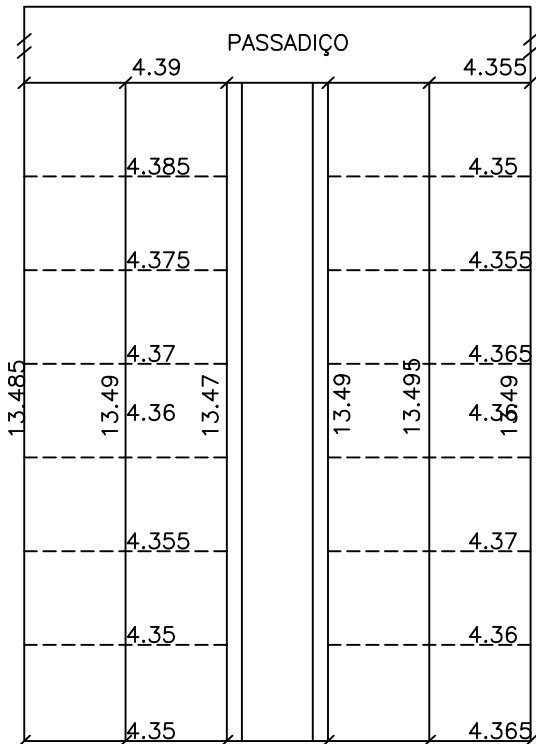
Filtro 01



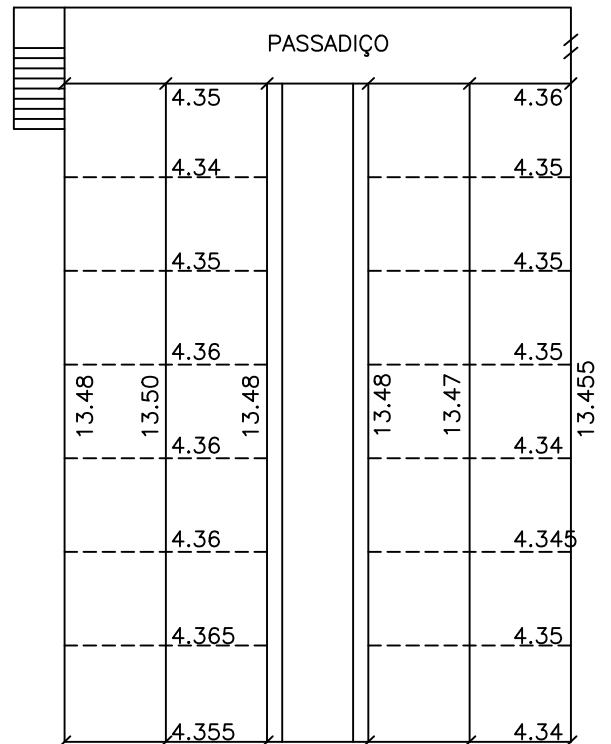
Filtro 02



Filtro 12



Filtro 13

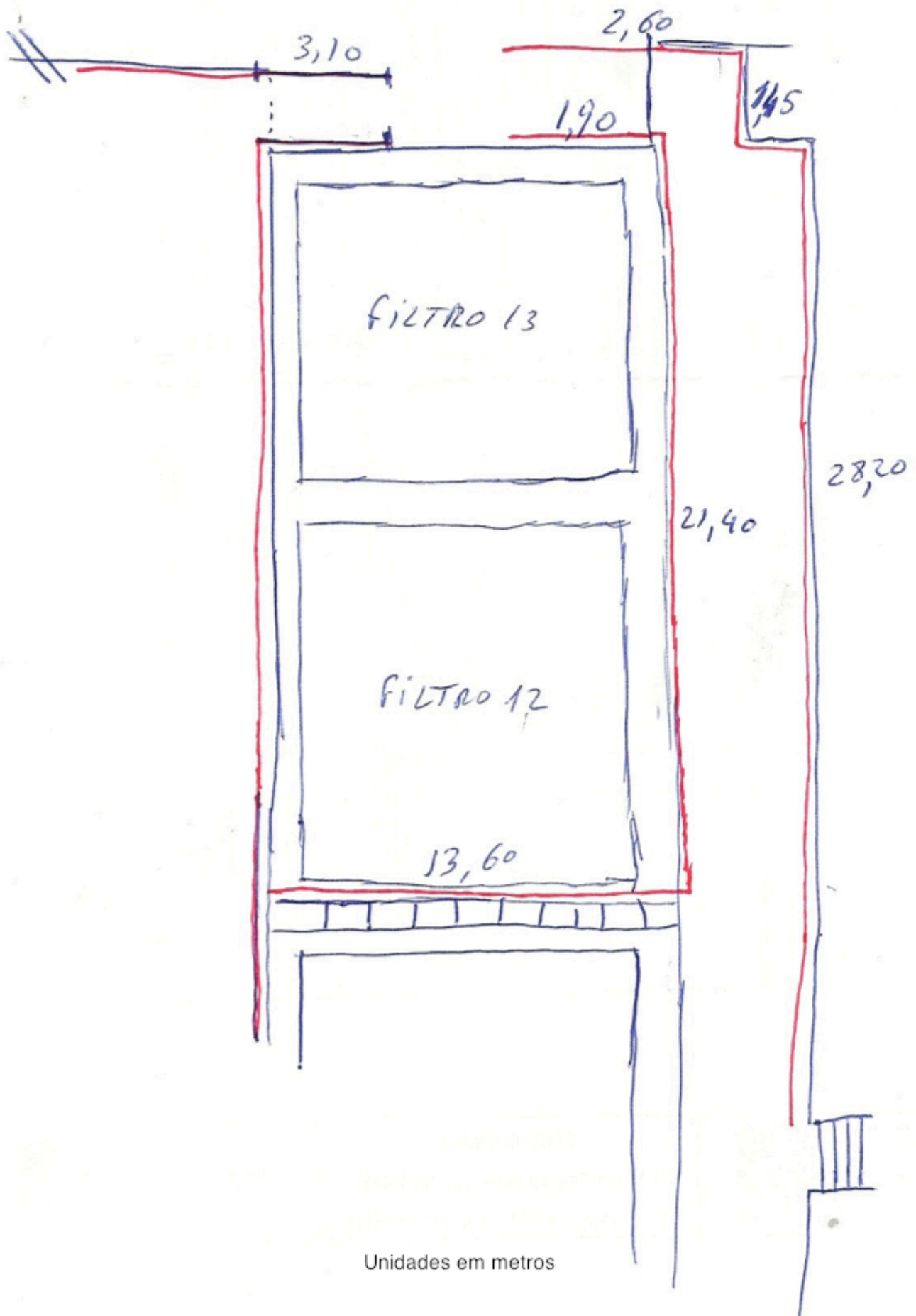


ANEXO J

LEVANTAMENTO DAS DIMENSÕES DOS VARANDINS A PINTAR

MEDIDAS DOS VARANDINS

21/09/2012



Unidades em metros