Assinado de forma digital por MARIZA CASCÃO FERREIRA DE ALMEIDA
Dados: 2022.10.25 12:42:04 +01'00'

ENGIDRO engineering solutions

ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ
Grupo Águas de Portugal

INTERVENÇÕES URGENTES EM TRÊS CÂMARAS DA ATUAL ADUTORA ETA-MONTE CHÃOS

FASE 1 - INTERVENÇÃO NA CAIXA DE VALE MARIM

CADERNO DE ENCARGOS

PROJETO DE EXECUÇÃO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

OUTUBRO 2022

ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ, S.A. (AdSA)

INTERVENÇÕES URGENTES EM TRÊS CÂMARAS DA ATUAL ADUTORA ETA-MONTE CHÃOS FASE 1 - INTERVENÇÃO NA CAIXA DE VALE MARIM

APRESENTAÇÃO

As Águas de Santo André S.A. adjudicaram à ENGIDRO – Engineering Solutions, Lda. a elaboração do Projeto de Execução "Intervenções urgentes em três câmaras da atual Adutora ETA-Monte Chãos".

Os serviços compreendem as seguintes fases:

- Fase 1 - Projeto de Execução da intervenção na Caixa de Vale Marim;
- Fase 2 - Projeto de Execução da intervenção nas restantes caixas;
- Fase 3 - Plano de contingência para atual caixa de Vale Marim;
- Fase 4 - Assistência Técnica até à Receção Provisória.

A Conduta Adutora entre a ETA de Morgavel e o Reservatório de Monte Chãos tem início na cisterna de água industrial da estação de tratamento (Nível máximo = ≈74.0 m e cota de soleira ≈70.0 m) e término na Casa de Águas (Nível máximo = ≈59.0 m e cota de soleira ≈53 m) do Reservatório de Monte Chãos.

A conduta é constituída por tubos de betão armado pré-esforçado longitudinalmente, cintados com espiras de aço (tubos fabricados pela SONACA). Os troços de tubo instalados em câmaras e túneis são em aço. Os equipamentos e acessórios mecânicos, nomeadamente, válvulas, ventosas, juntas de montagem, são em ferro fundido.

A conduta encontra-se em serviço contínuo desde 1980. O estado de conservação dos equipamentos mecânicos e acessórios metálicos em aço existentes, em câmara de válvulas, de descargas de fundo e de ventosas, bem como, em travessias, é deficiente, existindo reservas quanto à sua operacionalidade.

O estado de conservação da conduta em betão armado propriamente dita é desconhecida, não se conhecendo o seu real estado de conservação atual. Sabe-se apenas que a proteção catódica está fora de serviço há algum tempo, que justifica em parte o estado que as partes da tubagem em aço apresentam fugas sugerindo que a tubagem em betão armado também possa apresentar uma degradação anormal.

O projeto visa resolver os problemas das fugas na conduta adutora, que apresenta neste momento uma deficiência estrutural com perda de água, e possibilidade de colapso da conduta em três caixas.

Um colapso da infraestrutura corresponde a uma interrupção do fornecimento da água industrial ao Polo Industrial de Sines, e respetiva paragem das unidades industriais, onde se destaca a Petrogal, Repsol e Indorama, com consequências graves para a Águas de Santo André, S.A. (AdSA) e para o PIB do País.

A solução apresentada passa por um reforço estrutural da infraestrutura existente, com a condicionante de que a conduta adutora não pode ser colocada fora de serviço, e está sujeita a uma pressão de serviço de 6 bar. Não sendo possível colocar a conduta fora de serviço, a execução dos trabalhos prevê medidas excecionais e o respetivo faseamento.

O projeto de execução para "Intervenções urgentes em três câmaras da atual Adutora ETA-Monte Chãos" consiste na definição de um projeto das intervenções urgentes a realizar em três câmaras da atual Adutora e ainda na definição de um plano de contingência para a atual caixa de Vale Marim.

A presente empreitada corresponde à Fase 1 – Intervenção na Caixa de Vale Marim.

Neste âmbito foi desenvolvido um Projeto de Execução que contempla a definição das soluções a implementar, de modo a ser possível promover o lançamento do Concurso da Empreitada para execução das respetivas obras.

O Projeto contém as peças escritas e desenhadas necessárias à definição dos trabalhos de Construção Civil a executar. Prepara-se ainda as Especificações Técnicas, bem como o Plano de Segurança e Saúde (PSS), a Compilação Técnica da Obra (CT) e o Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (PPGRCD).

Ficha Técnica	
Cliente:	ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ, S.A. (AdSA)
Título:	INTERVENÇÕES URGENTES EM TRÊS CÂMARAS DA ATUAL ADUTORA ETA-MONTE CHÃOS FASE 1 - INTERVENÇÃO NA CAIXA DE VALE MARIM
Referência:	E1433-1
Tipo:	Projeto de Execução
Versão:	01
Data de Emissão:	Outubro de 2022
Aprovação:	João Alves Guimarães

Equipa de Trabalho	
Gestão do Projeto	Maria do Mar Leitão
Estruturas e Fundações	António Cardoso
Arquitetura	Carlos Conceição
Coordenação de Segurança e Saúde em Projeto	Patrícia Ribeiro
Desenho	António Antunes Carmen Martins

Responsável(is) pelo Estudo	Direção Técnica
António Cardoso	João Alves Guimarães

Registo das Alterações		
Ordem da Versão	Data	Designação
00	2022-08	Versão para apreciação

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ, S.A. (AdSA)

INTERVENÇÕES URGENTES EM TRÊS CÂMARAS DA ATUAL ADUTORA ETA-MONTE CHÃOS FASE 1 - INTERVENÇÃO NA CAIXA DE VALE MARIM

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 3
2. ENQUADRAMENTO 3
3. SOLUÇÃO PROPOSTA 3
4. MATERIAIS ESTRUTURAIS 4
5. ESTUDO GEOTECNICO 5
6. PROCESSO CONSTRUTIVO 5
7. EXECUÇÃO DAS MICRO ESTACAS 6
7.1 CRIAÇÃO DA PLATAFORMA DE TRABALHO 6
7.2 IMPLANTAÇÃO DAS MICROESTACAS 6
7.3 METODOLOGIA DE FURAÇÃO 7
7.4 SELAGEM DAS MICROESTACAS 7
7.5 COLOCAÇÃO DA ARMADURA 7
7.6 INJECÇÃO DO BOLBO DE SELAGEM 8
7.7 CALDA DE INJECÇÃO 8
7.8 NORMAS APLICADAS AOS EUROCÓDIGOS 8
7.9 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA 9
7.10 MATERIAIS 9

ÁGUAS DE SANTO ANDRÉ, S.A. (AdSA)

INTERVENÇÕES URGENTES EM TRÊS CÂMARAS DA ATUAL ADUTORA ETA-MONTE CHÃOS FASE 1 - INTERVENÇÃO NA CAIXA DE VALE MARIM

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1. INTRODUÇÃO

A presente memória descritiva e justificativa refere-se à intervenção de urgência da caixa de Vale Marim da Conduta Adutora entre a ETA de Morgavel e o Reservatório de Monte Chãos que fornece água industrial ao Polo Industrial de Sines, solicitada pela Águas de Santo André S.A..

O projecto foi entregue em agosto de 2023, tendo sido recebido, 10 de setembro, da parte das Águas de Santo André um parecer do FUNDEC sobre o projecto apresentado.

2. ENQUADRAMENTO

A caixa possui um conjunto de tubagens em aço, e respectivas válvulas e ligações, sem protecção catódica e evidenciando sinais de corrosão.

Encontra-se executada dentro da caixa e envolvendo uma parte da tubagem da adutora uma "caixa" constituída por diversos perfis metálicos e chapas, com forma rectangular, que envolvem uma rotura pontual da tubagem.

De acordo com a informação fornecida a pressão da tubagem é de 6 bar, o equivalente a 600 kN/m^2.

O referido reforço possui uma descarga de fundo, que inclui válvula de corte.

De acordo com a informação prestada, aquando do fecho da válvula de fundo para colocar o "reforço" em carga e repor a pressão da adutora, observou-se o encurvamento dos perfis e o "desligar" do "reforço" da parede de betão da caixa.

3. SOLUÇÃO PROPOSTA

A solução agora proposta consiste em envolver a parte da tubagem em que é necessário estancar a rotura, com um maciço em betão armado.

Atendendo à geometria da caixa e ao atravancamento existente, optou-se pelo preenchimento transversal em betão armado do reforço metálico executado anteriormente.

O funcionamento deste maciço a executar é em conjunto com as paredes pré-existentes da câmara.

As dimensões do maciço esquerdo e direito são respectivamente de 0,90 m e de 2,1 m de espessura, além da espessura da parede da caixa.

Superiormente (por cima do reforço metálico existente) é executada uma "laje/maciço" com uma espessura de 0,60 m.

Além da espessura do elemento, há que ter em linha de conta com a laje de cobertura da caixa.

Não tomando em consideração o efeito da laje de cobertura da câmara, o que é a favor da segurança, e retirando o efeito do peso próprio da laje, a acção devido ao eventual arrebentamento da tubagem é de 585 kN/m^2.

O vão da laje em consideração é de 2,0 m.

Donde o valor do momento máximo devido a essa acção é de 97,5 kNm x 1,5 = 146,25 kNm/m

Em termos de armadura resulta em 8,4 cm^2/m que é inferior às diversas camadas de armadura de diâmetro de 16 mm adoptadas.

Em termos da face que dá para o interior da câmara, a espessura do elemento é de 1,5 m.

Neste caso a armadura necessária para a verificação da segurança é de 2,77 cm^2/m

Os critérios seguidos no dimensionamento das estruturas são os constantes dos diversos regulamentos de segurança aplicáveis, nomeadamente Eurocódigos 0, 1 e 2 e ainda o disposto no Regulamento de Segurança de Acções Para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA) e no Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (R.E.B.A.P.).

O volume de betão nas 3 primeiras betonagens é de aproximadamente 33,25 m^3.

O acréscimo da tensão médio no contacto da caixa com o terreno de fundação é de 16 kPa, valor bastante reduzido quando comparado com a tensão inicial do terreno (600 KPa).

Apesar das tensões relativamente reduzidas, optou-se pela consideração de 2 microestacas a colocar na face exterior da caixa para absorver a carga agora colocada na caixa com a execução do maciço interior para colmatar a rotura existente, devido a duas razões essenciais: primeiro, na eventualidade de haver uma rotura na tubagem em betão da adutora na zona adjacente à caixa, a câmara não é afectada; em segundo lugar a 4ª fase de betonagem solicitada pelas Águas de Santo André faz um acréscimo de carga total que torna conveniente a criação de apoios específicos para absorver essa carga, tendo em atenção o perfil geotécnico do local.

O volume da 4ª betonagem acrescenta um volume de 18 m^3, donde a carga por micro estaca será da ordem dos 640 kN.

4. MATERIAIS ESTRUTURAIS

Os materiais adotados são:

- Betão C12/15 (B15) em regularização e limpeza, quando necessário;

- Betão C35/45, com uma dosagem mínima de 340 kg de ligante por m^3 e de 300 kg por m^3 de cimento Portland de alto-forno do tipo CP III-32 (BC), e uma relação de água/cimento máxima de 0,5, de acordo com a NP ENV-206 parte 1;
- Aço A400NR de ductilidade normal.

Definidos nos termos do Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado bem como na Norma Portuguesa ENV-206, E378 (LNEC) ou o que consta do antigo Regulamento de Betões e Ligantes Hidráulicos.

As classes de exposição consideradas, em função das condições ambientais e segundo a especificação do LNEC E464, são XC4.

Deve entender-se como dosagem mínima de cimento, que consta nas peças desenhadas, como a parcela de ligante que não pode ser substituída por cinzas ou outro material equivalente.

A classe de inspecção é a classe 1.

5. ESTUDO GEOTECNICO

Foi solicitado pelas Águas de Santo André um estudo geotécnico à empresa Geocontrole, o qual foi executado em Julho de 2022 e cujo teor essencial se reproduz em seguida.

"……Superficialmente a campanha de prospeção permitiu reconhecer depósitos de aterro (At), com espessuras aproximadas de 4,5m. Trata-se, superficialmente, de aterros heterogéneo pedregosos com matriz areno-siltosa, inferiormente desenvolve-se depósitos argilosos com passagens silto arenosas muito descomprimidos.

Quando testados quanto à sua resistência, através de ensaios SPT, registaram valor de 3 pancadas evidenciando a tradicional debilidade geotécnica deste tipo de materiais, faz exceção o ensaio SPT dos 1,5m que apresenta valor NSPT=60 empolado pela fração pedregosa do aterro. Atente-se, no entanto, que se exclui a possibilidade de virem a ser interferidos aterros com espessuras superiores às referenciadas pela campanha de prospeção, pese embora o facto de se tratar de uma área relativamente exígua. Esta deverá ser pois uma preocupação latente na caracterização do dispositivo geotécnico em presença, necessariamente alargada à fase de obra, porquanto não se esgote com a apresentação deste relatório nem com o mais elaborado dos planos de prospeção geotécnica.

Inferiormente estabelece-se a formação de Mira (HPr) que se caracteriza localmente pela ocorrência de camadas xistosas, superiormente apresentam-se intensamente alteradas debitando-se em silte arenoso por vezes argiloso intercalado com passagens decimétricas de xisto compacto

6. PROCESSO CONSTRUTIVO

O processo construtivo adoptado passa pela execução prévia de duas escoras em perfis HEB 180 para estabilização do reforço metálico e a execução da descarga de fundo e respectiva válvula de fecho.

Em seguida deverão ser executadas as microestacas previamente ao acréscimo de carga, por forma que possam suportar efectivamente a carga adicionada pelo betão do maciço interior.

Após esses procedimentos iniciais deverá ser executada a picagem da superfície das paredes com martelos de pequena dimensão para evitar vibrações desnecessárias e proceder à remoção de elementos ainda soltos do betão e do pó através da decapagem com jacto de água.

Em seguida serão executadas as armaduras de acordo com o proposto que são devidamente "chumbadas" às paredes, laje de cobertura e laje de fundo da câmara.

A betonagem será executada por fases, devendo ocorrer pelo menos 7 dias entre cada fase de betonagem.

O betão será preferencialmente apiloado e com um slump 5 que o permita.

Antes da 3ª fase de betonagem deverão ser abertas na laje de cobertura da câmara as aberturas necessárias para permitir a última fase de betonagem do maciço da zona central da caixa.

A última fase de betonagem corresponde à selagem da câmara lateral onde estão localizados uma válvula e um T de expansão do sistema.

7. EXECUÇÃO DAS MICRO ESTACAS

7.1 CRIAÇÃO DA PLATAFORMA DE TRABALHO

A plataforma de trabalho deverá ser horizontal, estável e com boas condições de drenagem, com o espaço suficiente para permitir a sua movimentação com a segurança e operacionalidade adequadas. Sugere-se a criação de pequenas valas ou condutas para encaminhamento das águas resultantes da furação.

A plataforma de trabalho deverá ter as dimensões adequadas ao equipamento a utilizar, devendo ser adaptadas caso a caso em função da real localização e tendo o cuidado de minimizar a carga sobre a conduta existente.

Prevê-se a execução de uma camada de 30cm de material britado, devidamente compactado com recurso a cilindro manual; entre esta camada e o terreno original deverá ser colocado um geotêxtil, por forma a minimizar a migração do material britado para o terreno natural e vice-versa. Não obstante, e em função da proximidade do NF, estas condições de plataforma poderão ter de ser reforçadas.

Existem ainda outros factores a analisar localmente como por exemplo:

- Eventuais diferenças topográficas entre plataformas de trabalho;
- Distância a obstáculos dos elementos a executar;
- Características das microestacas.

7.2 IMPLANTAÇÃO DAS MICROESTACAS

A implantação das microestacas deve ser realizada topograficamente, com o seu eixo assinalado por intermédio de um varão cravado no solo, com diâmetro e comprimento suficientes para que o seu posicionamento não possa ser facilmente alterado.

7.3 METODOLOGIA DE FURAÇÃO

Prevê-se que a furação seja realizada à rotação, com um diâmetro de furação mínimo de 220 mm (armadura diâmetro 139,7mm). A ferramenta que se prevê utilizar para esse efeito será uma coluna de varas munida de trialeta na sua extremidade ou outra, utilizando água como fluido de perfuração.

Nos locais onde as características do terreno assim o permitirem, poder-se-á também recorrer à furação por intermédio de trados, de diâmetro DN 250mm.

Eventualmente, e face às reais condições geológico-geotécnicas encontradas em obra, poderá em algumas zonas revelar-se necessário o recurso a ar comprimido como fluido de limpeza, com ou sem rotopercussão.

Na eventual situação de as paredes do furo não se manterem estáveis ao longo das operações de furação, colocação da armadura e selagem do furo, e não for possível estabilizá-las com nenhum dos métodos de furação anteriormente preconizados, poder-se-á recorrer à utilização de revestimento provisório.

O revestimento será instalado pelo equipamento com o avanço da furação, com rotação simples ou com eventual recurso a rotopercussão, até às cotas onde se revelar necessário. Posteriormente à selagem do furo, o mesmo será removido, uma vez mais com o auxílio do equipamento de furação e eventuais meios de elevação adicionais.

A furação decorre por intermédio da adição de varas / trados, munidas de uma ferramenta de corte na extremidade da coluna.

O fluido de furação que eventualmente se venha a empregar, promove não só à limpeza dos detritos de furação, como poderá auxiliar à desagregação do terreno / formações atravessadas.

Com a adição de cada vara / tubo / trado, conferir-se-á a verticalidade ou inclinação preconizada do furo, medindo-se a mesma com recurso a nível-transferidor de bolha na torre do equipamento.

7.4 SELAGEM DAS MICROESTACAS

Uma vez atingida a cota final de furação procede-se à selagem do furo com calda de cimento.

Esta operação poderá ocorrer por intermédio de uma mangueira de 1" levada até ao fundo do furo, ou no caso de furação a água, poderá executar-se a mesma pelo interior da coluna de varas, viajando por esse meio até ao fundo do furo, e promovendo a expulsão dos resíduos de furação até à boca, preenchendo todo o fuste da microestaca.

7.5 COLOCAÇÃO DA ARMADURA

Uma vez terminada a furação, procede-se à colocação da armadura da microestaca.

A armadura preconizada é constituída por tubos da classe N80, de diâmetro e espessura variável.

Será introduzida dentro do furo em tramos de dimensões variáveis que poderão ir de 1,0 a 5,0 metros, ligados por uniões exteriores no caso das microestacas. Esta operação será levada a cabo com recurso a um meio de elevação adequado.

No comprimento de selagem, os tubos serão munidos de manchetes para reinjecção de calda de cimento (no caso do sistema IRS), espaçadas de 1,0 m. O tubo da extremidade será tamponado no fundo.

A microestaca será centralizada à boca do furo, com recurso a ferramentas manuais, por forma a permitir a sua centralização.

A armadura será colocada no interior do furo com recurso a meios elevatórios adequados, e eventualmente, com o auxílio do próprio equipamento de furação.

7.6 INJECÇÃO DO BOLBO DE SELAGEM

Após instalada a armadura, proceder-se-á à injecção do bolbo de selagem. Esta operação deve ser iniciada decorridas no mínimo 14 a 18 horas após a sua selagem (regra geral, no dia após a selagem da mesma).

Cada manchete será injectada individualmente, com recurso a obturadores tipo bimbar. Propõe-se como pressão máxima de injecção 20 bar, e com admissões limitadas a 25 kg de cimento por manchete em cada operação de injecção. Caso após a injecção dessa quantidade de cimento não seja atingida a referida pressão, passa-se para a manchete seguinte, repetindo-se a operação.

Uma vez percorridas todas as manchetes, caso se tenha obtido a pressão de injecção designada na totalidade das mesmas, pode dar-se a injecção como terminada. Caso contrário, o interior do tubo é lavado, para que no dia seguinte a injecção possa ser retomada nas manchetes onde não foi obtida a pressão de injecção pretendida.

O controlo das pressões de injecção é levado a cabo por intermédio de um manómetro devidamente calibrado / aferido, instalado num cavalete de injecção posicionado na proximidade da boca do furo.

Uma vez terminada a injecção do bolbo de selagem, o interior do tubo é selado com calda de cimento até à boca.

7.7 CALDA DE INJECÇÃO

A calda de selagem deverá ser fabricada numa unidade misturadora de alta turbulência.

A calda de cimento a utilizar deverá ter uma relação A/C (água / cimento) em peso de:

• 0,40 para a injecção de selagem;

•0,45 para a reinjecção sob pressão.

O cimento a utilizar deverá do tipo CEM I 42,5R

7.8 NORMAS APLICADAS AOS EUROCÓDIGOS

- Eurocódigo 0: NP EN 1990;
- Eurocódigo 1: NP ENV 1991-1-1;
- Eurocódigo 2: NP ENV 206, NP ENV 1992-1-1, NP ENV 1992-2;

- Eurocódigo 3; NP EN 1993-1-1; NP EN 1993-5;
- Eurocódigo 7; NP EN 1997-1-1

7.9 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

O método de cálculo para a capacidade resistente do terreno face às forças de compressão e/ou tracção aplicadas baseia-se na regulamentação em vigor, determinando-se o comprimento de selagem teórico necessário para uma determinada carga útil aplicada num determinado tipo de solo, como se indica na seguinte expressão. Com base nas características do solo, na resposta deste aos ensaios geotécnicos realizados e no método de injecção previsto, é possível determinar-se a tensão de atrito característica do terreno por metro linear, qs.

$$Nrd = \frac{Lselagem\ \pi\ \alpha\ Dd\ qs}{fs} = \frac{selagem\ \ \pi\ \ \alpha\ Ds\ \ qs}{fs}.$$

Para o cálculo de verificação da capacidade resistente geotécnica, foram consideradas as seguintes premissas de cálculo:

- A selagem das microestacas é realizada ao longo de todo o seu comprimento, contribuindo toda esta extensão para a resistência tangencial do terreno;
- Diâmetro nominal de furação de 250 mm;
- Factor de majoração do diâmetro nominal, α, de 1,1, para todos os estratos injectados.

7.10 MATERIAIS

Aço: Tubos de secção circular, DN 139,7x 9,0 mm e DN139,7 x 12,5, tipologia TM80 e classe N80 (com uniões exteriores, de capacidade superior à da secção bruta), Fsk=560

Calda de cimento: Cimento CEM I 42,5, com traço A/C = 0.4 a 0.5.

Lisboa, outubro de 2022

António Cardoso

Engª Civil
Membro da Ordem dos Engenheiros

ENGIDRO
engineering solutions

RUA LUÍS CRISTINO DA SILVA, LOTE 248-2º 98E • 1950-172 LISBOA – PORTUGAL
TELEFONE: (+351) 218 310 320 • FAX: (+351) 218 597 070

engidro@engidro.pt • www.engidro.pt