



favale e associados
engenharia e arquitetura

RE-12623/06/2018-P.540-07

Pag. 1/40



favale e associados
engenharia e arquitetura

ANEXO 1-MD 12813/09/2018

BUNGE

SILOS DE TRIGO DO MOINHO PACÍFICO

RE 12623/06/2018 – P- 540-07

RELATORIO FINAL



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DOS SILOS DE TRIGO DO MOINHO PACÍFICO LOCALIZADO EM SANTOS - SP

1- ANEXO A ESTE RELATORIO:

- 1.1- Anexo 1 - Memorial de Cálculo justificativa de nosso parecer.
- 1.2- Anexo 2 - Relatório de campo feito pela Favale.
- 1.3- Anexo 3 - Desenhos de levantamento de Campo, contendo a Planta geral da localização dos silos e o Mapeamento de fissuras na face interna das paredes do silo 05.
- 1.4- Anexo 4 - Anotação de Responsabilidade Técnica dos serviços por nós elaborados.

2- ESCOPO DESTE DOCUMENTO:

Este documento tem como objetivo fazer um estudo da condição atual dos silos de trigo devido ao problema de recalque existente nestes elementos. Os silos estão localizados na fábrica do Moinho Pacífico / Bunge, na região do porto de Santos – S.P.

O produto final deste trabalho é a conclusão da possibilidade ou não da execução de um novo nivelamento dos silos e a continuidade de sua operação. Para elaboração deste estudo foi feito um levantamento de campo das possíveis anomalias existentes nas estruturas e suas fundações. Em nosso escritório foi feito um estudo analítico das solicitações do sistema considerando a estrutura original para obtenção dos esforços que atuaram na estrutura após o primeiro trabalho de nivelamento dos silos.

3- DOCUMENTOS QUE SERVIRAM DE BASE PARA ESTE RELATORIO:

- 3.1- Desenhos de forma da fundação Coneresilos 2031 da empresa Zortea Construções Ltda
- 3.2- Desenhos de armação do anel de fundação dos silos 1 a 3 da empresa Heron engenharia.
- 3.3- Desenho da Planta Baixa – Unidade Industrial I – Santos / SP – Coneresilo Zortea 2031 de número MP-501/GI – 1/6
- 3.4- Desenho de Cortes AB/CD – Detalhes - Unidade Industrial I – Santos / SP – Coneresilo Zortea 2031 de número MP-501/GI – 2/6
- 3.5- Desenho de Cortes EF/GH – Detalhes - Unidade Industrial I – Santos / SP – Coneresilo Zortea 2031 de número MP-501/GI – 3/6
- 3.6- Desenho de Elevações 01 e 02 - Unidade Industrial I – Santos / SP – Coneresilo Zortea 2031 de número MP-501/GI – 4/6
- 3.7- Desenho de Forma / Placa ancoragem (tipo 1 e 2) - Unidade Industrial I – Santos / SP – Coneresilo Zortea 2031 de número MP-501/GI – 5/6
- 3.8- Desenho de Forma da Cobertura - Unidade Industrial I – Santos / SP – Coneresilo Zortea 2031 de número MP-501/GI – 6/6
- 3.9- Sondagens feitas pela empresa Tuzzolo Engenharia Ltda
- 3.10- Memória de cálculo dos anéis para nivelamento da empresa Carlos Leal E. C. S/C Ltda



- 3.11- Desenhos de forma, armação e protensão dos anéis de nivelamento dos Silos Verticais da empresa Carlos Leal E. C. S/C Ltda.
- 3.12- Relatório Técnico feito pela empresa GE.N.I.O by LPC
- 3.13- Relatório de instrumentação – monitoramento – feito pela empresa GE.N.I.O by LPC
- 3.14- Norma EN 1991-4 (2006): EUROCODE 1: Actions on structures – Part 4: Silos and tanks

4- DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS REALIZADOS

4.1- Serviços de campo:

Durante seis dias uma equipe de dois engenheiros da “favale engenharia” realizou uma vistoria completa nas estruturas de concreto e nos apoios da estrutura de cobertura dos silos de trigo de número 4 e 5 (ver cortes A e B do anexo 3), incluindo os túneis existentes sob os silos, sendo que para o silo 5, através de um esvaziamento feito pela fábrica foi possível fazer uma vistoria também pela parte interna da estrutura.

O objetivo deste trabalho foi o de fazer uma análise visual das possíveis anomalias existentes nas peças de concreto, além de buscar definir o real processo de execução da estrutura, uma vez que, as informações que dispomos em projeto não são suficientes para definir as soluções técnicas de engenharia adotadas, principalmente quando do nivelamento dos silos.

Sabendo que os silos já sofreram uma intervenção para macaqueamento de suas paredes, regularização e nivelamento da laje de fundo, não se tem conhecimento de alguns detalhes sobre a forma de execução empregada, por isso solicitamos uma vistoria complementar que implica na demolição de parte deste elemento para análise da forma como a sapata se encontra no apoio das paredes, a ligação entre estes elementos e a laje de fundo.

Com o recebimento de novos documentos foi possível perceber discrepâncias entre o projeto original da Heron/Zortea e o efetivamente executado, desta forma foi solicitado uma nova campanha de investigações principalmente para definir as fundações do silo e o material utilizado sob estas fundações.

Todas as anomalias e detalhes levantados estão relacionados com fotografias no anexo 2 deste documento.

4.2- Serviços de escritório:

Em paralelo ao levantamento de campo foi elaborado um modelo eletrônico de todos os silos e suas fundações para a obtenção dos esforços solicitantes tanto na estrutura de concreto quanto nas fundações, como segue:

- 4.2.1- A verificação da estrutura foi feita considerando um modelo eletrônico, onde as placas pré-moldadas das paredes, cobertura e fundação estão lançadas como elementos finitos e os anéis através de barras. No



modelo foi considerado que não existe transmissão de momento fletor entre a parede e a fundação, ou seja, as paredes estão simplesmente apoiadas na fundação conforme informado nos desenhos fornecidos.

As cargas aplicadas na estrutura estão apresentadas no anexo 1 desse documento.

- 4.2.2- Com o projeto recebido dos anéis juntamente com as informações da memória de cálculo do engenheiro Carlos Leal fizemos uma verificação das peças e podemos afirmar que não existem problemas de dimensionamento nos elementos fornecidos em projeto.
- 4.2.3- No que se refere as placas pré-moldadas não obtivemos até o momento as armaduras destes elementos e, portanto, nossa verificação limitou-se a verificação do nível de solicitação em que as peças se encontram, porém sem possibilitar a ratificação completa da capacidade do elemento.
- 4.2.4- Uma das documentações acrescentadas pelos novos projetos recebidos foi uma complementação do serviço de macaqueamento feito em 1998 pelo escritório do Engenheiro Carlos Leal. Destes documentos concluímos que:
 - a- A laje de fundo do silo não tem ligação rígida com a viga anel e as sapatas;
 - b- A laje de fundo foi nivelada através de um aterro de areia compactada de espessura variável recoberta com uma camada de 7 cm de concreto sem armadura;
 - c- A face superior da sapata foi rigidamente ligada a um complemento de altura variável que recebe a parede pré-moldada simplesmente apoiada.
 - d- Não encontramos nos documentos fornecidos nenhuma indicação de escoramento na correia transportadora que se apoia no centro dos silos.
- 4.2.5- Outro trabalho analítico foi o de dispor em um modelo de elementos finitos todo o carregamento dos silos, simulando através de molas o tipo de fundação projetada, verificando a similaridade das deformações com àquelas que estão sendo medidas em campo pela firma "Latina", das quais temos sido constantemente informados sobre sua evolução.
- 4.2.6- Em nossa simulação obtivemos um valor muito próximo ao valor encontrado de recalques após o início das medições, porém este valor deve ser observado com reservas uma vez que não foi imposto no modelo as deformações já existentes, que ocasionam o apoio do anel do silo 4 com o anel do silo 5 conforme situação de campo.

4.2.7- A análise feita sobre a situação dos túneis ratifica no campo o que consta no projeto fornecido, bem como, no levantamento de campo, uma vez que os túneis não possuem interligação rígida entre si, mas sim juntas de dilatação que possibilitam o movimento independente de cada elemento.

Conforme já era esperado as deformações de maior vulto acontecem próximo as geratrizes dos silos, e como consequência, sob a junta de dilatação, conforme constatado no campo, há uma deformação na laje de teto do túnel, com ruptura do concreto e sinais de infiltração. A presença de infiltração evidente foi constatada na laje de fundo do túnel por águas advindas do subsolo (subpressão).

Na memória de cálculo do Dr. Carlos Leal encontramos uma indicação de reforço nas paredes do túnel, a qual em vistoria de campo não foi possível constatar, entretanto, as medidas internas tomadas no túnel apresentaram-se compatíveis com as medidas indicadas na memória de cálculo. Outrossim, na vistoria não foi encontrada nenhuma fissura nestas paredes, o que nos leva a crer, que tal reforço tenha sido feito.

5- CONCLUSÕES:

5.1- No início de nossos trabalhos fizemos uma recomendação de que os silos 4 e 5 tenham seu carregamento reduzido pela metade, caso fosse necessário, uma vez que, não podemos assegurar que as vigas anel intermediárias dos dois elementos suportam as tensões sob as quais elas estão submetidas nos dias de hoje, função do contato existente entre elas. Até a conclusão final deste trabalho e, se for o caso, o procedimento de colocação dos silos na posição vertical deve ser mantido.

5.2- Nosso levantamento de campo, como pode ser verificado no Anexo 2, não encontrou o lastro de concreto ciclópico de 10 MPa com espessura de 60 cm conforme indicação contida nos desenhos originais, mas sim uma camada de rachão sob as sapatas, cuja altura não foi possível determinar.

Posteriormente conforme mencionado no item 4.1 foi feita uma nova investigação fora do local de encontro dos Silos e foi constatada a existência de fundação com a mesma característica da outra investigação, com isso podemos afirmar que o projeto executado não corresponde ao projeto fornecido pela Bunge para nossa verificação.

Este é um ponto importante em nossa análise, visto que esta base tem capacidade portante muito menor que a prevista e sua estrutura é muito menos compacta que o concreto ciclópico indicado no projeto, a consequência desta mudança é que para a base executada as deformações são muito maiores sob ação das mesmas cargas.

No relatório de campo (Anexo 2) estão dispostas fotos da segunda vistoria que demonstram o mencionado neste item.

- 5.3- Outra conclusão com relação aos elementos fornecidos e das investigações realizadas é que a laje de fundo trabalha de forma independente das fundações da parede. Apesar de não termos em mãos o projeto original, com a análise do projeto do engenheiro Carlos Leal é possível concluir que não existe ligação entre as sapatas e a laje de fundo dos silos. Esta informação tem grande importância no processo de novo nivelamento das paredes e no entendimento da forma de funcionamento do conjunto.

Com as investigações feitas no local, conforme já mencionado em 5.2, verificamos que as fundações (do tipo sapata) possuem dimensões menores que as especificadas em projeto e o material utilizado para a base é diferente do especificado no projeto original, e desta forma, podemos afirmar que as tensões no solo são maiores que as previstas naquele projeto, o que pode justificar em parte a intensidade dos recalques existentes.

- 5.4- Nosso levantamento de campo na face interna dos silos, até onde foi possível observar, indicou uma fissuração horizontal sistemática nas paredes do silo na projeção da face inferior da viga anel ($h = 2,0$ m, com relação à laje de fundo do silo) e outra logo abaixo que não foi justificada em nossa verificação analítica, portanto, podemos concluir que esforços parasitas, provavelmente originários da fase de nivelamento, atuaram sobre as paredes tornando estes elementos menos resistentes às cargas previstas.
- 5.5- Conforme já mencionado no subitem 4.2.4, as deformações obtidas na simulação de recalque considerando molas nos elementos de fundação estão de acordo com os valores obtidos no nivelamento topográfico.
- 5.6- Como é de conhecimento dos profissionais que trabalham com cargas em solos da baixada santista, o terreno é composto de duas camadas de areia intercaladas por uma camada de solo "mole" e sob a segunda camada novamente um solo de pequena capacidade resistente com uma profundidade de até 40 metros, para finalmente encontramos rocha ou material de grande resistência.

A opção de fundação dos cinco silos que estão sendo analisados neste trabalho foi a de buscar uma distribuição da carga oriunda do estoque de material, de forma que não ultrapassasse a tensão de pré-adensamento no substrato, a qual foi bastante estudada na região.

Não podemos ser contundentes em nossa análise para determinar se a solução executada já era, de caso pensado, uma solução economicamente barata, com risco de insucesso, função do comportamento



do solo, ou se realmente se acreditava no sucesso da solução proposta.

O fato é que, pela mudança do que foi projetado na execução ou pelo comportamento não esperado do terreno de apoio, as cargas impostas não atingiram o equilíbrio necessário para uma deformação aceitável da estrutura.

Vale ressaltar que as proximidades dos silos também é um fator importante em função da sobreposição do bulbo de pressões de cada elemento que causa um conseqüente aumento de adensamento pelo acréscimo de tensões.

O fato é que a interrupção de recalques nestas estruturas só será viável com a instalação de estacas (de reação) sobre as paredes, bem como, sobre a laje de fundo, cujo custo inviabilizaria por completo sua execução.

Algumas medidas de melhoria do substrato, que iremos mencionar no item recomendações, são possíveis para tentar reduzir a velocidade dos recalques, mas não irão eliminar por completo o problema deste conjunto de silos.

5.7- Conforme mencionado no item 2 deste documento:

*“O produto final deste trabalho é a conclusão - **da possibilidade ou não** - da execução de um novo nivelamento dos silos e a continuidade de sua operação.”*

Nossa conclusão é que sim, é possível a realização de um novo maqueamento, porém algumas medidas são indispensáveis para execução deste trabalho, medidas estas que, estão relacionados no item recomendações. Contudo a engenharia da Bunge deve ter ciência de que, o processo economicamente viável, será um trabalho com grande probabilidade de reestudo em um prazo não inferior a cinco anos.

6- RECOMENDAÇÕES:

- 6.1- As leituras de recalque que estão sendo feitas devem continuar para sinalização e possíveis alterações de maior importância nos silos, e após o nivelamento deverá ser criado um plano de acompanhamento dos recalques com períodos não superiores a 3 meses.
- 6.2- A engenharia da Bunge deve, após a elaboração do projeto deste nivelamento, fazer uma avaliação econômica da relação custo/benefício deste trabalho ao longo do tempo.
- 6.3- Na elaboração do projeto, além da utilização dos elementos já projetados e executados no primeiro nivelamento devem ser levados em conta os seguintes itens:



- a- Travamento e reforço das sapatas para que se evite a ruptura destes elementos em função da carga horizontal que será imposta no macaqueamento.
 - b- Recuperação das fissuras internas nas paredes do silo.
 - c- Recuperação da viga anel que se encontra esmagada na região de interseção dos silos causada pelos recalques.
 - d- Escoramento provisório das transportadoras e estrutura metálicas das galerias suspensas que se encontram apoiadas na cobertura dos silos, assim como monitoramento do comportamento da cobertura, que por sua vez é composta de placas pré-moldadas.
 - e- Liberação das cintas transportadoras do túnel de captação de materiais sob os silos, assim como monitoramento das paredes do túnel.
 - f- Os dois silos, escopo deste trabalho, devem estar totalmente descarregados durante o macaqueamento.
 - g- A firma executante deve ter habilitação necessária para este tipo de serviço.
- 6.4- De forma não obrigatória, mas para tentar minimizar a velocidade de recalque após o nivelamento das estruturas, poderá ser avaliada a melhoria da qualidade da base sobre a qual se apóiam as paredes, a laje de fundo e o túnel.
- Este processo pode ser feito através da injeção de nata aglomerante (Jet grout) no substrato destas estruturas sendo que este serviço deve ser previamente analisado e custeado por profissionais habilitados como um complemento na relação custo/benefício já mencionado no subitem 6.2 deste documento.
- 6.5- O projeto de nivelamento deve ser claro quanto as fases e seqüência do macaqueamento, com fornecimento de parâmetros que possibilitem acompanhamento de campo dos trabalhos.
- 6.6- A situação da laje de fundo e a necessidade e forma de seu nivelamento será feita após um levantamento topográfico de sua situação atual, medição esta que não foi possível realizar durante a elaboração deste relatório.

São Paulo, 06 de julho de 2018.

FAVALE E ASSOCIADOS ENG. ARQ. LTDA

Eng. Fausto Favale



favale e associados
engenharia e arquitetura

RE-12623/06/2018-P.540-07

Pag. 9/40

Anexo 1

Memória de cálculo – mc-540-07-01



favale e associados
engenharia e arquitetura

RE-12623/06/2018-P.540-07

Pag. 19/40

Anexo 2

Relatório de campo

BUNGE

SILOS DE TRIGO DO MOINHO PACÍFICO – SANTOS- SP
RE 12623/06/2018 – P540-07



Anexo 3

Desenhos de levantamento de Campo

- SILOS DE TRIGO 1 A 5 E TÚNEIS – PLANTA, CORTES E DETALHE
- MAPEAMENTO DE FISSURAS NA FACE INTERNA DOS PAINÉIS DE PAREDE PRÉ-MOLDADOS DO SILO 5



favale e associados
engenharia e arquitetura

RE-12623/06/2018-P.540-07

Pag. 39/40

Anexo 4

Anotação de Responsabilidade Técnica



favale e associados
engenharia e arquitetura

RE-12623/06/2018-P.540-07

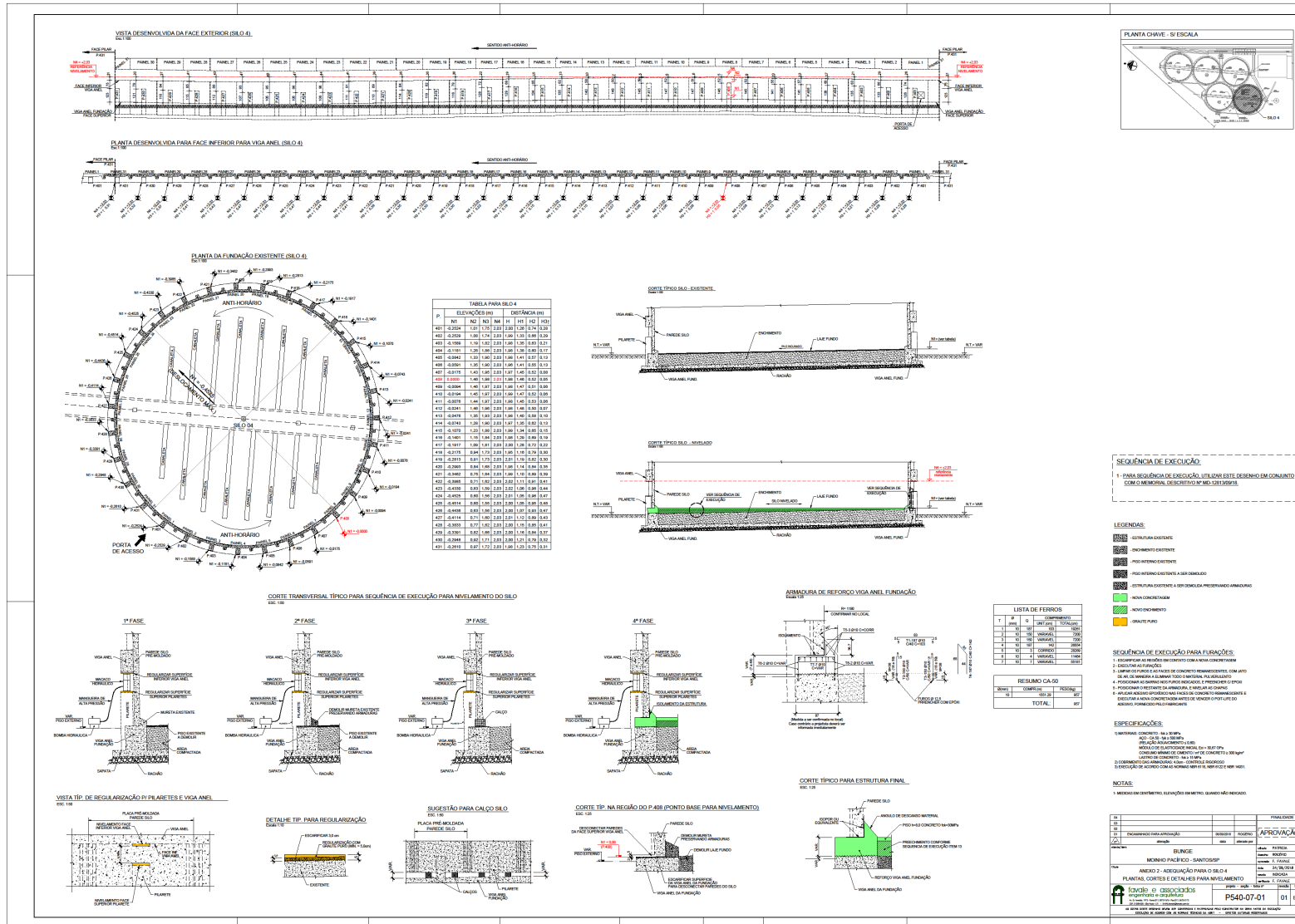
Pag. 40/40



ANEXO 2 – DESENHOS

MD 12813/09/2018

favale e associados
engenharia e arquitetura



ANEXO 3 – PROCEDIMENTO

MD 12813/09/2018

1- Introdução

- 1.1- Os procedimentos apresentados neste documento subentendem a necessidade da presença constante de um profissional da área de engenharia civil na avaliação dos parâmetros fornecidos.
- 1.2- Em todos os casos em que mencionamos retirada, quebra ou apicoamento das superfícies nas peças de concreto, o mecanismo de execução deve prever sempre serviços manuais, ou no máximo martelotes (até 7,0kg – rebarbador). Este procedimento visa impedir micro-fissuração do restante da estrutura.
- 1.3- Para o caso de demolições ou quebra de grandes volumes a utilização de martelotes pesados estará vinculada ao desligamento da peça a ser demolida da estrutura remanescente. Aconselhamos, nestes casos, consulta a profissional especializado.
- 1.4- Em função do grande número de produtos para reparos de estruturas em concreto disponíveis, a BUNGE deverá utilizar produtos de 1ª linha, recomendados por fabricantes com experiência consagrada no mercado.
- 1.5- Quanto ao tratamento de armaduras de concreto armado, principalmente no que se refere à corrosão por presença de água ou produtos químicos, antes do tratamento o executante deve buscar sua eliminação.
- 1.6- Este procedimento pretende atender as estruturas convencionais em concreto armado, não podendo (a princípio) ser aplicado para estruturas protendidas, pré-moldadas ou mistas.
- 1.7- Quanto ao tratamento de armaduras de concreto armado, principalmente no que se refere à corrosão por presença de água ou produtos químicos, antes do tratamento o executante deve buscar sua eliminação.

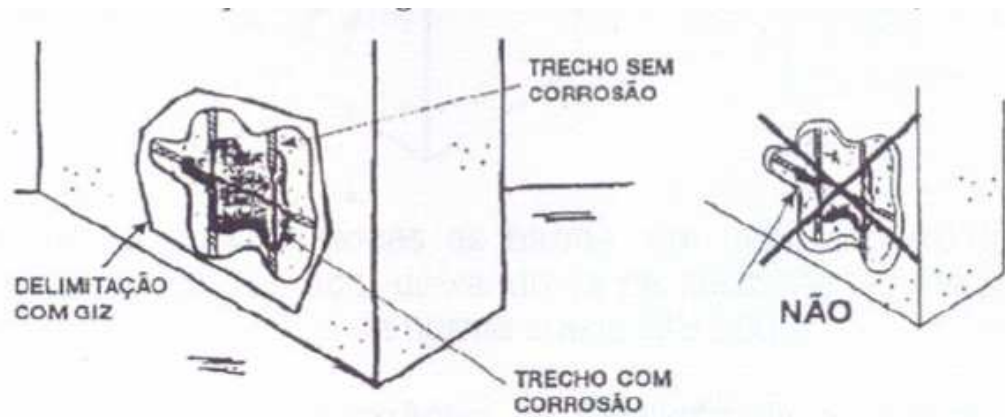
2- Orientações básicas

- 2.1- A utilização de ponte de aderência a base de epóxi, só será possível quando em nenhum momento a temperatura das peças ultrapassarem os 60° Celsius, uma vez acima desta temperatura o material se liquefaz.
- 1.1. Apicoamento significa a escarificação da face do concreto com martetele leve (até 10,0kg – rebarbador) ou manualmente tornando a superfície rugosa.
- 2.2- Limpeza da superfície de contato significa a eliminação de material granular através de escovação, lavagem, quando for o caso da superfície impregnada com graxa ou óleo através de solvente, e utilização de ar comprimido para eliminação de todo o material pulverulento.
- 2.3- A utilização de jatos de água não é recomendada, salvo quando indicado para situações específicas, uma vez que ela impossibilita a utilização de ponte de aderência à base de epóxi. Se este procedimento for imprescindível, é necessário garantir a secagem da face do concreto através de ar comprimido ou exposição ao tempo.
- 2.4- Na prescrição de tratamento de corrosão das armaduras, esta deve ser feita através de escovação vigorosa manualmente ou por processo mecânico (lixadeira). Após sua execução deve ser analisada a seção remanescente da barra de aço. Caso a perda de seção transversal seja maior que 10% da original, esta barra deve ser substituída ou a armadura da peça deve ser aumentada, desprezando-se a barra danificada.
- 2.5- A substituição das barras deve ser feita basicamente por transpasse.
- 2.6- A fixação de barras com resina a base de epóxi deve ser analisada caso a caso em função da dimensão da barra a ser fixada, dimensão da peça que receberá a fixação e esforços atuantes nas barras. Recomendamos a consulta ao projetista nestes casos.
- 2.7- A recomposição da seção original da peça deve levar em conta os cobrimentos de armadura mínimos prescritos na NBR6118, mesmo que seja necessário um aumento na seção transversal original da peça. Esta recomposição poderá ser feita conforme tratamento prescrito nos itens que se seguem desta metodologia.
- 2.8- A utilização de materiais especiais, como resinas epoxídicas ou concretos e argamassas poliméricas, irão requerer do executante uma assessoria do fabricante, quanto ao manuseio, uma vez que uma utilização inadequada pode piorar a situação da peça já danificada.

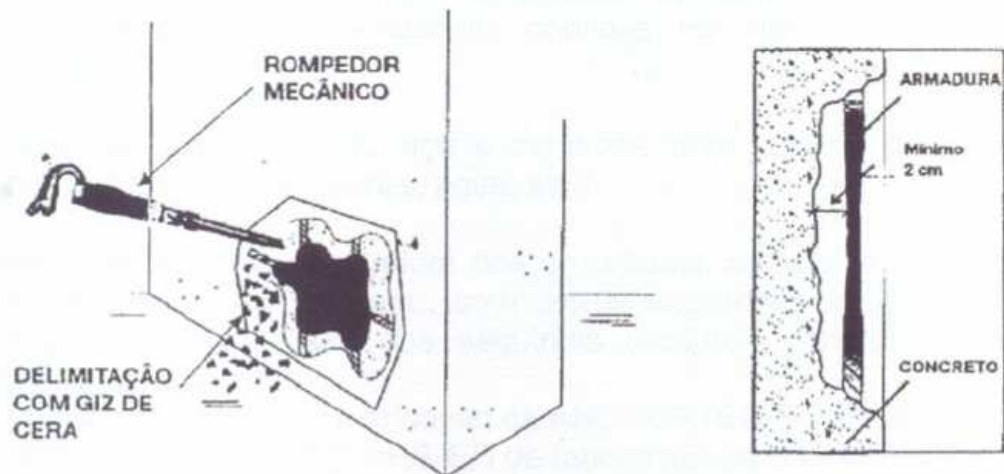
3- Serviços iniciais de reparo estrutural para elementos lineares de concreto

Este procedimento trata dos serviços de localização, identificação, avaliação da extensão dos reparos e de preparo do substrato de concreto e aço.

- 3.1- Inspeção das estruturas, localizando e identificando, as regiões que estejam apresentando as manifestações patológicas, através de exame visual e de percussão com marreta leve quando julgado necessário;
- 3.2- Demarcação com giz de cera (ou escolar) das regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas (poligonais, com cantos em ângulos iguais ou superiores a 90°) que envolvam com folga estas áreas; não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas;



- 3.3- Delimitação das regiões a serem reparadas com serra elétrica circular dotada de disco de corte diamantado, tipo Makita, com a profundidade de aproximadamente 1,0 cm. Esta medida pode variar em função do cobrimento das armaduras (estribos), no entanto deve apresentar no mínimo 0,5 cm.
- 3.4- Remoção do concreto deteriorado (contaminado, lixiviado, desagregado, segregado ou deslocado) e parte do sã, dentro da área delimitada, até o friso formado pelo disco de corte, através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves ou martelões elétricos de até 10,0 kg), até a permanência apenas de concreto sã e a exposição mínima que possibilite traspasse de armadura (ABNT NBR 6118: 2014) em cada extremidade do trecho corroído da barra, liberando-a do concreto, em toda a sua superfície (distância mínima ao concreto de 2,0 cm).



4- Tratamento “Tipo I e II” – Tratamento de armaduras corroídas e / ou substituição de armaduras

4.1- **Tratamento “Tipo I”** – Tratamento das armaduras corroídas com perda de seção < 10% da área da seção transversal das barras.

4.1.1 Este procedimento consiste no tratamento em um segmento comprometido da armação corroída, a ser executada logo após o término das operações descritas no **item 3**.

- Abrangência do Procedimento:

- a) Não há necessidade de substituição das armaduras comprometidas, isto é, estas devem ser tratadas e mantidas;
- b) Salvo indicação contrária, este procedimento se aplica sempre que a corrosão não tenha provocado desbitolamento superior a 10% do diâmetro, tomado no ponto crítico, que é equivalente a uma perda máxima inferior a 20% da seção original do ferro.

4.1.2 Execução:

- a) Exposição completa da barra através da remoção do concreto envolvente eventualmente já desagregado nas circunvizinhanças;
- b) Limpeza das armaduras (todas as barras em trechos corroídos). Esta operação de limpeza tem por objetivo remover a camada corroída solta ou semi-solta do contorno da barra mediante lixamento manual ou escovação enérgica (utilização de escova com cerdas de aço), deixando-as na condição de metal cinza com cor uniforme;
- c) Para a proteção das armaduras, utilizando-se das novas técnicas de mercado, poder-se-á utilizar uma ponte de aderência para argamassas

aplicadas manualmente e que tem como base revestimento mineral que atende e também trabalha como protetor de armaduras.

Recompôr a seção conforme procedimento descrito no **item 5** - Tratamento “Tipo III” e/ou **item 6** - Tratamento “Tipo IV”.

4.2- **Tratamento “Tipo II”** – Tratamento e/ou substituição das armaduras corroídas com ruptura ou perda de seção > 10% da área da seção transversal das barras.

Este procedimento é indicado para substituição controlada de um segmento comprometido da barra (armadura corroída) por um segmento íntegro. A substituição do segmento comprometido deve ser garantida pela emenda do segmento inserido com a porção mantida da barra original, garantindo a continuidade e funcionalidade da barra, devendo ser executada logo após o término das operações descritas no **item 3**.

As emendas por transpasse devem seguir todas as disposições constantes da ABNT NBR 6118: 2014

4.2.1- Execução:

A execução está condicionada à delimitação da superfície, objeto do reparo.

- a) Em cada caso o preparo da superfície deve atender às necessidades físicas mínimas para o posicionamento do segmento substituído;
- b) O corte da barra deteriorada ou comprometida deve garantir elemento residual sadio sendo vetada a manutenção de porções residuais com focos de oxidação, ainda que leves;
- c) Além da área delimitada (indicada no item 3) a área a ser tratada deverá avançar, mesmo sobre concreto são, uma quantidade métrica equivalente ao comprimento físico da emenda;
- d) Deve ser dada atenção especial ao cobrimento final, passível de ser atingido no desenvolver do procedimento; se as condições de cobrimento mínimo não podem ser atendidas, a fiscalização deve ser alertada neste caso particular e nestas condições os serviços devem ser paralisados;
- e) São proibidos dobramentos muito próximos de regiões soldadas;
- f) Os segmentos substitutivos devem ser dispostos exatamente nos locais previstos no projeto original, e fixados por amarrações ou suportes que devem apresentar solidez adequada e em número suficiente para impedir que se desloquem durante as várias etapas operacionais.

4.2.2- Emendas por transpasse:

- a) As emendas por transpasse devem obedecer ao disposto na ABNT NBR 6118: 2014.
- b) Quando ocorrer necessidade de substituir um número grande de barras, significativo dentro da seção transversal, o procedimento implica na exigência de uma superfície delimitada para trabalhos com dimensões avantajadas avançando de forma determinante sobre o concreto íntegro.

4.2.3- Controle:

O controle é realizado visualmente, através das seguintes etapas:

- a) Verificar se as condições de cobertura das armaduras foram atendidas na posição das emendas das barras;
- b) Verificar se não existe dobramento muito próximo às regiões soldadas;
- c) Verificar se foram atendidas as disposições das normas ABNT NBR 6118: 2014;

Recompôr a seção conforme procedimento descrito no **item 5** - Tratamento “Tipo III” e/ou **item 6** - Tratamento “Tipo IV”.

5- **Reparos superficiais com argamassa polimérica de reparo**

Este procedimento é indicado para reparos superficiais localizados em áreas que apresentem concreto desagregado e/ou segregado e/ou com armaduras expostas e corroídas em pilares, vigas, lajes e paredes, caracterizadas genericamente pela profundidade máxima de até 5,0 cm em relação à face original do elemento.

Nota: Este procedimento somente poderá ser aplicado após conclusão das operações contidas nos **itens 3 e 4** deste anexo.

Aplicação: Reparos verticais, inclinados e horizontais.

5.1- Materiais:

Argamassa Polimérica: Argamassa à base de cimento e polímeros, pré-dosada, bicomponente.

5.2- Limpeza das Superfícies:

O substrato remanescente deverá ser limpo através de jato de água, de forma a remover partículas soltas, deixando as superfícies ásperas, limpas e saturadas, porém sem água livre.

5.3- Preparo do Substrato:

O preparo do substrato deverá seguir as prescrições contidas no item 3 deste anexo.

5.4- Ponte de Aderência:

a) Quando indicado pelo fabricante do material do reparo, deverá ser aplicada ponte de aderência epoxídica. Com os devidos cuidados para proteção e tempo de vida do produto. Para este tipo de ponte de aderência a superfície deve estar seca.

b) Como opção poderá ser utilizada argamassa de base mineral com dupla atividade, de proteção de armaduras e ponte de aderência.

Outra característica deste produto é que a superfície onde será feita a aplicação deverá ser umidificada.

5.5- Preparo do Material:

Feito segundo as recomendações do fabricante.

5.6- Lançamento e Aplicação:

Após a aplicação da ponte de aderência, pressionar fortemente a argamassa contra o substrato em camadas sequenciais de 1,0 cm até atingir a espessura desejada.

5.7- Acabamento das Superfícies:

Quando necessário, o acabamento deverá ser feito com o uso de desempenadeira de madeira ou de aço.

5.8- Cura:

A cura deverá ser executada nos primeiros 7 dias após o reparo. Para tal, deverão ser realizadas molhagens frequentes sobre as superfícies, mantendo-as constantemente umedecidas (poderão ser utilizados sacos de aninhagem) e/ou utilizar agentes de cura à base de resina acrílica aplicada com pulverizador.

5.9- Controle dos Serviços:

A qualidade dos materiais e dos serviços deverá ser garantida através do acompanhamento da fiscalização, que poderá solicitar ensaios de comprovação da qualidade.

5.10- Inspeção e Manutenção do Reparo:

Deverá ser feita inspeção visual nos locais dos reparos, se for constatado um desempenho não satisfatório destes reparos, os mesmos deverão ser refeitos, ficando esta decisão a cargo da Fiscalização.

6- Reparos profundos com graute

Este tratamento é recomendado para a recomposição do concreto dos pilares, vigas, lajes e paredes em regiões localizadas, com profundidade superior à 5,0 cm.

NOTA: Este procedimento somente poderá ser aplicado após conclusão das operações contidas nos **itens 3 e 4** deste anexo.

6.1- Materiais:

Graute não retrátil de alto desempenho

6.2- Preparo do Substrato:

O preparo do substrato deverá seguir as prescrições contidas no item 3 deste anexo.

O tratamento das juntas de concretagem deverá seguir as prescrições contidas no item 3.4 deste anexo.

6.3- Ponte de Aderência:

c) Quando indicado pelo fabricante do material do reparo, deverá ser aplicada ponte de aderência epoxídica. Com os devidos cuidados para proteção e tempo de vida do produto. Para este tipo de ponte de aderência a superfície deve estar seca.

d) Como opção poderá ser utilizada argamassa de base mineral com dupla atividade, de proteção de armaduras e ponte de aderência.

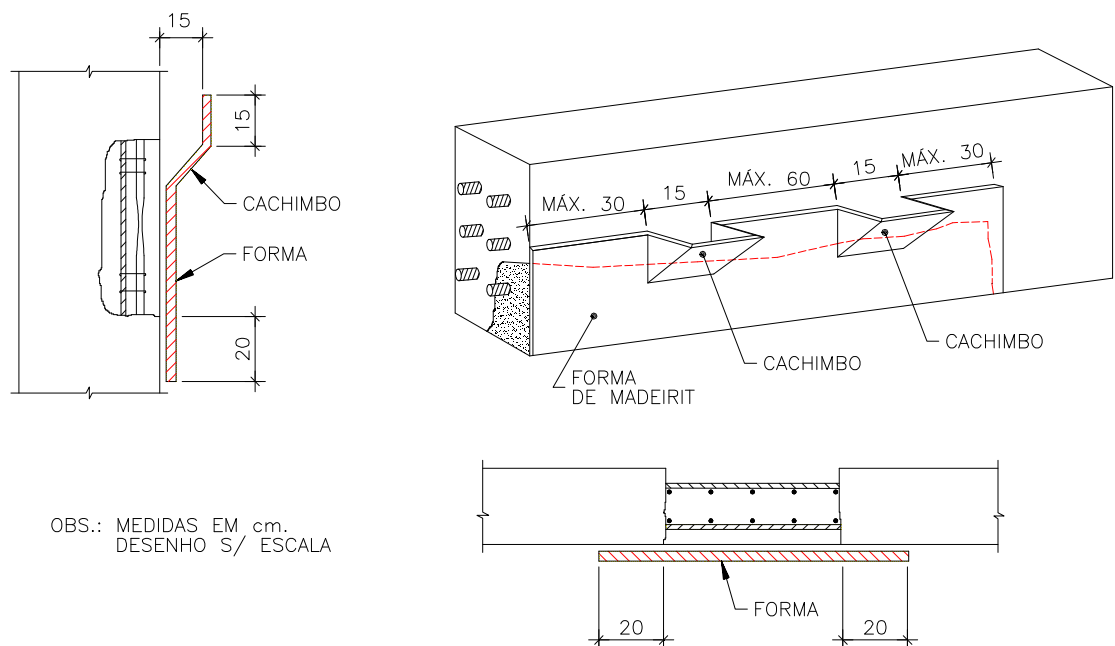
Outra característica deste produto é que a superfície onde será feita a aplicação deverá ser umidificada.

6.4- Preparo do Material:

Feito segundo as recomendações do fabricante.

6.5- Formas

Para reparos das superfícies verticais, confeccionar e instalar junto à cavidade, formas de madeira, de modo a ficarem estanques e suficientemente rígidas. Prover uma abertura superior para lançamento do material (cachimbo ou funil). O “cachimbo” deverá ultrapassar cerca de 15,0cm as faces do corte.



6.6- Montagem, travamento e calafetação das formas já preparadas, imediatamente após a aplicação da ponte de aderência.

6.7- Preenchimento da cavidade (recomposição da seção) com graute, imediatamente após calafetação das formas.

6.8- Lançamento e Aplicação

- Saturação do substrato de concreto com água limpa, deixando-o na condição de “saturada superfície seca” (poros saturados, sem excesso de água na superfície do concreto);
- Após a saturação do substrato de concreto, aguardar cerca de 30 minutos para evaporação e secagem da superfície e proceder ao lançamento;
- Lançar o graute através da abertura superior lenta e continuamente, de forma a evitar a formação de bolhas. Para o adensamento deverão ser usados vibradores de imersão tipo “agulha” de diâmetro entre 25,0 e 35,0mm. No caso de reparos com utilização de formas com

cachimbos, prosseguir o lançamento até que o nível do concreto ultrapasse cerca de 10,0cm do nível superior do reparo.

- d) O lançamento do graute deverá ser feito por gravidade e sempre a partir da mesma face da forma (caso em que a forma envolve a peça) evitando-se o aprisionamento do ar e a formação de bolhas internas e vazios nas regiões não preenchidas.

6.9- Acabamento das Superfícies

Quando necessário, o acabamento deverá ser feito com o uso de desempenadeira de madeira. Após o endurecimento do material, demolir as partes salientes da região do cachimbo, cortando-o sempre de baixo para cima dois dias após a aplicação do material. Evitar o uso de ponteiros manuais ou mecânicos e, caso seja necessário, dar acabamento superficial com argamassa polimérica.

- 6.10- A cura deverá ser executada nos primeiros 7 dias após o reparo. Para tal, deverão ser realizadas molhagens frequentes sobre as superfícies, mantendo-as constantemente umedecidas (poderão ser utilizados sacos de aninhagem) e/ou utilizar agentes de cura à base de resina acrílica aplicada com pulverizador.

7- Tratamento de fissuras com abertura $\omega < 0,2$ mm

Esta metodologia deve ser aplicada em fissuras passivas (que não apresentam variação de abertura em função de carregamentos), sem a presença de água ou umidade e com aberturas (ω) inferiores a 0,2mm.

NOTA: Este procedimento somente poderá ser aplicado após conclusão das operações contidas no **item 3** deste anexo.

Aplicação: Fissuras verticais, horizontais e inclinadas.

- 7.1- Demarcação da área de corte sobre a fissura existente com giz estaca.

Opção 1

- 7.2- Abertura de sulco sobre e ao longo da fissura com seção retangular, sendo 10,0 mm de espessura e 5,0 mm de profundidade, com utilização de disco de corte e/ou ferramenta manual dotada de ponta de vídea. Neste caso devem-se fazer dois cortes com o disco de corte, um de cada lado da fissura, há 5,0mm da fissura e com 5,0mm de profundidade.
- 7.3- Efetuar a limpeza da região com auxílio de escovas e jatos de ar de alta pressão.
- 7.4- Aplicação de pasta epóxi (superfícies secas) ao longo da fissura, de forma

a criar uma faixa de pelo menos 10,0mm de largura e 5,0mm de espessura.

Opção 2

- 7.5- Realização de escarificação manual na lateral da fissura.
- 7.6- Efetuar a limpeza da região com auxílio de escovas e jatos de ar de alta pressão.
- 7.7- Preencher a fissura com resina epoxídica, com bico aplicador de modo que a mesma seja tomada por absorção e capilaridade. Iniciada a aplicação da resina, esta será continuamente inserida até o completo preenchimento da fissura.

8. **Metodologia para tratamento de fissuras passivas, sem a presença de água e abertura $\omega > 0,2$ mm**

Esta metodologia deve ser aplicada em fissuras passivas (que não apresentam variação de abertura em função de carregamentos), secas (sem a presença de água ou umidade) e com aberturas (ω) superiores a 0,2mm.

NOTA: Este procedimento somente poderá ser aplicado após conclusão das operações contidas no **item 3** deste anexo.

Aplicação: Fissuras verticais, horizontais e inclinadas.

- 8.1- Limpeza da fissura através de raspagem superficial com espátula e escovação enérgica de faixa lateral à fissura, com aproximadamente 5,0 cm para cada lado (não sobre a fissura), utilizando uma escova de aço.
- 8.2- Limpeza das fissuras com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).
- 8.3- Os furos deverão ser executados um de cada lado (alternado) ao longo da fissura em intervalos de 25 cm à 45° de maneira que o comprimento do furo ultrapasse a região fissurada, deixando sempre no mínimo 6,0 cm para fixação do bico de injeção.
- 8.4- Fixação dos bicos de injeção (bicos de aderência, com válvula de não retorno, de plástico, acrílico ou alumínio, com canal de injeção saliente e flange alargada na base de apoio), com intervalos aproximados de 25 cm (variável para mais ou para menos, em função da abertura da fissura e da dimensão da peça a ser injetada), ao longo da fissura.
Em fissuras passantes em vigas ou lajes (que atravessam totalmente a peça), a distribuição dos bicos de injeção nas duas faces opostas será feita a espaços alternados, ou seja, o 1º bico da face posterior da viga deverá ser fixado à meia distância entre o 1º e o 2º bico da face anterior

da viga, garantindo-se, assim, um melhor controle da injeção e um melhor preenchimento da fissura.

- 8.5- Após a distribuição e fixação dos bicos injetores, calafetar superficialmente as fissuras entre os bicos com resinas epóxi ou poliéster, aplicadas com espátula.

As resinas a serem utilizadas na fixação dos bicos e também para a posterior colmatação superficial das fissuras (nos trechos entre bicos), poderão variar em função da necessidade de uma cura mais rápida do material, permitindo a injeção em menor tempo; resinas de base poliéster permitem uma liberação mais rápida dos serviços de injeção (mínimo de 4 horas), enquanto que resinas de base epóxi exigem um tempo mínimo de 12 horas.

Uma vez curada a resina de calafetação da fissura, realizar teste de intercomunicabilidade entre bicos injetores, utilizando-se ar comprimido filtrado (pressões inferiores a 2,00 kgf/cm²). Injeta-se ar comprimido em um dos bicos, verificando-se a saída do ar no bico adjacente no trecho da fissura ensaiado, vedando-se os outros bicos fixados. Caso não esteja ocorrendo a comunicação entre os bicos, instalar mais um bico intermediário.

- 8.6- Injeção de sistema epóxi puro (resina + endurecedor, sem solvente), pré-formulado (será vedado o uso de sistemas formulados pelo próprio empreiteiro, a partir de resinas básicas adquiridas junto aos fabricantes de resinas), somente serão aceitas resinas pré-dosadas fornecidas em latas fechadas, com datas de fabricação, validade e nº do lote de fabricação e de baixa viscosidade.

Para fissuras verticais (em vigas, por exemplo), iniciar sempre pelo bico inferior, mantendo-se a injeção neste bico enquanto a resina estiver vazando pelos bicos superiores, quando então se fará a troca para o bico imediatamente superior (2º bico), repetindo-se a operação; deve-se injetar somente por um dos lados da viga, evitando-se injetar pela outra face da viga; para fissuras em lajes, iniciar por uma das extremidades, mudando-se para os bicos imediatamente adjacentes.

Atenção:

- Observar os tempos de uso (pot-life, open-time e shelf-life) de cada produto, seguindo orientações do fabricante;
- **É expressamente proibido o fracionamento de qualquer embalagem.**

- 8.7- Após 24 hs, retirar os bicos de injeção e a resina de colmatação, utilizando-se politriz dotada de disco rígido; dar acabamento com estuque de base cimentícia aditivado com polímero acrílico (cura conforme recomendações do fabricante).
- 8.8- Caso necessário, a fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços os seguintes ensaios de controle de qualidade dos materiais e/ou serviços:

Verificação de vazios de injeção por método Não-destrutivo: realizado para a verificação de eventuais vazios, utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 8802: 2013 -Concreto endurecido -Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica.

Verificação de vazios de injeção por método destrutivo: realizado através da extração de corpos de prova sobre a fissura tratada, tomando-se o cuidado de localizar as armaduras antes da perfuração, evitando seccioná-las. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 7680:2015 - Concreto -Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.



ANEXO 4 – LATINA

MD 12813/09/2018

favale e associados
engenharia e arquitetura



favale e associados

engenharia e arquitetura

MOINHO PACIFICO - BUNGE

**MOINHO PACIFICO
BUNGE ALIMENTOS – SANTOS - SP
MD 12813/09/2018 – P540-007
NIVELAMENTOS DOS SILOS 4 E 5**

“MEMORIAL DESCRITIVO”

MEMORIAL DESCRITIVO DAS AÇÕES NECESSÁRIAS PARA NIVELAMENTO DOS SILOS 4 E 5 EXISTEM NA PLANTA DO MOINHO PACIFICO, DE PROPRIEDADE DA BUNGE ALIMENTOS NA CIDADE DE SANTOS- S.P.

1- OBJETIVO:

Este documento tem como objetivo fornecer os procedimentos necessários para os serviços de macaqueamento dos silos de trigo de número 04 e 05 na fábrica da Bunge em Santos, que em função do tipo de fundação existente apresentam um desnivelamento da ordem de 40 cm no silo 04 e 29 cm no silo 05 causado pelo recalque das fundações sobre as quais estão assentes as estruturas.

Além do serviço de nivelamento, também estão previstos neste trabalho a recuperação estrutural de paredes dos silos, a recuperação da viga anel danificada pela movimentação dos elementos e a recomposição do nível da laje de fundo de cada silo.

Neste trabalho não estão indicadas as modificações mecânicas, elétricas e hidráulicas necessárias para adaptação da nova situação dos silos.

2- Anexos a este documento:

- 2.1- Anexo 1- Relatório da “favale engenharia” de número RE-12623/06/2018-P540-07 com os levantamentos de campo e verificação analítica das estruturas.
- 2.2- Anexo 2 – Desenhos com os trabalhos de reforços necessários a recomposição dos silos.
- 2.3- Anexo 3 – Procedimento para tratamento das anomalias existentes nas paredes internas dos silos e nas vigas anel existentes.
- 2.4- Anexo 4 – Levantamento topográfico da empresa Latina com o comportamento dos recalques que as estruturas estão sofrendo ao longo dos últimos 3 anos.
- 2.5- Anexo 5- Levantamento topográfico da “favale engenharia” com a posição deformada de cada pilarete no perímetro dos silos, assim como levantamento topográfico da laje de fundo do silo 05, também elaborado pela “favale engenharia” em data recente.
- 2.6- Anexo 6- Desenhos do projeto original dos silos de forma parcial em função do que a Bunge tem em seu poder.
- 2.7- Anexo 7 – Fotos do local e da situação dos dois silos.

3- Histórico.

As estruturas em questão já sofreram nos anos de 1999 um trabalho semelhante ao que se está propondo neste documento em função de recalques diferenciais que o conjunto sofreu desde de sua construção.

no ano de 1999, trabalho este realizado nos cinco silos que compõe a bateria de armazenamento.

Para realização deste macaqueamento foram instaladas vigas anel e pilaretes que possibilitaram um sistema de reação para o nivelamento das paredes.

Parte da documentação deste serviço foi disponibilizada pela Bunge Alimentos para um direcionamento de nosso estudo além com uma visão mais ampla do problema.

Naquela época havia uma compreensão de que a forma como foi optada originalmente por fundações dos silos, para o terreno em questão, era inevitável a ocorrência de recalques.

Não foi feito em 1999 nenhum trabalho de melhoria das condições de apoio dos elementos, desta forma, o que estamos tendo hoje nada mais é que um comportamento normal do substrato existente no local que sob tensão de valor representativo e aplicado de forma constante apresenta deformações expressivas. A situação se agrava mais quando temos uma intersecção dos bulbos de pressão de diferentes estruturas, como é nosso caso.

Uma questão que era muito realçada no primeiro macaqueamento, era o fato de que a laje de fundo do silo, função dos recalques, havia ficado abaixo do nível externo dos silos fazendo com que as águas de chuvas migrassem para dentro do armazém inutilizando o produto. A solução para esta situação foi um alteamento do fundo dos silos a uma cota em que este processo fosse evitado.

A solução estrutural do silo para contenção do material e armazenamento, se não considerarmos o tipo de terreno existente, é bastante interessante, uma vez que não existe uma ligação estrutural entre as paredes do elemento e a laje de fundo, portanto, quando estudamos um nivelamento das paredes, podemos pensar somente na carga de peso próprio da parede sem a necessidade de considerar o peso de uma laje de fundo ou mesmo dos túneis de captação existentes.

A maioria dos cuidados tomados na época do primeiro nivelamento também serão necessários agora, a menos da parte de execução de uma viga anel de fundação, que no nosso caso será um engrossamento da executada em 99 e da viga anel intermediária, que hoje será somente recuperada função das fissuras existentes.

Uma das características importantes e preocupantes para o novo trabalho é que o silo 05 encontra-se hoje apoiado no silo 04 conforme pode ser constatado nas fotos disponibilizadas no Anexo 7 deste documento.

No processo de nivelamento iremos retirar este apoio e, portanto, é necessário que durante o procedimento do primeiro elemento o segundo esteja totalmente apoiado em seus pilaretes por sistemas de macacos ou calços que garantam sua estabilidade.

4- PROCEDIMENTO PARA MACAQUEAMENTO DOS SILOS 04 E 05:

Em nosso entendimento o macaqueamento deve ser dividido em quatro fases bastante distintas, todas elas acompanhadas por profissionais habilitados e uma equipe topográfica diária durante a realização dos trabalhos.

A nosso ver será necessário que a empresa contratada para os trabalhos tenha especialidade em obras civis de recuperação, reforço e macaqueamento, assim como conhecimento na área de montagem industrial elétrica e mecânica.

Os trabalhos deverão ser iniciados pelo Silo de número 04 que hoje recebe carga do silo 05 através da viga anel.

Como forma didática de entendimento dos serviços vamos dividir em seis itens principais, cada um com seus subitens, a saber:

- . Procedimentos necessários antes do macaqueamento.
- . Procedimentos necessários durante o macaqueamento.
- . Procedimentos necessários após o nivelamento das paredes
- . Procedimentos necessários para nivelamento da laje de fundo do silo.
- . Procedimentos finais.
- . Melhorias para funcionamento do sistema de ensilagem sem cravação de estacas.

4.1- Procedimentos necessários antes do macaqueamento

- a- Para dar início ao processo de macaqueamento os Silos 04 e 05 deverão estar vazios.
- b- Primeiramente iremos macaquear o Silo 04, portanto deverão ser colocados calços nos apoios do Silo 05.
- c- Uma vez que existe o apoio entre os dois silos no silo 04 os macacos já devem estar devidamente posicionados e encunhados na viga anel conforme indicado no desenho P5400701-EC, para que se evite qualquer tipo de movimentação dos elementos.
- d- O transportador que está apoiado na cobertura dos silos deverá estar escorado antes do início do processo e os apoios desconectados. Após a finalização do macaqueamento e nivelamento do piso a estrutura deverá ser novamente conectada com o ajuste dos apoios, cuidados especiais devem ser tomados na galeria de transporte que interliga o alimentador dos silos 04 e 05 com o transportador que interliga os silos 01, 02 e 03.
- e- Deverá ser liberado o contato entre as vigas anéis no nível a 10 metros da base dos dois silos, onde hoje elas estão encostadas, esta liberação deve ser feita manualmente ou com martelinhos leve (até 7Kg) para diminuir o fator de impacto nas peças.

- f- As vigas devem ser recuperadas na sua forma original, tomando-se o cuidado com as armaduras de protensão existentes nestas peças. A recuperação deve ser feita com eliminação da oxidação das armaduras frouxas, injeção de epóxi nas fissuras e recomposição com graute tixotrópico.
- g- Também os de sustentação dos macacos de nivelamento devem ter sua face junto a parede dos silos escarificadas até que se tenha uma distância mínima entre esta face e a geratriz do silo de 7cm. Em nosso levantamento de campo aproximadamente 10 peças do silo 04 terão que sofrer este ajuste.
- h- O topo dos pilaretes deverão ser nivelados antes da colocação dos macacos e calços, este nivelamento deve ser feito através da quebra de até 3 cm da face superior e preenchimento com graute puro com altura total de 5 cm, conforme indicado em projeto desenho P5400701-EC.
- i- Também a face inferior da viga anel, na região de contato do macaco com a peça deve ser nivelada através de uma camada de graute de espessura não maior que 5cm para apoio total do equipamento na viga de concreto. Este nivelamento pode ser feito também através de cunhas metálicas por opção do executante e desde que não seja permitida qualquer movimentação relativa entre as peças. (ver projeto no Anexo 2 desenho P5400701-EC)
- j- As paredes internas do silo devem ter suas fissuras recuperadas através de injeção de argamassa epoxídico conforme prescrito no Anexo 3 deste documento.
- k- A ligação entre o topo da viga anel e a parede do silo deve ser liberada da argamassa de proteção e a impermeabilização existente de maneira a garantir a livre movimentação vertical da parede em todo o perímetro.
- l- Toda a viga anel do nível inferior sofrerá um acréscimo na sua seção transversal. Este acréscimo será variável em função da altura que cada setor circular do silo irá subir. De toda forma existe uma altura mínima de alteamento e concretagem que pode ser preparada, mas não concretada antes do macaqueamento para minimizar o tempo em que as paredes fiquem apoiadas sobre os macacos. O detalhe deste acréscimo na viga anel está indicado no desenho P5400701-EC (Anexo 2).

4.2- Procedimentos necessários durante o Nivelamento.

- a- Apesar da carga que será introduzida em cada macaco não ser superior a 35 toneladas, entendemos por razões de segurança, que cada macaco utilizado no nivelamento deve ter capacidade nominal de **60tf**, num total de 31 unidades.
- b- Os sistemas de controle dos macacos e sua simultaneidade de trabalho deverão ser propostos pela construtora e aprovado pela fiscalização da obra.
- c- A dimensão dos pilaretes para apoio dos macacos poderão ser ajustadas para o tamanho físico dos macacos.

- d- Durante o içamento e nivelamento do silo deverão ser colocados calços para apoio da parede, conforme indicado no projeto desenho P5400701-EC (Anexo 2). Os calços serão responsáveis pelo apoio da estrutura até à operação final do nivelamento.
- e- Os valores para nivelamento do silo indicados no projeto desenho P5400701-EC (Anexo 2) em cada pilarete deverão ser ratificados no local no ato da execução do serviço. Nossa opção para este nivelamento foi a tomar como ponto mais baixo 5cm acima das medidas obtidas em campo, para facilitar a operação dos macacos.
Ou seja, no caso do silo 04 o ponto mais alto é aquele indicado no desenho do Anexo 02 como pilarete número 408.
A sua cota em campo foi o marco zero de nosso levantamento uma vez que era o ponto com a cota mais alta do conjunto.
As cotas do nivelamento que se pretende, consideraram para este ponto 5 cm acima do marco zero obtido e assim todos os outros pontos terão este acréscimo em sua altura.
Este procedimento é necessário também para permitir um retrabalho na viga anel de fundação.
- f- O Controle de içamento e suas fases intermediárias deverão ser rigorosamente acompanhados por um sistema topográfico.
- g- Não há uma prescrição da velocidade de execução deste nivelamento, mas não recomendamos qualquer tipo de trabalho em horários que não tenham a luz do sol, assim como em dias em que as condições atmosféricas não favoreçam principalmente na presença de ventos de maior intensidade.
- h- Durante o processo de içamento é recomendável que plataformas elevatórias estejam disponíveis para aferição do comportamento estrutural das paredes pré-moldadas e da cobertura do silo. Qualquer tipo de anomalia que venha a ocorrer nestas peças os trabalhos devem ser suspensos até a determinação das causas.

4.3- Procedimentos necessários após o Nivelamento das paredes.

- a- Após o nivelamento deverá proceder-se a concretagem do anel inferior com o detalhamento especificado no projeto desenho P5400701-EC (ver Anexo 2). As paredes do silo deverão ser isoladas da concretagem do novo anel de base, utilizando para isso isopor ou outro material julgado eficiente para mesma finalidade.
- b- Note que para o silo 04 a altura de enchimento da viga anel irá variar de 5cm até 45 cm, e que sua armadura será conectada na viga anel hoje existente conforme detalhe desenho P5400701-EC (Ver Anexo 2).

- c- Os calços utilizados para apoios intermediários das paredes conforme mencionado no subitem 4.2.d, poderão ser mantidos e concretados junto com o aumento da viga anel.
- d- Os apoios das estruturas metálicas dos transportadores, assim como as ligações eletromecânicas poderão ser refeitas.

4.4- Procedimentos necessários para nivelamento da laje de fundo do silo.

Após o término da concretagem do anel de base o próximo passo é o nivelamento do piso interno do silo, que se encontra desnivelado conforme indicado nos desenhos do Anexo 5 deste documento. A posição final da face superior desta laje não pode ser determinada com exatidão no projeto pois irá depender do nivelamento das paredes do silo, portanto os valores informados são estimados e devem ser ratificados em campo.

Para este nivelamento, a sequência de trabalho, a nosso ver deve ser:

- a- Desmontagem e retirada da rosca mecânica de captação de trigo.
- b- Demolição da capa de concreto de 7 cm instalada em 1999 para permitir a compactação de nova camada de areia destinada ao novo nivelamento da laje de fundo.
- c- A inclinação da laje de fundo, se necessária, deve ser indicada pelo pessoal de mecânica do sistema de captação do material.
- d- Deve ser prevista a extensão das canaletas de insuflação de ar para os novos níveis do piso interno.
- e- Deve ser prolongamento dos receptores de material que alimentam a Correa transportadora do túnel
- f- Após a conclusão de todos os trabalhos deve ser executada uma nova camada de concreto de espessura mínima 8 cm com resistência mínima de 30 Mpa sem armadura.

4.5- Procedimentos Finais:

- a- Após o macaqueamento do silo deve ser feita uma vistoria completa na cobertura para análise de possíveis movimentações relativas entre as placas de cobertura para que seja garantida a sua correta posição, assim como seu apoio nas paredes do silo.
- b- Os apoios dos transportadores devem ser reposicionados e revisados em função da movimentação das paredes, com análise das possíveis adaptações necessárias para garantia do apoio. Note que o escoramento recomendado no subitem 4.1.d deve ser mantido para macaqueamento do silo 05.
- c- Todas as ligações mecânicas e elétricas devem ser recompostas.
- d.- Na região de encontro da parede com a viga anel deve sofrer uma impermeabilização e aplicação de argamassa de proteção garantindo a estanqueidade do silo.

- e- Uma inspeção completa nas paredes nas faces internas e externas para análise de possível fissuração assim como deslocamento relativo entre as placas.
- f.- Mesmo com o silo nivelado e as ligações completas, não poderá haver seu carregamento até que o silo 05 seja nivelado.
- g- Após a conclusão dos trabalhos deverão ser feitos de forma definitiva marcos que nas paredes e viga anel de maneira que seja possível a qualquer momento leituras topográficas para análise do comportamento da estrutura principalmente nas primeiras ações de carregamento e descarregamento dos silos.
- h.- Os trabalhos no silo 05 seguem a mesma seqüência e providencias mencionadas neste documento.

4.6- Melhorias para funcionamento do sistema de ensilagem sem cravação de estacas.

O procedimento de nivelamento dos silos, não irá resolver os problemas que são origem dos recalques diferenciais razão de todo o processo de recuperação que está sendo executado.

A causa de todos os problemas está diretamente relacionada com o apoio do silo em um material com pouca capacidade portante que por sua vez está apoiado sobre uma camada de areia, uma camada de solo mole, outra camada de areia e finalmente 40 metros de argila muito mole.

A solução definitiva para a não repetição destes problemas seria a cravação de estacas de estacas do tipo raiz tanto nas paredes quanto no fundo dos silos.

Estas operações além de muito dispendiosas iriam consumir um tempo muito grande para sua execução.

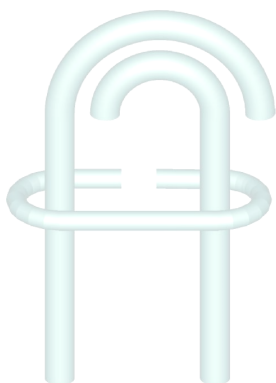
Como ação paliativa que pode minimizar a velocidade destes recalques e evitar os problemas mais graves como o apoio de uma estrutura em outra, sugerimos:

- a- A melhoria da camada de rachão existente em todo o sistema através da injeção de argamassa de cimento e areia sob pressão. Este procedimento irá trazer para todo o conjunto uma melhor distribuição das tensões no solo e como consequência fará uma substancial redução na velocidade dos recalques.
- b- A colocação de travessas em concreto entre os silos, se possível na posição de maior altura possível (nível da cobertura) de maneira a forçar com que os silos 04 e 05 mesmo que recalando distribuam e equilibrem as deformações buscando um efeito de conjunto no sistema, principalmente quando as peças tiverem carregamento diferente.

Para os dois casos recomendamos que seja feito um estudo complementar para valorizar e viabilizar os trabalhos de maneira a permitir à diretoria da Bunge uma tomada de decisão.

Conforme já mencionado os recalques, caso nenhuma ação extra seja tomada, continuarão a ocorrer com possível aumento de velocidade em função do desgaste da camada de rachão existente sob o sistema que já perdeu parte de sua espessura e compacidade.

Sem mais,



Favale e Associados Eng. Arq. Ltda

favale e associados
engenharia e arquitetura



ANEXO 5 – TOPOGRAFIA

MD 12813/09/2018

favale e associados
engenharia e arquitetura

CONDIÇÃO BUNGE ALIMENTOS S/A.									Ref.			
Obra MOINHO PACÍFICO - SANTOS / SP									Anexo			
Assunto Nivelamento da base dos Silos 04 e 05									FL. 01			
LOCAL SILOS 04 E 05									Data 20/08/2018			
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS: <input checked="" type="checkbox"/> sol <input type="checkbox"/> nublado <input type="checkbox"/> chuvas fracas <input type="checkbox"/> chuvas intensas									Operador ELISARDO			
Estação	Ponto Visado	Leituras			Leituras Corrigidas			Altura do Instrum.	Cotas (mm)	COTAS CORRIGIDAS (cm)	Nônio	Transformação
		Ré	Intern.	Vante	Ré	Intern.	Vante					
E.1	504	960 / 8			960,8			39,2	1000,00	-40,00	0	0,00
	503		921 / 8			921,8			961,00	-36,10	1	0,10
	502		852 / 0			852,0			891,20	-29,12	2	0,20
	429		899 / 9			899,9			939,10	-33,91	3	0,30
	430		855 / 6			855,6			894,80	-29,48	4	0,40
	431		821 / 8			821,8			861,00	-26,10	5	0,50
	401		813 / 2			813,2			852,40	-25,24	6	0,60
	402		813 / 7			813,7			852,90	-25,29	7	0,70
	501			846 / 1			846,1		885,30	-28,53	8	0,80
E.2	501	940 / 5			940,5			-55,2			9	0,90
	428		1038 / 5			1038,5			983,30	-38,33	10	1,00
	531		919 / 9			919,9			864,70	-26,47		
	530		892 / 1			892,1			836,90	-23,69		
	529		862 / 9			862,9			807,70	-20,77		
	528		850 / 1			850,1			794,90	-19,49		
	403		814 / 1			814,1			758,90	-15,89		
	404			773 / 3			773,3		718,10	-11,81		
E.3	404	913 / 2			913,2			-195,1				
	405		879 / 3			879,3			684,20	-8,42		
	406		854 / 2			854,2			659,10	-5,91		
	407		812 / 6			812,6			617,50	-1,75		
	408			795 / 1			795,1		600,00	0,00		

ANEXO 5.1.xlsx FOLHA 1

Cliente BUNGE ALIMENTOS S/A.										Ref.		
Obra MOINHO PACÍFICO - SANTOS / SP										Anexo		
Assunto Nivelamento da base dos Silos 04 e 05										Fl. 02		
LOCAL SILOS 04 E 05										Data 20/08/2018		
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS: <input checked="" type="checkbox"/> sol <input type="checkbox"/> nublado <input type="checkbox"/> chuvas fracas <input type="checkbox"/> chuvas intensas										Operador ELISARDO		
Estação	Ponto Visado	Leituras			Leituras Corrigidas			Altura do Instrum.	Cotas (mm)	COTAS CORRIGIDAS (cm)	Nônio	Transformação
		Ré	Interm.	Vante	Ré	Interm.	Vante					
E.4	408	1035 / 4			1035,4			-435,4			0	0,00
	409		1044 / 8			1044,8			609,40	-0,94	1	0,10
	410		1054 / 8			1054,8			619,40	-1,94	2	0,20
	411		1042 / 10			1043,0			607,60	-0,76	3	0,30
	412			1059 / 5			1059,5		624,10	-2,41	4	0,40
E.5	412	1034 / 7			1034,7			-410,60			5	0,50
	413		1058 / 2			1058,2			647,60	-4,76	6	0,60
	414			1084 / 9			1084,9		674,30	-7,43	7	0,70
E.6	414	996 / 4			996,4			-322,10			8	0,80
	415		1029 / 1			1029,1			707,00	-10,70	9	0,90
	416			1062 / 2			1062,2		740,10	-14,01	10	1,00
E.7	416	952 / 4			952,4			-212,30				
	417		1003 / 10			1004,0			791,70	-19,17		
	418			1029 / 8			1029,8		817,50	-21,75		
E.8	418	983 / 1			983,1			-165,60		0,00		
	419		1046 / 9			1046,9			881,30	-28,13		
	420			1064 / 9			1064,9		899,30	-29,93		
E.9	420	911 / 0			911,0			-11,7				
	421		957 / 9			957,9			946,20	-34,62		
	422		1010 / 2			1010,2			998,50	-39,85		
	423			1044 / 7			1044,7		1033,00	-43,30		
E.10	423	744 / 1			744,1			288,9				
	424		763 / 6			763,6			1052,50	-45,25		

ANEXO 5.2.xlsx FOLHA 2

Cliente BUNGE ALIMENTOS S/A.									Ref.			
Obra MOINHO PACÍFICO - SANTOS / SP									Anexo			
Assunto Nivelamento da base dos Silos 04 e 05									FL 03			
LOCAL SILOS 04 E 05									Data 20/08/2018			
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS: <input checked="" type="checkbox"/> sol <input type="checkbox"/> nublado <input type="checkbox"/> chuvas fracas <input type="checkbox"/> chuvas intensas									Operador ELISARDO			
Estação	Ponto Visado	Leituras			Leituras Corrigidas			Altura do Instrum.	Cotas (mm)	COTAS CORRIGIDAS (cm)	Nônio	Transfor- mação
		Ré	Interm.	Vante	Ré	Interm.	Vante					
	425		762 / 5			762,5		288,9	1051,40	-45,14	0	0,00
	426		754 / 7			754,7			1043,60	-44,36	1	0,10
	427		722 / 5			722,5			1011,40	-41,14	2	0,20
	505		764 / 9			764,9			1053,80	-45,38	3	0,30
	506		778 / 9			778,9			1067,80	-46,78	4	0,40
	507		835 / 8			835,8			1124,70	-52,47	5	0,50
	508		848 / 3			848,3			1137,20	-53,72	6	0,60
	509		855 / 0			855,0			1143,90	-54,39	7	0,70
	510			866 / 1		866,1			1155,00	-55,50	8	0,80
E.11	510	946 / 1				946,1		208,9			9	0,90
	511		931 / 2			931,2			1140,10	-54,01	10	1,00
	512		930 / 1			930,1			1139,00	-53,90		
	513		922 / 5			922,5			1131,40	-53,14		
	514		901 / 4			901,4			1110,30	-51,03		
	515			882 / 5		882,5			1091,40	-49,14		
E.12	515	975 / 5				975,5		115,9				
	516		928 / 2			928,2			1044,10	-44,41		
	517		879 / 4			879,4			995,30	-39,53		
	518			858 / 1		858,1			974,00	-37,40		
E.13	518	981 / 0				981,0		-7,0				
	519			932 / 8		932,8			925,80	-32,58		
	519	1058 / 9				1058,9		-133,1				
	520		1015 / 7			1015,7			882,60	-28,26		

ANEXO 5.3.xlsx FOLHA 3

CONDICÕES CLIMÁTICAS:									Operador			
<input checked="" type="checkbox"/> sol <input type="checkbox"/> nublado <input type="checkbox"/> chuvas fracas <input type="checkbox"/> chuvas intensas									ELISARDO			
Estação	Ponto	Leituras			Leituras Corrigidas			Altura do Instrum.	Cotas (mm)	COTAS CORRIGIDAS (cm)	Nônio	Transformação
	Visado	Ré	Interm.	Vante	Ré	Interm.	Vante					
	521		1002 / 4			1002,4		-133,1	869,30	-26,93	0	0,00
	522		971 / 8			971,8			838,70	-23,87	1	0,10
	523			943 / 2			943,2		810,10	-21,01	2	0,20
E.14	523	1037 / 2			1037,2			-227,10			3	0,30
	524		1013 / 1			1013,1			786,00	-18,60	4	0,40
	525		1017 / 6			1017,6			790,50	-19,05	5	0,50
	526		1011 / 2			1011,2			784,10	-18,41	6	0,60
	527		1012 / 4			1012,4			785,30	-18,53	7	0,70
	528			1022 / 4			1022,4		795,30	-19,53	8	0,80
											9	0,90
											10	1,00

Pilar	Elevação Piso (m)	Elevação Topo Pilarete (m)	Elevação face inferior viga anel (m)
401	-0,25	1,01	1,75
402	-0,25	1,08	1,74
403	-0,16	1,19	1,82
404	-0,12	1,26	1,86
405	-0,08	1,33	1,90
406	-0,06	1,35	1,90
407	-0,02	1,43	1,95
408	0,00	1,46	1,98
409	-0,01	1,46	1,97
410	-0,02	1,45	1,97
411	-0,01	1,44	1,97
412	-0,02	1,46	1,96
413	-0,05	1,35	1,93
414	-0,07	1,28	1,90
415	-0,11	1,23	1,88
416	-0,14	1,15	1,84
417	-0,19	1,09	1,81
418	-0,22	0,94	1,73
419	-0,28	0,91	1,73
420	-0,30	0,84	1,68
421	-0,35	0,75	1,64
422	-0,40	0,71	1,62
423	-0,43	0,63	1,59
424	-0,45	0,60	1,56
425	-0,45	0,60	1,55
426	-0,44	0,63	1,56
427	-0,41	0,71	1,60
428	-0,38	0,77	1,62
429	-0,34	0,82	1,66
430	-0,29	0,92	1,71
431	-0,26	0,97	1,72

SILO 4

SILO 5	501	-0,10	1,14	1,89
	502	-0,11	1,07	1,86
	503	-0,18	0,98	1,83
	504	-0,22	0,90	1,80
	505	-0,27	0,83	1,75
	506	-0,28	0,76	1,72
	507	-0,34	0,71	1,68
	508	-0,35	0,66	1,66
	509	-0,36	0,63	1,64
	510	-0,37	0,63	1,64
	511	-0,36	0,66	1,64
	512	-0,35	0,67	1,65
	513	-0,35	0,72	1,65
	514	-0,33	0,75	1,68
	515	-0,31	0,83	1,69
	516	-0,26	0,91	1,74
	517	-0,21	1,00	1,77
	518	-0,19	1,08	1,80
	519	-0,14	1,16	1,84
	520	-0,10	1,27	1,90
	521	-0,09	1,29	1,90
	522	-0,05	1,36	1,94
	523	-0,03	1,39	1,96
	524	0,00	1,44	2,00
	525	-0,01	1,44	2,00
	526	0,00	1,43	2,00
	527	0,00	1,42	2,00
	528	-0,01	1,37	1,99
	529	-0,02	1,33	1,96
	530	-0,05	1,26	1,94
	531	-0,08	1,19	1,90

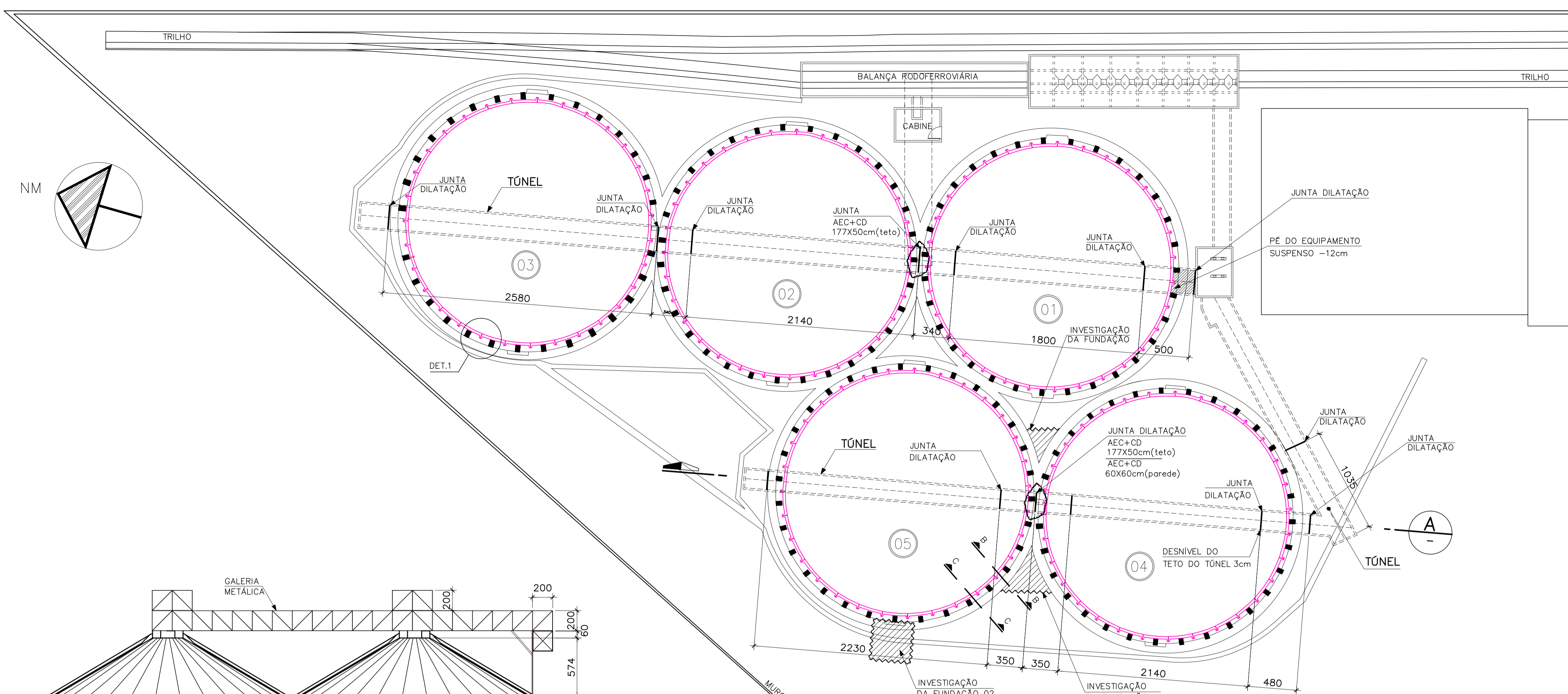


**ANEXOS
DESENHOS TOPOGRAFIA**

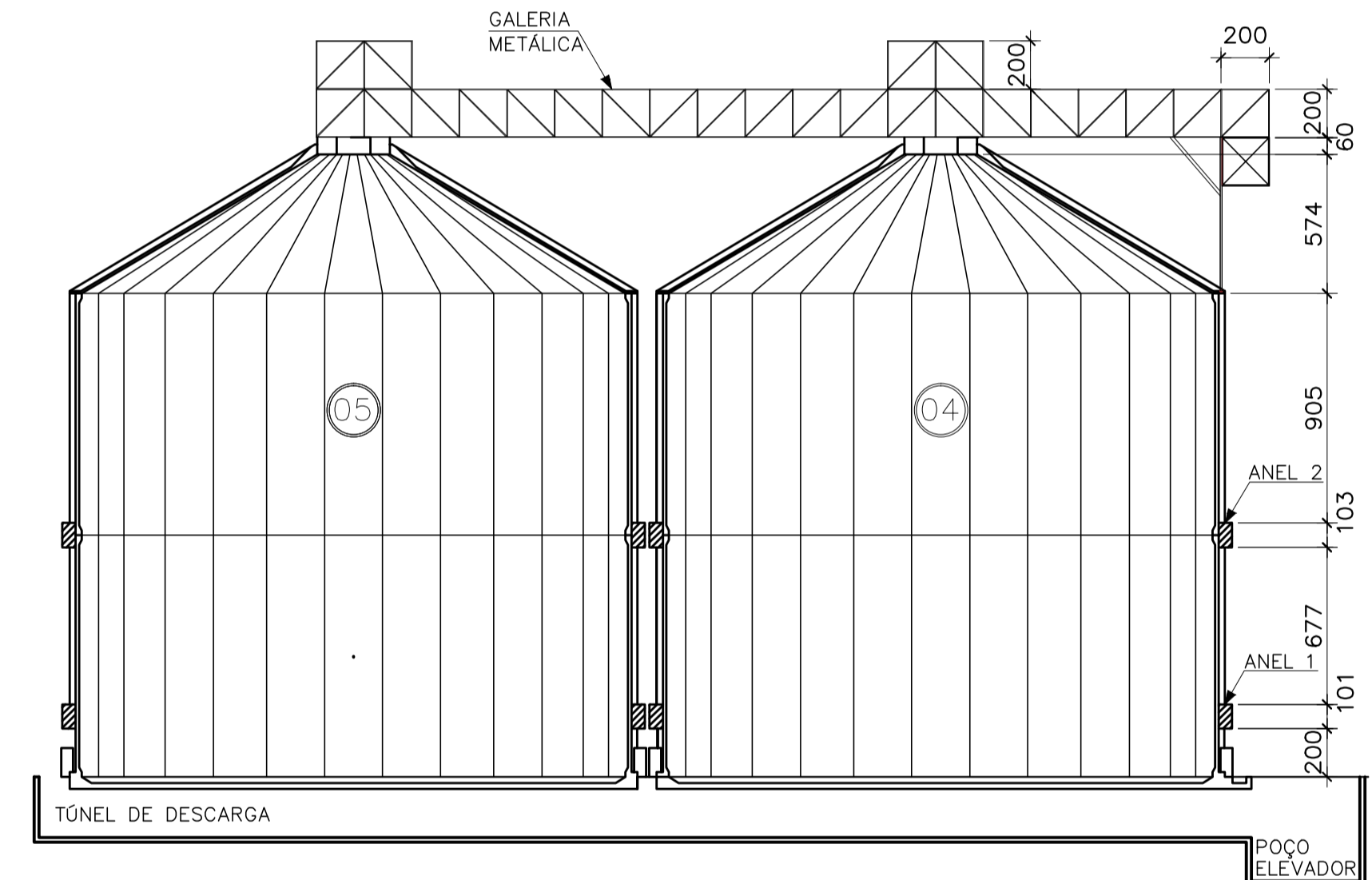
540.070.02LV

540.070.01LV

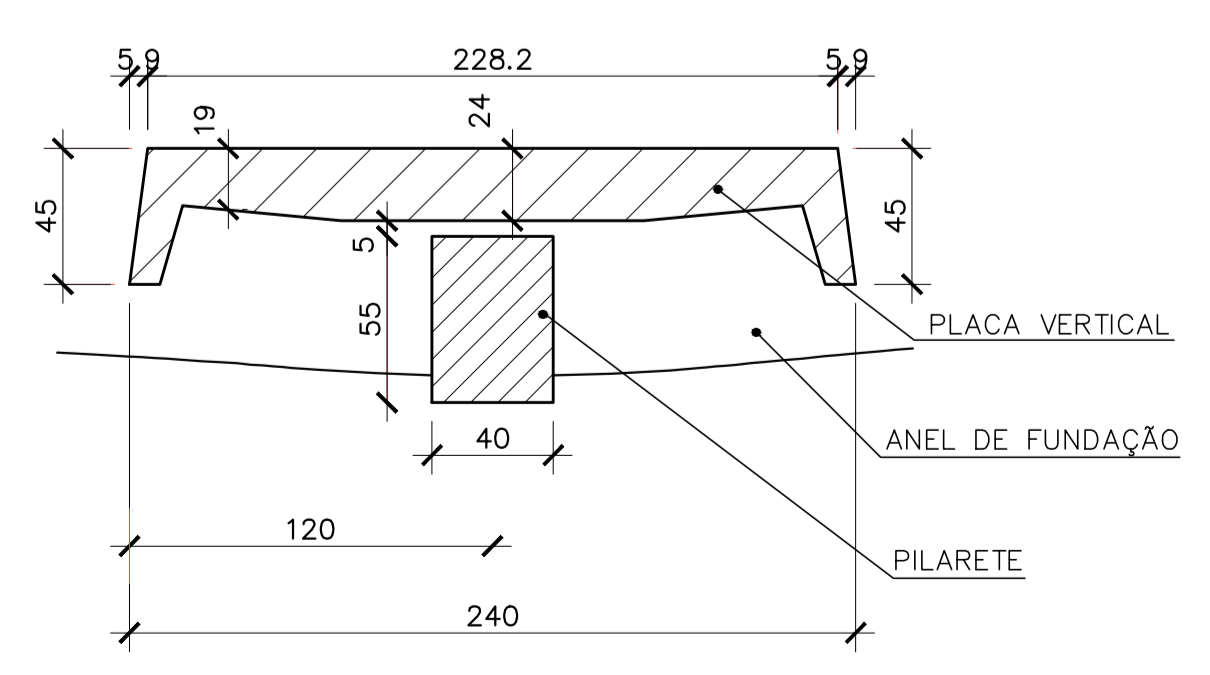
favale e associados
engenharia e arquitetura



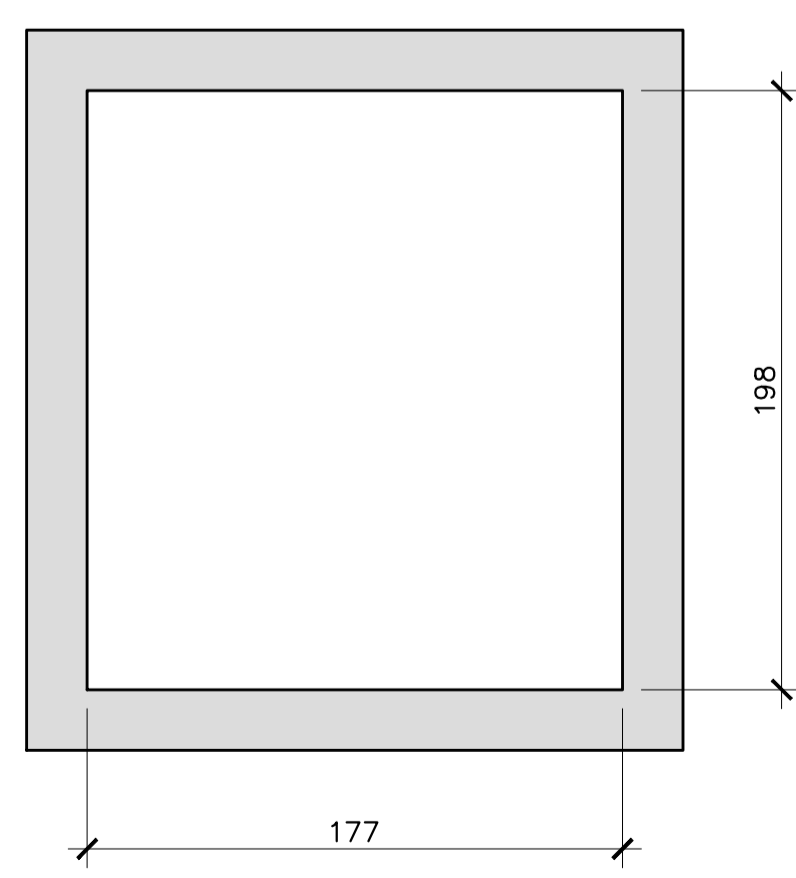
PLANTA BAIXA – SILOS 1 A 5 E TUNEIS
ESC. 1:250



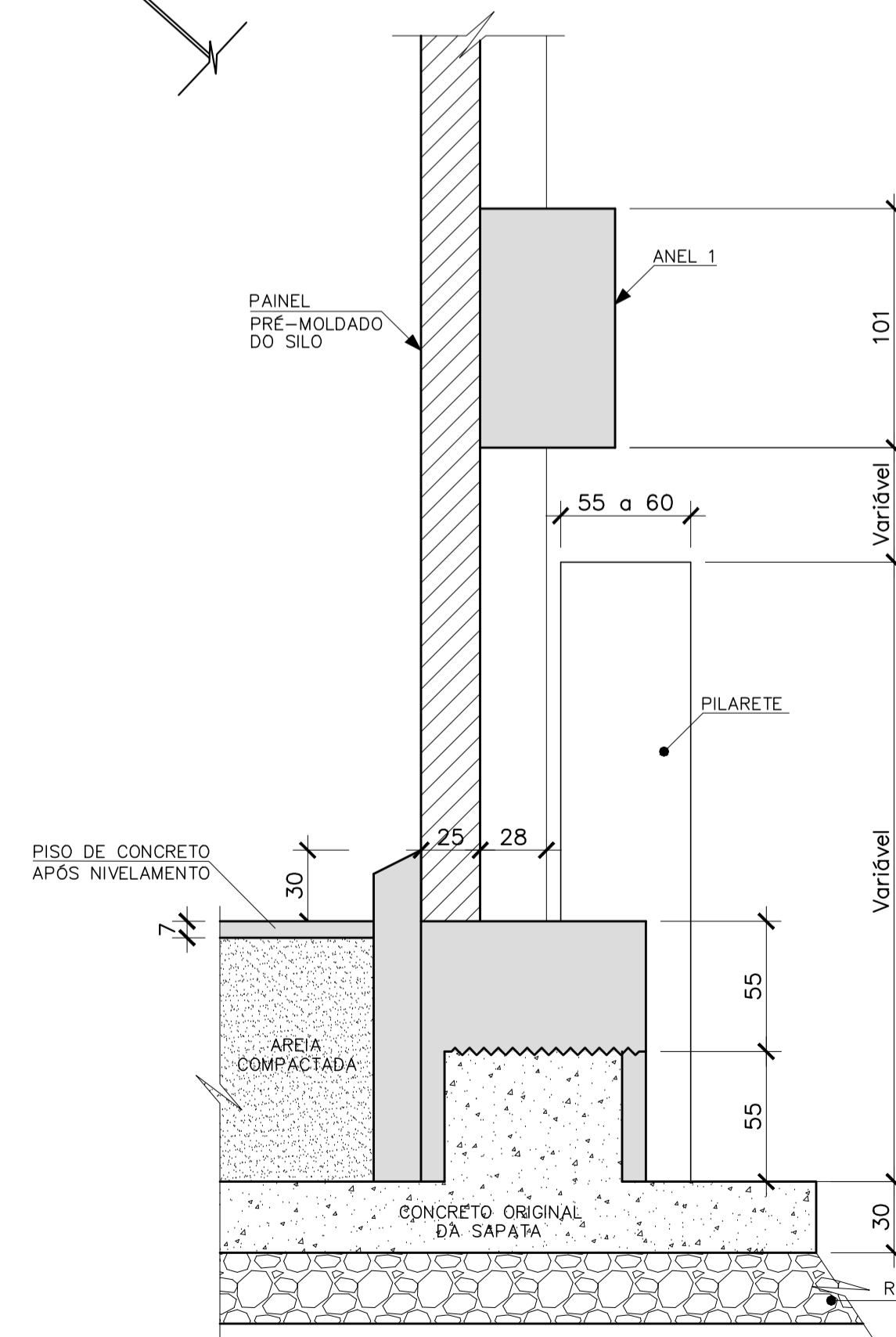
CORTE A
ESC. 1:250



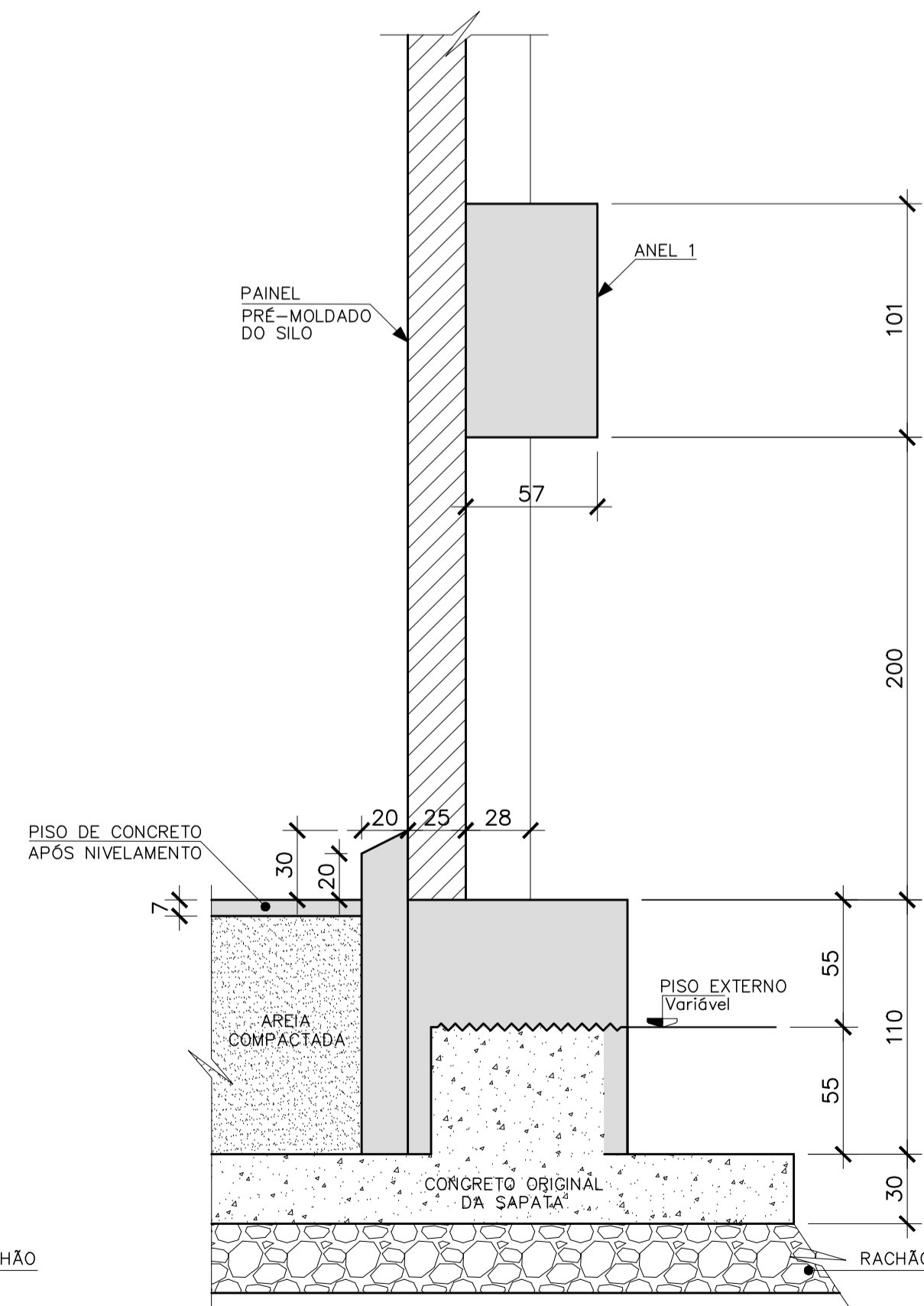
DET. TÍPICO 1
ESC. 1:25



CORTE TÍPICO DOS TUNEIS
ESC. 1:25



CORTE B
ESC. 1:25



CORTE C
ESC. 1:25

LEGENDA:

- AEC – ARMADURA EXPOSTA E CORROIDA
- CD – CONCRETO DESAGREGADO

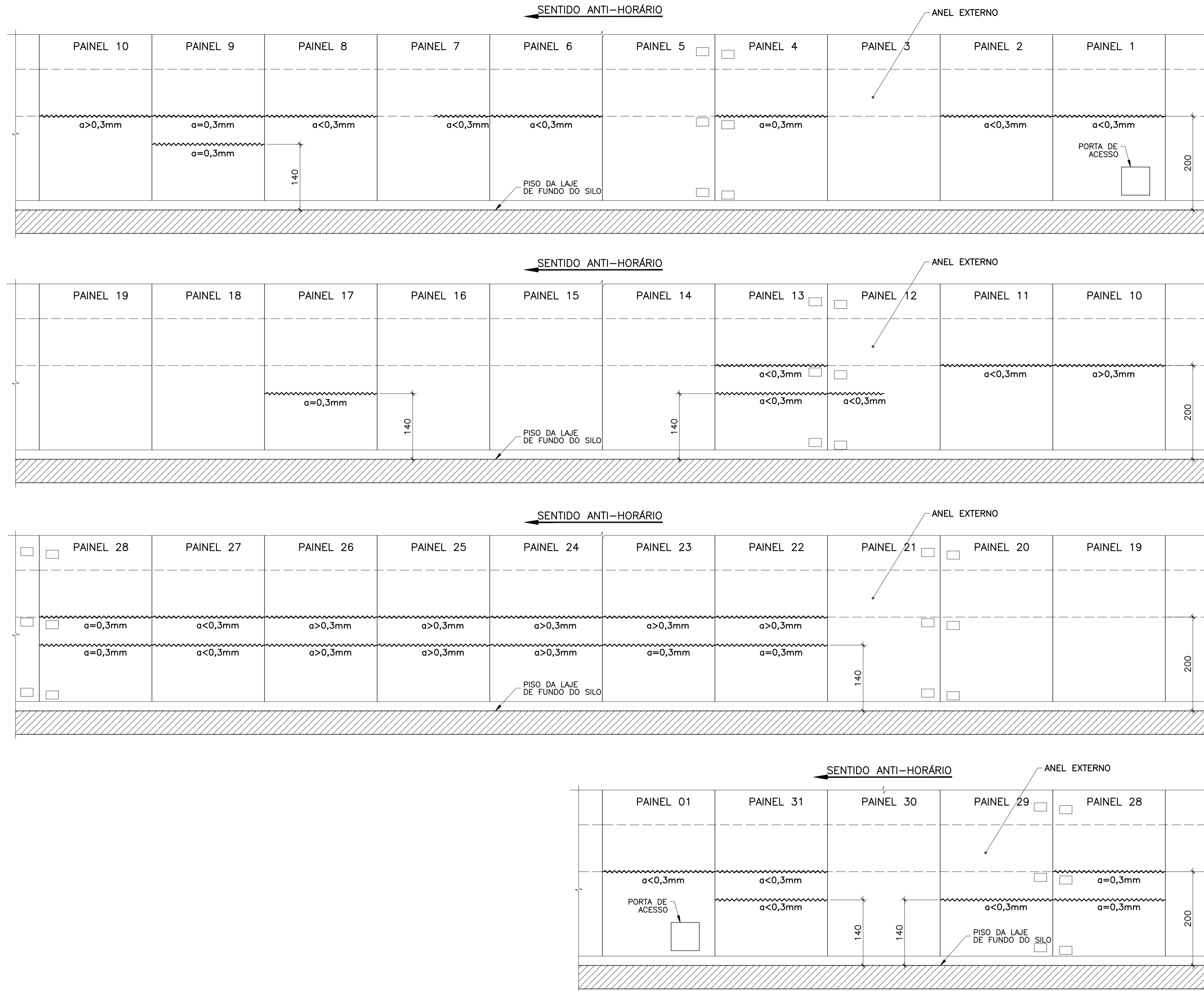
NOTAS:

- 1 – MEDIDAS EM cm, EXCETO ONDE INDICADO
- 2 – AS DIMENSÕES APONTADAS NOS CORTES A E B, FORAM OBTIDAS ATRAVÉS DE INVESTIGAÇÃO

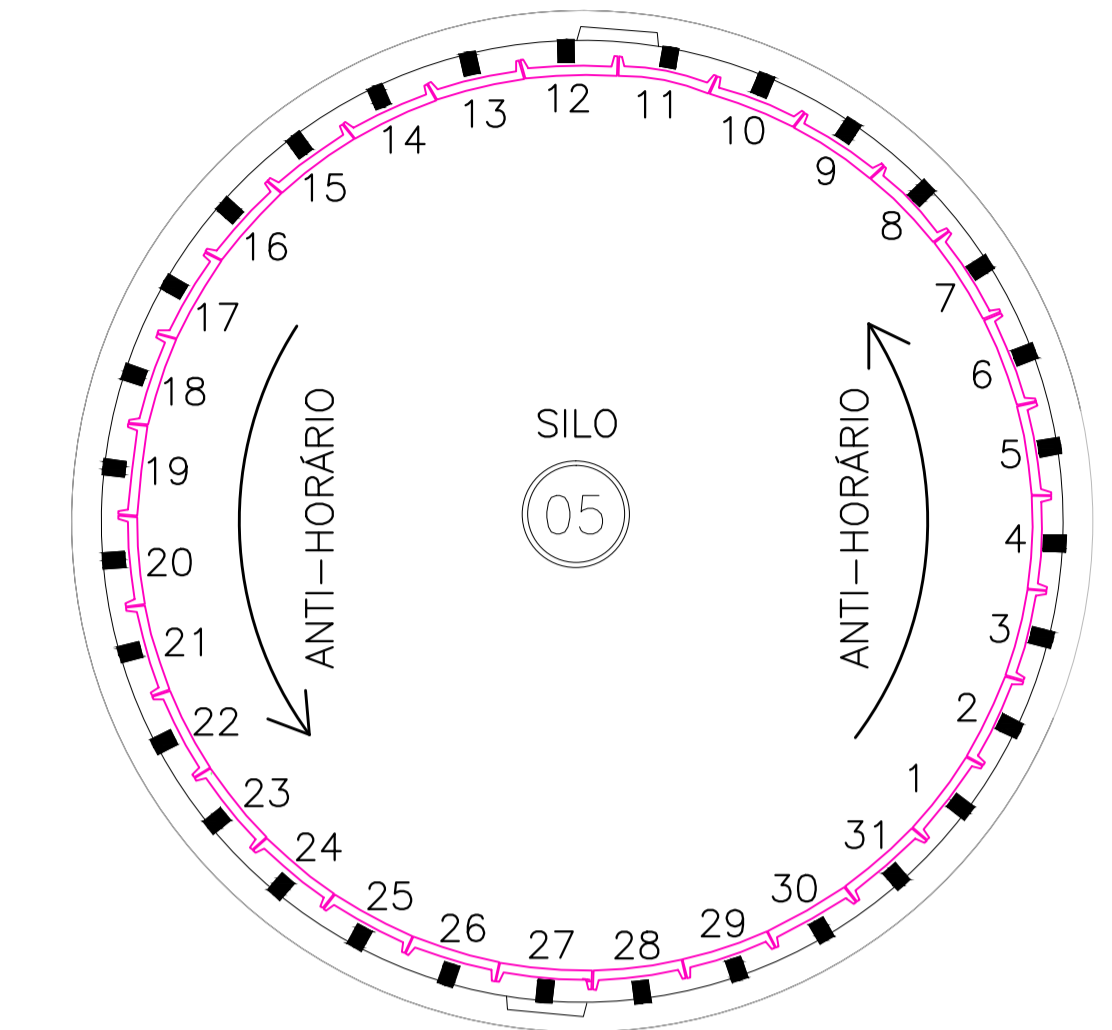
FINALIDADE			
04			
03			
02			
01	ALTERAÇÃO NOS CORTES B E C / LOCAÇÃO DA INV. 02	06/07/2018	KAROL
1ª	alteração	data	alterado por
cliente/obra	BUNGE		cálculo
	MOINHO PACÍFICO - SANTOS/SP		desenho KAROL TURATO
			aprovado F. FAVALE
titulo	ANEXO 3 - SILOS DE TRIGO 1 A 5 E TUNEIS		data 08/06/2018
	PLANTA, CORTES E DETALHE		escala INDICADA
			verificado ELISARDO
	projeto - seção - folha nº	revisão	tipo
	P540-07-01	01	LV
<small>AS COTAS DESTES DESENHOS DEVEM SER CONFERIDAS E RATIFICADAS PELO CONSTRUTOR NA OBRA ANTES DA EXECUÇÃO EXECUÇÃO DE ACORDO COM AS NORMAS TÉCNICAS DA ABNT. DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS</small>			

ARQUIVO	CDR	ESPRESSURA	PLANTA
1	01		
2	02		
3	03		
4	04		
5	05		
6	06		
7	07		
8	08		
9	15		
96	01		

VISTA DESENVOLVIDA – MAPEAMENTO DE FISSURAS NA FACE INTERNA DOS PAINÉIS DO SILO 5
Esc.1:50



ESQUEMA – LOCAÇÃO DOS PAINÉIS
Esc.1:200



NOTAS:

- 1- MEDIDAS EM cm, EXCETO ONDE INDICADO
- 3- A VISTA DAS PAREDES APRESENTA-SE DESENVOLVIDA
- 2- ESPESSURA MÉDIA DAS PAREDES = 25cm
- 3- FISSURAS NÃO SÃO REPRODUZIDAS NA FACE EXTERNA, OU SEJA, NÃO ATINGEM A ESPESSURA TOTAL DO ELEMENTO

04				FINALIDADE
03				
02				
01	LOCAÇÃO DOS PAINÉIS E ALTERAÇÃO DOS TÍTULOS	06/07/2018	KAROL	
1º	alteração	data	alterado por	
cliente/obra	BUNGE MOINHO PACÍFICO - SANTOS/SP			cálculo —
				desenho ELISARDO
				aprovado F. FAVALE
título	ANEXO 3 - MAPEAMENTO DE FISSURAS NA FACE INTERNA DOS PAINÉIS DE PAREDE PRÉ-MOLDADOS DO SILO 5			data 08/06/2018
				escala INDICADA
				verificado F. FAVALE
projeto - seção - folha nº		revisão	tipo	
P540-07-02		01	LV	
<small>AS COTAS DESTES DESENHOS DEVEM SER CONFERIDAS E RATIFICADAS PELO CONSTRUTOR NA OBRA ANTES DA EXECUÇÃO EXECUÇÃO DE ACORDO COM AS NORMAS TÉCNICAS DA ABNT - DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS</small>				

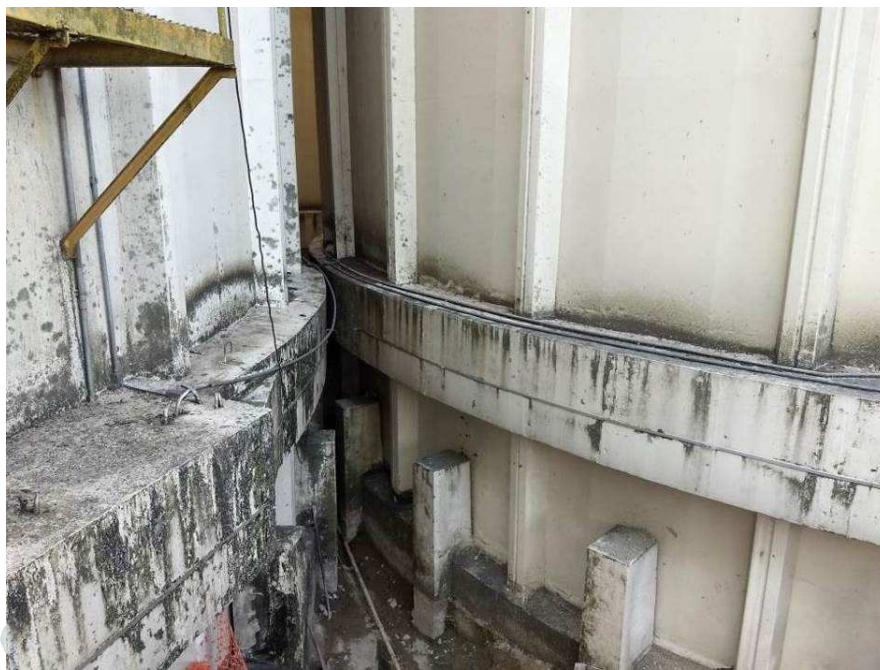


ANEXO 7 – FOTOS

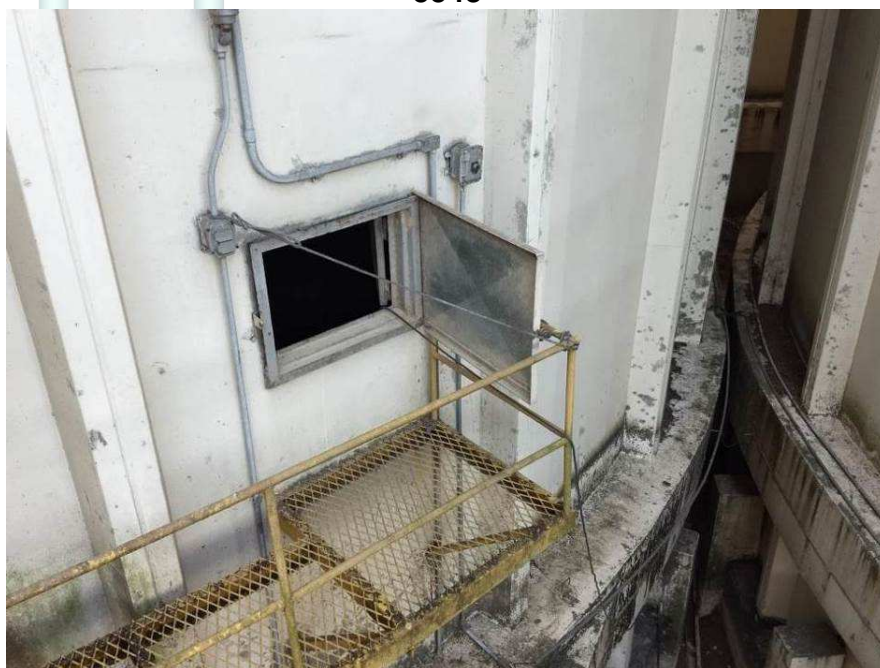
MD 12813/09/2018

favale e associados
engenharia e arquitetura

9396



5548



4851



5392



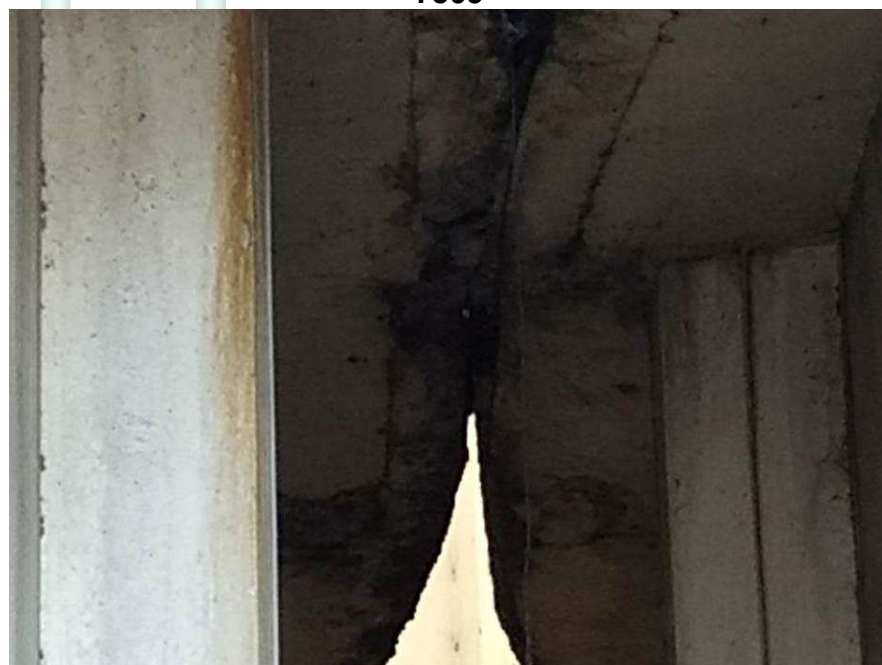
5048



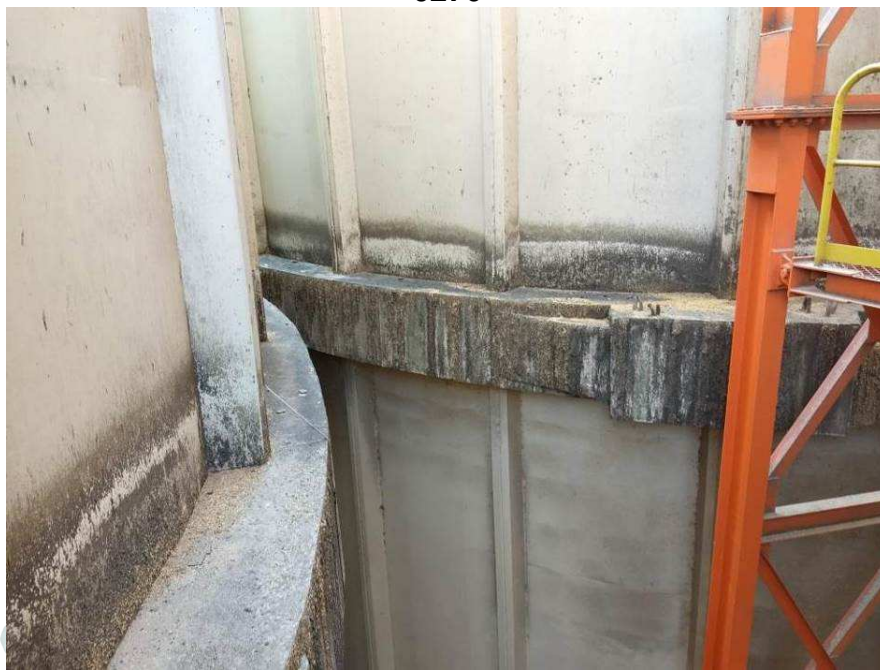
9800



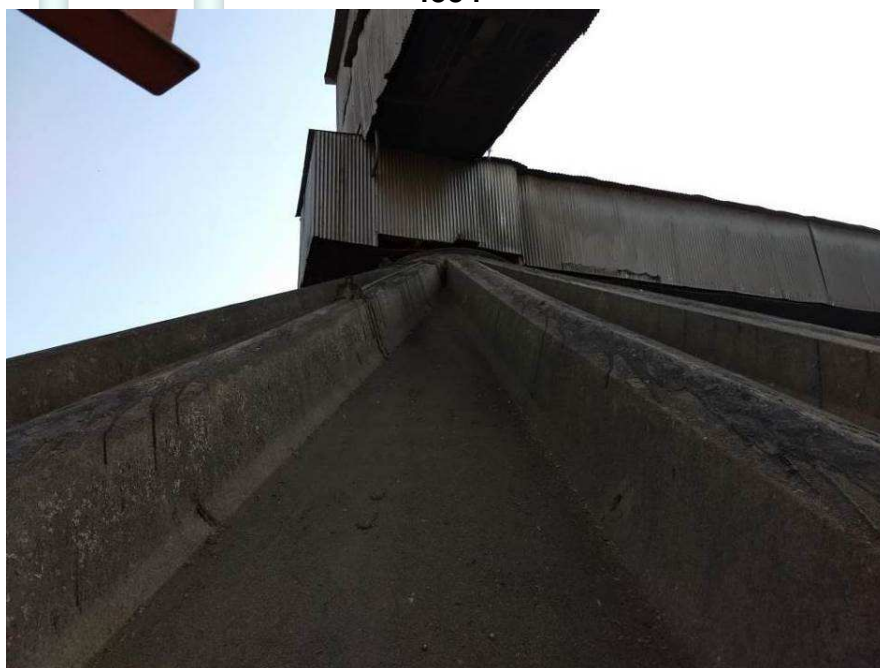
7509



0276



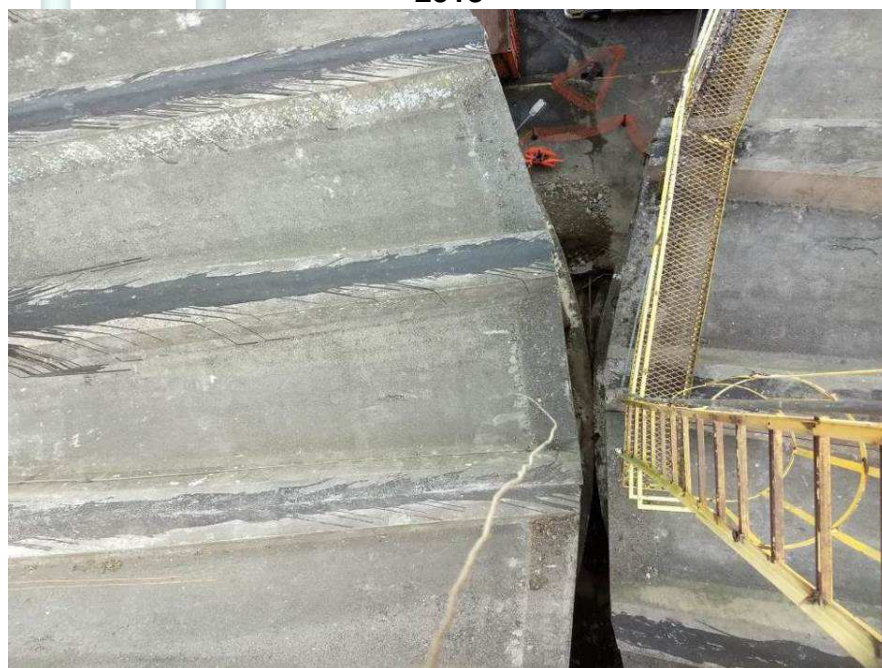
4554



6656



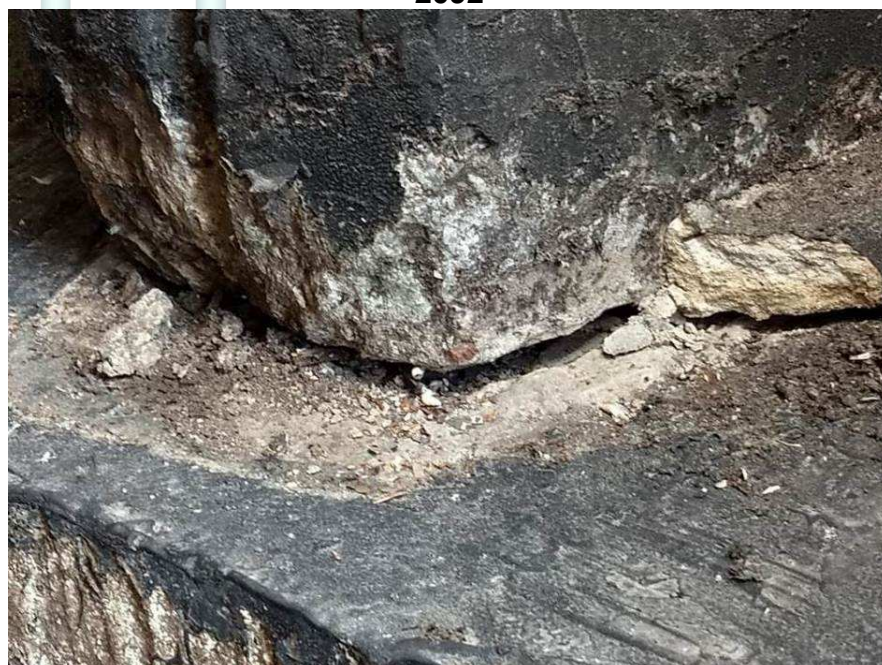
2518



3071



2092



1009

