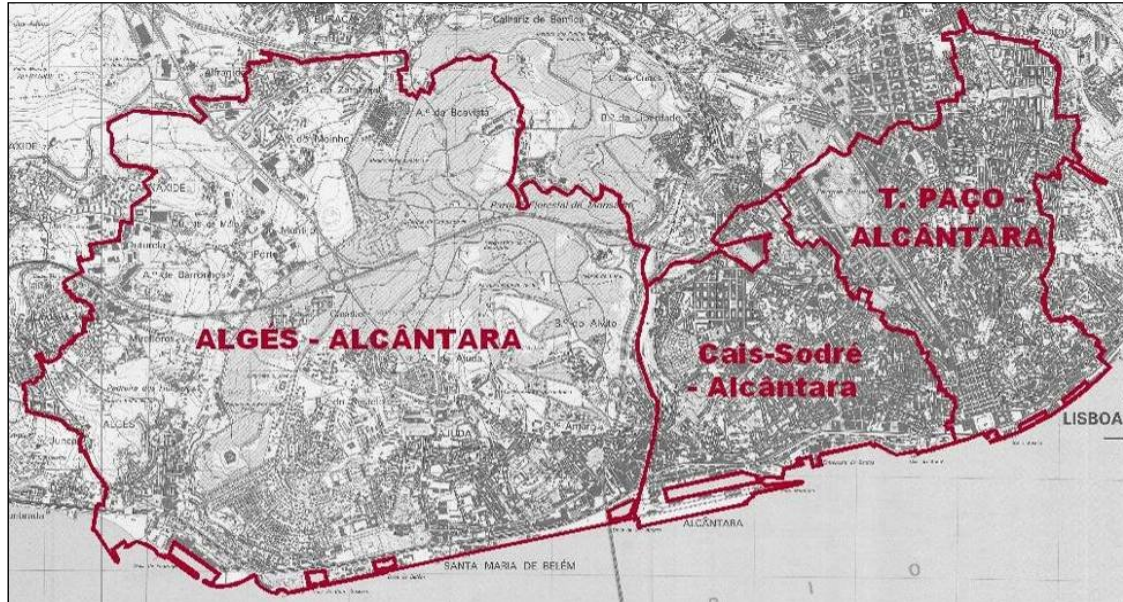




INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Civil



Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais

NUNO MIGUEL CONCEIÇÃO MARTINS

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
Perfil Hidráulica

(Versão final)

Orientador:

Luís Almeida Mendes, Eq. Prof. Adj. do ISEL (Licenciado)

Júri:

Presidente: Maria Helena F. Marecos do Monte, Prof. Coord. do ISEL
(Doutora)

Arguente:

Mário Carlos Manso Correia, Prof. Adj. do ISEL (Mestre)

Janeiro de 2010



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Civil



Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais

NUNO MIGUEL CONCEIÇÃO MARTINS

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
Perfil Hidráulica

(Versão final)

Orientador:

Luís Almeida Mendes, Eq. Prof. Adj. do ISEL (Licenciado)

Júri:

Presidente: Maria Helena F. Marecos do Monte, Prof. Coord. do ISEL
(Doutora)

Arguente:

Mário Carlos Manso Correia, Prof. Adj. do ISEL (Mestre)

Janeiro de 2010

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos aqueles que directa ou indirectamente contribuíram na elaboração do presente relatório de estágio.

Agradeço aos colaboradores da Engidro que partilharam comigo os conhecimentos adquiridos ao longo de vários anos. Esses conhecimentos estão, de uma forma ou de outra, neste relatório. Um gesto de gratidão para com o Eng. Lacerda e Megre, por me ter dado a oportunidade de desenvolver o meu estágio na Engidro.

Estou particularmente agradecido ao meu orientador, Prof. Luís Almeida Mendes, pela forma apreciável de expor as suas ideias, pelo apoio, a atenção e disponibilidade na orientação deste estágio.

Por último, não posso deixar de manifestar o meu apreço pelo constante apoio da minha família e amigos.

Resumo

O presente relatório diz respeito a um estágio de natureza profissional realizado com o objectivo de constituir trabalho final de mestrado do curso de Especialização em Engenharia Civil – Perfil de Hidráulica, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

A proposta de estágio, subordinada ao tema “**Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais**” decorreu numa empresa de Consultores de Engenharia (ENGIDRO, Estudos de Engenharia, Lda.) vocacionada para a realização de estudos e projectos na área da Hidráulica, com particular incidência na Hidráulica Urbana e Saneamento Básico.

Num gabinete de engenharia existem em geral vários projectos a decorrer em simultâneo, de diferente natureza e grau de complexidade, que se sucedem ao longo do tempo, entregues a diferentes equipas de trabalho. Sendo um Estágio geralmente proposto com vários meses de antecedência relativamente à sua realização, não é possível conhecer à partida quais as equipas de trabalho, ou projectos, sobre os quais vai recair.

No presente caso, no âmbito do tema proposto, e de forma a integrar-me uma empresa em pleno funcionamento, iniciei o estágio com a participação em trabalhos pontuais e complementares aos projectos dos Subsistemas de Abastecimento de Água da Terra Fria Transmontana – Subsistema do Alto Sabor, para as Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro, concretamente na elaboração de mapas de medições e orçamentação dos trabalhos projectados..

Concluída essa primeira intervenção, desenvolvi os trabalhos de concepção e dimensionamento, a nível de Projecto de Execução, das Redes de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais do Estaleiro Definitivo da obra do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor, trabalhos realizados com o apoio e coordenação do Prof. Eng. Luís Mendes.

Por último, integrado numa equipa multidisciplinar constituída por técnicos de várias empresas ligadas em consórcio, e enquadrado pela Eng.^a Paula Almeida, pelo Prof. Eng. Alexandre Borga e pelo Prof. Eng. Luís Mendes, acompanhei os Estudos e Projectos da Frente de Drenagem Cais do Sodrê-Alcântara – Interceptor Cais do Sodrê – Alcântara II.

Com a orientação do Prof. Eng. Luís Mendes, desenvolvi todos estes trabalhos de uma forma proveitosa, sempre com o auxílio de uma equipa formada em Hidráulica em plena actividade. Neste período usei a minha experiência profissional adquirida como Director de Obra na elaboração dos cálculos, elaboração das medições e conferência de desenhos.

Palavras-chave: *projecto de execução, hidráulica, redes de estaleiro, Estudos e Projectos*

Abstrat

The present report concerns a period of professional training which served the purpose of writing the masters degree thesis in the *Especialização em Engenharia Civil – Perfil de Hidráulica*, by *Instituto Superior de Engenharia de Lisboa*.

The traineeship took place in an engineering consultants company (*ENGIDRO, Estudos de Engenharia, Lda.*) mainly directed to performing studies and projects in the hydraulics branch of engineering, particularly as regards urban hydraulics and sanitation.

In an engineering company, there are usually several simultaneously ongoing projects, different in nature and complexity, one after another and under the responsibility of different workgroups. As a traineeship proposition is generally made several months before its actually taking place, it is not possible to know beforehand which projects it will be about or which workgroups it will concern.

Presently, as regards the subject and in such a way as to fit in as a part of a fully active company, I began my training by developing occasional complementary work to the project - *Subsistemas de Abastecimento de Água da Terra Fria Transmontana – Sistema do Alto Sabor*, as requested by the water authority *Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro*. This consisted in assessing the amount of work needed and figuring out the corresponding budgets for the aforementioned project.

After that first approach, I labored at conceiving the building plan of the Water Supply System and Wastewater Drainage for the construction yard of Hydroelectric Dam and Power Station of *Baixo Sabor*. This was achieved with the support and guidance of Prof Luis Mendes.

Finally, as a part of a multidisciplinary team of technicians employed in different associated companies, supervised by Eng.^a Paula Almeida, Prof. Eng. Alexandre Borga and Prof. Eng. Luís Mendes, I took part in the *Estudos e Projectos da Frente de Drenagem Cais do Sodrê-Alcântara – Interceptor Cais do Sodrê – Alcântara II*.

Under the guidance of Prof. Eng. Luís Mendes and with constant help from a fully active hydraulics team, I was able to develop all these projects to my best advantage. Throughout their duration I had the opportunity to use my professional experience, acquired as construction manager, in calculating, assessing and revising blueprints.

Keywords: *building plan, hydraulics, construction yard networking, Studies and Projects*

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 OBJECTIVO	1
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	1
2. EXPOSIÇÃO (INTERCEPTOR CAIS DO SODRÉ)	2
2.1 INTRODUÇÃO.....	2
2.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE	3
2.2.1 Aspectos Gerais	3
2.2.2 Frente De Drenagem Terreiro Do Paço - Alcântara	5
2.2.3 Infra-Estruturas Em Projecto	7
2.3 DADOS DE BASE	9
2.4 SOLUÇÕES DE CONCEPÇÃO ADOPTADAS	11
2.4.1 Considerações Gerais	11
2.4.2 Implantação do Interceptor.....	12
2.4.3 Estações Elevatórias	30
2.4.3.1 Estação Elevatória De Santos.....	30
2.4.3.2 Estação Elevatória De Rocha De Conde De Óbidos.....	30
2.4.4 Perfuração Horizontal.....	31
2.4.5 Incertezas de cadastro encontradas.....	34
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
2.6 PREPARAÇÃO DE UMA OBRA SIMILAR.....	39
2.6.1 Construção Civil da Estação Elevatória.....	39
2.6.2 Trabalhos Preparatórios.....	40
2.6.3 Paredes Moldadas	40
2.6.3.1 Fases De Construção	41
2.6.3.2 Construção De Muros-Guia.....	42
2.6.3.3 Montagem do Sistema de Preparação, Distribuição e de Recuperação	43
2.6.3.4 Escavação.....	43
2.6.3.5 Colocação das Armaduras	44
2.6.3.6 Betonagem dos Painéis.....	45
2.6.3.7 Escavações no Interior.....	47
2.6.3.8 Betões de Regularização	47
2.6.3.9 Estrutura de Betão	47
2.6.3.10 Betão de Enchimento	48
2.6.3.11 Revestimentos.....	48
2.6.3.12 Serralharias	49
3. CONCEPÇÃO - ABASTECIMENTO DE ÁGUA	49
3.1 INTRODUÇÃO.....	49
3.2 CONDICIONANTES LOCAIS.....	50
3.3 DADOS DE BASE E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	51
3.3.1 Necessidades de Água Para Consumo	51
3.3.2 Combate ao Incêndio	52
3.3.3 Dimensionamento Hidráulico das Condutas.....	53
3.4 ESQUEMA GERAL DO ABASTECIMENTO.....	54
3.5 RESERVATÓRIO DE ARMAZENAMENTO	55
3.6 REDE DE DISTRIBUIÇÃO	57
3.6.1 Tubagem e Acessórios.....	57
3.6.1.1 Assentamento da Tubagem.....	58
3.6.1.2 Descargas de Fundo	58
3.6.2 Descrição e Dimensionamento da Rede	58
3.7 HIDROPRESSORA PARA COMBATE A INCÊNDIO	61
4. CONCEPÇÃO – SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS.....	62

4.1	INTRODUÇÃO.....	62
4.2	CONDICIONANTES LOCAIS.....	63
4.3	DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS	64
4.3.1	Caudais a Escoar.....	64
4.3.2	Critérios de Dimensionamento	64
4.3.3	Descrição da Rede de Drenagem	65
4.3.3.1	Material	65
4.3.3.2	Valas	65
4.3.3.3	Condições de Assentamento.....	65
4.3.3.4	Profundidade Mínima de Assentamento.....	66
4.3.3.5	Juntas.....	66
4.3.3.6	Câmaras de Visita e Queda.....	66
4.3.4	Dimensionamento da Rede.....	67
4.4	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	69
4.4.1	Caudais A Escoar.....	69
4.4.2	Drenagem	70
5.	CONCLUSÕES	70
6.	BIBLIOGRAFIA	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.2.1 – Delimitação das bacias das três principais frentes de drenagem do Sistema Interceptor de Lisboa – ETAR de Alcântara (Zona Baixa)	4
Figura 2.2.2 - Representação esquemática, em planta, do futuro sistema interceptor Terreiro do Paço - Alcântara	6
Figura 2.4.1 - - Representação esquemática do local de implantação do interceptor Cais de Sodré - Alcântara II	12
Figura 2.4.2 – Implantação esquemática do interceptor proposto (Cx. 25a – Cx15)	14
Figura 2.4.3 - Vista geral do Cais do Sodré, no sentido da Rua da Cintura do Porto de Lisboa. 14	
Figura 2.4.4 - Implantação esquemática do Interceptor proposto e das infra-estruturas existentes (Cx.14 e Cx.17)	15
Figura 2.4.5 - Implantação esquemática do interceptor proposto	15
Figura 2.4.6 - Caixa inicial do colector pluvial que se desenvolve ao longo da Rua da Cintura do Porto de Lisboa.....	16
Figura 2.4.7 - Implantação esquemática do local do cruzamento com o colector pluvial (à esquerda) e vista geral do local do cruzamento (à direita)	17
Figura 2.4.8 - Esquema da implantação do interceptor na zona de ventilação do metro de Lisboa (Cx.I16 - Cx.I18)	17
Figura 2.4.9 - Vista geral do poço de ventilação do metro de Lisboa.....	18
Figura 2.4.10 - Esquema das alterações propostas e dos cruzamentos existentes na zona do poço de ventilação do Metro de Lisboa.....	19
Figura 2.4.11 - Vista geral dos cruzamentos de infra-estruturas (4, 5 e 6) na zona do poço de ventilação do Metro de Lisboa	19
Figura 2.4.12 - Esquema do desenvolvimento proposto para o interceptor, cruzamentos com a rede de drenagem e infra-estruturas existentes na zona a montante da estação de comboios de Santos (Cx.I18 - Cx.I21)	20
Figura 2.4.13 - Local dos cruzamentos (7 e 8).....	21
Figura 2.4.14 - Representação esquemática do traçado proposto para o interceptor e do local proposto para a Estação Elevatória da Rocha Conde de Óbitos (Cx.I20 – Cx.I25).....	21
Figura 2.4.15 – Vista geral do local de inflexão do interceptor (à esquerda e centro) e do local proposto para a implantação da Estação Elevatória da Rocha de Conde de Óbitos (à direita).....	22
Figura 2.4.16 – Representação esquemática do traçado proposto para o interceptor e dos cruzamentos com as infra-estruturas existentes (Cx.I25 – Cx.I28).	23
Figura 2.4.17 – Representação esquemática do traçado proposto para o interceptor e para o desvio do colector pluvial.....	23
Figura 2.4.18 – Vista geral do parque de estacionamento localizado entre a discoteca “K” e os estaleiros “Naval Rocha” (à esquerda) e, do colector pluvial de secção 900 mm x1350 mm (à direita).	24

Figura 2.4.19 – Vista geral da Rua da Cintura do Porto de Lisboa, no local dos cruzamentos com a rede de drenagem da APL.....	24
Figura 2.4.20 – Representação esquemática do traçado proposto para o interceptor em estudo (Cx.I28 - Cx.I35).	25
Figura 2.4.21 – Vista geral da rua que se desenvolve paralelamente à Rua da Cintura do Porto de Lisboa.	25
Figura 2.4.22 – Representação esquemática do traçado adoptado (Cx.I35 – Cx.I41) na zona da Rocha de Conde de Óbidos.	26
Figura 2.4.23 – Vista geral sobre o local do cruzamento 10 (à esquerda) e do cruzamento 11 (à direita).	26
Figura 2.4.24 – Representação esquemática do traçado proposto para o interceptor e localização prevista para implantação da Estação Elevatória do Parque (Cx.I41-EE Parque).....	27
Figura 2.4.25 – Vista geral da zona em que o interceptor é desviado para o parque de estacionamento (à esquerda) e do local proposto para a implantação da estação elevatória (à direita).....	27
Figura 2.4.26 – Representação esquemática do traçado proposto para a conduta elevatória da EE do Parque até ao poço de arranque da perfuração horizontal.	28
Figura 2.4.27 – Vista geral dos locais dos cruzamentos e da rua em que o interceptor deriva para norte (à esquerda e ao centro) e local do poço de arranque da perfuração horizontal (à direita).	28
Figura 2.4.28 – Representação esquemática do local de implantação da perfuração horizontal. 29	
Figura 2.4.29 – Vista geral do local de implantação do poço final da obra de perfuração horizontal.	29
Figura 2.4.30 – Representação esquemática do local do atravessamento (à esquerda) e câmara de visita onde ocorre o atravessamento (à direita) – (Cx.I10- Cx.I11).....	34
Figura 2.4.31 – Representação esquemática de cruzamentos de infra-estruturas a Oeste do poço de ventilação do metro – (Cx.I17- Cx.I19).....	35
Figura 2.4.32 - Representação esquemática de cruzamentos nas traseiras do Tromba Rija, junto à estação de comboios de Santos – (Cx.I20- Cx.I23).	35
Figura 2.4.33 – Vista das traseiras do Restaurante “Tromba Rija”, junto à estação de comboios de Santos.....	36
Figura 2.4.34 - Representação esquemática de cruzamento no estacionamento entre o “K” e os armazéns “Naval Rocha” – (Cx.I30- Cx.I31).....	36
Figura 2.4.35 - Representação esquemática de cruzamento junto à saída dos estaleiros “Naval Rocha” – (Cx.I37- Cx.I38).	36
Figura 2.4.36 - Representação esquemática de cruzamento a Este do parque de estacionamento das discotecas – (Cx.I41- Cx.I43).	37
Figura 2.4.37 - Representação esquemática do desenvolvimento do colector pluvial (Ø600 mm) e do colector pluvial H, próximo do restaurante Tromba Rija (EE da Rocha Conde de Óbitos).....	38

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.2.3.1 - Estimativa de população e caudais actuais e futuros, para a frente de drenagem Terreiro do Paço - Cais do Sodré.....	9
Tabela 2.2.3.2 - Populações consideradas nos edifícios de comércio, industria e serviços existentes na zona em estudo.....	10
Tabela 2.2.3.3 - Caudais gerados nos edifícios existentes na zona em estudo.....	11

1. INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

A necessidade de se garantir em Portugal níveis de protecção ambiental e de qualidade de vida equivalentes aos dos nossos parceiros europeus, implica qualificar as nossas infra-estruturas ambientais e respectiva gestão, de forma a alcançar níveis de atendimento e moldes de serviço próprios dos países desenvolvidos, designadamente em domínios como o abastecimento de água e o saneamento de águas residuais. A via apontada para essa aspiração passa pelo desenvolvimento das infra-estruturas, pelo que se prevê a necessidade de desenvolvimento de projectos e obras publicas nesta área.

1.2 OBJECTIVO

Este relatório pretende descrever todo o trabalho desenvolvido na Engidro - Estudos de Engenharia, Lda.. O estágio tem como objectivo principal o empregar conhecimentos adquiridos em situações reais, numa empresa vocacionada para a realização de estudos e projectos na área da Hidráulica, com particular incidência na Hidráulica Urbana e Saneamento Básico. São abordados temas relacionados com o dimensionamento e análise do comportamento de infra-estruturas de Hidráulica Urbana, nomeadamente os sistemas de abastecimento de água e a drenagem de águas residuais e pluviais. Apresentam-se os estudos e as metodologias frequentemente utilizadas na avaliação das necessidades gerais de Água dos núcleos urbanos bem como a avaliação dos caudais efluentes desses núcleos e apresentar-se o estudo do armazenamento de água em pequenos reservatórios.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente relatório de estágio é composto por 6 capítulos e 7 anexos.

O capítulo 1 é dedicado ao enquadramento e relevância do estágio referindo os objectivos principais e estrutura do trabalho.

O capítulo 2 refere-se à exposição justificada dos Estudos e Projectos da Frente de Drenagem Cais do Sodré-Alcântara – Interceptor Cais do Sodré – Alcântara II, com a respectiva análise do sistema existente e soluções para a integração do novo sistema, que irá permitir a eliminação das descargas de Águas Residuais no Rio Tejo.

Os capítulos 3 e 4 descrevem o desenvolvimento dos estudos relacionados com a concepção do Projecto de Execução das Redes de Esgotos e Abastecimento de Água do Estaleiro Definitivo que servirá a Empreitada do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor.

O capítulo 5 sintetiza as conclusões dos diversos estudos e metodologias.

O capítulo 6 refere a bibliografia utilizada na elaboração do estágio e relatório de estágio.

2. EXPOSIÇÃO (INTERCEPTOR CAIS DO SODRÉ)

2.1 INTRODUÇÃO

Na continuação dos esforços que tem vindo a desenvolver para a resolução dos problemas de drenagem da cidade de Lisboa, a SIMTEJO adjudicou ao Consórcio constituído pelos gabinetes de engenharia Hidra e Engidro, um trabalho designado por “Estudos e Projectos da Frente de Drenagem Cais do Sodré – Alcântara”, com vista à recolha e condução das águas residuais desta parte ribeirinha da cidade, até à ETAR de Alcântara.

No âmbito desses estudos, após a ponderação e análise de várias alternativas possíveis, todas elas muito condicionadas pelas condições locais de ocupação do solo e do subsolo urbano, foi adoptada uma solução, designada por “Interceptor Cais do Sodré – Alcântara II”, na qual se prevê a construção de um extenso interceptor entre o Terreiro do Paço e a Av. Infante Santo, instalado em terrenos marginais ao rio Tejo, e cuja principal função é a de conduzir em direcção a poente (para a ETAR de Alcântara), os elevados caudais recolhidos na zona da baixa da cidade, entre o Terreiro do Paço e Santa Apolónia.

A solução escolhida é, de entre as estudadas, a que melhor responde aos condicionamentos impostos pela existência de inúmeras infra-estruturas urbanas instaladas à superfície e

enterradas (Carris, Refer, Metropolitano, Epal, EDP, PT, Gás de Portugal, etc.), e às dificuldades criadas pela existência de redes pluviais ligadas ao sistema, sujeitas às marés e ao risco de afluências repentinas de caudais pluviais e às faltas de informação cadastral.

De seguida apresentam-se os princípios adoptados no desenvolvimento da implantação do interceptor Cais de Sodré – Alcântara II, expõem-se as principais zonas de conflito entre o traçado proposto e as infra-estruturas existentes na zona, sejam elas redes de drenagem (domésticas e pluviais), água, electricidade, gás ou comunicações, e as dúvidas de cadastro.

De entre os elementos que serviram de base para o projecto, salientam-se:

- Traçados, arranjos exteriores e ocupações do subsolo.
- Levantamento topográfico.
- Trabalho de campo realizado no âmbito deste projecto.
- Elementos fornecidos pela Administração do Porto de Lisboa.
- Cadastro das infra-estruturas de drenagem do concelho de Lisboa.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE

2.2.1 Aspectos Gerais

As bacias de drenagem servidas pela ETAR de Alcântara compreendem uma “Zona Alta” e uma “Zona Baixa”. Os caudais provenientes da parte norte da cidade de Lisboa e de parte do concelho da Amadora, a denominada “Zona Alta”, afluem à ETAR a partir do Caneiro de Alcântara, que corresponde a uma antiga ribeira canalizada, responsável pelo transporte não só das águas residuais aí afluentes, mas também de uma componente significativa de caudais pluviais. A drenagem da parte sul da cidade, denominada por “Zona Baixa”, é realizada através de um sistema interceptor que transporta os caudais para a Estação Elevatória EE3, sendo a partir daí transferidos para a ETAR.

O Sistema Interceptor da cidade de Lisboa apresentará, futuramente e na “Zona Baixa”, as seguintes três frentes de drenagem afluentes à ETAR de Alcântara:

- Frente de drenagem Algés – Alcântara.
- Frente de drenagem Cais do Sodré – Alcântara.
- Frente de drenagem Terreiro do Paço – Alcântara.

Na Figura 2.2.1 apresenta-se a delimitação das três principais frentes de drenagem pertencentes à Zona Baixa do Sistema Interceptor de Lisboa.

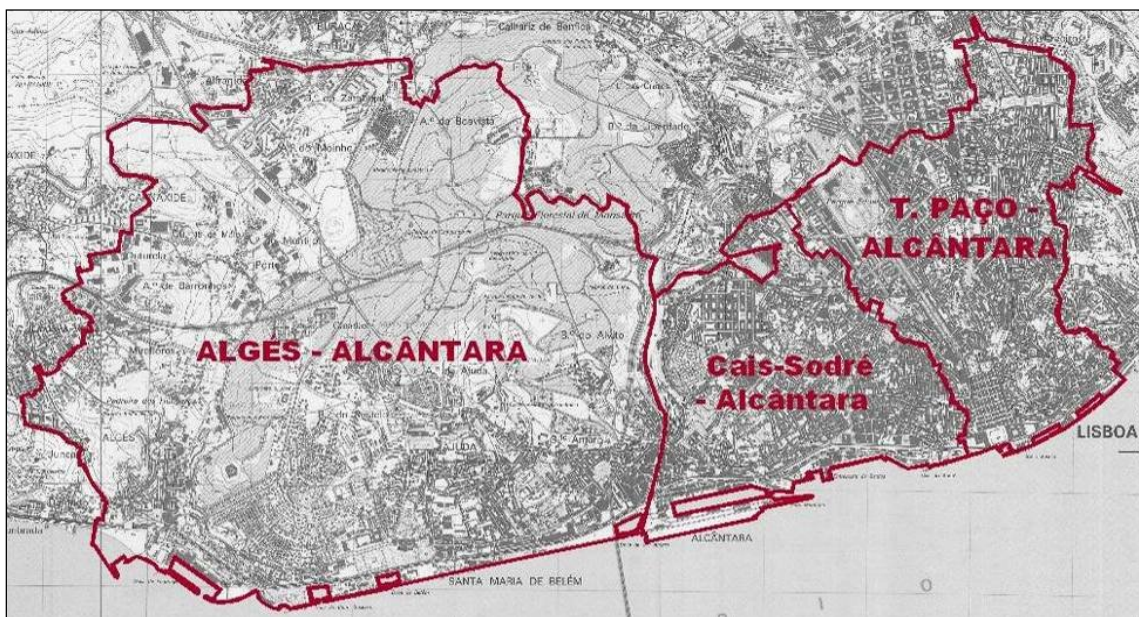


Figura 2.2.1 – Delimitação das bacias das três principais frentes de drenagem do Sistema Interceptor de Lisboa – ETAR de Alcântara (Zona Baixa)

Na situação actual, afluem à ETAR de Alcântara os efluentes provenientes da “Zona Alta” da cidade e de duas frentes de drenagem da “Zona Baixa” da cidade: Algés-Alcântara e Cais do Sodré-Alcântara (esta drena até à Estação Elevatória EE3 da frente de drenagem Algés-Alcântara, sendo os caudais elevados conjuntamente até à ETAR).

2.2.2 Frente De Drenagem Terreiro Do Paço - Alcântara

A frente de drenagem Terreiro do Paço - Alcântara encontra-se actualmente em fase de revisão de projecto de execução, prevendo-se que venha a ser construída a curto/médio prazo.

A rede de drenagem da área em estudo é, maioritariamente, unitária, drenando não só efluentes domésticos com também, em tempo de chuva, os caudais pluviais. De forma a interceptar os caudais de tempo seco, conduzindo-os à instalação de tratamento (neste caso, à ETAR de Alcântara), torna-se necessário construir infra-estruturas descarregadoras e ampliar o sistema interceptor, também designado por sistema “em Alta”, e que é gerido pela SIMTEJO, S.A.

Deste modo, a solução que se propõe implementar assenta, fundamentalmente, na intercepção dos caudais de tempo seco em câmaras de betão armado dotadas de equipamento de controlo dos caudais desviados, nomeadamente válvulas do tipo vórtice, caudais superiores a esses accionarão as válvulas e serão descarregados para o rio. Nos locais em que os colectores a interceptar apresentem cotas de soleira reduzidas (ou seja, inferiores a cerca de 2,30 m), estando assim sob o efeito de maré, é também necessário instalar válvulas de maré que impedirão a entrada de águas do estuário na rede, para qualquer situação de maré.

Face ao descrito, é de prever que a frente de drenagem Terreiro do Paço - Alcântara venha a integrar diversas infra-estruturas destinadas à intercepção e drenagem das águas residuais provenientes das bacias do Largo de Chafariz de Dentro, da Sé (Sé 1, Sé 2 e A) e das bacias afluentes à Baixa Pombalina (bacias da Av. da Liberdade, Av. Almirante Reis e Portas de Santo Antão, entre outras), recorrendo à construção de descarregadores (constituídos por paredes descarregadoras e, em alguns casos, associados a válvulas reguladoras de caudal), colectores, estações elevatórias, condutas elevatórias e válvulas de maré. As infra-estruturas devem ser projectadas de forma a transportarem cerca de duas vezes o caudal de ponta de tempo seco – deste modo, será enviado para tratamento, para além do caudal doméstico, uma parte do caudal mais poluído correspondente ao início do hidrograma resultante das precipitações ocorridas.

Na seguinte figura 2.2.2 apresenta-se, esquematicamente, o futuro sistema interceptor que se desenvolverá desde o Largo do Chafariz de Dentro até ao Terreiro do Paço, e daí até à Estação Elevatória EE3 localizada em Alcântara, que os elevará até à ETAR de Alcântara.

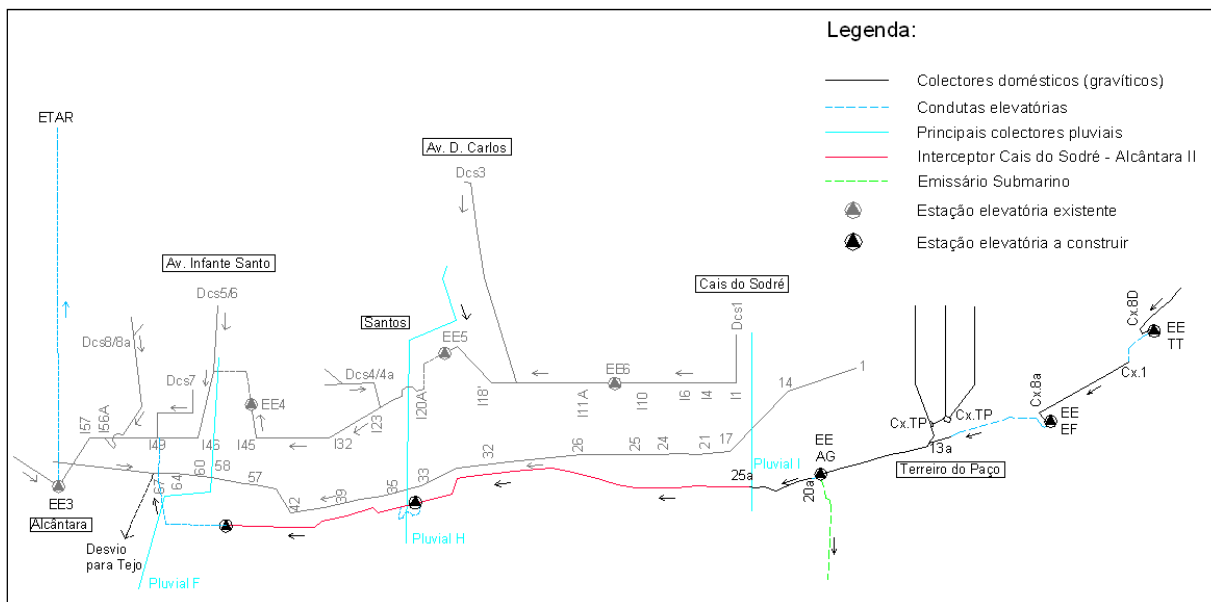


Figura 2.2.2 - Representação esquemática, em planta, do futuro sistema interceptor Terreiro do Paço - Alcântara

Resumidamente, a frente de drenagem Terreiro do Paço - Alcântara incluirá as seguintes componentes principais:

- Três instalações elevatórias e condutas elevatórias associadas: no Terreiro do Trigo, na Estação Fluvial e nas Agências;
- Duas câmaras para instalação de válvulas de maré e válvulas de controlo de caudal no Terreiro do Paço;
- Interceptor circular (incluindo condutas elevatórias, coletores gravíticos e coletores em pressão) de diâmetro variável, compreendido entre Ø300 e Ø1200 mm;
- Três câmaras de desvio de caudal e duas câmaras de controlo de caudal (desvios de caudal associados a válvulas do tipo vórtice) a construir a montante da Estação Fluvial (bacias do Largo do Chafariz de Dentro à Sé) e correspondentes ligações;

- Válvula de controlo de caudal na entrada da Estação Elevatória do Terreiro do Trigo;
- Válvula de controlo de caudal na câmara de válvulas de maré da Estação Fluvial;
- Emissário submarino, que concretizará a descarga de parte dos caudais elevados para o meio receptor e permitirá a descarga dos efluentes, no caso de paragem da estação elevatória, no estuário do Tejo;
- Emissário gravítico ao longo da Rua da Cintura do Porto de Lisboa e da Avenida da Brasília, Ø1200 mm, em ferro fundido, com declive da ordem de 1‰ a 1,2‰, numa extensão total da ordem de 2100 m;
- Estações elevatórias de Santos (EE20) e da Rocha Conde de Óbidos (EE19);
- Conduto elevatória, Ø1000 e Ø900, PN10 em ferro fundido dúctil, numa extensão aproximada de 400 m (340 m em Ø1000 e 60 m em Ø900) a jusante da Estação Elevatória da Rocha de Conde de Óbidos;
- Troço de conduta elevatória em perfuração horizontal, com poços de entrada, saída e uma extensão da ordem de 60m, para concretização da ligação do interceptor Cais do Sodré - Alcântara II e o interceptor actual na Avenida 24 de Julho, a montante da EE3.

2.2.3 *Infra-Estruturas Em Projecto*

O Interceptor gravítico Cais do Sodré - Alcântara II desenvolve-se ao longo da Rua da Cintura do Porto de Lisboa e da Avenida da Brasília, numa extensão total de cerca de 2100 m e com Ø1200 mm.

Prevêem-se ainda duas estações elevatórias, a Estação Elevatória de Santos que funcionará para elevação pontual de caudal, permitindo a passagem por cima do emissário pluvial H (Santos) e ligação gravítica ao troço no interceptor gravítico imediatamente a jusante do cruzamento, e a Estação Elevatória de Rocha de Conde de Óbidos que servirá para elevar e transportar o caudal, através de uma conduta elevatória com diâmetro previsto de Ø1000 mm, até à caixa I49 do interceptor Cais do Sodré - Alcântara, que transportará a totalidade do

caudal das frentes de drenagem Terreiro do Paço - Alcântara e Cais do Sodré – Alcântara, até à Estação Elevatória EE3.

A travessia da conduta elevatória entre a zona Ribeirinha de Alcântara e a Av. 24 de Julho será executada, numa extensão da ordem de 60 m, em perfuração horizontal. A perfuração horizontal desenvolver-se-á sob a Avenida de Brasília, linha do comboio, linha do eléctrico, Avenida 24 de Julho, emissário pluvial F, Conduta Ø1200 da EPAL e colector Ressano Garcia, terminando no início da Rua Tenente Valadim. A jusante da perfuração horizontal a conduta elevatória descarregará no interceptor Cais do Sodré - Alcântara que aflui à EE3 e, consequentemente, à ETAR de Alcântara, para tratamento.

Em suma a solução estudada prevê as seguintes intervenções:

- Interceptor gravítico ao longo da Rua da Cintura do Porto de Lisboa e da Avenida da Brasília, Ø1200 mm, em ferro fundido, com declive de cerca de 1,0‰, numa extensão total da ordem de 2100 m;
- Estações elevatórias da Rocha Conde de Óbidos e de Santos;
- Conduta elevatória, Ø1000, PN 10, numa extensão aproximada de 340 m a jusante da Estação Elevatória da Rocha de Conde de Óbidos;
- Troço de conduta elevatória Ø900, PN10 inserido em tubagem de aço Ø1500 instalada no terreno pelo método de perfuração horizontal, com poços de entrada, saída e uma extensão da ordem de 60 m, para concretização da ligação do interceptor Cais do Sodré - Alcântara II e o interceptor actual na Avenida 24 de Julho, a montante da Estação Elevatória EE3.

2.3 DADOS DE BASE

A estimativa das populações servidas por cada uma destas bacias de drenagem, respectivas captações, caudais domésticos (incluindo contribuições de actividades comerciais, industriais e de serviços), caudais pluviais e de infiltração (que se admite ascenderem a 70% do caudal médio doméstico), foi efectuada no âmbito da memória descritiva referente ao Terreiro do Paço. Os valores considerados tiveram também em conta os previstos no Plano Geral de Drenagem de Lisboa (PGDL).

Na seguinte tabela apresentam-se os resultados globais da estimativa de população e caudais, actuais e futuros, para a frente de drenagem Terreiro do Paço - Cais do Sodré.

Tabela 2.2.3.1 - Estimativa de população e caudais actuais e futuros, para a frente de drenagem Terreiro do Paço - Cais do Sodré

Ano	Pop. [hab]	Q _{méd DOM} [m ³ /s]	Q _{méd CIS} [m ³ /s]	f _{pt DOM} [-]	Q _{inf} [m ³ /s]	Q _{ponta} [m ³ /s]	2*Q _{ponta} [m ³ /s]	2*Q _{ponta TS} [m ³ /s]
Frente de drenagem Terreiro do Paço-Cais do Sodré								
2007	85 309	0.123	0.166	1.70	0.086	0.629	1.257	1.085
2045	90 922	0.122	0.166	1.70	0.085	0.625	1.251	1.080

As infra-estruturas associadas ao sistema Interceptor de Lisboa foram projectadas de forma a transportar cerca de duas vezes o caudal de ponta de tempo seco das respectivas bacias de drenagem, conforme a filosofia geral do projecto global de intervenção no sistema de Alcântara. Deste modo, assegura-se que o sistema interceptor receberá a totalidade dos caudais de ponta domésticos e ainda uma parte dos caudais pluviais, devendo a sua capacidade ser proporcionalmente distribuída pela área de atendimento, em função da afluência prevista de caudais de projecto.

A totalidade dos caudais desviados na câmara de válvula de maré da Estação Fluvial, na Rua do Ouro e da R. Augusta / R. da Prata, que assumem um valor de cerca 2200 l/s, serão transportados até à estação elevatória das Agências (com capacidade para elevar, precisamente, 2,2 m³/s). Metade do caudal bombado (1,1 m³/s) será conduzida ao sistema interceptor afluente à ETAR de Alcântara, sendo o restante descarregado no estuário do Tejo, através de um curto emissário submarino.

Deste modo, o colector afluente à estação elevatória das Agências e a própria instalação elevatória serão dimensionados para um caudal de 2,2 m³/s, enquanto a conduta elevatória e o colector gravítico sob pressão que se desenvolvem até ao Cais do Sodré serão dimensionados para um caudal de 1,1 m³/s. Salienta-se que, atendendo ao caudal máximo a desviar no Terreiro do Paço, de 2,2 m³/s (dos quais cerca de 1,65 m³/s têm origem pluvial), e às características da bacia total (área de cerca de 618 ha), se pode estimar que, teoricamente e em condições de humidade antecedente, os caudais pluviais gerados por precipitações com duração superior ao tempo de concentração da bacia e de intensidade superior a cerca de 1,15 mm/h (mais de 50 por ano, em média), poderão dar origem a descargas de excedentes no estuário do Tejo.

Os caudais domésticos gerados pela população flutuante (utentes de refeições) entre o Cais de Sodré e Alcântara, na zona da APL, foram calculados admitindo uma capitação de 100 l/(hab.dia) e um factor de ponta de 3,00. A população servida ascende a um máximo de cerca de 2100 habitantes, em que cerca de 1900 habitantes drenam para a Estação Elevatória de Santos e os restantes 200 habitantes adicionais para Estação Elevatória da Rocha de Conde de Óbidos. Esta população foi obtida através das capacidades máximas de lotação dos restaurantes e do número de trabalhadores existentes nos edifícios de escritórios situados na zona. As populações consideradas para cada um dos edifícios encontram-se apresentadas na Tabela 2.2.3.2.

Tabela 2.2.3.2 - Populações consideradas nos edifícios de comércio, industria e serviços existentes na zona em estudo

Edifício	Função	Capacidade considerada [hab.eq.]
CML	Escritórios	80
Vur Gula	Restaurante	140
A Pescaria	Restaurante	70
Armazem F	Restaurante	340
Portugália	Restaurante	215
Steak House	Restaurante	230
Escola de Joalheiria	Escola	200
Academia	Ginásio	300
Prazeres Unicos	Restaurante	95
Tromba Rija	Restaurante	180
Restaurante Kais	Restaurante	140
Estaleiros Naval Rocha	Estaleiros	50

Assim, as Estações Elevatórias de Santos e da Rocha Conde de Óbidos têm que ter em conta um acréscimo de caudal, relativamente ao que é transportado de montante, de cerca de 8,6 l/s e 0,9 l/s, respectivamente. Na tabela 2.2.3.3 apresentam-se os caudais gerados e a estação elevatória para que drenam.

Tabela 2.2.3.3 - Caudais gerados nos edifícios existentes na zona em estudo

<i>Nó de entrada</i>	<i>Pop. Admitida</i>	<i>Qmédio</i>	<i>Qpta</i>
-	[hab.eq]	[l/s]	[l/s]
I10	630	0,73	2,92
I12	445	0,52	2,06
I15	200	0,23	0,93
I20	575	0,67	2,66
Caudal afluyente à E.E da Rocha de Conde de Óbidos			8,56
I28	140	0,16	0,65
I38	50	0,06	0,23
Caudal afluyente à E.E de Santos			0,88

2.4 SOLUÇÕES DE CONCEPÇÃO ADOPTADAS

2.4.1 Considerações Gerais

O interceptor, com Ø1200 mm de diâmetro e em ferro fundido dúctil, terá uma extensão de cerca de 2100 m, desde o Cais do Sodré até Alcântara, ao longo da Rua da Cintura do Porto de Lisboa apresentando um declive da ordem de 1‰. O declive adoptado tem em vista a redução das alturas de elevação nos grupos elevatórios nas estações elevatórias mas principalmente a limitação da profundidade da vala, não comprometendo o cumprimento das condições de auto-limpeza.




O traçado em perfil longitudinal dos colectores gravíticos foi efectuado admitindo, em regra, profundidades mínimas de assentamento referidas ao extradorso de 1,00 m (valor mínimo regulamentar). O posicionamento das restantes infra-estruturas existentes e previstas no

projecto do Metro de Lisboa foram considerados no âmbito deste estudo, de forma a evitar cruzamentos.

Na Figura 2.4.1 apresenta-se, esquematicamente, a zona de implantação do interceptor Cais de Sodré – Alcântara II.



Figura 2.4.1 - - Representação esquemática do local de implantação do interceptor Cais de Sodré - Alcântara II

-  Interceptor CS-Alc (II) e infra-estruturas associadas
-  Interceptor Cais do Sodré-Alcântara
-  Colector Ressano Garcia

2.4.2 Implantação do Interceptor

Procedeu-se ao traçado em planta do interceptor, tentando minorar as interferências com as infra-estruturas existentes. No entanto, em certas zonas será necessário prever o desvio de algumas infra-estruturas, dando-se prioridade aos cruzamentos com as redes de drenagem existentes, dadas as respectivas limitações e condicionalismos.

O traçado inicia-se no Cais do Sodré, a jusante do projecto “Sistema Elevatório das Agências e Emissários Associados da Frente de Drenagem do Terreiro do Paço”. Na câmara de visita inicial, e de forma a assegurar, tanto quanto possível, um recobrimento mínimo do colector de 1 m, dispõem-se de uma queda de 0.70 m.

No traçado dos primeiros 225 m deste interceptor, compatibilizou-se a solução proposta com o Projecto do Metropolitano para a zona. Como tal, teve-se em conta os cruzamentos com as infra-estruturas projectadas e as existentes. O primeiro critério adoptado foi o afastamento mínimo de 1.5 m à conduta da EPAL, seguido da compatibilização com os pilares da ponte projectada e a mínima interferência possível com os colectores pluviais projectados, essencialmente ao longo do Eixo 1, definido no Projecto do Metropolitano.

Assim, da caixa 25a à caixa 15 optou-se pelo desenvolvimento do interceptor do lado sul da Rua da Cintura do Porto de Lisboa, de modo a compatibilizar com a solução definida no Projecto do Metropolitano de Lisboa, referido anteriormente. Deste modo, foi necessário proceder a algumas alterações do traçado de colectores pluviais, que consistiram globalmente na mudança de localização das câmaras de visita CxU5, CxU3, CxU4, CxP2 e CxP3, tentando-se, tanto quanto possível, manter as inclinações previstas no projecto do Metropolitano de Lisboa.

Devido aos cruzamentos do Interceptor em projecto, entre os troços CxU2 – CxU3 e CxP3 – CxP3A, foi necessário diminuir a inclinação do troço de 0,30% para 0,20%, no primeiro caso, de modo a passar por cima do interceptor, e efectuar uma queda de 1.83 m, no segundo caso, para passar sob o interceptor, com uma folga da ordem dos 0.32 m e 0.25 entre os colectores, respectivamente para o 1º e 2º cruzamento. No que se refere ao troço CxU2 – CxU3 o condicionamento é dado pela cota de ligação ao colector existente na CxU6. Como tal, diminuiu-se a inclinação de modo a que o colector pluvial cruzasse por cima do interceptor, não comprometendo, assim, a cota de entrega na câmara de visita existente. No troço CxP3 – CxP3A o condicionamento é dado pelas cotas de chegada dos troços afluentes à CxP3 e à CxP3A. Assim, optou-se por fazer uma queda de 1.54 m, de modo a que o colector pluvial cruzasse sob o emissário Cintura com uma folga de 0.20 m, mantendo as inclinações dos colectores pluviais já previstas. No entanto, chama-se a atenção para o facto de a cota de descarga no rio Tejo desse colector pluvial ter de ser cerca de 1 m abaixo da inicialmente prevista. Na Figura 2.4.2 apresenta-se esquematicamente (a rosa), os locais dos cruzamentos referidos.

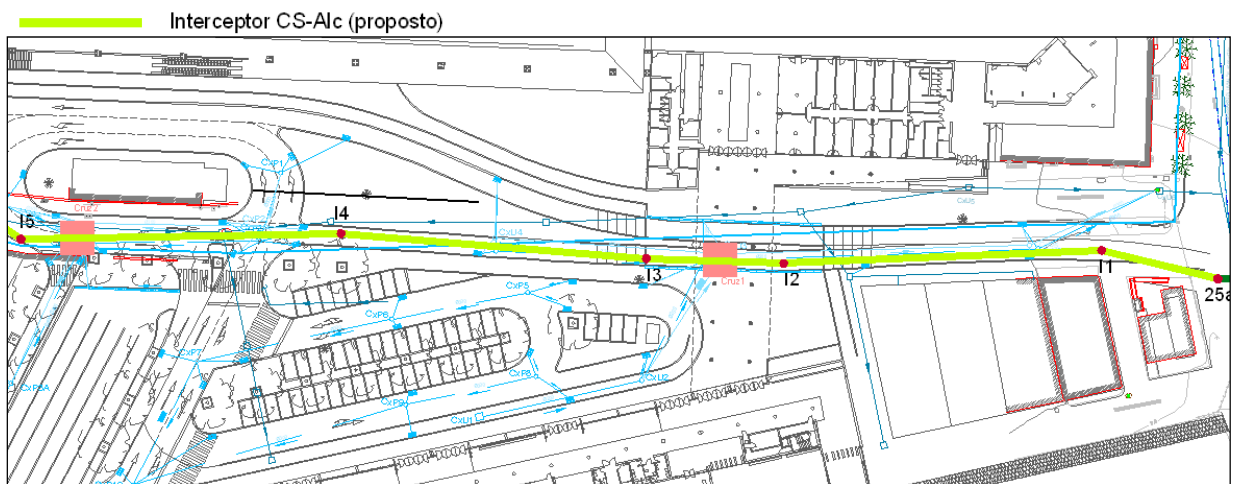


Figura 2.4.2 – Implantação esquemática do interceptor proposto (Cx. 25a – Cx15)

Na Figura 2.4.3 apresenta-se uma vista geral do Cais do Sodré, no sentido da Rua da Cintura do Porto de Lisboa, com as obras do Metropolitano a serem iniciadas.

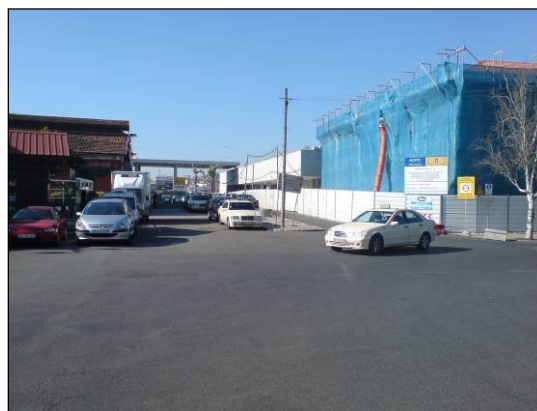
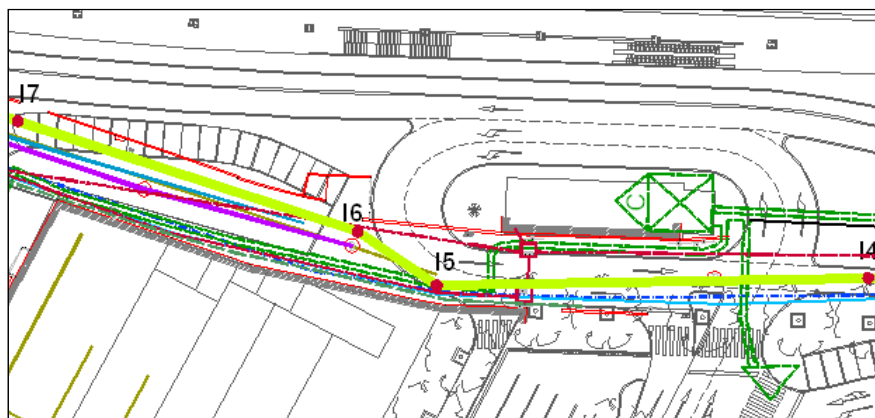


Figura 2.4.3 - Vista geral do Cais do Sodré, no sentido da Rua da Cintura do Porto de Lisboa

Ao chegar à caixa I5, optou-se por deslocar o interceptor para o lado norte da Rua da Cintura do Porto de Lisboa, uma vez que todas as infra-estruturas existentes se desenvolvem principalmente do lado sul da rua, como se pode verificar, esquematicamente, na Figura 2.4.4.



LEGENDA:









- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
|  | Interceptor CS-Alc (proposto) |  | Rede de Gás (LISBOAGÁS) |
|  | Trabalho de campo |  | Rede de Electricidade (EDP) |
|  | Rede de Abastecimento de Água da APL |  | Rede de Telecomunicações do Exército |
|  | Rede de Drenagem de Água da APL |  | Rede de Telecomunicações (PT) |
|  | Traçado do Metro |  | Rede de Abastecimento de Água (EPAL) |

Figura 2.4.4 - Implantação esquemática do Interceptor proposto e das infra-estruturas existentes (Cx.14 e Cx.17)

Pela informação de cadastro fornecido pela APL, a jusante da caixa I5 tem lugar uma descontinuidade no colector pluvial existente. Assim, optou-se por deslocar o interceptor nesta zona, tal como está exemplificado, esquematicamente, na Figura 2.4.5. Esta informação não foi possível confirmar desde já nesta fase de estudos, em trabalho de campo, uma vez que esta caixa se encontrava cheia (Figura 2.4.6).



LEGENDA:




- | | |
|---|---------------------------------|
|  | Interceptor CS-Alc (proposto) |
|  | Trabalho de campo |
|  | Rede de Drenagem de Água da APL |

Figura 2.4.5 - Implantação esquemática do interceptor proposto



Figura 2.4.6 - Caixa inicial do colector pluvial que se desenvolve ao longo da Rua da Cintura do Porto de Lisboa

A jusante da caixa I6 e até à caixa I16 o interceptor desenvolve-se sempre pelo lado norte da Rua da Cintura do Porto de Lisboa, tendo sempre preocupação com o cruzamento entre as redes de drenagem existentes e o interceptor, mas também prevendo uma distância de segurança ao muro de divisão dos comboios e alguma “folga” relativamente aos colectores existentes. Este colector pluvial foi sujeito a um levantamento exaustivo das câmaras de visita. No entanto, foram encontradas algumas discrepâncias com as informações de traçado em planta da rede de drenagem fornecida pela APL. Assim, nas zonas em que se possuía informação de campo, foi naturalmente esta a considerada, em detrimento da informação de cadastro da APL.

Entre a caixa I14 e I15 verificou-se a existência de um cruzamento com o colector pluvial existente. No entanto, e com base no trabalho de campo efectuado, o interceptor em estudo passa por baixo dessa infra-estrutura, com uma folga de cerca de 1,00 m. Na Figura 2.4.7 está representado a sombreado, o local do cruzamento com um colector pluvial existente, e que se desenvolve ao longo da Rua da Cintura do Porto de Lisboa, paralelamente ao interceptor proposto.



Figura 2.4.7 - Implantação esquemática do local do cruzamento com o coletor pluvial (à esquerda) e vista geral do local do cruzamento (à direita)

Na zona da câmara de visita prevista I16 existe o poço de ventilação do metro de Lisboa. Como tal, foi necessário desviar o interceptor em estudo para o lado sul da Rua Cintura do Porto de Lisboa, o que interfere com todas infra-estruturas aí presentes, como se pode ver na Figura 2.4.8.

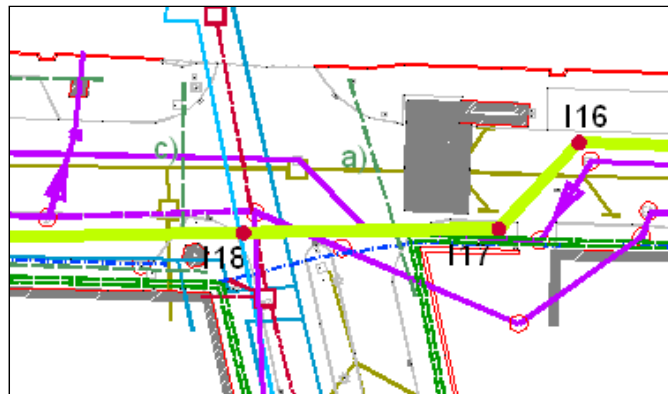


Figura 2.4.8 - Esquema da implantação do interceptor na zona de ventilação do metro de Lisboa (Cx.I16 - Cx.I18)



Figura 2.4.9 - Vista geral do poço de ventilação do metro de Lisboa

Desta forma, foi necessário prever o desvio do colector pluvial e o afundamento do colector doméstico existente. O colector doméstico que se propõe afundar, corresponde a um colector de serviço que se desenvolve ao longo da Rua da Cintura do Porto de Lisboa até uma estação elevatória perto do poço de ventilação do metro de Lisboa. Este colector drena os esgotos domésticos desde oeste do Restaurante “Tromba Rija” no sentido oeste-este e desde o Restaurante “A Pescaria”, no sentido este-oeste. Para afundar este colector é necessário a construção de uma nova câmara de visita, a montante do cruzamento, com uma queda de cerca de 0,61 m, de modo a passar por baixo do interceptor em estudo, com uma folga de cerca de 0,55 m. Por conseguinte, o colector doméstico fica com uma cota de ligação inferior à existente, pelo que terá de ligar directamente à câmara de visita a montante do poço de bombagem da estação elevatória existente. Desde a EE o efluente é bombado para o outro lado da via-férrea, para o interceptor Cais do Sodré-Alcântara.

Ainda nesta zona, entre a caixa I17 e I18, existem três cruzamentos com a rede de drenagem existente. De acordo com o trabalho de campo efectuado, e já abrangendo as alterações anteriormente propostas, resultou, no cruzamento 4, uma folga de, aproximadamente 0,20 m, onde o interceptor passa por baixo do colector pluvial desviado. No cruzamento 5, como já foi referido no parágrafo anterior, tem-se uma folga de 0,55 m. Neste caso, o interceptor passa por cima do colector doméstico que se propôs afundar. No cruzamento 6, o interceptor passa por baixo do colector doméstico, com uma folga de cerca de 0,71 m.

Na Figura 2.4.10 é possível visualizar, assinaladas a vermelho, as alterações propostas na rede de drenagem e, a cor rosa os cruzamentos com a rede de drenagem existente, na zona do poço de ventilação do Metro de Lisboa.

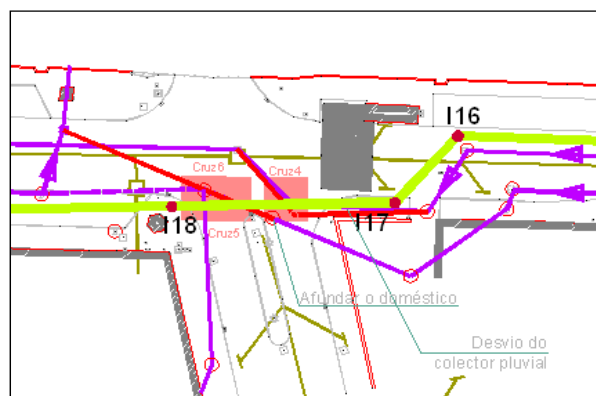


Figura 2.4.10 - Esquema das alterações propostas e dos cruzamentos existentes na zona do poço de ventilação do Metro de Lisboa



Figura 2.4.11 - Vista geral dos cruzamentos de infra-estruturas (4, 5 e 6) na zona do poço de ventilação do Metro de Lisboa

Apesar das infra-estruturas existentes estarem implantadas, essencialmente, no lado sul da Rua de Cintura do Porto de Lisboa, optou-se por manter, depois do cruzamento com o poço de ventilação do metro, também o interceptor no lado sul deste arruamento uma vez que, a jusante, se pretende desviar o interceptor para a rua nas traseiras da restauração situada junto da estação de comboios de Santos, minimizando os cruzamentos com a rede de drenagem pluvial e doméstica (existente). Na Figura 2.4.12 é possível visualizar o desenvolvimento proposto para o interceptor, assim como todas as infra-estruturas e os cruzamentos com a rede de drenagem existente.

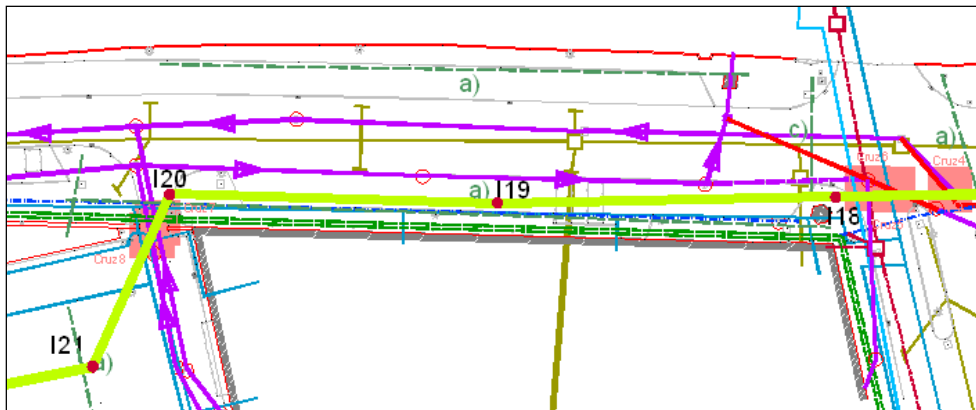


Figura 2.4.12 - Esquema do desenvolvimento proposto para o interceptor, cruzamentos com a rede de drenagem e infra-estruturas existentes na zona a montante da estação de comboios de Santos (Cx.I18 - Cx.I21)

Nos cruzamentos 7 e 8 o interceptor em estudo passa por baixo do colector pluvial e doméstico com uma folga de 0,77 m e 0,30 m, respectivamente. Na Figura 2.4.13 é possível visualizar o local destes cruzamentos.



Figura 2.4.13 - Local dos cruzamentos (7 e 8)

O desvio do interceptor para a rua atrás da restauração situada junto da estação de comboio de Santos, deve-se ao facto de ser necessário construir uma estação elevatória, nas traseiras do restaurante “Tromba Rija”, para passar por cima do colector pluvial H. Não é possível construir a estação elevatória na Rua da Cintura do Porto de Lisboa, devido a limitações de espaço. Como tal, a melhor opção é desviar o colector para as traseiras do restaurante “Tromba Rija” e construir parte da estação elevatória no interior do actual parque de estacionamento. Na Figura 2.4.14 é possível visualizar o traçado proposto para o interceptor em estudo, assim como o local proposto para a implantação da Estação Elevatória de Santos (representada por EETRija).

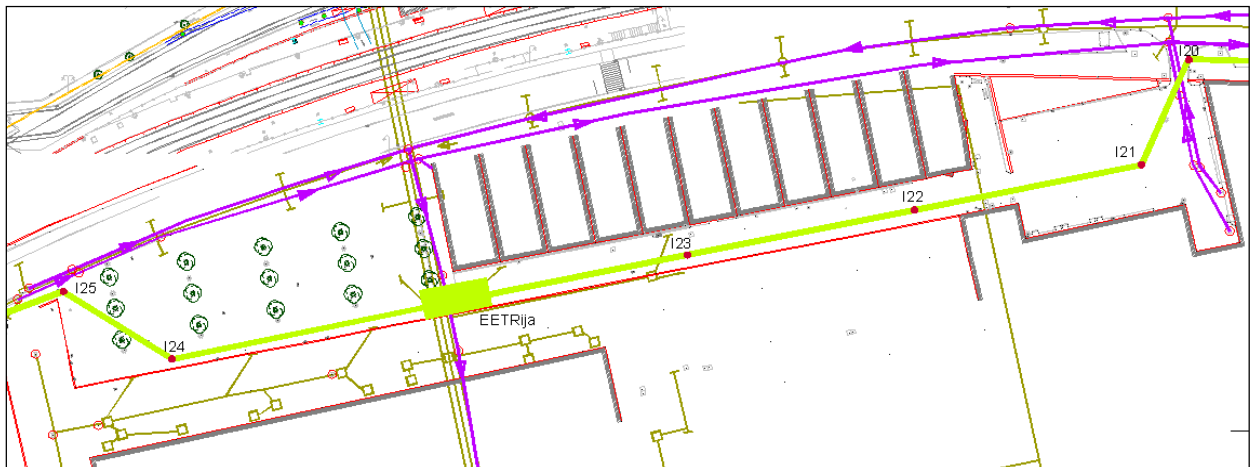


Figura 2.4.14 - Representação esquemática do traçado proposto para o interceptor e do local proposto para a Estação Elevatória da Rocha Conde de Óbitos (Cx.I20 – Cx.I25).



Figura 2.4.15 – Vista geral do local de inflexão do interceptor (à esquerda e centro) e do local proposto para a implantação da Estação Elevatória da Rocha de Conde de Óbitos (à direita).

A jusante da Estação Elevatória de Santos o interceptor vai junto ao muro do parque de estacionamento, até dobrar na Rua da Cintura do Porto de Lisboa. Uma vez que, nesta fase, e tal como já foi referido, se pretendeu minimizar as intercepções com a rede de drenagem existente e o colector pluvial se desenvolve às mesmas profundidades que o interceptor proposto, optou-se por implantar o interceptor em estudo ao longo do passeio, de modo a evitar o cruzamento com o colector pluvial. Na Figura 2.4.16 apresenta-se, esquematicamente, a implantação proposta para o interceptor, assim como de todos os cruzamentos verificados com as infra-estruturas existentes.

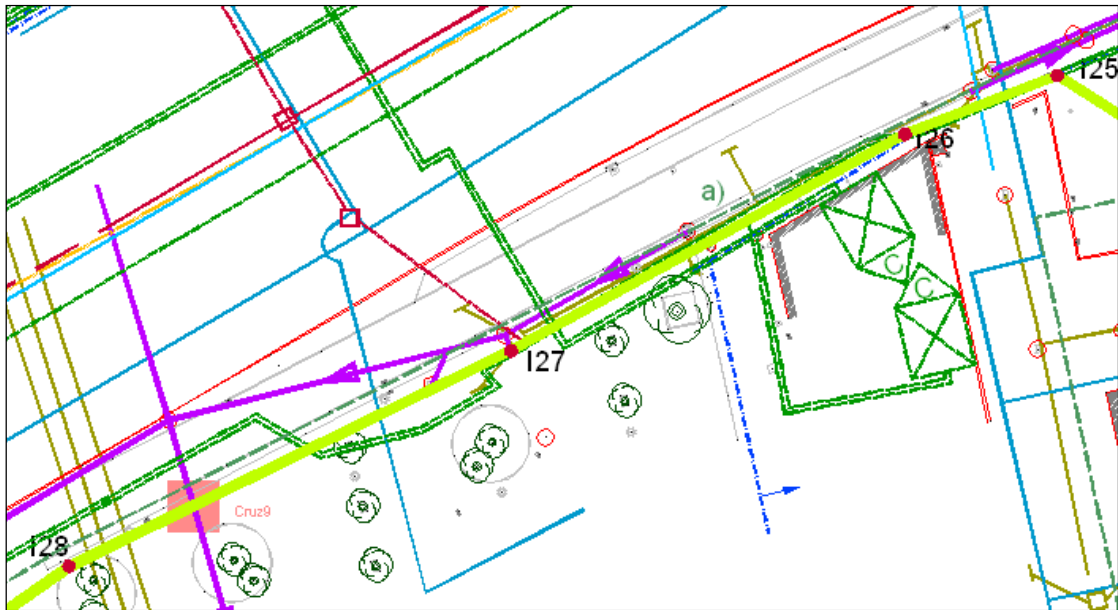


Figura 2.4.16 – Representação esquemática do traçado proposto para o interceptor e dos cruzamentos com as infra-estruturas existentes (Cx.I25 – Cx.I28).

Ao adoptar-se o desenvolvimento do interceptor do lado sul do colector pluvial existente, intercepta-se o colector pluvial que faz o encaminhamento dos caudais pluviais desviados no parque de estacionamento situado entre a discoteca “K” e o estaleiro “Naval Rocha”. Como tal, propõe-se o desvio do colector pluvial para o colector pluvial de secção 900 mm×1350 mm, apresentado na Figura 2.4.16 a encarnado. Na Figura 2.4.17 é possível ter uma vista geral do parque de estacionamento situado entre a discoteca “K” e o estaleiro “Naval Rocha” (à esquerda) e do colector pluvial que se desenvolve perpendicularmente à Rua da Cintura do Porto de Lisboa, de secção 900 mm x 1350 mm (à direita).

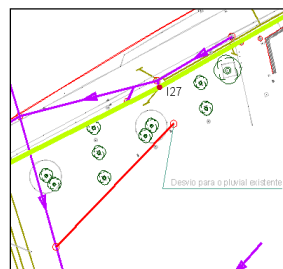


Figura 2.4.17 – Representação esquemática do traçado proposto para o interceptor e para o desvio do colector pluvial.



Figura 2.4.18 – Vista geral do parque de estacionamento localizado entre a discoteca “K” e os estaleiros “Naval Rocha” (à esquerda) e, do colector pluvial de secção 900 mm x1350 mm (à direita).

Entre a caixa I27 e I28, o interceptor cruza o colector pluvial de secção 900 mm x 1350 mm (assinalado a rosa na Figura 2.4.17) que se desenvolve perpendicularmente à Rua da Cintura do Porto de Lisboa. O colector pluvial, encontra-se a funcionar como descarregador do colector Ressano Garcia. Como tal, propõe-se que o cruzamento seja efectuado através do aumento da largura do colector pluvial para redução da respectiva altura, ou através da redução efectiva da secção. Também nesta zona, observa-se a existência de 3 colectores no cadastro da APL, cuja validação em campo não foi confirmada.



Figura 2.4.19 – Vista geral da Rua da Cintura do Porto de Lisboa, no local dos cruzamentos com a rede de drenagem da APL.

De modo a evitar o tráfego automóvel existente na Rua da Cintura do Porto de Lisboa e visto dispor-se de uma alternativa viável, propõe-se o desvio do interceptor, a jusante da caixa I30,

para a estrada que se desenvolve paralelamente a esta. Na Figura 2.4.20 apresenta-se o esquema do traçado proposto para o interceptor, que teve como intuito evitar a Rua da Cintura do Porto de Lisboa e os cruzamentos com os colectores unitários existentes.

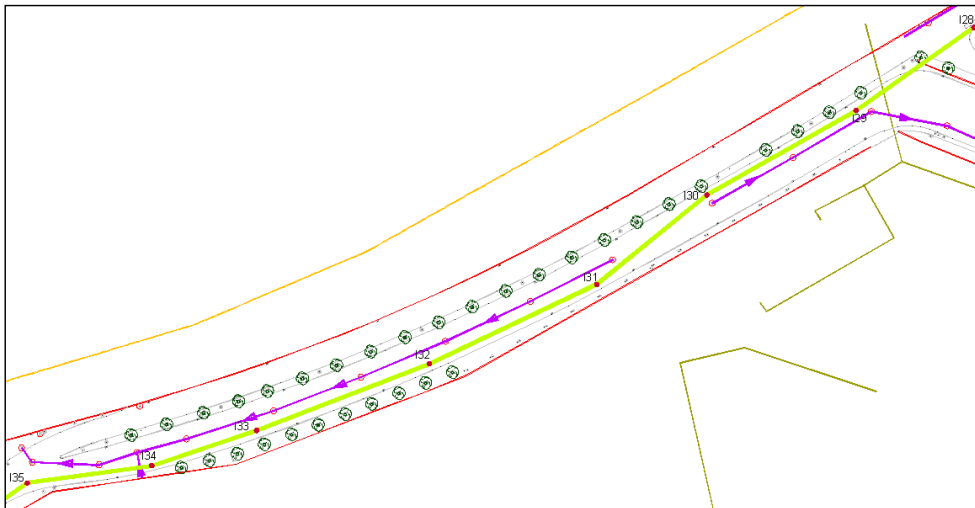


Figura 2.4.20 – Representação esquemática do traçado proposto para o interceptor em estudo (Cx.I28 - Cx.I35).



Figura 2.4.21 – Vista geral da rua que se desenvolve paralelamente à Rua da Cintura do Porto de Lisboa.

O interceptor segue até ao final deste arruamento entrando, na caixa I35, de novo na Rua da Cintura do Porto de Lisboa. Da caixa I35 até à I43 o traçado do interceptor teve como princípio, mais uma vez, a minimização dos cruzamentos com a rede de drenagem da APL. Na Figura 2.4.22 é visível o traçado adoptado e os cruzamentos verificados, identificados a rosa.

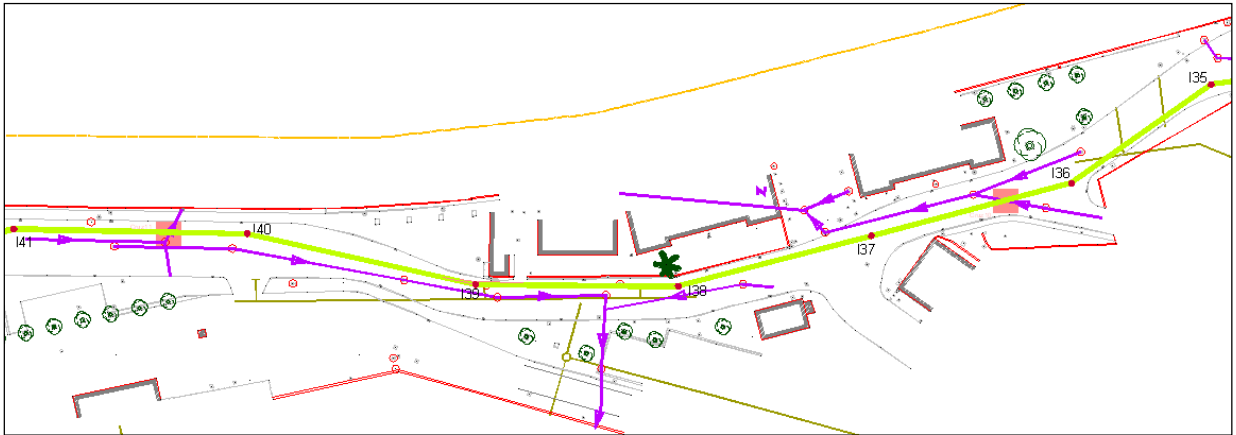


Figura 2.4.22 – Representação esquemática do traçado adoptado (Cx.I35 – Cx.I41) na zona da Rocha de Conde de Óbidos.

No cruzamento verificado entre as caixas I36 e I37 (cruzamento 10), o interceptor em estudo passa debaixo do colector unitário que pertence aos estaleiros “naval rocha” com uma folga de 0,34 m. Entre as caixas I40 e I41 (cruzamento 11), o interceptor passa debaixo do colector unitário que segue para o outro lado da via-férrea, com uma folga de 0,32 m. Os locais dos cruzamentos 10 e 11 podem ser visualizados na Figura 2.4.23.



Figura 2.4.23 – Vista geral sobre o local do cruzamento 10 (à esquerda) e do cruzamento 11 (à direita).

Devido à necessidade de prever a elevação do caudal para o outro lado da via-férrea, e de modo a evitar as estradas com maior tráfego automóvel, optou-se por conduzir o interceptor para o parque de estacionamento da APL, situado próximo da discoteca “Docks”. Esta solução

também se deveu ao facto de ser necessário construir a estação elevatória numa zona menos visível e sem limitações de espaço. Assim, a partir da caixa I41 o interceptor é desviado para o parque de estacionamento, e a Estação Elevatória de Santos é implantada nas traseiras da discoteca “Docks”. Na Figura 2.4.24 apresenta-se esquematicamente o traçado proposto e o local de implantação da estação elevatória do Parque e na Figura 2.4.25 apresenta-se uma vista geral do parque de estacionamento referido.

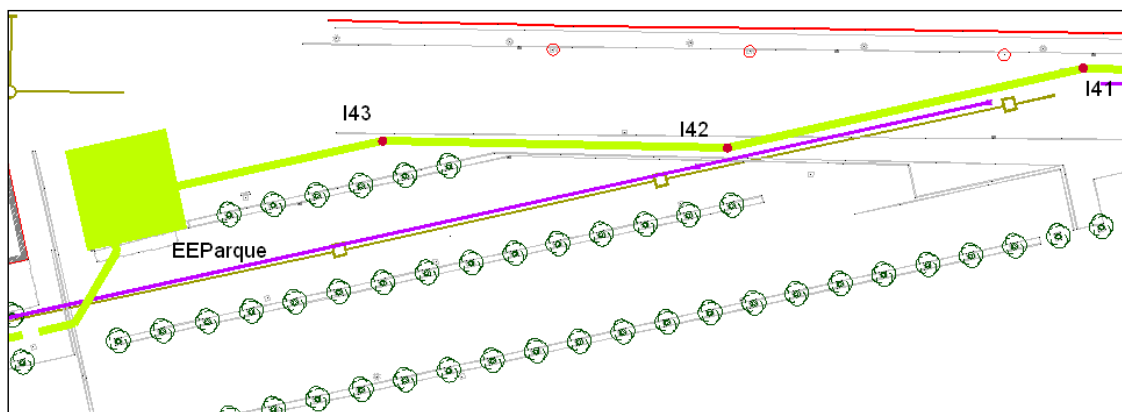


Figura 2.4.24 – Representação esquemática do traçado proposto para o interceptor e localização prevista para implantação da Estação Elevatória do Parque (Cx.I41-EE Parque).



Figura 2.4.25 – Vista geral da zona em que o interceptor é desviado para o parque de estacionamento (à esquerda) e do local proposto para a implantação da estação elevatória (à direita).

A partir da Estação Elevatória de Santos a conduta elevatória segue o alinhamento do parque de estacionamento, até à rua em que deriva para o local de início da perfuração horizontal, tal como mostra a Figura 2.4.26.

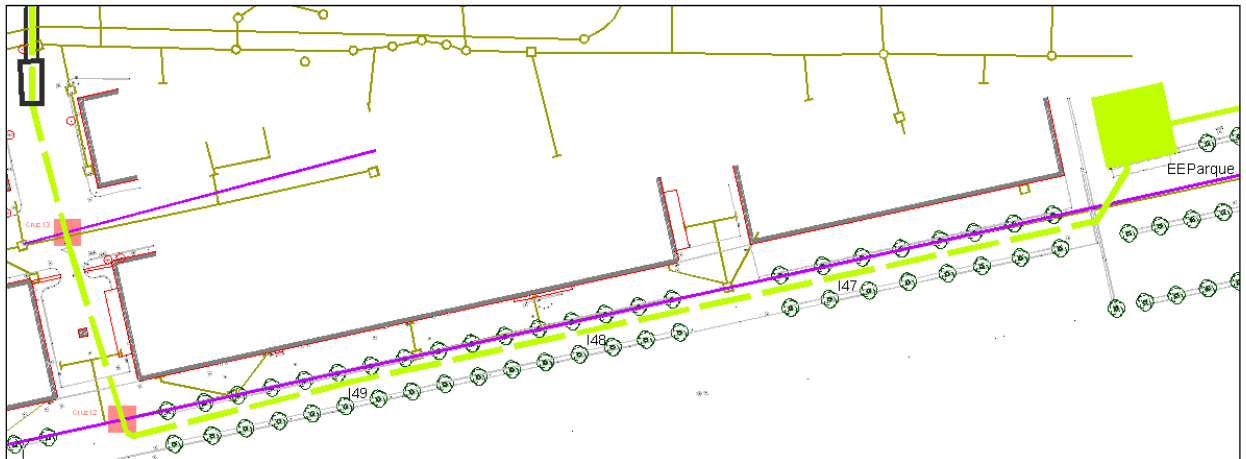


Figura 2.4.26 – Representação esquemática do traçado proposto para a conduta elevatória da EE do Parque até ao poço de arranque da perfuração horizontal.

Nesta zona tem lugar os cruzamentos 12 e 13 (assinalado a rosa na Figura 2.4.26). Os colectores existentes passam por baixo da conduta elevatória com uma folga de 0.80 e 0.50 m, respectivamente. Na Figura 2.4.27 apresenta-se uma vista geral da zona dos cruzamentos, da rua em que o interceptor deriva para norte, e do local de início da perfuração horizontal.



Figura 2.4.27 – Vista geral dos locais dos cruzamentos e da rua em que o interceptor deriva para norte (à esquerda e ao centro) e local do poço de arranque da perfuração horizontal (à direita).

A perfuração horizontal, que se inicia na Av. de Brasília e termina na Av. 24 de Julho, para ligar ao interceptor Cais de Sodré – Alcântara, tem como objectivo conseguir atravessar o interceptor sob as linhas do Caminho-de-ferro e infra-estruturas existentes. Nesta zona, a conduta elevatória cruza um colector Ø600 da APL e o pluvial existente na Avenida da Brasília, com a conduta da EPAL Ø1200, com o Ressano Garcia e com o Interceptor Cais de Sodré – Alcântara. Nas Figuras 2.4.27 e 2.4.28 apresenta-se esquematicamente uma vista geral sobre o local de implantação da obra de perfuração horizontal.

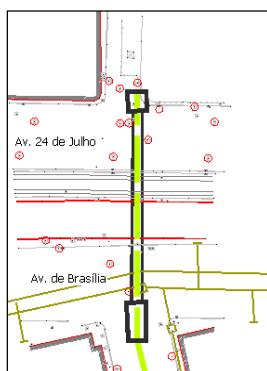


Figura 2.4.28 – Representação esquemática do local de implantação da perfuração horizontal.

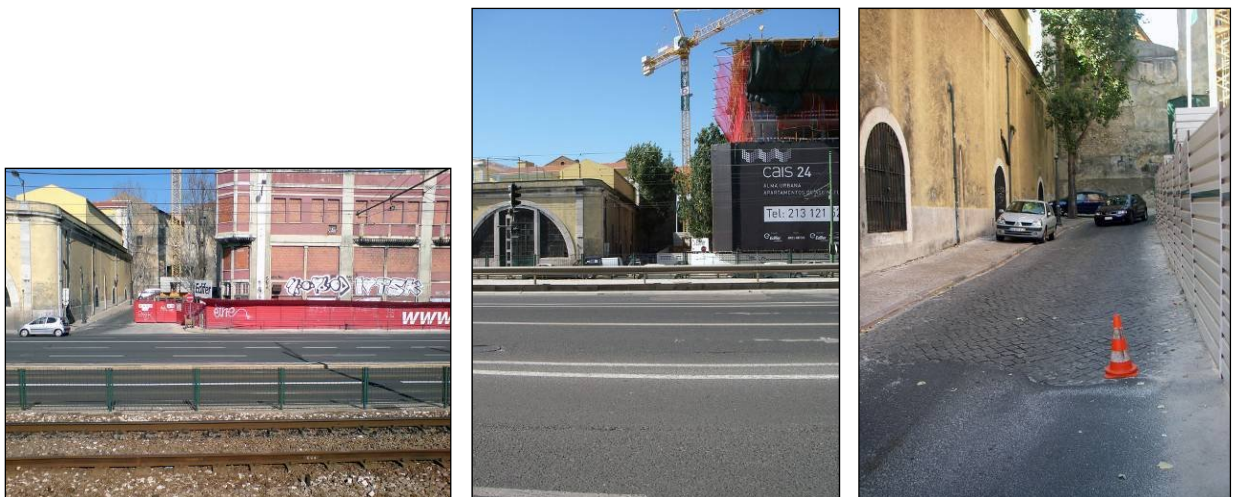


Figura 2.4.29 – Vista geral do local de implantação do poço final da obra de perfuração horizontal.

Nesta fase de estudos relativamente à caracterização geotécnica dos solos foi considerada a vala tipo obtida após avaliação e indicações de fornecedor das tubagens de ferro fundido, a “Saint-Gobain”, de modo a minimizar possíveis assentamentos diferenciais.

2.4.3 Estações Elevatórias

2.4.3.1 Estação Elevatória de Santos

Na zona do parque de estacionamento do restaurante do “Tromba Rija” o Interceptor Cais de Sodrê - Alcântara II é interceptado pelo colector pluvial H. De modo a passar o interceptor por cima do colector pluvial H, foi prevista a construção de uma nova estação elevatória que permitirá a elevação pontual de caudal, possibilitando a passagem por cima do emissário pluvial e a ligação gravítica ao troço no interceptor situado imediatamente a jusante.

De modo a minimizar o impacte negativo na zona de implantação, a estação elevatória de Santos será totalmente enterrada e o processo construtivo previsto deverá ser as paredes moldadas.

Os caudais afluentes à estação elevatória são controlados a montante, pelo sistema de válvulas de controlo instalados nas câmaras de válvulas de maré do Terreiro do Paço e pela estação elevatória das Agências, que permitirão a afluência ao colector gravítico afluente à estação elevatória de caudais de 1,1 m³/s e um acréscimo de alguma contribuição doméstica dos comércios e serviços situados nessa zona. (Anexo IV - Desenho 15)

2.4.3.2 Estação Elevatória de Rocha de Conde de Óbidos

Conforme referido anteriormente, a Estação Elevatória de Rocha de Conde de Óbidos tem como objectivo elevar para o trecho final do Interceptor Cais de Sodrê - Alcântara situado no outro lado da via-férrea, em direcção à EE3, o caudal transportado pelo Interceptor Cais de Sodrê - Alcântara II, proveniente da Estação Elevatória das Agências, acrescido de algumas contribuições domésticas da zona da APL, recolhidas ao longo do percurso.

Mais uma vez, de modo a minimizar o impacto negativo na zona de implantação, a Estação Elevatória de Rocha de Conde de Óbidos será totalmente enterrada e o processo construtivo previsto será paredes moldadas.

Os caudais afluentes à estação elevatória são controlados a montante, pela Estação Elevatória de Santos acrescido de alguma contribuição doméstica dos comércios e serviços situados nessa zona. (Anexo III - Desenho 11)

2.4.4 Perfuração Horizontal

A travessia da conduta elevatória entre a zona Ribeirinha de Alcântara e a Av. 24 de Julho será executada, numa extensão de 60 m, em perfuração horizontal. A tubagem instalada pelo método de perfuração horizontal ficará instalada sob a Avenida de Brasília, a via-férrea, a linha do eléctrico e a Avenida 24 de Julho, terminando no início da Rua Tenente Valadim (Anexo IV - Desenho 15).

Na Av. de Brasília estão localizados um colector da APL Ø600 e Emissário Pluvial F Ø2000, cujas cotas de soleira são aproximadamente 0.35m e -0.85m. Na Av. 24 de Julho, sob a linha do eléctrico, localiza-se a conduta da EPAL Ø1200 cuja cota de soleira se desconhece e o Colector Ressano Garcia, com a soleira à cota aproximadamente de -0.50 m e ainda o interceptor da Av. 24 de Julho, com a soleira à cota -0.70 m.

A profundidade da perfuração horizontal está condicionada pelas soleiras destas infra-estruturas. Admitindo que a fundação do Ressano Garcia terá uma espessura da ordem de 0.50 m, o coroamento do tubo cravado em aço deverá estar à cota -2.60 m para garantir uma distância de protecção de 1.6 m. A respectiva soleira deve implantar-se à cota - 4.10 m. Ou seja, relativamente ao nível mais baixo do terreno que se localiza na Av. 24 de Julho, a profundidade da soleira da tubagem deverá ser da ordem de 7.0 m, enquanto relativamente à Avenida Brasília de Julho, zona mais alta, esta será da ordem de 8.0 m.

A travessia sob a Avenida Brasília, a linha do Caminho-de-ferro, Av. 24 de Julho e diversas infra-estruturas referidas poderá ser levada a cabo em tubo de aço cravado, com um diâmetro

de 1.5 m, dimensionado para as cargas do terreno com nível freático, sobrecargas rodoviárias e sobrecargas ferroviárias.

O equipamento de cravação tem um comprimento da ordem de 4 metros e os tubos são de 6 metros. O poço inicial, de grande dimensão, terá um comprimento da ordem de 12 metros, e uma largura de 4 metros, apresentando uma profundidade da ordem de 8.5 m.

Os poços, inicial e final, terão de ser executados em locais vizinhos de construção existentes. As escavações terão de ser executadas recorrendo às contenções periféricas, suficientemente rígidas para evitar deslocamentos à superfície do terreno e danos nas estruturas dos edifícios vizinhos. Propõe-se a execução de contenções periféricas provisórias constituídas por paredes moldadas, escoradas interiormente com perfis metálicos, a integrar nas estruturas definitivas das câmaras.

A geometria dos poços, inicial e final, é resultado de várias condicionantes nomeadamente, o espaço disponível no local, a profundidade das infra-estruturas existentes a transpor, o tipo de solo, e o espaço necessário para a instalação e operação dos equipamentos de cravação e escavação.

Prevê-se que a perfuração horizontal a executar sob as infra-estruturas existentes, seja realizada com a cravação de tubos metálicos que serão empurrados por macacos hidráulicos, ao mesmo tempo que se executa a escavação do terreno pelo seu interior com recurso a equipamento com cabeça de corte rotativa e um sem-fim que extrai os produtos de escavação. Os tubos metálicos a cravar terão um comprimento de seis metros cada um, sendo ligados entre si por soldadura. A força de reacção necessária para o funcionamento dos macacos será aplicada na retaguarda do poço inicial em betão armado. A área interior prevista está condicionada pela colocação e operação do equipamento.

Prevê-se que estas contenções periféricas sejam executadas pela técnica das "paredes moldadas", parede em betão armado com espessuras da ordem de quarenta a sessenta centímetros, escoradas interiormente através de perfis metálicos, com lajes de fundo em betão

armado, estas lajes para além contraventarem os painéis das paredes permitem trabalhar a seco no interior evitam a rotura do fundo da escavação e permitem um eficaz apoio do equipamento de cravação. No caso de o substrato rígido se encontrar a profundidades superiores ao das fichas necessárias para os encastramentos dos painéis das paredes moldadas, admite-se que apenas os painéis primários sejam apoiados nesses níveis de forma a garantir a estabilidade vertical das cortinas. Este processo de contenção dos solos permite minimizar a perturbação do terreno durante a execução da escavação, evita o recurso a rebaixamento do nível freático que se espera esteja a níveis próximos da superfície do terreno e seja variável com as marés no Estuário do Tejo.

Antes do início dos trabalhos será necessário realizar uma prospecção Geológico/Geotécnica em ambos os locais dos poços, para caracterizar o solo, definir os impulsos a admitir na contenção, e confirmar a adequabilidade do processo construtivo das contenções periféricas e da perfuração horizontal.

Serão também pesquisados os níveis das fundações dos edifícios vizinhos dos poços, e os níveis das fundações das infra-estruturas existentes sobre a perfuração horizontal, nomeadamente aquelas que serão as mais condicionantes, a saber as fundações do Colector Ressano Garcia e a fundação do Colector Pluvial Ø2000.

Os edifícios vizinhos dos poços e o Colector Ressano Garcia serão objecto de levantamento detalhados do seu estado de conservação, a realizar antes do início dos trabalhos, que permita avaliar danos provocados pelos processos construtivos e eventualmente definir os níveis de deslocamentos que poderão ser admitidos nas contenções periféricas e na cravação da tubagem.

Nos edifícios vizinhos, no Colector Ressano Garcia, nas Contenções Periféricas, nas Linhas da Refer e da Carris, e em pontos notáveis da vizinhança, será colocada instrumentação de medida dos deslocamentos, com rigor suficiente para detectar movimentos provocados pelos trabalhos de escavação e de cravação, o que permitira intervir e adaptar os processos

construtivos de forma antecipar e evitar deficiências não aceitáveis quer na perfuração horizontal quer nas estruturas e infra-estruturas existentes.

Após a colocação da tubagem da conduta elevatória, o espaço que restar no interior do tubo metálico cravado será preenchido com calda de cimento injectada com a pressão necessária para eliminar vazios. Os poços de ataque e de chegada serão preenchidos com brita bem compactada para evitar assentamentos diferenciais futuros e minimizar os riscos de acidentes.

2.4.5 Incertezas de cadastro encontradas

Após analisada a informação fornecida e a informação recolhida em trabalho de campo, persistem, nesta fase do trabalho, algumas dúvidas que seguidamente se apresentam:

Entre a caixa I11 e I10, ao pé do Restaurante Portugália, encontrou-se no interior de uma câmara de visita um atravessamento por um colector, sem se entender qual a origem, sentido ou destino, como mostra a Figura 2.4.30. É necessário entender se este colector cruza com a implantação prevista para o interceptor, apesar de em termos de profundidade parecer não interferir.

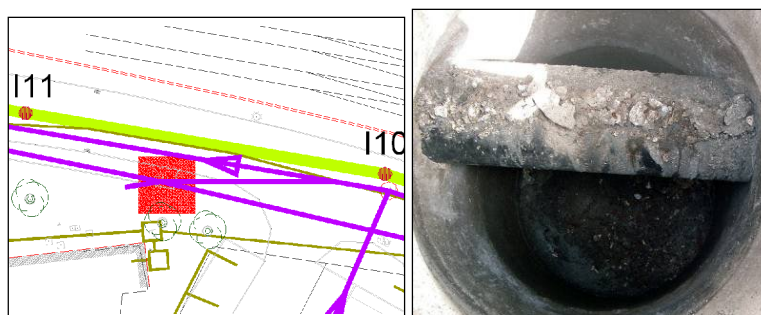


Figura 2.4.30 – Representação esquemática do local do atravessamento (à esquerda) e câmara de visita onde ocorre o atravessamento (à direita) – (Cx.I10- Cx.I11).

Devido a informação contraditória entre o cadastro da APL e o levantamento de campo surgiram várias dúvidas. Existem, assim, cruzamentos com a rede de drenagem fornecida pela

APL, de que não se dispôs de confirmação em trabalho de campo. Como exemplos, assinalados a azul.

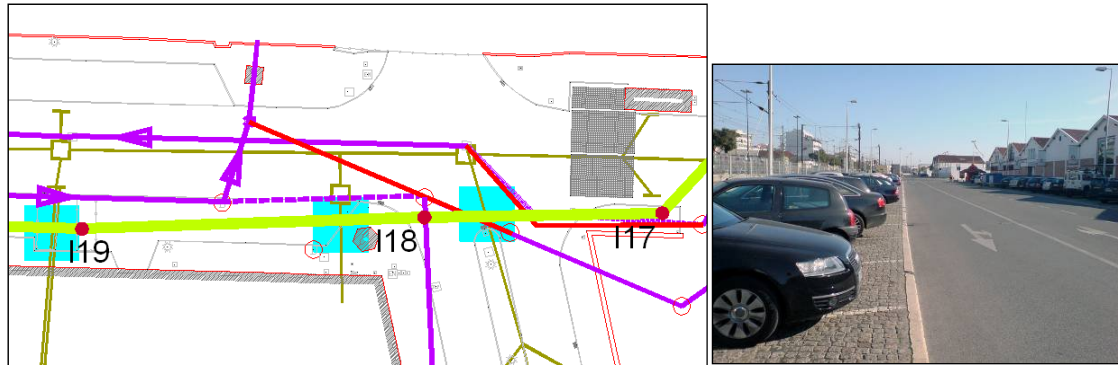


Figura 2.4.31 – Representação esquemática de cruzamentos de infra-estruturas a Oeste do poço de ventilação do metro – (Cx.I17- Cx.I19).

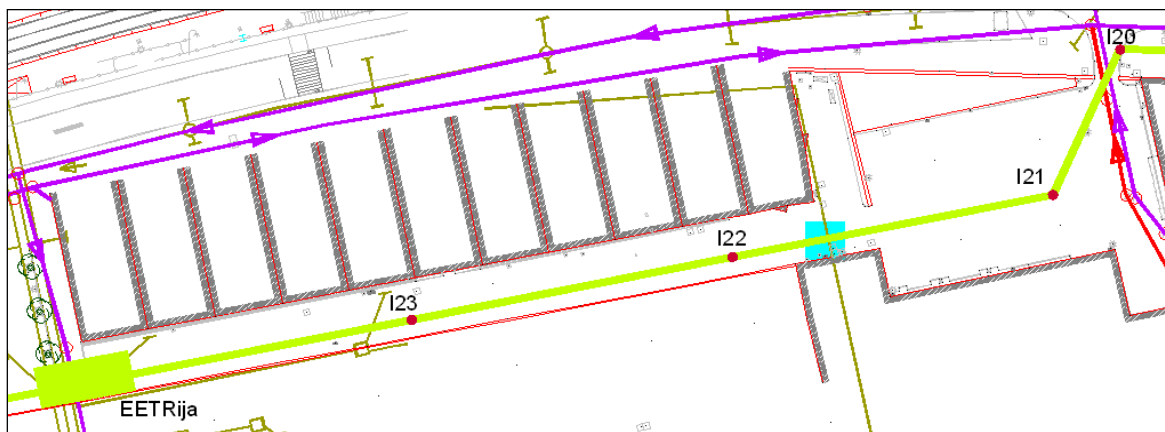


Figura 2.4.32 - Representação esquemática de cruzamentos nas traseiras do Tromba Rija, junto à estação de comboios de Santos – (Cx.I20- Cx.I23).



Figura 2.4.33 – Vista das traseiras do Restaurante “Tromba Rija”, junto à estação de comboios de Santos.

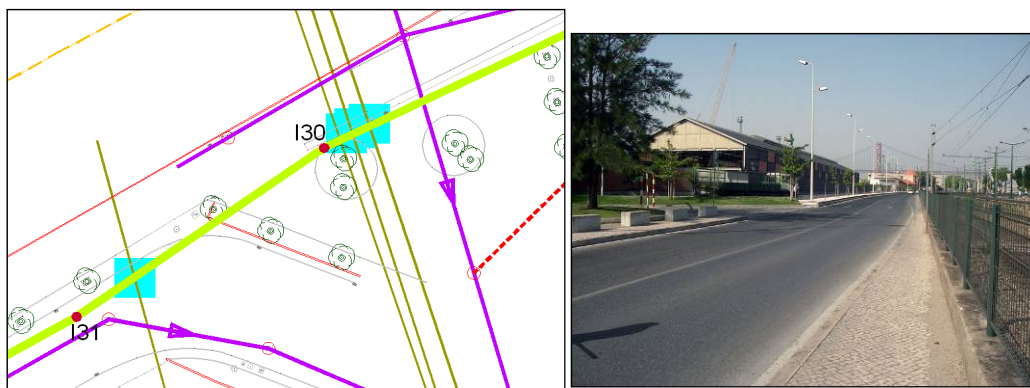


Figura 2.4.34 - Representação esquemática de cruzamento no estacionamento entre o “K” e os armazéns “Naval Rocha” – (Cx.I30- Cx.I31).

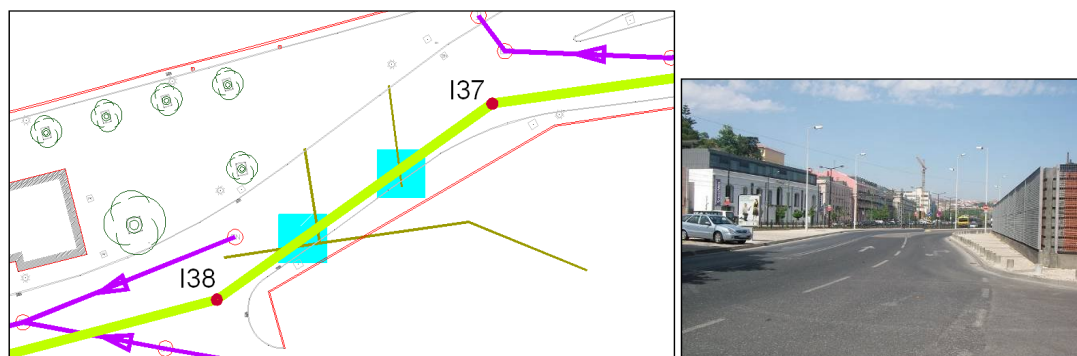


Figura 2.4.35 - Representação esquemática de cruzamento junto à saída dos estaleiros “Naval Rocha” – (Cx.I37- Cx.I38).

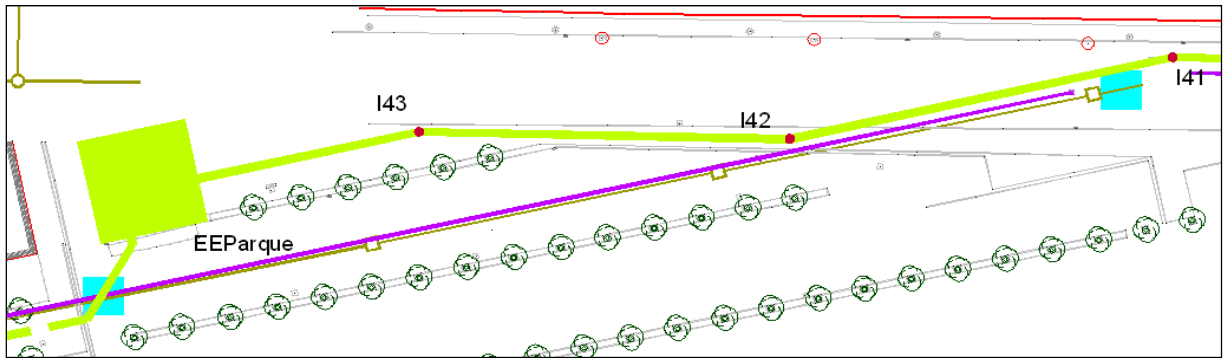


Figura 2.4.36 - Representação esquemática de cruzamento a Este do parque de estacionamento das discotecas – (Cx.I41- Cx.I43).

O desenvolvimento do colector pluvial ($\varnothing 600$ mm), em relação ao colector pluvial H, não é totalmente perceptível, mesmo após ter sido efectuado trabalho de campo específico. O traçado e profundidades dos dois colectores pluviais podem influenciar a Estação Elevatória da Rocha Conde de Óbidos.

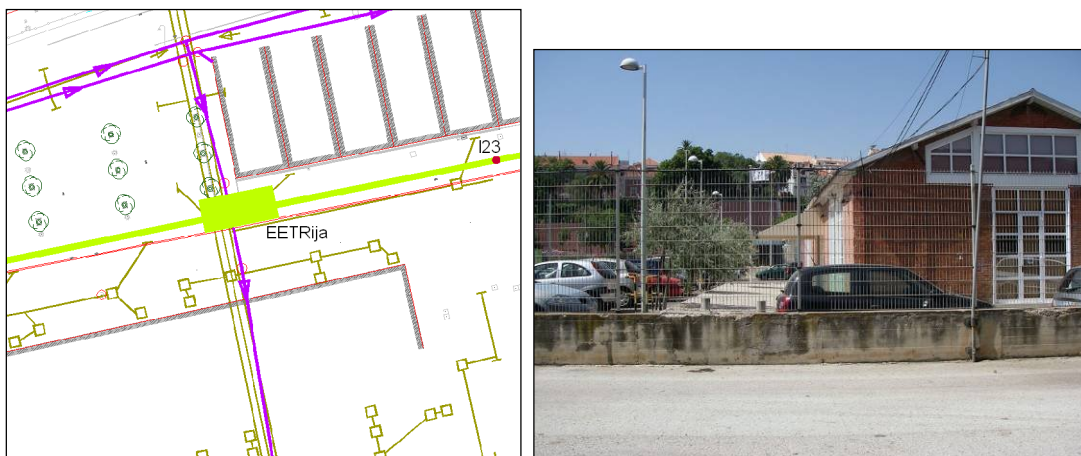


Figura 2.4.37 - Representação esquemática do desenvolvimento do colector pluvial (Ø600 mm) e do colector pluvial H, próximo do restaurante Tromba Rija (EE da Rocha Conde de Óbitos).

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste documento apresentou-se, a situação actual e a solução global para a frente de drenagem Terreiro do Paço – Alcântara. O transporte de águas residuais desta frente de drenagem é absolutamente prioritário face à legislação nacional e europeia, e face aos objectivos de qualidade do meio receptor, designadamente na frente costeira Santa Apolónia – Terreiro do Paço - Alcântara.

Nesta zona da cidade soma-se responsabilidade acrescida como a execução das infra-estruturas, dadas as interferências em zonas “nobres” e “antigas” da cidade, o tráfego intenso e a interferência pontual com património histórico e com serviços diversos, como o eléctrico rápido e os serviços de abastecimento de água (EPAL).

Esta é uma solução global compatível com o projecto das infra-estruturas a montante, que inclui uma estação elevatória para elevação dos caudais provenientes do desvio nas câmaras de válvulas de maré a construir no Terreiro do Paço. O projecto de ligação Terreiro do Paço – Cais do Sodré encontra-se actualmente em desenvolvimento. Pretendeu-se, ainda, apresentar os princípios adoptados na concepção das diversas infra-estruturas, assim como as principais limitações/dúvidas encontradas para a sua adequada concepção e dimensionamento.

Resumidamente, prevê-se as seguintes intervenções principais, no âmbito deste projecto:

- Interceptor gravítico de 1200 mm de diâmetro ao longo da Rua da Cintura do Porto de Lisboa e da Avenida da Brasília;
- Estação Elevatória da Rocha Conde de Óbitos e de Santos;
- Conduto elevatória, de 1000 mm de diâmetro a jusante da Estação Elevatória de Santos;
- Troço de conduta elevatória, de 900 mm de diâmetro, em perfuração horizontal, para concretização da ligação do interceptor Cais do Sodré - Alcântara II e o interceptor actual na Avenida 24 de Julho, a montante da Estação Elevatória EE3.
- As infra-estruturas projectadas destinam-se a interceptar os efluentes para tratamento (ETAR de Alcântara) da frente de drenagem Terreiro do Paço - Alcântara, que actualmente se encontram a ser directamente descarregados no Estuário do rio Tejo.

2.6 PREPARAÇÃO DE UMA OBRA SIMILAR

Ainda no âmbito do estágio, desenvolvi em parceria com uma empresa de obras públicas, a preparação do processo de construção da Estação Elevatória do Terreiro do Trigo, processo de construção utilizado em zonas de nível freático alto.

2.6.1 Construção Civil da Estação Elevatória

Os trabalhos relativos a execução física das estações elevatórias, de acordo com o planeamento, seguiram a seguinte sequência temporal:

- Trabalhos preparatórios;
- Escavações;
- Betões de regularização;
- Estrutura de betão;
- Betão de enchimento;

- Revestimentos;
- Serralharias
- Instalações eléctricas e equipamentos.

2.6.2 *Trabalhos Preparatórios*

Iniciar-se-á a realização física das estações elevatórias com os trabalhos de desmatação, remoção de lancis e pavimento na área de implantação do edifício da estação elevatória.

2.6.3 *Paredes Moldadas*

Paredes moldadas são elementos estruturais, fabricados em betão armado, construídos *in situ* por meio de escavação no terreno de valas profundas e alargadas, sem necessidade de entivações. Estas paredes, mais propriamente designadas de cortinas, são construídas antes da retirada do terreno que vai dar lugar à futura escavação.

Neste caso a escavação da vala far-se-á utilizando Lamas Tixotrópicas (Bentonite), que são inseridas à medida que a escavação vai avançando. Estas permanecerão na vala, nas operações de escavação, colocação da armadura e da própria betonagem. Neste ultima fase, como o peso específico da bentonite é inferior ao do betão, à medida que se vai betonando, a bentonite vai sendo expulsa da escavação, sendo reaproveitada, para lanços posteriores.

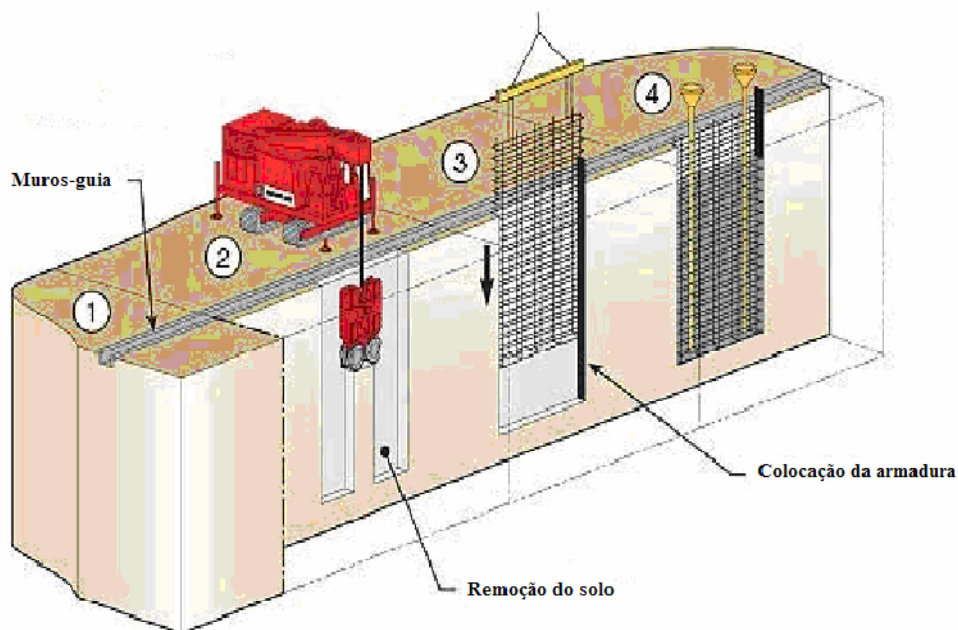
Cuidados a ter na execução das paredes moldadas

- Preparação, armazenagem e optimização das lamas;
- Perturbação mínima do terreno;
- Precisão na escavação da vala;
- Continuidade geométrica da parede;
- Colocação correcta das armaduras;
- Mistura e colocação do betão;
- Posição e execução adequada dos apoios provisórios e definitivos.

Prevê-se uma sequência dos trabalhos deste modo:

- Operações prévias;
- Construção dos muros-guia;

- Escavação das valas com o emprego, se necessário, de lamas Tixotrópicas/Bentonite;
- Colocação das juntas de cofragem entre os painéis;
- Colocação das armaduras;
- Betonagem dos painéis;
- Remoção das juntas;
- Demolição do topo superior dos painéis e dos muros-guia;
- Execução da viga de encabeçamento dos painéis;
- Regularização e limpeza da face à vista da parede, de acordo com o previsto no projecto.



2.6.3.1 Fases De Construção

As condições prévias são fulcrais para o bom funcionamento de todas as fases de construção.

Assim, para a construção de uma cortina, teremos que manter uma superfície de trabalho horizontal, livre de obstáculos e de altura suficiente para a operação dos equipamentos.

2.6.3.2 Construção De Muros-Guia

Estabelecida a plataforma de trabalho, deverá proceder-se à implantação do muro-guia, destinado a garantir o alinhamento da parede em planta. Para tal, dever-se-á estudar a planta de implantação da parede, de forma a serem marcados o eixo e as cotas de nível para a sua execução.

Concluída esta fase, deve-se executar uma pequena trincheira ao longo de todo o desenvolvimento da parede e de eixo coincidente com o desta, sendo que os taludes verticais serão em seguida protegidos por pequenos muros de betão (muros-guia), afastados entre si de uma distância idêntica à espessura da parede que se pretende construir.

Os muros-guia servem, então, como linha de orientação do equipamento de escavação e, também, como canal de condução da bentonite que começa a ficar suspensa na superfície de escavação, à medida que esta vai avançando.

A sua altura deve ser suficiente, de modo que as flutuações do nível da bentonite não provoquem o seu transbordo, deixando de servir como guia dos trabalhos.



2.6.3.3 Montagem do Sistema de Preparação, Distribuição e de Recuperação

Em função do tipo de terreno onde a escavação vai ser realizada, são normalmente feitos estudos laboratoriais com a finalidade de se definir qual a bentonite que deve ser utilizada.

Estas lamas tixotrópicas devem permitir:

- A contenção da escavação;
- Manter suspensos os detritos da escavação impedindo a sua deposição no fundo da escavação;



- Permitir uma fácil substituição pelo betão, sem que reste no final qualquer camada no interior da escavação;
- Permitir, por peneiração, sedimentação ou qualquer outro processo, a separação dos detritos de forma a tornar possível posterior reutilização;
- Ser facilmente bombada.

2.6.3.4 Escavação

A realização da escavação dá-se a partir do momento que as fases anteriores estão concluídas, ou seja, construção dos muros-guia e sistema de alimentação da bentonite implantado. Com recurso a equipamento apropriado, são escavadas várias valas de secção rectangular e comprimento igual ao desenvolvimento em profundidade da cortina.

Este equipamento é dimensionado de forma a ser eficiente e, para tal, devem de ser minimamente robustos e pesados. Por outro lado, a espessura da parede tem que garantir a fácil colocação das armaduras e correcta operação de betonagem, o que leva a que a espessura da pá escavadora, em regra, não seja inferior a 50 cm. Os valores mais utilizados são os compreendidos entre 60 e 80 cm, pois valores superiores tornam o equipamento muito pesado, difícil de transportar e manusear. O mesmo acontece com o comprimento da pá escavadora, que não deve ser superior a 2.5m.



2.6.3.5 Colocação das Armaduras

Uma vez que a fase que se segue diz respeito à colocação das armaduras, é necessário a retirada da mandíbula escavadora. Esta retirada só é permitida assim que se garantir que a escavação está preenchida pela bentonite, evitando qualquer tipo de fecho prematuro.

A respectiva armadura é, em geral, preparada em estaleiro possuindo as dimensões do respectivo painel e com as secções do aço conforme determinado pelo cálculo

A armadura longitudinal e transversal é colocada na escavação, ainda preenchida com bentonite. Esta é suspensa por intermédio duma grua e colocada na vertical da escavação já realizada

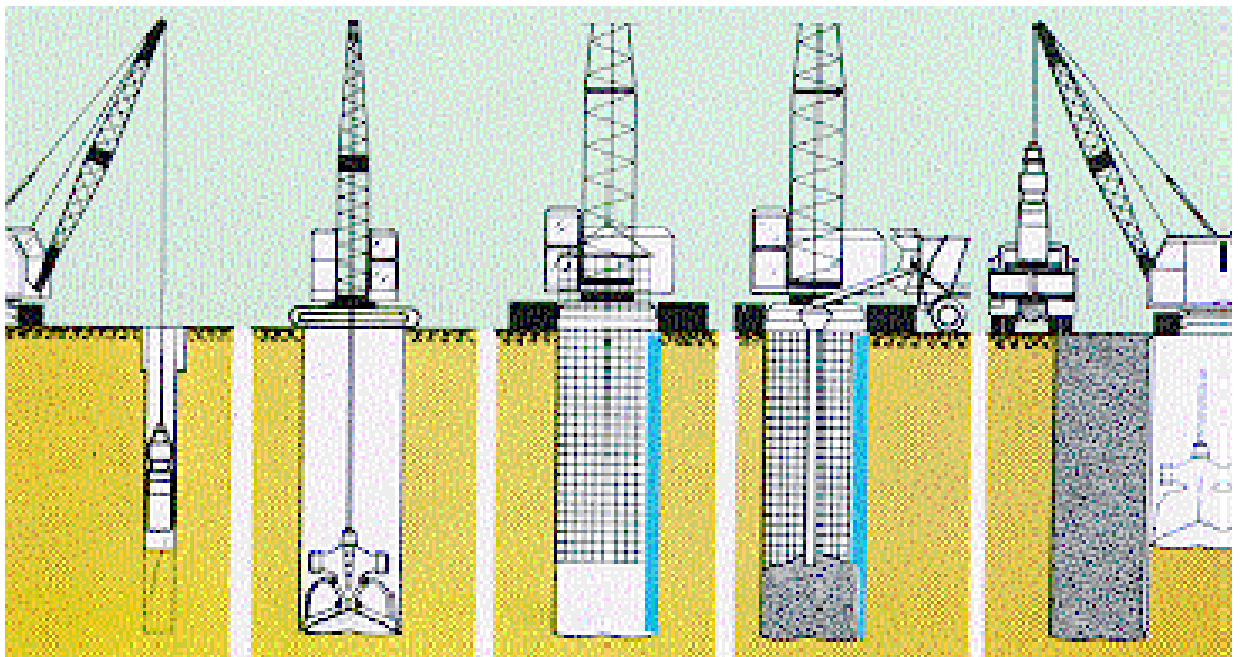
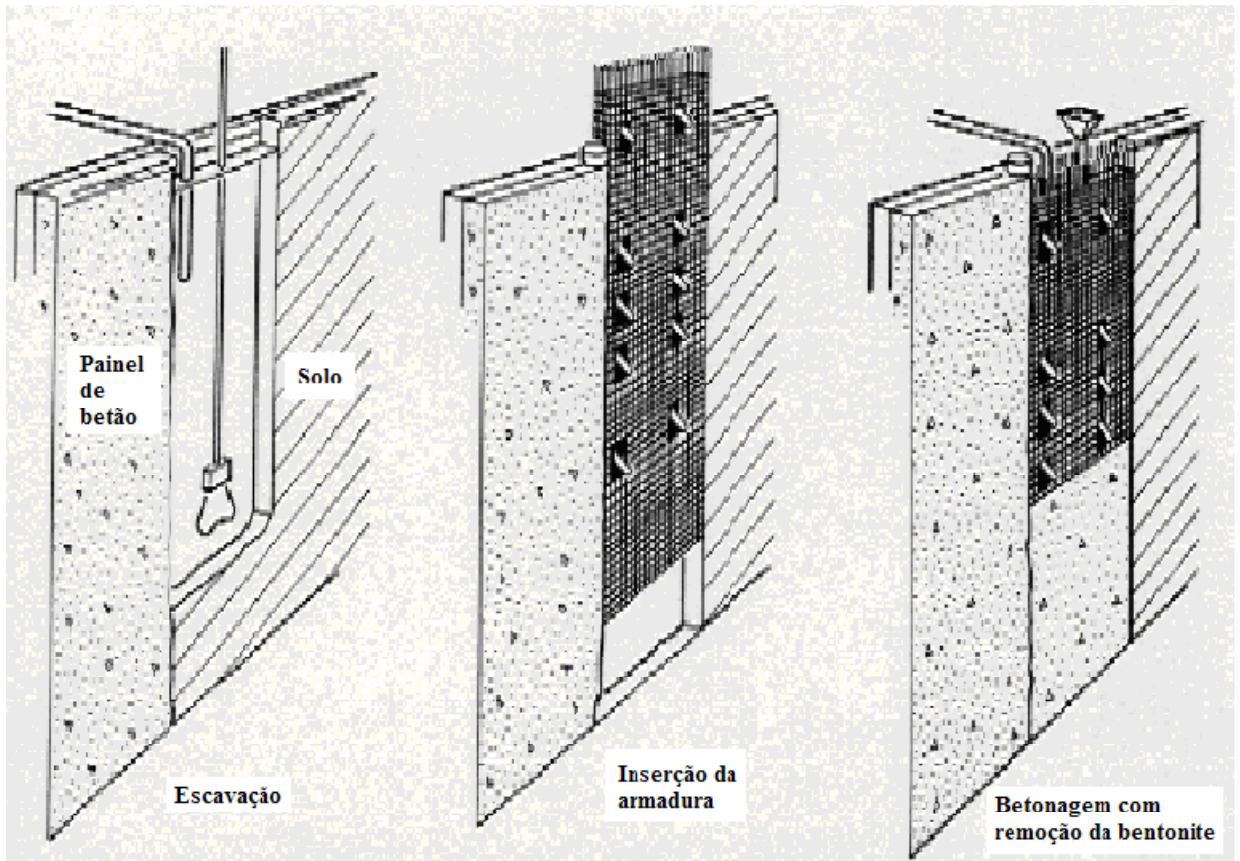
2.6.3.6 Betonagem dos Painéis

Uma vez executada a escavação, garantido o total preenchimento desta com bentonite, e posterior colocação das armaduras, finalmente é realizada a betonagem.

A operação de betonagem conta com a ajuda de sucessivos tubos de, 1 a 4m, que se encaixam perfazendo a profundidade desejada. Por estes tubos é lançado o betão que, por possuir maior peso específico que a bentonite, faz com que esta seja expulsa. Para que não haja concentração de lamas à superfície, e uma vez que esta vai ser reutilizada para outros painéis, é bombada para um reservatório onde será filtrada.

O betão de enchimento das cortinas, para além de possuir as características adequadas a um betão estrutural, é ainda necessário que este seja consistente ao ponto de permitir uma fácil substituição da lama tixotrópica (a propriedade de impermeabilidade também poderá ser requerida, dependendo da função pretendida para a parede). Em painéis com grande concentração de armaduras, é importante o bom escoamento do betão, devido à existência de diversos pontos críticos. Na betonagem de um painel, todo o betão deverá ser colocado antes que se verifiquem grandes reacções de presa.

A parede vai então sucessivamente desenvolvendo-se em planta através da justaposição dos painéis que vão sendo gradualmente betonados.



2.6.3.7 Escavações no Interior

Após a conclusão das paredes moldadas e de para que se atinjam as cotas de projecto, serão utilizadas as escavadoras equipadas com clamshell, devido à escavação ser dentro das paredes moldadas.

2.6.3.8 Betões de Regularização

Uma vez atingidas as cotas de fundação e colocados, iniciar-se-á o fornecimento de betão em canada de regularização de fundações e a sua aplicação *in situ* respeitando a espessura preconizada em projecto no sentido de obviar situações de contaminação por migração das partículas finas dos solos no interior dos elementos de betão armado constituintes das fundações.

2.6.3.9 Estrutura de Betão

Entretanto os armadores de ferro preparam as diversas armaduras necessárias ao reforço dos elementos de betão armado, estas encontrar-se-ão prontas antes dos trabalhos de betonagem principiarem.

Os trabalhos de betonagem serão realizados de forma sequencial com a execução das fundações, dos elementos de suporte verticais (pilares e paredes) e elementos sustentados (lajes e vigas).

Com as armaduras executadas, em concordância com os pormenores construtivos referidos em projecto, e os moldes e respectivas estruturas de montagem colocados em posição definitiva dos futuros elementos de betão armado, dar-se-á início aos trabalhos de betonagem dos diversos elementos constituintes com a geometria e disposição das armaduras em conformidades com o projecto.

Prosseguir-se-á a vibração mecânica, com vibradores de potência correspondente às massas a vibrar. Nesta fase serão tomadas as devidas prevenções para evitar o contacto dos vibradores com as armaduras no sentido de obviar que a vibração não se transmita ao betão que já iniciou o processo de presa.

Seguir-se-á as operações de desmoldagem com os maiores cuidados no sentido de evitar a deterioração das superfícies. A desmoldagem realizar-se-á tão cedo quanto possível, a fim de evitar o atraso da presa do betão e permitir quanto antes a reparação das superfícies defeituosas.

No que se refere as tubagens embebidas, estas serão colocadas na correcta posição, antes de se proceder a betonagem. A execução de janelas ou orifícios para posterior colocação dos tubos só prosseguirá depois de autorização da Fiscalização.

Será altura de proceder ao revestimento das paredes que ficarão em contacto com a terra, em conformidade com os materiais fornecidos no projecto, e seguir-se-á com o aterro junto da estrutura.

2.6.3.10 Betão de Enchimento

Progredir-se-á com o fornecimento e aplicação de betão de enchimento para formação de pendentes.

Na continuação dos trabalhos atrás mencionados, realizar-se-á os trabalhos associados a execução da cobertura com aplicação do sistema de impermeabilização da cobertura, isolamento térmico, camada de forma com betão leve, formação de caleiras, tudo conforme desenho de pormenor do projecto de execução.

2.6.3.11 Revestimentos

Seguir-se-á de forma sequencial com os revestimentos dos tectos, das paredes interiores e exteriores e dos revestimentos dos pavimentos, segundo criteriosamente os mapas de

acabamentos preceituados em projecto. A rede interior de distribuição de água, que ficará a vista, será fornecida e fixada depois da aplicação dos revestimentos.

2.6.3.12 Serralharias

No prosseguimento dos trabalhos de revestimentos, realizar-se-á os trabalhos de serralharias com a colocação das tampas, guardas e escadas com os materiais prescritos no projecto.

3. CONCEPÇÃO - ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.1 INTRODUÇÃO

Os trabalhos de concepção no Projecto de Execução das Redes de Esgotos e Abastecimento de Água do Estaleiro Definitivo que serve a Empreitada do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor, foram realizados com o apoio e coordenação do Prof. Eng. Luís Almeida Mendes.

No âmbito do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor é necessário elaborar os projectos das redes de esgotos e abastecimento de água ao estaleiro.

O presente capítulo refere-se à rede de abastecimento de água potável do estaleiro definitivo da obra do Escalão de Montante do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor.

No subcapítulo 3.2 faz-se um enquadramento das condicionantes do local, nomeadamente no que respeita à origem da água e à ligação à rede de adução municipal existente na área.

No subcapítulo 3.3 apresentam-se os dados de base e os critérios de dimensionamento.

No subcapítulo 3.4 define-se o esquema geral de abastecimento.

Nos seguintes subcapítulos 3.5, 3.6 e 3.7 descrevem-se e dimensionam-se o reservatório de armazenamento de água, a rede de distribuição de água e a central sobressora para combate a incêndios, respectivamente.

3.2 CONDICIONANTES LOCAIS

O local de implantação do estaleiro é uma área de terreno não urbanizado, localizado próximo da povoação de Póvoa, concelho de Torre de Moncorvo.

Junto do limite Sul do terreno existe um pequeno reservatório do Sistema Municipal de abastecimento de água potável (reservatório da Póvoa, com 50 m³ e cota de soleira 468,0 m), que serve actualmente uma população de cerca de 25 habitantes.

Este reservatório é abastecido a partir do reservatório de Cardanha (200 m³, à cota 525,0 m), através de uma conduta de PEAD DN 63 mm, com cerca de 3300 m de extensão, incluindo no percurso uma pequena estação elevatória, dimensionada para elevar um caudal de 1,8 m³/h a uma altura manométrica de 15 m.c.a..

Como adiante se verá, a capacidade de adução de 1,8 m³/h é manifestamente insuficiente para as necessidades do estaleiro (da ordem de 8,2 m³/h), pelo que o sistema municipal existente não poderá ser utilizado para esse fim.

A alternativa de alimentação a partir de recursos de águas subterrâneas, através de furos de captação está em princípio fora das opções do projecto, por não haver garantia de se conseguir captar o caudal necessário para satisfazer os consumos do empreendimento.

Considerando as dificuldades atrás expostas, equaciona-se uma solução autónoma que passa pela construção de uma captação de águas superficiais no Rio Sabor, com uma instalação de tratamento e adução até aos reservatórios de distribuição do estaleiro, dimensionadas para as necessidades da obra.

Para a execução dos trabalhos de montagem do estaleiro, que decorrerão antes de a rede e reservatórios de abastecimento se encontrarem operacionais, prevê-se a instalação de uma

pequena central hidropressora no reservatório Municipal (Reservatório da Póvoa), ligado a uma tubagem de PEAD Ø63 PN10, dotada de um contador de obra, que alimentará de forma provisória os trabalhos de instalação do estaleiro. Esta instalação provisória será desactivada logo que se encontre em funcionamento a adução e a rede definitivas.

3.3 DADOS DE BASE E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

3.3.1 Necessidades de Água Para Consumo

Para efeito de dimensionamento, consideram-se os seguintes valores, com base na informação referente à população a servir:

Tipo	População (hab.)	Capitação (l/hab./dia)	Consumos Estimados (m³/dia)
Trabalhadores residentes	1500	80	120
Trabalhadores não residentes	200	50	10
TOTAL			130

- Factor de ponta mensal1,2
- Factor de ponta diário1,5
- Volume médio diário do mês de maior consumo 156,0 m³
- Volume médio diário do dia de maior consumo 195,0 m³

Para o estabelecimento dos factores de ponta necessários ao cálculo da rede de distribuição, face ao tipo de população a servir, na qual se esperam coeficientes de simultaneidade maiores que os usuais, admitiram-se valores triplos daqueles que são indicados no regulamento para idênticos valores da população a servir.

Os caudais de ponta para o dimensionamento foram calculados troço a troço, em função dos correspondentes valores de população servida, tendo em conta a distribuição dos

trabalhadores pelas instalações residenciais e de escritórios. Para a totalidade da população servida, os valores considerados foram:

- Factor de ponta regulamentar 3,75
- Factor de ponta utilizado 11,3
- Caudal de ponta 16,8 l/s

3.3.2 Combate ao Incêndio

Independentemente do facto de as instalações poderem ser dotadas de meios de combate a incêndio de intervenção rápida, nomeadamente extintores, de acordo com as suas especificidades e com a legislação aplicável, prevê-se a adopção de meios de combate a incêndio com água, associados à rede geral de distribuição, para fazer face a eventuais sinistros deste tipo.

Assim, atribuiu-se à instalação um grau de risco 1, a que correspondem as seguintes regras gerais de dimensionamento:

- Volume mínimo de reserva para combate a incêndio 75,0 m³
- Caudal mínimo a satisfazer 15,0 l/s
- Diâmetro mínimo da rede 80 mm

Face ao tipo de construções, optou-se por uma rede de incêndio armada com carretéis do tipo teatro (50 mm) em cada um dos pavilhões residenciais e edifícios de escritórios e serviços, em vez dos usuais hidrantes aplicáveis em áreas urbanas tradicionais. Esta configuração permite um mais rápido e eficiente ataque ao incêndio pelo pessoal residente ou trabalhador, a qualquer hora do dia ou da noite, sem necessidade de recorrer a equipamentos auxiliares ou complementares como sucede com os hidrantes.

Para uso dos bombeiros, em caso de necessidade, prevê-se a instalação de dois marcos de incêndio em locais acessíveis, um junto à área residencial e outro junto às instalações industriais de armazéns e oficinas.

3.3.3 Dimensionamento Hidráulico das Conduitas

Os critérios de dimensionamento usados basearam-se no “Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais” (RGSPDADAR), de 23 de Agosto de 1995.

No dimensionamento das conduitas utilizou-se a fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = K_s \times S \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

em que:

Q - Caudal escoado (m³/s);

K_s - Coeficiente de Manning-Strickler (m^{1/3}/s);

S - Secção transversal (m²);

R - Raio hidráulico (m);

J- Perda de carga (m/m).

Os valores de KS utilizados no dimensionamento foram de 110 m^{1/3}/s.

3.4 ESQUEMA GERAL DO ABASTECIMENTO

O sistema de abastecimento de água proposto para o estaleiro foi dimensionado para a totalidade dos consumos previstos, com base nas estimativas de necessidades.

As condições topográficas do local permitem que se adopte uma rede de distribuição alimentada por gravidade a partir de um reservatório apoiado, instalado num ponto alto no interior do recinto, garantindo-se em todos os pontos uma pressão de serviço mínima na ordem dos 70 Pa.

Os carretéis e marcos de água de combate a incêndio serão alimentados pela rede geral de distribuição, garantindo-se que a reserva de incêndio não é consumida nas condições normais de exploração.

Em caso de sinistro, a reserva de combate ao incêndio poderá ser mobilizada através da manobra de uma válvula situada junto ao reservatório, podendo simultaneamente accionar-se uma bomba de serviço que garantirá automaticamente o aumento de pressão na rede para se atingir um mínimo de 250 Pa em todos os carretéis e marcos de incêndio.

A hidropressora e a pequena rede provisória que se prevê instalar numa fase inicial para a execução dos trabalhos de montagem do estaleiro serão dimensionadas para um caudal de 2 l/s, que se estima suficiente para as necessidades desses trabalhos. Esta hidropressora será constituída por uma única bomba centrífuga de eixo vertical multicelular, dimensionada para elevar um caudal de 2,0 L/s a uma altura manométrica de 45 m.c.a., associada a um reservatório de membrana de 200 l de capacidade.

Propõe-se que este equipamento, incluindo o contador de obra seja instalado sob um pequeno telheiro provisório paredes meias com a câmara de manobras do reservatório municipal existente, sob a supervisão do pessoal técnico da AdTMAD, sendo a alimentação de energia

fornecida pela rede do estaleiro e toda a montagem da responsabilidade do consórcio dono do estaleiro.

Esta instalação provisória será desactivada logo que se encontrem em funcionamento a adução e a rede definitivas.

3.5 RESERVATÓRIO DE ARMAZENAMENTO

Em condições normais, para garantir o serviço de abastecimento de água sem cortes, ao longo de todo o ano, o reservatório deverá ter uma capacidade útil da ordem de 18/24 do consumo médio diário do dia de maior consumo, para cobrir as flutuações horárias ao longo do dia, acrescido da reserva de incêndio/avaria, perfazendo, no presente caso, um volume total de:

$$V = 0,75 \times 195 + 75 = 221 \text{ m}^3$$

A relação 18/24 resulta de se considerar o consumo distribuído por 6 horas com uma adução contínua em 24 horas, no dia mais desfavorável do ano.

Por outro lado, para aglomerados populacionais desta ordem de grandeza, o Regulamento define como volume mínimo do reservatório de distribuição o valor de 1,5 vezes o caudal médio diário anual:

$$V \geq K \times Q_{md} = 195,0 \text{ m}^3$$

Face aos valores anteriores, adopta-se um reservatório com capacidade de 240 m³.

Ponderando o facto de se tratar de um reservatório que permanecerá no local durante um período de tempo limitado (5 anos) e o interesse em poder reutilizá-lo posteriormente em outras situações semelhantes, adopta-se um conjunto de 4 tanques pré-fabricados em PRV, próprios para água potável, constituindo células independentes, protegidos no exterior contra a acção dos raios solares e da radiação ultravioleta, com capacidade unitária de 60 m³.

As células serão dotadas individualmente de abertura de visita para limpeza, descargas de fundo e de superfície, dispositivo de ventilação e tomadas de água para serviço normal e para a reserva de incêndio às cotas adequadas.

As descargas de superfície e aberturas de ventilação serão protegidas contra a entrada de impurezas ou animais para o interior das células.

Na tabela seguinte indicam-se os caudais, diâmetros e velocidades de escoamento nos vários circuitos associados ao funcionamento do reservatório:

Circuito	Caudal máximo (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)
Adução	2,3	50 (f.g. 2")	1,1
Saída dos reservatórios. (abastecimento)	16,8	150 (f.g. 6")	1,0
Saída dos reservatórios. (incêndio)	5,0	80 (f.g. 3")	1,0
Conduta comum incêndio	15,0	100 (f.g. 4")	1,9

As 4 células do reservatório estão interligadas por um circuito dotado de válvulas de isolamento. Em condições normais de funcionamento as válvulas permanecerão todas abertas, de modo a que as células funcionem em sistema de vasos comunicantes com o mesmo nível em todas elas.

É possível, mediante o jogo de válvulas previsto, isolar cada uma das células, à vez, para manutenção e limpeza. Para o efeito, a adução será feita simultaneamente em duas das células, de modo a que possa manter-se em funcionamento pelo menos uma das entradas durante as operações de limpeza.

As células, cada uma com peso total superior a 60 ton. serão instaladas sobre uma base de enrocamento directamente fundada no solo, com uma laje de betão armado de 0,4 m de espessura para a distribuição de cargas.

A saída de água para a distribuição na rede será equipada com um medidor de caudal dimensionado para os caudais de ponta previstos, que satisfaça uma boa precisão e fiabilidade da grandeza medida, mesmo para pequenos caudais das horas mortas, e simultaneamente garanta uma baixa perda de carga para os caudais máximos.

O medidor a instalar será Ø150 mm, do tipo Flostar M da Actaris, ou outro de características equivalentes, para um caudal nominal de 50 m³/h (Q_{max} 100 m³/h).

Junto das instalações de escritórios e do refeitório serão igualmente instalados medidores de caudal, em caixas próprias, do mesmo tipo e marca, mas com diâmetro nominal de 80 mm, para caudal nominal de 30 m³/h (caudal máximo de 60 m³/h).

3.6 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

3.6.1 Tubagem e Acessórios

O material previsto para a rede de distribuição de água, é o PEAD (Polietileno de Alta Densidade) PE 100 ($\sigma = 8,0$ MPa).

As juntas de ligação entre os tubos de PEAD e entre estes e os acessórios serão electrosoldadas e as juntas de ligação a válvulas de seccionamento serão flangeadas (*stub-end* com flange louca).

3.6.1.1 Assentamento da Tubagem

A largura das valas para assentamento das tubagens, será de:

$$L = D_e + 0,50 \quad \text{para tubagens com } D_e \leq 0,50 \text{ m}$$

em que:

L - largura da vala (m);

D_e - diâmetro exterior da tubagem (m).

de acordo com os perfis transversais tipo da vala apresentados nas peças desenhadas.

3.6.1.2 Descargas de Fundo

Foram previstas descargas de fundo nos pontos baixos da rede para permitir o esvaziamento das condutas, na reparação de avarias, estabelecimento de novas ligações ou limpeza.

Nas peças desenhadas do projecto apresenta-se a localização e a definição do equipamento das descargas de fundo.

3.6.2 Descrição e Dimensionamento da Rede

A rede de distribuição é uma conduta ramificada, de alimentação gravítica, com origem no reservatório de armazenamento, para distribuição de água potável aos vários pontos de consumo no interior do estaleiro, dimensionada em cada troço para o caudal de ponta correspondente à população por ela servida, conforme se indica no quadro seguinte.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Nó	Cota do Terreno (m)	Cota de Soleira (m)	I (m/m)	Trecho	L (m)	Pop. (hab.)	cons. l/dia	Q Med l/s	Fp	Q cálc. (m³/s)	Ø Int. (mm)	Ø Com. (mm)	J (m/m)	ΔH troço (m)	ΔH Acuml. (m)	P (m c.a.)	V (m/s)
A1	503	502.20	0.106	A1 - A2	23	1157	80	13.0	12.2	0.01305	110.20	Ø 125	0.0186				1.4
A2	500.5	499.70	0.055	A2 - A3	14	1157	80	13.0	12.2	0.01305	110.20	Ø 125	0.0186	0.44	0.44	6.66	1.4
A3	499.7	498.90	0.037	A3 - A4	143	773	80	9.7	13.6	0.00970	110.20	Ø 125	0.0103	0.27	0.71	7.19	1.0
A4	494.4	493.60	0.063	A4 -	46	159	80	3.3	22.7	0.00334	110.20	Ø 125	0.0012	1.47	2.18	11.02	0.3
	491.5	490.70	0.038	-	27	157	80	3.3	22.8	0.00331	110.20	Ø 125	0.0012	0.06	2.24	13.86	0.3
	490.5	489.70	0.016	-	63	157	80	3.3	22.8	0.00331	110.20	Ø 125	0.0012	0.03	2.27	14.83	0.3
	489.5	488.70	0.007	- A5	44	157	80	3.3	22.8	0.00331	110.20	Ø 125	0.0012	0.07	2.34	15.76	0.3
A5	491.2	488.40	0.140	A5 -	66	155	80	3.3	22.9	0.00328	79.20	Ø 90	0.0068	0.05	2.40	16.00	0.7
	480	479.20	0.006	- A6	17	155	80	3.3	22.9	0.00328	96.80	Ø 110	0.0023	0.45	2.84	24.76	0.4
A6	480.2	479.10	0.004	A6 - A7	27	155	80	3.3	22.9	0.00328	79.20	Ø 90	0.0068	0.04	2.89	24.81	0.7
A7	480.1	479.00	0.034	A7 -	38	155	80	3.3	22.9	0.00328	79.20	Ø 90	0.0068	0.19	3.07	24.73	0.7
	478.5	477.70	-0.070	- A8	31	155	80	3.3	22.9	0.00328	79.20	Ø 90	0.0068	0.26	3.33	25.77	0.7
A8	480.69	479.89	-0.023	A8 -	35	120	80	2.8	25.2	0.00280	79.20	Ø 90	0.0050	0.22	3.55	23.36	0.6
	481.5	480.70	-0.002	-	49	70	80	2.0	31.1	0.00202	96.80	Ø 110	0.0009	0.18	3.73	22.37	0.3
	483	480.80	-0.012	-	17	70	80	2.0	31.1	0.00202	79.20	Ø 90	0.0026	0.04	3.77	22.23	0.4
	481.5	481.00	0.058	- A9	29	10	80	0.7	72.4	0.00067	79.20	Ø 90	0.0003	0.04	3.81	21.99	0.1
A9	479.8	479.30												0.01	3.82	23.68	
A2	500.5	499.70	0.100	A2 -	20	288	80	4.9	18.4	0.00490	79.20	Ø 90	0.0153		0.44	6.66	1.0
	498.5	497.70	0.055	- A2.1	27	144	80	3.1	23.5	0.00313	79.20	Ø 90	0.0062	0.31	0.74	8.36	0.6
A2.1	497	496.20	0.019	A2.1 - A2.2	26	144	80	3.1	23.5	0.00313	79.20	Ø 90	0.0062	0.17	0.91	9.69	0.6
A2.2	496.5	495.70												0.16	1.08	10.02	
A2.1	497	496.20	0.010	A2.1 - A2.1.1	20	96	80	2.4	27.4	0.00244	79.20	Ø 90	0.0038		0.91	9.69	0.5
A2.1.1	497	496.00												0.08	0.99	9.81	

Quadro 1 - Dimensionamento da rede de distribuição (Nós A1 ao A2.1.1)

ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Nó	Cota do Terreno (m)	Cota de Soleira (m)	I (m/m)	Trecho	L (m)	Pop. (hab.)	cons. l/dia	Q Med l/s	Fp	Q cálc. (m³/s)	Int. (mm)	Ø Com. (mm)	J (m/m)	ΔH troço (m)	ΔH Acuml. (m)	P (m c.a.)	V (m/s)
A3	499.7	498.90	0.117	A3 -	32	384	80	5.9	16.7	0.00594	96.80	Ø 110	0.0077		0.71	7.19	0.8
	496	495.20		- A3.1	27	384	80	5.9	16.7	0.00594	96.80	Ø 110	0.0077	0.24	0.95	10.65	0.8
A3.1	495	494.20	0.037											0.21	1.16	11.44	0.9
A3.2	494	493.20	0.060	A3.1 - A3.2	17	240	80	4.3	19.6	0.00435	79.20	Ø 90	0.0120	0.20	1.36	12.24	0.5
A3.3	491	490.20	0.066	A3.2 - A3.3	45	96	80	2.4	27.4	0.00244	79.20	Ø 90	0.0038	0.17	1.53	15.07	
A3.1	495	494.20													1.16	11.44	
A3.1.1	493.5	492.70	0.054	A3.1 - A3.1.1	28	336	50	3.4	17.5	0.00339	96.80	Ø 110	0.0025	0.07	1.23	12.87	0.5
A3.1.2	491.5	490.70	0.087	A3.1.1 - A3.1.2	23	336	50	3.4	17.5	0.00339	96.80	Ø 110	0.0025	0.06	1.28	14.82	
A3.1.1	493.5	492.70													1.23	12.87	
A3.1.1.1	492.5	491.70	0.023	A3.1.1 - A3.1.1.1	44	235	40	2.1	19.7	0.00214	79.20	Ø 90	0.0029	0.13	1.36	13.74	0.4
A3.1.1.2	491	490.20	0.062	A3.1.1.1 - A3.1.1.2	24	235	40	2.1	19.7	0.00214	79.20	Ø 90	0.0029	0.07	1.43	15.17	
A4	494.4	493.60	0.010	A4 - A4.1	50	200	80	3.9	20.8	0.00386	79.20	Ø 90	0.0095	0.48	2.66	11.04	0.8
A4.1	494.5	493.10													2.40	14.00	
A5	491.2	490.40	0.053	A5 - A5.1	194		40	3.0		0.00300	59.20	Ø 63	0.0270	5.24	7.63	19.07	1.6
A5.1	480.9	480.10	0.038	A5.1 - A5.2	609		40	15.0		0.01500	110.20	Ø 125	0.0246	14.97	17.37	9.33	
A5.2	457.7	456.90													4.60		
B1	503	502.20	0.050	B1 - B2	124	1584	80	16.5	11.3	0.01654	110.20	Ø 125	0.0299			4.60	1.7
B2	497	496.00	0.071	B2 -	32	1488	80	15.8	11.4	0.01577	110.20	Ø 125	0.0271	3.70	3.70	7.10	1.7
	494.5	493.70	0.079	-	25	1488	80	15.8	11.4	0.01577	110.20	Ø 125	0.0271	0.87	4.57	8.53	1.7
B3	492.5	491.70	0.031	- B3	19	1488	80	15.8	11.4	0.01577	110.20	Ø 125	0.0271	0.68	5.26	9.84	1.7
	491.9	491.10	0.041	B3 - B4	10	1248	80	13.8	11.9	0.01380	110.20	Ø 125	0.0208	0.52	5.77	9.93	1.4
B4	491.5	490.70	0.013	B4 - B5	22	960	80	11.4	12.8	0.01136	96.80	Ø 110	0.0281	0.20	5.98	10.12	1.5
B5	491.2	490.40	0.020	B5 - B6	10	816	80	10.1	13.4	0.01009	96.80	Ø 110	0.0222	0.63	6.61	9.79	1.4
B6	491	490.20	0.033	B6 - B7	46	432	80	6.4	16.1	0.00644	79.20	Ø 90	0.0264	0.22	6.83	9.77	1.3
B7	489.5	488.70	0.007	B7 - B8	30	144	80	3.1	23.5	0.00313	79.20	Ø 90	0.0062	1.21	8.04	10.06	0.6
B8	490.5	488.50	-0.114	B8 - B9	28	144	80	3.1	23.5	0.00313	79.20	Ø 90	0.0062	0.19	8.23	10.07	0.6
B9	492.5	491.70												0.18	8.41	6.69	
B2	497	496.00	-0.010	B2 - B2.1	19	96	80	2.4	27.4	0.00244	79.20	Ø 90	0.0038		3.70	7.10	0.5
B2.1	497	496.20												0.07	3.77	6.83	
B3	491.9	491.10	-0.105	B3 -	28	144	80	3.1	23.5	0.00313	79.20	Ø 90	0.0062		5.77	9.93	0.6
	494.8	494.00	-0.091	- B3.1	30	144	80	3.1	23.5	0.00313	79.20	Ø 90	0.0062	0.17	5.95	6.85	0.6
B3.1	497.5	496.70												0.18	6.13	3.97	
B4	491.5	490.70	-0.022	B4 - B4.1	23	96	80	2.4	27.4	0.00244	79.20	Ø 90	0.0038		5.98	10.12	0.5
B4.1	492	491.20												0.09	6.06	9.54	
B5	491.2	490.40	-0.050	B5 - B5.1	46	144	80	3.1	23.5	0.00313	79.20	Ø 90	0.0062		6.61	9.79	0.6
B5.1	493.5	492.70												0.29	6.90	7.20	
B6	491	490.20	0.013	B6 - B6.1	40	384	80	5.9	16.7	0.00594	96.80	Ø 110	0.0077		6.83	9.77	0.8
B6.1	490.5	489.70	0.039	B6.1 -	39	384	80	5.9	16.7	0.00594	79.20	Ø 90	0.0225	0.31	7.14	9.96	1.2
	489	488.20	0.002	- B6.2	29	240	80	4.3	19.6	0.00435	123.40	Ø 140	0.0011	0.87	8.00	10.60	0.4
B6.2	490	488.15	0.064	B6.2 - B6.3	31	96	80	2.4	27.4	0.00244	79.20	Ø 90	0.0038	0.03	8.04	10.61	0.5
B6.3	487	486.20												0.12	8.15	12.45	
B6.2	490	489.20	0.036	B6.2 - B6.2.1	27	144	80	3.1	23.5	0.00313	79.20	Ø 90	0.0062		8.04	9.56	0.6
B6.2.1	489	488.20												0.17	8.21	10.39	
B6.1	490.5	489.70	0.067	B6.1 - B6.1.1	23	144	80	3.1	23.5	0.00313	79.20	Ø 90	0.0062		7.14	9.96	0.6
B6.1.1	489	488.20												0.14	7.28	11.32	
B7	494.8	494.00	0.092	B7 - B7.1	50	144	80	3.1	23.5	0.00313	79.20	Ø 90	0.0062		8.04	4.76	0.6
B7.1	490.2	489.40												0.31	8.36	9.04	

Quadro 2 - Dimensionamento da rede de distribuição (Nós A3 ao B7.1)

Na determinação dos caudais de combate a incêndio considerou-se a situação mais desfavorável de funcionamento simultâneo dos 3 carretéis hidráulicamente mais afastados da fonte de alimentação, com um caudal unitário de 5 l/s cada um.

Os diâmetros foram estabelecidos de modo a garantir velocidades regulamentares para a situação de funcionamento ao caudal de ponta, respeitando o mínimo regulamentar de 80 mm.

As bocas-de-incêndio serão carretéis armados do tipo teatro (50 mm), alimentadas por ramais Ø63 mm e equipadas com agulheta e mangueira de 25 m.

No caso do ramal de alimentação à cozinha/refeitório, atendendo ao grande número de refeições a servir diariamente, admitiu-se um diâmetro mínimo de 110 mm, para satisfazer eventuais pontas de consumo que sejam exigidas pelos equipamentos de preparação das refeições ou da lavagem das loiças.

3.7 HIDROPRESSORA PARA COMBATE A INCÊNDIO

Esta hidropressora é constituída por uma única bomba instalada em linha no início da conduta de distribuição, à saída do reservatório, e tem como objectivo aumentar temporariamente a altura piezométrica do escoamento em todos os pontos da rede, para efeitos de combate a incêndio. A sua necessidade justifica-se pelo facto de a altura piezométrica do escoamento ser insuficiente para um combate a incêndio em condições satisfatórias junto de alguns dos alojamentos situados a cotas mais elevadas, caso a distribuição se faça apenas por gravidade.

Em caso de necessidade o combate a incêndio pode iniciar-se em qualquer momento, e por qualquer pessoa, com recurso aos carretéis instalados em cada um dos conjuntos residenciais, utilizando a água do abastecimento normal.

A mobilização da reserva de incêndio, bem como o aumento da pressão para um combate mais eficiente serão feitos junto do reservatório, por abertura de uma válvula que permite aceder à reserva (75 m³) e por accionamento de uma botoneira que comanda o arranque da bomba hidropressora.

A bomba será dimensionada para elevar um caudal de 15 l/s a uma altura manométrica de 20 m.c.a. e será de funcionamento manual, com arranque e paragem por botoneira localizada junto do reservatório:

- Número de grupos 1
- Caudal 15,0 L/s
- Altura de elevação 15 m.c.a.
- Rendimento estimado 60%
- Potência estimada 6,0 kW

4. CONCEPÇÃO – SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

4.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo refere-se às redes de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais do estaleiro definitivo da obra do Escalão de Montante do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor.

No capítulo 4.2 apresenta-se o enquadramento das condicionantes do local, nomeadamente no que respeita destino final das águas residuais.

No capítulo 4.3 apresentam-se os dados de base, a constituição e o dimensionamento da rede de águas residuais domésticas.

E por fim no capítulo 4.4 caracteriza-se e descreve-se a drenagem de águas pluviais.

4.2 CONDICIONANTES LOCAIS

O local de implantação do estaleiro é uma área de terreno não urbanizado, localizado próximo da povoação de Póvoa, concelho de Torre de Moncorvo.

Do ponto de vista do sistema de drenagem e tratamento de águas residuais domésticas, não existe na área de vizinhança do complexo uma ETAR que possibilite a ligação dos efluentes produzidos de forma técnica e economicamente viável.

Assim prevê-se a construção de uma ETAR própria, com capacidade para tratar a totalidade dos efluentes domésticos gerados e os do tipo industrial sempre que compatíveis com o tipo de tratamento preconizado, sendo o efluente tratado lançado no meio receptor natural.

No presente estudo consideram-se apenas as obras respeitantes à rede de drenagem de águas residuais domésticas do estaleiro, e drenagem de águas pluviais exteriores, deixando para um estudo separado as obras referentes à drenagem das águas das instalações industriais (armazéns e oficinas), ETAR e descarga do efluente tratado.

4.3 DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

4.3.1 Caudais a escoar

Para efeito de dimensionamento da rede de drenagem de águas residuais, consideram-se os mesmos valores que foram estimados para o abastecimento de água, com base na informação referente à população a servir:

Tipo	População (hab.)	Capitação (l/hab./dia)	Consumos Estimados (m³/dia)
Trabalhadores residentes	1500	80	120
Trabalhadores não residentes	200	50	10
TOTAL			130

Face ao tipo de aglomerado a servir, no qual não se espera uma grande diversificação de consumos, admite-se um coeficiente de afluência à rede de 1,0 e considera-se o factor de ponta regulamentar afectado de um factor de majoração igual a 3, tal como se admitiu para a rede de abastecimento de água.

4.3.2 Critérios de Dimensionamento

Os critérios de dimensionamento usados basearam-se no “Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais” (RGSPDADAR), de 23 de Agosto de 1995.

No dimensionamento dos colectores utilizou-se a fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = K_s \times S \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

em que:

Q - Caudal escoado (m^3/s);

K_S - Coeficiente de Manning-Strickler ($m^{1/3}/s$);

S - Secção transversal (m^2);

R - Raio hidráulico (m);

i - Inclinação (m/m).

Os valores de K_S utilizados no dimensionamento foram de $110 m^{1/3}/s$.

4.3.3 *Descrição da Rede de Drenagem*

4.3.3.1 Material

A rede será construída por tubos de PVC corrugado PN 4.

4.3.3.2 Valas

A largura das valas considerada para assentamento foi de $D_{ext}+0,5$ m, para colectores com $D_{ext}<500$ mm. As alturas são as indicadas nos respectivos perfis longitudinais.

4.3.3.3 Condições de Assentamento

Os colectores devem assentar sobre almofada de terra cirandada ou areia em vala compatível com o respectivo diâmetro e perfil longitudinal. O recobrimento até 0.30 m do extradorso da tubagem deverá ser feito com terras da vala cirandadas ou terras de empréstimo, devidamente compactadas.

Os declives serão os suficientes para que o escoamento dos caudais de projecto se processe nas condições regulamentares.

4.3.3.4 Profundidade Mínima de Assentamento

A profundidade mínima considerada para assentamento dos colectores domésticos, medida entre a soleira dos tubos e o nível do terreno foi de 1.0 m, excepto na travessia dos arruamentos. Nestes casos, a profundidade foi alargada para 1,20 m e os tubos protegidos com uma bainha de betão para evitar danos por acção das cargas rolantes dos veículos.

4.3.3.5 Juntas

A união entre as tubagens de PVC corrugado é por abocardamento, com anel de estanquidade, de modo a obter uma perfeita estanquidade a líquidos e a gases do interior para o exterior e vice-versa.

4.3.3.6 Câmaras de Visita e Queda

As câmaras de visita são previstas nas seguintes situações:

- pontos de mudança de direcção, diâmetro e de inclinação dos colectores;
- alinhamentos rectos de modo a que o afastamento máxima entre duas câmaras consecutivas não exceda 60 m;
- confluência de colectores.

Foram adoptadas câmaras de visita com corpo em anéis de betão pré-fabricados, de diâmetro 1.00 m para alturas até 2.50 m e de 1.25 m de diâmetro para alturas superiores.

As tampas das caixas de visita são em ferro fundido dúctil, com diâmetro 600 mm, articuladas não ventiladas, com aro redondo e de classe conforme o tipo tráfego a que estão sujeitas, de acordo com a NP EN 124.

Os acessos ao interior das câmaras serão feitos com degraus de acordo com a NP 883, executados com varão de aço revestido a polipropileno.

Os pormenores de execução das câmaras de visita estão patentes nos desenhos que acompanham o projecto.

4.3.4 Dimensionamento da Rede

A rede será constituída por colectores gravíticos, com diâmetro de 200 mm, PN4, em toda a extensão, conforme se justifica no mapa de cálculo seguinte:

Perfil	Terreno (m)	Cota de Soleira (m)	Altura da caixa (m)	L (m)	Q méd. (l/s)	Fp (-)	Q ponta (l/s)	Ø com. (mm)	h (mm)	h/D (-)	V (m/s)	t (N/m ²)
D0	471.90	470.26	1.64									
				54.99	2.4	5.5	13.1	Ø 200	43	0.21	2.9	23.5
D1	477.10	475.44	1.66									
				31.70	0.9	8.0	7.1	Ø 200	27	0.13	3.1	31.1
D2	482.50	481.50	1.00									
				57.85	0.9	8.0	7.1	Ø 200	30	0.15	2.7	21.9
D3	489.73	488.53	1.20									
				57.55	0.9	8.0	7.1	Ø 200	49	0.24	1.3	4.6
D4	491.00	489.48	1.52									
				40.52	0.2	16.5	2.8	Ø 200	22	0.11	1.6	8.1
D5	492.80	491.83	0.97									
				60.25	0.2	16.5	2.8	Ø 200	23	0.11	1.5	8.0
D6	497.00	495.27	1.73									
D1	477.10	475.44	1.66									
				58.69	1.5	6.5	9.8	Ø 200	36	0.18	2.8	23.0
D1.1	484.10	481.79	2.31									
				42.00	1.1	7.5	7.9	Ø 200	32	0.16	2.7	21.3
D1.2	489.40	486.43	2.97									
				43.16	1.1	7.5	7.9	Ø 200	39	0.19	2.0	11.3
D1.3	491.00	488.54	2.46									
				11.08	0.9	8.0	7.1	Ø 200	66	0.33	0.9	1.8
D1.4	490.00	488.60	1.40									
				54.74	0.9	8.0	7.1	Ø 200	43	0.22	1.5	6.5
D1.5	491.00	490.00	1.00									
				22.79	0.4	11.3	4.4	Ø 200	40	0.20	1.1	3.1
D1.6	491.30	490.30	1.00									
				9.06	0.3	13.1	3.6	Ø 200	29	0.15	1.4	5.9
D1.7	491.60	490.60	1.00									
				20.06	0.1	19.9	2.2	Ø 200	21	0.11	1.3	6.0
D1.8	492.50	491.50	1.00									
				25.17	0.1	19.9	2.2	Ø 200	19	0.09	1.6	9.3
D1.9	494.50	493.50	1.00									
				33.57	0.1	19.9	2.2	Ø 200	19	0.10	1.6	8.8
D1.10	497.00	496.00	1.00									
				15.78	0.1	19.9	2.2	Ø 200	36	0.18	0.6	1.1
D1.11	497.00	496.08	0.92									
D1.1	484.10	481.79	2.31									
				46.51	0.3	13.1	3.6	Ø 200	22	0.11	2.2	15.7
D1.1.1	488.20	487.20	1.00									
				31.80	0.2	16.5	2.8	Ø 200	35	0.17	0.8	2.0
D1.1.2	488.50	487.50	1.00									
				25.52	0.1	27.5	1.5	Ø 200	22	0.11	0.9	2.7
D1.1.3	489.00	488.00	1.00									

Quadro 3 - Dimensionamento da rede de Drenagem Doméstica (Nós D0 ao D1.1.3)

ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Perfil	Terreno (m)	Cota de Soleira (m)	Altura da caixa (m)	L (m)	Q méd. (l/s)	Fp (-)	Q ponta (l/s)	Ø com. (mm)	h (mm)	h/D (-)	V (m/s)	t (N/m ²)
D1.3	491.00	488.54	2.46									
				37.69	0.2	16.5	2.8	Ø 200	33	0.16	0.9	2.4
D1.3.1	490.00	489.00	1.00									
				21.00	0.1	27.5	1.5	Ø 200	18	0.09	1.2	5.3
D1.3.2	491.00	490.00	1.00									
D1.4	490.00	488.60	1.40									
				13.31	0.2	16.5	2.8	Ø 200	24	0.12	1.4	6.4
D1.4.1	490.00	489.17	0.83									
D1.5	491.00	490.00	1.00									
				48.10	0.2	16.5	2.8	Ø 200	24	0.12	1.4	6.7
D1.5.1	493.20	492.20	1.00									
D1.6	491.30	490.30	1.00									
				17.20	0.1	19.9	2.2	Ø 200	27	0.13	1.0	2.9
D1.6.1	491.60	490.60	1.00									
D1.7	491.60	490.60	1.00									
				26.59	0.2	16.5	2.8	Ø 200	19	0.10	1.9	13.1
D1.7.1	494.50	493.50	1.00									
				27.22	0.2	16.5	2.8	Ø 200	20	0.10	1.8	11.5
D1.7.2	497.00	496.00	1.00									
D4	491.00	489.48	1.52									
				20.49	0.7	8.7	6.3	Ø 200	62	0.31	0.8	1.7
D4.1	491.00	489.58	1.42									
				45.49	0.3	12.1	4.0	Ø 200	49	0.25	0.7	1.4
D4.2	491.00	489.81	1.19									
				38.30	0.2	16.5	2.8	Ø 200	41	0.20	0.7	1.2
D4.3	491.00	490.00	1.00									
				40.37	0.1	27.5	1.5	Ø 200	16	0.08	1.4	7.5
D4.4	494.00	493.00	1.00									
D4.1	491.00	490.00	1.00									
				13.31	0.4	11.3	4.4	Ø 200	27	0.13	2.0	12.2
D4.1.1	492.00	491.00	1.00									
D4.2	491.00	490.00	1.00									
				44.75	0.2	16.5	2.8	Ø 200	20	0.10	1.8	11.3
D4.2.1	495.00	494.00	1.00									
				31.13	0.1	27.5	1.5	Ø 200	17	0.08	1.3	6.7
D4.2.2	497.00	496.00	1.00									
D6	497.00	495.24	1.76									
				30.35	0.2	16.5	2.8	Ø 200	41	0.20	0.7	1.2
D6.1	497.30	495.40	1.91									
				21.00	0.1	27.5	1.5	Ø 200	30	0.15	0.6	0.9
D6.2	496.50	495.50	1.00									
D0	471.90	470.90	1.00									
				60.00	0.1	18.9	1.2	Ø 200	12	0.06	1.6	9.9
D0.1	480.50	478.44	2.06									
				27.57	0.1	18.9	1.2	Ø 200	31	0.15	0.4	0.5
D0.2	481.50	478.52	2.98									
				36.02	0.1	18.9	1.2	Ø 200	30	0.15	0.4	0.6
D0.3	481.50	478.63	2.87									
				37.33	0.1	19.8	1.1	Ø 200	30	0.15	0.4	0.5
D0.4	480.20	478.74	1.46									
				31.77	0.0	31.1	0.7	Ø 200	23	0.11	0.4	0.4
D0.5	480.20	478.84	1.36									
				15.67	0.0	128.8	0.1	Ø 200	12	0.06	0.2	0.2
D0.6	480.10	478.88	1.22									
				20.93	0.0	128.8	0.1	Ø 200	12	0.06	0.2	0.2
D0.7	480.00	478.94	1.06									
				18.40	0.0	128.8	0.1	Ø 200	11	0.06	0.2	0.2
D0.8	480.00	479.00	1.00									

Quadro 4 - Dimensionamento da rede de Drenagem Doméstica (Nós D1.3 ao D0.8)

4.4 DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.4.1 Caudais A Escoar

A avaliação dos caudais de águas pluviais foi feita considerando as curvas IDF regulamentares para a região de Torre de Moncorvo (região B), com período de retorno de 2 anos, face à natureza provisória do empreendimento e aos bons declives do terreno, pouco propícios à acumulação das águas ou à ocorrência de inundações com consequências gravosas.

$$T = 2 \text{ anos}$$

$$a = 162,18$$

$$b = -0,577$$

Na concepção do estaleiro as diversas edificações e vias foram implantadas de forma a evitar movimentações de terras significativas, mantendo-se de uma forma geral o terreno nas cotas originais e com pouca alteração do coberto vegetal, excepto nos locais de implantação dos edifícios.

Assim, em termos de drenagem pluvial, a alteração mais significativa prende-se com a impermeabilização de uma área estimada de 30000 m², distribuída por edifícios, estacionamento e arruamentos pavimentados.

Se admitirmos que o terreno natural actual é do tipo compacto, livre de construções e com declives médios entre 1,5 e 8% (coeficiente de escoamento = 0,26), com um tempo de concentração da ordem dos 15 minutos o aumento da área impermeabilizada ocasionará um aumento do caudal escoado da ordem dos 210 L/s, distribuído pelas várias linhas de água situadas dentro da área da zona residencial do estaleiro e que confluem na linha principal que passa junto das instalações industriais.

4.4.2 Drenagem

Face ao tipo de construções que se pretendem implementar no estaleiro e à sua implantação no terreno, que permanecerá tanto quanto possível no seu estado natural, não se considera adequado instalar uma rede de drenagem pluvial com sumidouros e caixas de visita, que seriam de pouca utilidade e rapidamente ficariam inoperacionais, por assoreamento.

Em alternativa, privilegia-se o escoamento em canais a céu aberto através de pequenas valetas que protejam as instalações residenciais das escorrências superficiais que podem causar incómodos, lançando-as na rede hidrográfica natural.

Em alguns locais o próprio traçado das linhas de água foi também rectificado em curtas extensões, para evitar interferências com as plataformas de instalação dos edifícios e alojamentos do pessoal residente.

As valetas propostas terão uma secção triangular com 2 m de largura e 0,4 m de altura e serão instaladas nos locais indicados nas peças desenhadas.

A correcção pontual do traçado das linhas de água será feita respeitando o mais possível as suas características naturais no que respeita à capacidade de vazão, declive e natureza do leito.

5. CONCLUSÕES

O estágio realizado proporcionou o emprego dos conhecimentos adquiridos na área da hidráulica e conseqüentemente a sua consolidação nas seguintes áreas:

- Dimensionamento e análise do comportamento das infra-estruturas de hidráulica urbana, nomeadamente em Sistemas de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais.
- Desenvolvimento de estudos e metodologias frequentemente utilizadas na avaliação das necessidades gerais de água dos núcleos urbanos;

- Estudo do armazenamento de água em pequenos reservatórios, de forma, a suprir a necessidade de água por períodos não muito longos.
- Estudo de um sistema elevatório tendo em conta as necessidades de caudal e as pressões no abastecimento.
- Nos métodos de construção em zonas com níveis freáticos elevados de estações elevatórias pelo processo de paredes moldadas.

As diversas tarefas desenvolvidas ao longo do estágio, permitiu-me não só, integrar uma equipa em pleno funcionamento, como tomar conhecimento de alguns métodos de abordagem para as questões de concepção. Este consolidar de conceitos são indispensáveis para o desenvolvimento de projectos de maior dimensão e complexidade.

6. BIBLIOGRAFIA

Lencastre, A. (1996). *Hidráulica Geral*. (A. Lencastre, Ed.) Lisboa, Lisboa.

Lencastre, A., & Franco, F. M. (2006). *Lições de Hidrologia*. Almada: Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa.

Ministro, M. d.-G. (10 de Julho de 1965). Regulamento das Instalações Provisórias Destinadas ao Pessoal, Empregado nas Obras. *Disposição Regulamentar*.

Paixão, A. (1999). *Esgotos em Urbanizações e Instalações Prediais*. Lisboa: Orion.

Quintela, A. C. (1981). *Hidráulica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais. (1997). Rei dos Livros.

ANEXOS

Estudos e Projectos da Frente de Drenagem Cais do Sodré – Alcântara II – Interceptor Cais do Sodré – Alcântara (II)

Anexo I – Planta de implantação do interceptor Cais do Sodré - Alcântara (II) e infra-estruturas associadas (Desenhos 09-1, 09-2, 09-03, 09-04, 09-05 e 09-06)

Anexo II – Perfil Longitudinal do Interceptor Cais do Sodré – Alcântara (II) e Infraestruturas Associadas (Desenhos 10-1 e 10-2)

Anexo III – Planta de implantação da Estação Elevatória de Santos (EE 20) e infra-estruturas associadas (Desenho 11)

Anexo IV – Planta de implantação da Estação Elevatória da Rocha Conde de Óbidos e infra-estruturas associadas (Desenho 15)

Escalão de Montante – Área Social – Estaleiro e acessos

Anexo V – Redes de Abastecimento de Água e Incêndio – Rede de Abastecimento de Água – Planta Geral

Anexo VI – Redes de Esgotos Pluviais e Domésticos – Drenagem de Águas Pluviais – Planta Geral e Pormenores -

Anexo VII – Redes de Esgotos Pluviais e Domésticos – Rede de Águas Residuais Domésticas – Planta Geral e Vala Tipo