



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL

ESTÁGIO PROFISSIONAL

**EXECUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO DE
ARMAZÉNS: ESTUDO DE CASO COM FOCO EM ESTRUTURAS DE
BETÃO ARMADO**

FRANCISCO DE ALMEIDA QUISELE JÚNIOR

Maputo, Setembro de 2024



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL

ESTÁGIO PROFISSIONAL

**EXECUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO DE
ARMAZÉNS: ESTUDO DE CASO COM FOCO EM ESTRUTURAS DE
BETÃO ARMADO**

FRANCISCO DE ALMEIDA QUISELE JÚNIOR

SUPERVISORES:

Eng.º HENRIQUE FILIMONE, Msc. (DECI – FEUEM)

TÉCNICO DOMINGOS CAETANO (7 MARES, LDA.)

Maputo, Setembro de 2024

Relatório de Estágio Profissional,
apresentado ao Departamento de Engenharia
Civil, da Faculdade de Engenharia da
Universidade Eduardo Mondlane, para obtenção
do grau de licenciatura em Engenharia Civil.

Autor:

(Francisco de Almeida Quisele Júnior)

Supervisores:

(Eng.º Henrique Filimone, Msc. – DECI)

(Técnico Domingos Caetano – 7 Mares, LDA)

TERMO DE ENTREGA

Declaro que o estudante Francisco de Almeida Quisele Júnior entregou no dia _____/_____/20_____ as duas (2) cópias do relatório do seu Estágio Profissional intitulado: Execução e controle de qualidade na construção de armazéns: Estudo de caso com foco em estruturas de betão armado.

Maputo, _____ de _____ de 20 _____

A chefe da secretaria

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Júnior, Francisco de Almeida Quisele declaro, sob minha honra, que este trabalho é fruto da minha própria investigação, realizado com base nas fontes bibliográficas devidamente citadas ao longo do mesmo. Submeto-o para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane.

Autor

(Francisco de Almeida Quisele Júnior)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, aos meus pais, pelo apoio e dedicação que sempre me ofereceram. Aos meus irmãos, cuja simples presença é uma constante fonte de motivação e inspiração em minha vida. E, em memória dos meus avós, Alexandre Quisele e Celeste Jamine, que Deus os tenha em sua eterna paz.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo dom da vida, pelas oportunidades que me têm sido proporcionadas e pela luz que tem iluminado o meu caminho ao longo desta jornada. Aos meus pais, Francisco Quisele e Maria Quisele, que nunca pouparam esforços quando o assunto é a minha educação e formação, deixo o meu mais profundo reconhecimento. Aos meus irmãos, Joceline Francisco, Maysa Francisco e Kevin Francisco, agradeço por estarem sempre ao meu lado, pela motivação constante e pelo exemplo que me inspirou a nunca desistir.

À minha avó, Aida Monteiro, que tantas vezes assumiu o papel de segunda mãe na ausência dos meus pais, ofereço o meu eterno agradecimento pelo carinho e sabedoria que moldaram parte do meu ser. À minha companheira, Milena Zacarias, que, ao longo dos últimos anos, partilhou comigo todos os desafios e conquistas desta jornada académica, a minha gratidão por todo o apoio e dedicação.

Aos meus familiares e amigos, que contribuíram de forma directa e indirecta para o meu crescimento, fica o meu mais sincero obrigado.

Aos professores da Faculdade de Engenharia da UEM, agradeço o conhecimento transmitido ao longo desta caminhada, com especial destaque para o engenheiro Henrique Filimone, meu supervisor, pela paciência, orientação e acompanhamento durante este processo.

Agradeço ainda à empresa 7 Mares, LDA. pela oportunidade de estágio que me foi concedida, e a todos trabalhadores e encarregados que me acolheram e guiaram ao longo desta experiência. Um agradecimento especial ao meu supervisor de estágio, Domingos Caetano, pela partilha de experiência e conhecimento que foram fundamentais para o meu desenvolvimento profissional.

RESUMO

O relatório de estágio começa com uma introdução que apresenta o contexto e o objetivo geral do estágio. Os objetivos gerais e específicos do estágio são então definidos, abrangendo tanto a aquisição de experiência prática quanto o desenvolvimento de habilidades específicas em engenharia civil.

A metodologia do estágio é descrita, detalhando os métodos e abordagens utilizados durante o trabalho. A estrutura do relatório inclui uma introdução, descrição do estágio, coleta e análise de dados, atividades desenvolvidas, metodologia de pesquisa, conclusões e anexos.

Os condicionantes e limitações enfrentados durante o estágio são discutidos, assim como os *softwares* utilizados para as atividades e análises. A seção sobre localização e descrição da obra fornece informações sobre o local e as características da obra em que o estágio foi realizado. A apresentação da empresa detalha a estrutura e área de atuação da empresa onde o estágio ocorreu.

A seção de generalidades aborda as normas aplicadas, controle e especificação do betão, e os ensaios realizados, como o ensaio de abaixamento, sondagem dinâmica leve, ensaio esclerométrico de Reid e resistência à compressão.

A construção dos armazéns 2 e 3 é detalhada, cobrindo a fundação, pilares, contraventamentos verticais em betão armado, viga-caleira, reparação do pavimento com juntas de dilatação e de construção, alvenaria de vedação com suas características e ligação com os pilares, pintura, revestimento lateral e cobertura.

Palavras-chave: Estágio, Engenharia Civil, Metodologia, Construção, Fundamentos, Betão, Ensaios, Alvenaria, Estrutura, Pavimentação, Revestimento, Pilares, Viga-caleira, Contraventamentos, Normas Técnicas, Softwares, Relatório Técnico.

ABSTRACT

The internship report begins with an introduction that presents the context and the general objective of the internship. The general and specific objectives are then defined, covering both the acquisition of practical experience and the development of specific skills in civil engineering.

The methodology of the internship is described, detailing the methods and approaches used throughout the work. The report structure includes an introduction, internship description, data collection and analysis, activities performed, research methodology, conclusions, and annexes.

The constraints and limitations faced during the internship are discussed, as well as the software used for activities and analyses. The section on the location and description of the project provides information about the site and the characteristics of the construction project where the internship took place. The company presentation details the structure and field of operation of the company where the internship was conducted.

The general section covers the applied standards, concrete control and specification, and the tests performed, such as the slump test, light dynamic probing test, Schmidt hammer test, and concrete compressive strength test.

The construction of warehouses 2 and 3 is detailed, covering the foundation, columns, vertical bracing in reinforced concrete, gutter beam, floor repair with expansion and construction joints, masonry walls with their characteristics and connection to columns, painting, lateral cladding, and roofing.

Keywords: Internship, Civil Engineering, Methodology, Construction, Foundations, Concrete, Testing, Masonry, Structure, Paving, Coating, Columns, Gutter Beam, Bracing, Technical Standards, Software, Technical Report.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJECTIVOS.....	17
2.1 Objectivos Gerais.....	17
2.2 Objectivos Específicos	17
3. METODOLOGIA.....	17
4. ESTRUTURA DO TRABALHO	18
4.1 Introdução	18
4.2 Descrição do estágio	18
4.3 Colecta e análise de dados.....	18
4.4 Actividades desenvolvidas	18
4.5 Metodologia de pesquisa	18
4.6 Conclusões	18
4.7 Anexos.....	18
5. CONDICIONANTES E LIMITAÇÕES	19
6. SOFTWARES USADOS	19
7. LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA OBRA	20
8. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	20
9. GENERALIDADES	21
9.1 Normas Usadas	21
9.2 Controle e especificação do betão.....	21
9.3 Ensaio realizados.....	28
9.3.1 Ensaio de abaixamento (<i>Slump test</i>).....	28
9.3.2 Ensaio de sondagem dinâmica leve	32
9.3.3 Ensaio esclerométrico de Reid	35
9.3.4 Ensaio de resistência à compressão do betão	37
10. CONSTRUÇÃO DOS ARMAZÉNS 2 E 3.....	45
10.1 Fundação;.....	45
10.1.1 Trabalhos preparatórios;.....	45
10.2 Pilares.....	69

10.3	Execução de contraventamentos verticais em betão armado.....	80
10.4	Execução da Viga-caleira	84
10.5	Reparação do pavimento.....	90
10.5.1	Juntas de dilatação e de construção	97
10.6	Alvenaria de vedação	99
10.6.1	Classificação da alvenaria	100
10.6.2	Estabilidade da alvenaria.....	101
10.6.3	Ligação alvenaria - pilar.....	103
10.6.4	Revestimento.....	104
10.7	Pintura	105
10.8	Revestimento lateral	106
10.9	Cobertura.....	107
11.	CONCLUSÃO	116
12.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
13.	OUTRA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	118
14.	ANEXOS	119

LISTA DE ABREVIATURAS

APEB – Associação Portuguesa de Empresas de Betão

DPL – *Dynamic Probing Light* (Sondagem Dinâmica Leve)

RSC – *Reinforcing Steel Contractors*

ICP – Índice de Condição de Pavimento

EN – *European Norms* (Normas Europeias)

NP – Norma Portuguesa

MCT – *Matola Cargo Terminal*

DCP – *Dynamic Cone Penetrometer* (Penetrômetro Dinâmico de Cone)

REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

PCA – *Portland Cement Association*

SMACNA – *Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da obra no Google maps.....	20
Figura 2 - Classes de resistência à compressão do betão normal e pesado (Fonte: A Especificação do Betão - APEB).....	22
Figura 3 - Representação da viga caleira do eixo D.....	23
Figura 4 - Representação da viga caleira do eixo C.....	23
Figura 5 - Exemplo de rachaduras e fissuras.....	23
Figura 6 - Exemplo de segregação dos materiais no betão.....	24
Figura 7 - Exemplo de corrosão das armaduras.....	25
Figura 8 - Classes da massa volúmica (Fonte: A especificação do betão - APEB).....	26
Figura 9 - Tabela de classes de teor de cloretos do betão (Fonte: A especificação do betão - APEB).....	27
Figura 10 - Exemplo de guia de remessa de betão pronto (Fonte: TransAly).....	27
Figura 11 - Materiais para ensaio de abaixamento.....	28
Figura 12 - Recolha da amostra de betão.....	29
Figura 13 - Ilustração de preenchimento do cone de Abrams.....	29
Figura 14 - Ilustração da remoção do excesso no cone de Abrams.....	30
Figura 15 - Ilustração de remoção do cone de Abrams.....	30
Figura 16 - Medição do abaixamento do betão.....	30
Figura 17 - Ilustração dos tipos de slump existentes.....	32
Figura 18 - Exemplo de ensaio DPL feito no eixo 2.....	34
Figura 19 - Ensaio esclerométrico - Procedimento 1.....	35
Figura 20 - Ensaio esclerométrico - Procedimento 2.....	36
Figura 21 - Ensaio esclerométrico - Procedimento 3.....	36
Figura 22 - Ensaio esclerométrico - Procedimento 4.....	36
Figura 23 - Ensaio esclerométrico num dos pilares.....	37
Figura 24 - Colecta de amostras.....	39
Figura 25 - Identificação das amostras.....	40
Figura 26 - Equipamento de ensaio de resistência à compressão do betão.....	41
Figura 27 - Tabela de resultados do ensaio à compressão do betão aos 7 e 28 dias...	42
Figura 28 - Planta baixa dos armazéns.....	45
Figura 29 - Demolição da estrutura existente.....	45

Figura 30 - Representação de um corte transversal da escavação local da zona da sapata	48
Figura 31 - Plano de controle de escavação	49
Figura 32 - Nivelamento do solo de fundação	50
Figura 33 - Aplicação do enrocamento na fundação	52
Figura 34 - Aplicação do betão de limpeza	52
Figura 35 - Área de implantação do betão de limpeza	53
Figura 36 - Detalhes de armadura da sapata corrida	56
Figura 37 - Detalhes de armadura da sapata B2.....	56
Figura 38 - Detalhes de armadura da sapata B1	57
Figura 39 - Detalhes de armadura da sapata C1.....	58
Figura 40 - Detalhes de armadura da sapata C2.....	59
Figura 41 - Legenda do código das armaduras	60
Figura 42 - Exemplo de uma tabela de forma de armaduras (Fonte: RSC)	60
Figura 43 - Exemplo de um plano de controle da marcação da área de colocação de armaduras	61
Figura 44 - Marcação da localização das barras de aço sobre o betão de limpeza	61
Figura 45 - Plano de inspeção e controle de qualidade para armaduras	62
Figura 46 - Montagem da cofragem	63
Figura 47: Ilustração dos tubos de queda na fundação.....	64
Figura 48 - Plano de controle de betonagem.....	64
Figura 49 - Plano de inspeção de betonagens	66
Figura 50: Betonagem da fundação	67
Figura 51 - Processo de compactação do betão	67
Figura 52 - Períodos de cura mínimos para classes de exposição do betão	68
Figura 53 - Processo de marcação dos pilares	70
Figura 54 - Corte transversal dos pilares.....	70
Figura 55 - Amarração da armadura dos pilares	71
Figura 56 - Representação da medida de empalme.....	71
Figura 57 - Detalhes de armadura de pilares B1	72
Figura 58 - Detalhes de armadura de pilares B2	72
Figura 59 - Detalhes de armadura de pilares C1 e C2	72
Figura 60 - Montagem de taipais	73
Figura 61 - Espaçadores	74

Figura 62 - Recobrimento mínimo para os requisitos de aderência	75
Figura 63 - Recobrimento mínimo relativo às condições ambientais.....	75
Figura 64 - Escoramento dos pilares.....	76
Figura 65 - Nivelamento dos pilares	77
Figura 66 - Verificação da verticalidade dos pilares com recurso a teodolito	78
Figura 67 - Betonagem de pilares com recurso a bomba.....	78
Figura 68 - Fases de betonagem de pilares	79
Figura 69 - Contraventamentos sobre os eixos C e D.....	80
Figura 70 - Contraventamentos sobre os eixos 1 e 11	81
Figura 71 - Posicionamento das armaduras dos contraventamentos em betão armado	82
Figura 72 - Betonagem da primeira fase (Contraventamentos em betão armado).....	82
Figura 73 - Betonagem da segunda fase (Contraventamentos em betão armado).....	83
Figura 74 - Fases das betonagens de contraventamentos em betão armado.....	83
Figura 75 - Representação da viga-caleira (Eixo D).....	84
Figura 76 - Representação da viga-caleira (Eixo C).....	84
Figura 77 - Cofragem recuperável.....	85
Figura 78 - Amarração das armaduras da viga-caleira.....	85
Figura 79 - Incorporação de uma placa metálica embutida no betão	86
Figura 80 - Betonagem da primeira fase (Viga-caleira)	87
Figura 81 - Betonagem da segunda fase (Viga-caleira)	88
Figura 82 - Representação das juntas na viga	89
Figura 83 - Desmoldagem da viga-caleira.....	89
Figura 84 - Levantamento das áreas reparadas.....	90
Figura 85 - Estado do pavimento.....	91
Figura 86 - Classificação de pavimentos em função do ICP (Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO)	92
Figura 87 - Valor deduzível total X Valor deduzível corrigido (Fonte: CERL - 1979).....	94
Figura 88 - Preparação do pavimento a ser betonado	95
Figura 89 - Betonagem do pavimento	96
Figura 90 - Corte transversal do pavimento.....	96
Figura 91 - Juntas de retração ou serrada	97
Figura 92 - Representação do espaçamento entre as juntas	98
Figura 93 - Profundidade do corte de serra.....	98

Figura 94 - Juntas de encontro.....	99
Figura 95 - Selante em juntas de encontro.....	99
Figura 96 - Execução da alvenaria	100
Figura 97 - Alvenaria com 4 ligações rígidas.....	100
Figura 98 - Resistência à compressão do bloco de betão.....	101
Figura 99 - Representação da alvenaria	102
Figura 100 - Chapas de aço	103
Figura 101 - Reforço de alvenaria	103
Figura 102 - Execução do chapisco na alvenaria	104
Figura 103 - Execução do reboco.....	105
Figura 104 - Revestimento lateral com chapas de zinco	106
Figura 105 - Side rails	107
Figura 106 - Chegada das peças de cobertura	108
Figura 107 - Armazenamento das peças metálicas.....	108
Figura 108 - Sistema de apoio da treliça de cobertura	109
Figura 109 - Sistema estático da estrutura de cobertura.....	110
Figura 110 - Tipologia de juntas (Fonte: EN.1993.1.8.2005-1 – Eurocódigo 3).....	110
Figura 111 - Exemplo de junta de cisalhamento duplo.....	111
Figura 112 – Apoio A sobre a parede da viga caleira.....	111
Figura 113 - Apoio B sobre a consola	112
Figura 114 - Aperto de um dos contraventamentos horizontais	113
Figura 115 - Clipes fixados nas madres	113
Figura 116 - Sobreposição mínima recomendada para flashings longitudinais (Fonte: HB39-2015).....	114
Figura 117 - Flashings transversais.....	115

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de abaixamento do betao	31
Tabela 2 - Percentagens segundo MidTech – MIDDLE EAST TECHNOLOGY FOR ENGINEERING	38
Tabela 3 - Espessuras de enrocamento recomendadas	51
Tabela 4 - Tabela de quantidade de materiais das várias classes de betão	65
Tabela 5 - Controle de período mínimo de desmoldagem.....	69
Tabela 6 - Defeitos típicos de pavimentos (Fonte: Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos - DNIT - 2010).....	91
Tabela 7 - Estado das placas dos pavimentos	93
Tabela 8 - Determinação do valor dedutível.....	94
Tabela 9 - Dimensões usuais de alvenaria.....	102
Tabela 10 - Espessura de revestimento em argamassa (Fonte: Tecnologia das edificações – IPT).....	104
Tabela 11 - Prazos de maturação da argamassa de regularização (Fonte: Tecnologia das Edificações - IPT)	105

1. INTRODUÇÃO

A engenharia civil é um ramo dinâmico que desempenha um papel fundamental na construção de infraestruturas que sustentam a nossa sociedade. Como estudante finalista de Engenharia Civil, é imperioso adquirir experiência prática em campo para complementar o aprendizado acadêmico. Este relatório reporta aquilo que foi a experiência no estágio profissional na área de controlo de qualidade de estruturas mistas desde a fundação até ao processo de montagem da cobertura.

Durante o estágio tive a oportunidade de participar activamente nas actividades desenvolvidas na construção de armazéns. Este relatório visa não apenas relatar as actividades desempenhadas durante o estágio, mas também trazer uma abordagem sobre as lições aprendidas.

Nos capítulos posteriores, o relatório apresenta uma visão geral das informações referentes ao local de estágio, descrição da empresa, detalhes das actividades realizada, entre outros.

2. OBJECTIVOS

2.1 Objectivos Gerais

O objetivo geral deste estágio profissional é aplicar conhecimentos académicos em projetos e situações reais da engenharia civil, ganhar experiência prática em diversas disciplinas da área, desenvolver habilidades técnicas específicas, confrontar regulamentações e normas no campo, trabalhar efectivamente em equipe e aprimorar a gestão de projetos, abordando esses aspectos ao longo do relatório.

2.2 Objectivos Específicos

1. Descrever o contexto do estágio: Apresentando informações sobre a empresa, projecto onde o estágio foi realizado, incluindo sua localização e outros dados relevantes;
2. Relatar as responsabilidades e tarefas: Descrevendo as tarefas que foram atribuídas durante o estágio;
3. Apresentar as actividades realizadas, as metodologias e resultados alcançados;
4. Incluir anexos relevantes como gráficos, imagens, entre outras ilustrações do trabalho realizado para complementar as informações no relatório;
5. Detalhar as actividades específicas relacionadas ao controle de qualidade realizadas durante o estágio, como inspecções e testes realizados.

3. METODOLOGIA

No que diz respeito a metodologia de recolha de dados utilizada ao longo do estágio, os principais meios para a colecta de dados foram a observação no terreno e análise de documentos. A observação participante foi realizada dentro do recinto da MCT (*Matola Cargo Terminal*) que foi o local onde decorriam as obras durante o período de estágio. As actividades foram reportadas em forma de registos fotográficos e apontamentos. A análise de documentos consistiu em uma revisão bibliográfica de regulamentos, normas e consulta aos engenheiros e técnicos da mesma área.

4. ESTRUTURA DO TRABALHO

4.1 Introdução

- Apresentação do relatório e contexto do estágio;
- Descrição da empresa onde o estágio foi realizado;
- Objectivos gerais e específicos do que será abordado.

4.2 Descrição do estágio

- Localização da implementação obra.

4.3 Colecta e análise de dados

- Análise dos dados, com apresentação de resultados e interpretações.

4.4 Actividades desenvolvidas

- Enumeração das actividades realizadas durante o período de estágio;
- Descrição de tarefas atribuídas.

4.5 Metodologia de pesquisa

- Explicações de processo de colecta de dados, análise e interpretação;
- Apresentação de uma revisão da literatura relevante ao relatório destacando as teorias e conceitos fundamentais;

4.6 Conclusões

- Resumo claro de conclusões alcançadas com base nos objectivos iniciais.

4.7 Anexos

- Inclusão de documentos de apoio.

5. CONDICIONANTES E LIMITAÇÕES

Algumas condicionantes e limitações a levar em consideração na elaboração do relatório:

Confidencialidade

- Algumas informações não puderam ser descritas no relatório.

Acesso a dados e informações

- Alguns dados e informações referentes ao projecto eram de difícil acesso e em algumas ocasiões inacessíveis.

Duração de estágio

- Devido ao tempo de estágio algumas actividades não foram acompanhadas até ao final;
- Outras actividades de preparação já haviam sido realizadas antes do início do estágio profissional.

6. SOFTWARES USADOS

Os *softwares* usados para auxiliar nas tarefas durante o estágio foram:

- **AutoCAD:** Usado para criação de desenhos técnicos detalhados, plantas baixas, entre outros;
- **Microsoft Project:** Usado para criar e gerenciar cronogramas, controlar o progresso do projecto, entre outros;
- **Microsoft Excel:** Usado para análise de dados, cálculos, registro de informações, entre outros;
- **Microsoft Word:** Usado para organizar as informações e elaboração de relatórios semanais das actividades realizadas.

7. LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA OBRA

Este trabalho decorreu em Matola, região administrativa de Maputo província – Moçambique, no recinto da MCT (*Matola Cargo Terminal*), Estrada Nacional Nr. 2 ao km 5,5 – C.P. 65, como ilustra a imagem abaixo.



Figura 1 - Localização da obra no *Google maps*.

8. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A **7 MARES LDA.** é uma empresa moçambicana de construção fundada em 2003. Sua atuação se destaca no campo da engenharia civil, abrangendo uma variedade de especialidades que incluem, entre outras, elaboração de projetos estruturais e geotécnicos, gerenciamento integral de projetos e realização de estudos de viabilidade. Desde sua fundação, a empresa tem demonstrado um compromisso contínuo com a excelência técnica e a inovação, garantindo assim a entrega de serviços de alta qualidade aos seus clientes. Com uma equipe qualificada e experiente, a **7 MARES LDA.** tem contribuído de forma significativa para o desenvolvimento e o progresso da indústria da construção em Moçambique.

9. GENERALIDADES

9.1 Normas Usadas

Para o controlo de qualidade foram usadas as seguintes normas para o tratamento do betão:

- NP EN 12350-2:2009 → Ensaio de abaixamento;
- NP EN 206-1:2007 → Betão. Especificação, desempenho, produção e conformidade;
- NP EN 12390-1:2012 → Forma, dimensões e outros requisitos para o ensaio de provetes e para os moldes;
- NP EN 12390-2:2009 → Execução e cura dos provetes para ensaios de resistência mecânica;
- NP EN 12390-3:2021 → Resistência à compressão de provetes;
- NP EN 12390-4:2021 → Resistência à compressão – Características das máquinas de ensaio;
- EN 1997-3: 2007 – Eurocódigo 7: Fundamentações em solo – Parte 3 – Regras Gerais para Estruturas em Solos.

9.2 Controle e especificação do betão

As normas técnicas definem requisitos para o betão, cada um desses requisitos visa garantir características importantes do betão, como a sua resistência, trabalhabilidade, durabilidade e resistência à corrosão. O não cumprimento desses requisitos pode levar a diversas consequências graves, como falhas estruturais, diminuição da vida útil, aumento dos custos, impacto na segurança e prejuízos à imagem.

Segundo a NP EN 206-1 a especificação do betão é dita pelos seguintes factores:

- **Classe de resistência à compressão**

A classe de resistência à compressão é geralmente seleccionada tendo em consideração o ambiente a que a estrutura ou elemento estrutural estará exposta ao longo da sua vida útil, considerando também os esforços a que será submetida, a fim de garantir a durabilidade e desempenho adequados.

Classe de resistência à compressão	Resistência característica mínima em cilindros $f_{ck,cyl}$ (N/mm ²)	Resistência característica mínima em cubos $f_{ck,cube}$ (N/mm ²)
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60

Figura 2 - Classes de resistência à compressão do betão normal e pesado (Fonte: A Especificação do Betão - APEB)

Obs.: A NP EN 206-1 estabelece outras classes de resistência que vão desde a classe C8/10 até à classe C100/115 (Figura 2 – Classes de resistência à compressão para betão normal e pesado).

Função: A classe de resistência à compressão define a capacidade máxima do betão de suportar cargas sem romper.

Garantia: Ao se respeitar a classe de resistência à compressão especificada na norma, garante-se que o betão tenha a resistência necessária para suportar as cargas de projecto com um factor de segurança adequado, evitando falhas estruturais.

Para todos elementos estruturais utilizou-se o betão C25/30, excepto:

1. Laje inferior da viga caleira nos eixos C (espessura = 25 cm) representado na figura 3 e D (espessura = 25 cm) representado na figura 4: C30/37.
2. Paredes de betão da viga caleira: C35/45.

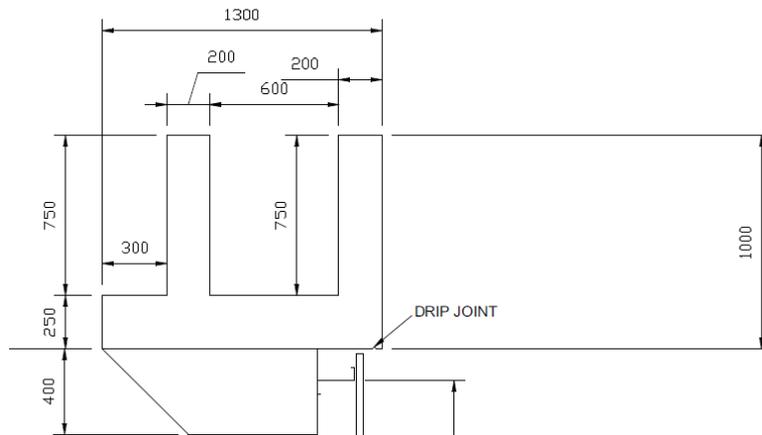


Figura 3 - Representação da viga caleira do eixo D

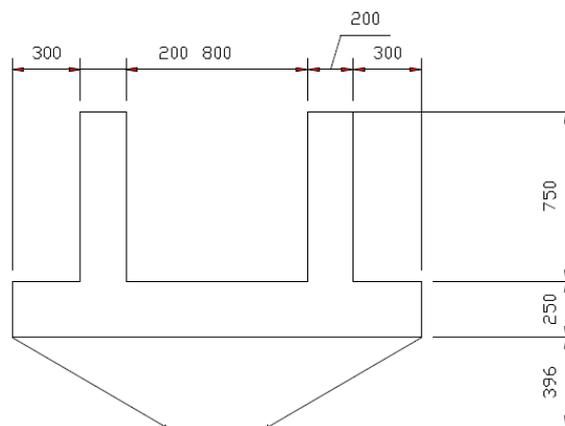


Figura 4 - Representação da viga caleira do eixo C

Consequências do não comprimento:

1. Rachaduras e fissuras: O betão com resistência insuficiente pode apresentar rachaduras e fissuras sob cargas normais de uso abrindo caminho para a corrosão das armaduras;

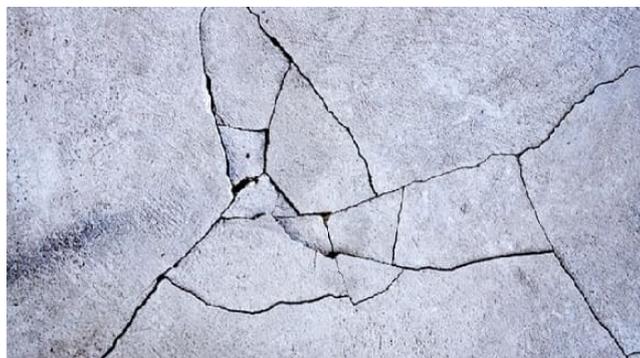


Figura 5 - Exemplo de rachaduras e fissuras

2. Deformações excessivas:

3. Ruptura e colapso.

- **Classe de consistência**

A consistência é especificada através de uma classe ou, em casos especiais, através de um valor pretendido, considerando o método de ensaio mais adequado:

1. Ensaio de abaixamento (utilizado nesta obra);
2. Ensaio vêbê;
3. Ensaio de compactação;
4. Ensaio de espalhamento.

Função: A classe de consistência define a trabalhabilidade do betão, ou seja, a facilidade com que ele pode ser moldado e colocado.

Garantia: Ao se respeitar a classe de consistência especificada, garante-se que o betão possa ser facilmente moldado, resultando em uma estrutura homogénea e densa, sem vazios de ar que possam comprometer sua resistência e durabilidade.

Consequências do não cumprimento:

1. Dificuldade de adensamento: Um betão com consistência inadequada permite a formação de bolsas de ar;
2. Segregação dos materiais: Um betão com consistência muito fluída pode sofrer segregação dos materiais, com os agregados pesados se separando do cimento e da água, resultando em um betão não homogéneo e com resistência comprometida.



Figura 6 - Exemplo de segregação dos materiais no betão

- **Classe de exposição**

A classificação das acções ambientais tem em consideração os seguintes factores de ataque ao betão armado ou pré-esforçado:

1. O ataque sobre o betão (ataque pelo gelo-degelo ou ataque químico);
2. O ataque sobre as armaduras ou outros metais embebidos (corrosão induzida por carbonatação ou por iões cloreto).

No projecto, considerou-se o local de implantação da obra como um ambiente sem risco de corrosão ou ataque. Portanto, a classe de exposição utilizada para os elementos estruturais foi **X0**.

Função: A classe de exposição define o nível de agressividade do ambiente ao qual a estrutura estará exposta.

Garantia: Ao se respeitar a classe de exposição especificada, garante-se que o betão tenha a resistência à corrosão e à deterioração prolongando a sua vida útil e evitando a necessidade de reparos prematuros.

Consequências do não cumprimento:

1. Corrosão das armaduras;



Figura 7 - Exemplo de corrosão das armaduras

2. Deterioração do betão.

- **Máxima dimensão do agregado mais grosso**

De acordo com a NP EN 12620 – Agregados para betão, a máxima dimensão do agregado mais grosso, $D_{máx}$, corresponde à dimensão D do agregado de maior dimensão utilizado no betão.

A correcta colocação e compactação do betão são fundamentais para garantir a durabilidade da estrutura. Para tanto, recomenda-se que a dimensão máxima do agregado não exceda:

1. $\frac{1}{4}$ da menor dimensão do elemento estrutural: Essa medida garante que o agregado possa fluir livremente entre as armaduras e preencher completamente os espaços, evitando a formação de vazios e diminuindo o risco de fissuras;
2. A distância entre as barras de armadura diminuída a 5 milímetros;
3. O recobrimento mínimo das armaduras.

A máxima dimensão utilizada foi **D1,6**.

- **Classe da massa volúmica**

No caso de betão leve a massa volúmica pode ser especificada igualmente através de uma classe.

Classe	Massa Volúmica (kg/m ³)
D1,0	≥ 800 e ≤ 1000
D1,2	> 1000 e ≤ 1200
D1,4	> 1200 e ≤ 1400
D1,6	> 1400 e ≤ 1600
D1,8	> 1600 e ≤ 1800
D2,0	> 1800 e ≤ 2000

Figura 8 - Classes da massa volúmica (Fonte: A especificação do betão - APEB)

- **Máximo teor de cloretos**

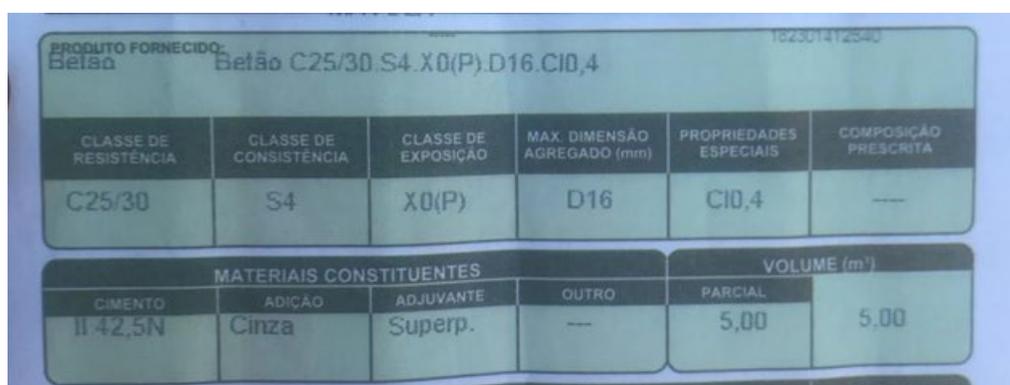
Classes de teor de cloretos do betão

Utilização do betão	Classe de exposição ambiental	
	XC, XF, XA	XS, XD
Betão sem armaduras de aço ou outros metais embebidos, com excepção de dispositivos de elevação resistentes à corrosão	CI 1,0	CI 1,0
Betão com armaduras de aço ou outros metais embebidos	CI 0,40 ¹⁾	CI 0,20 ¹⁾
Betão com armaduras pré-esforçadas	CI 0,20 ¹⁾	CI 0,10 ¹⁾

¹⁾ Estas classes podem deixar de se aplicar se foram tomadas medidas especiais de protecção contra a corrosão, como protecção do betão, ou recobrimentos, devidamente justificados, ou utilização de aço inox.

Figura 9 - Tabela de classes de teor de cloretos do betão (Fonte: A especificação do betão - APEB)

Essas especificações são usadas para identificar de forma rápida e precisa um determinado tipo de betão. Por exemplo: C25/30; S4; X0(P0); D16 (mm); Cl^- 0,4; entre outros.



PRODUTO FORNECIDO: Betão C25/30.S4.X0(P).D16.Cl0,4

CLASSE DE RESISTÊNCIA	CLASSE DE CONSISTÊNCIA	CLASSE DE EXPOSIÇÃO	MAX. DIMENSÃO AGREGADO (mm)	PROPRIEDADES ESPECIAIS	COMPOSIÇÃO PRESCRITA
C25/30	S4	X0(P)	D16	Cl0,4	---

MATERIAIS CONSTITUENTES				VOLUME (m ³)	
CIMENTO	ADICÃO	ADJUVANTE	OUTRO	PARCIAL	TOTAL
II 42,5N	Cinza	Superp.	---	5,00	5,00

Figura 10 - Exemplo de guia de remessa de betão pronto (Fonte: TransAly)

Para todas as operações relacionadas com betonagem de elementos estruturais foi executado com base na norma NP EN 13670 “Execução de estruturas de betão. Parte 1: Regras gerais”.

9.3 Ensaio realizado

9.3.1 Ensaio de abaixamento (*Slump test*)

O ensaio de abaixamento, ou “*slump test*”, é um procedimento importante realizado em estruturas de betão. É usado para avaliar a consistência e a trabalhabilidade do betão fresco logo antes de sua utilização. A norma NP EN 12350-2 estabelece directrizes rigorosas para a realização deste ensaio, garantindo a obtenção de resultados confiáveis e comparáveis.

O objectivo principal do ensaio de abaixamento é determinar a consistência do betão fresco, medindo o quão ele se abaixa sob seu próprio peso. Essa medida por sua vez fornece uma indicação de fluidez e trabalhabilidade do betão, permitindo avaliar se ele está adequado para o método de aplicação pretendido.

Os aparelhos usados durante o ensaio são, nomeadamente, um varão de compactação de secção transversal circular, um funil (opcional), régua com escala, uma placa com superfície plana e uma colher.

A seguir são destacados alguns procedimentos importantes desde a colecta da amostra até a sua colocação:

1. Preparação do cone: O cone de *Abrams* deve estar limpo e humedecido antes do teste para evitar a aderência do betão às suas paredes. Ele é feito sobre uma superfície plana e rígida.



Figura 11 - Materiais para ensaio de abaixamento

2. Recolha da amostra: Uma amostra representativa do betão é colectada.



Figura 12 - Recolha da amostra de betão

3. Preenchimento do cone: O cone de *Abrams* é preenchido em três camadas iguais sendo cada camada compactada com 25 golpes uniformemente distribuídos. Isso garante que o betão esteja compactado e livre de vazios.



Figura 13 - Ilustração de preenchimento do cone de Abrams

4. Remoção do excesso: Após a compactação das três camadas, o excesso de betão que se encontra além da borda do cone é removido com cuidado, garantindo que a superfície esteja nivelada.



Figura 14 - Ilustração da remoção do excesso no cone de Abrams

5. Remoção do cone: O cone é removido verticalmente e lentamente.



Figura 15 - Ilustração de remoção do cone de Abrams

6. Medição do abaixamento (*Slump*): Imediatamente após a remoção do cone, a altura do ponto mais alto da superfície do betão é medida com a ajuda régua e o seu registro é normalmente feito em milímetros.



Figura 16 - Medição do abaixamento do betão

Essa operação toda, desde o início do enchimento até a remoção do molde, sem interrupção, deve durar 150 segundos sendo a operação de desmoldagem em 5 a 10 segundos, através de um movimento firme para cima sem transmitir movimentos laterais ou torsionais ao betão.

A discussão dos resultados obtidos a partir deste ensaio é crucial para avaliação da trabalhabilidade e alguns pontos devem ser considerados:

a) Valor de abaixamento (*Slump*): Indica a consistência do betão e é a medida principal a ser analisada.

Classe	Abaixamento em mm
S1	10 a 40
S2	50 a 90
S3	100 a 150
S4	160 a 210
S5	≥ 220

S1 – Betão muito seco
 S2 – Betão seco
 S3 – Betão plástico
 S4 – Betão muito plástico
 S5 – Betão fluído

Tabela 1 - Classes de abaixamento do betão

- Factores que influenciam a consistência:
 - Teor de água/cimento;
 - Tipo de agregado;
 - Aditivos;
 - Entre outros.

b) Atendimento às especificações: É importante verificar se o resultado de abaixamento está dentro dos intervalos especificados para o projecto.

O ensaio só é válido no caso de se verificar um abaixamento verdadeiro conforme ilustrado na Figura 17, no qual o betão permanecerá substancialmente intacto e simétrico. Quando o provete se deforma, deve-se colher outra amostra e repetir o procedimento.

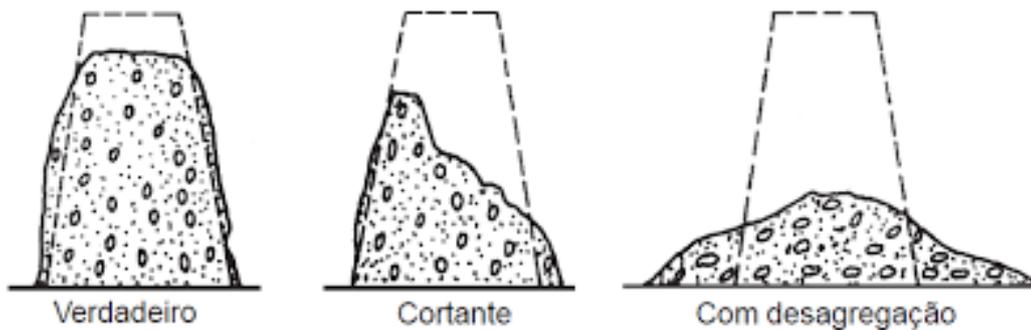


Figura 17 - Ilustração dos tipos de slump existentes

Slump verdadeiro: Ocorre quando o betão simplesmente se acomoda e afunda uniformemente após a remoção do cone de Abrams. É um comportamento desejável que indica a boa coesão do betão;

Slump cortante: Ocorre quando o betão desliza para um lado ou deforma assimetricamente após a remoção do cone de Abrams. É um comportamento não desejável;

Slump com desagregação: Ocorre quando o betão perde sua coesão e desmorona de maneira não uniforme após a remoção do cone de Abrams.

9.3.2 Ensaio de sondagem dinâmica leve

O Eurocódigo 7: Fundações em solo, em sua parte 3 – “Regras Gerais para Estruturas em Solos”, dedica numa das secções à Sondagem Dinâmica Leve (DPL – *Dynamic Probing Light*), reconhecendo sua importância como método de investigação geotécnica para avaliar a resistência do solo à penetração.

A DPL é um método que utiliza um equipamento com menor energia de impacto se comparado com o ensaio de Penetração Dinâmica com Cone (DCP), resultando em menor penetração e fornecendo informações sobre as camadas superficiais do solo (geralmente até aproximadamente 1,0 metro de profundidade).

Alguns procedimentos devem ser seguidos durante a realização do ensaio:

1. Preparação do local: O local de ensaio deve ser plano, livre de obstáculos e com superfície nivelada.
2. Cravação da ponteira: A ponteira é cravada verticalmente, utilizando o maço com altura de queda livre padronizada.

3. Registo de dados: O número de golpes necessário para que a ponteira penetre cada intervalo de 10 cm é registado.

4. Profundidade máxima: A cravação da ponteira deve ser realizada até a profundidade máxima desejada ou até a recusa da ponteira, definida como penetração inferior a 2,5 cm para 50 golpes consecutivos.

- Interpretação dos resultados

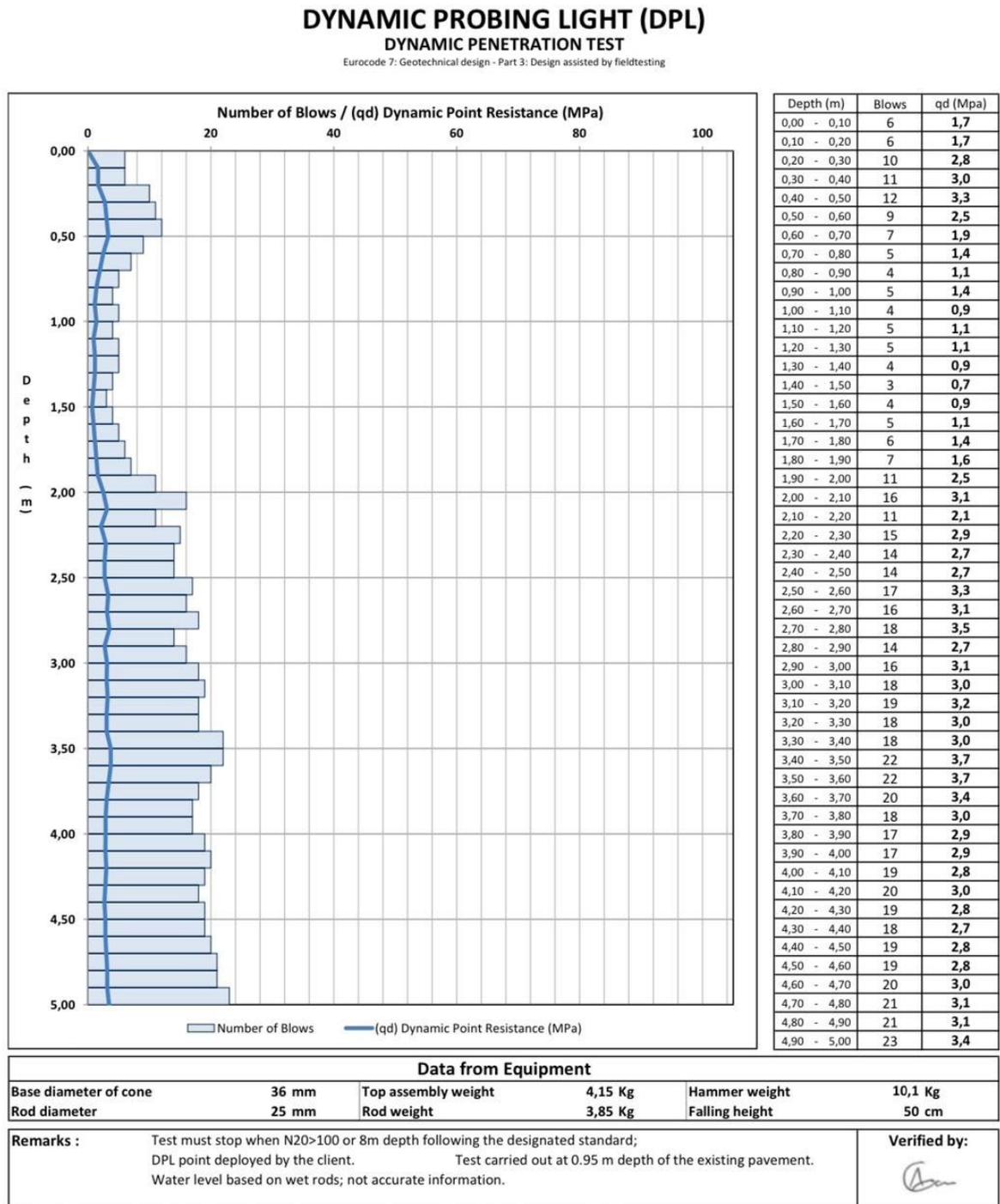


Figura 18 - Exemplo de ensaio DPL feito no eixo 2

Índice de Resistência à Penetração (N10): O N10 é definido como o número médio de golpes necessário para que a ponteira penetre os últimos 10 cm de cada intervalo de 10 cm. O Índice de Resistência a Penetração obtido no ensaio DPL pode ser

correlacionado com a capacidade de suporte de carga do solo, permitindo estimar a carga admissível para a fundação.

O ensaio DPL fornece um perfil de resistência do solo com a profundidade, possibilitando identificar camadas com diferentes características geotécnicas e auxiliar na definição da profundidade de assentamento da fundação.

9.3.3 Ensaio esclerométrico de Reid

Diante da incerteza sobre a resistência do betão utilizado nas sapatas e nos pilares, solicitou-se um ensaio adicional. O ensaio, também conhecido como teste tipo Schmidt, foi realizado a fim de confirmar se o betão estava com os padrões de qualidade exigidos.

O esclerómetro, também conhecido como esclerómetro de Reid, é um instrumento crucial para determinar in situ a resistência à compressão do betão em elementos estruturais. Sua utilização em pilares e fundações, como no caso da obra em questão, permite verificar a qualidade do betão e garantir a segurança da estrutura de forma simples, rápida e não destrutiva.

Após a preparação da superfície de betão a ensaiar, foram seguidos os seguintes procedimentos:

1. A Cabeça do veio de compressão do esclerómetro foi colocada perpendicularmente a superfície de betão a ensaiar;

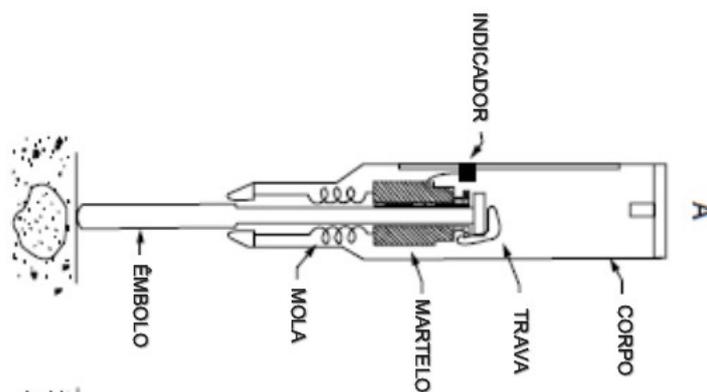


Figura 19 - Ensaio esclerométrico - Procedimento 1

2. Empurra-se o corpo do esclerómetro contra a superfície a ensaiar, isso fará com que a mola existente no interior do aparelho comprima;

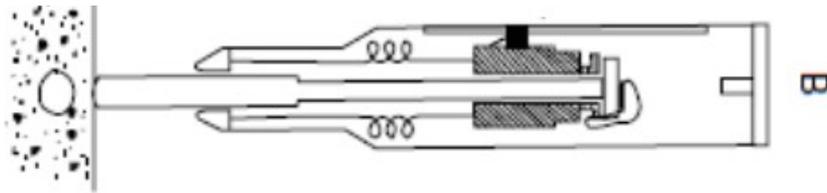


Figura 20 - Ensaio esclerométrico - Procedimento 2

3. Logo que o êmbolo atinge o fim do seu curso, é libertada instantaneamente, uma massa que choca com a extremidade interior;

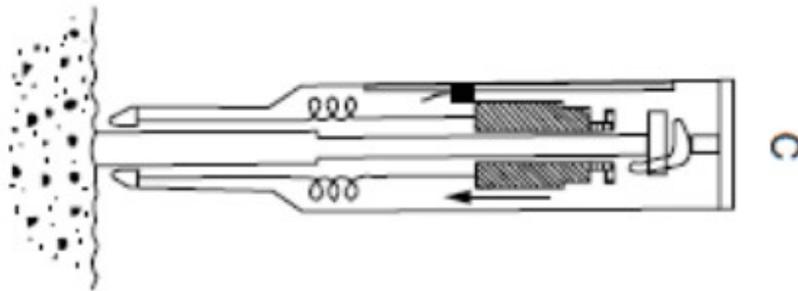


Figura 21 - Ensaio esclerométrico - Procedimento 3

4. O choque é transmitido à superfície a ensaiar, a qual reage, provocando um ressalto. O mesmo veio transmite esse ressalto à massa móvel, que ao deslocar-se, faz mover o ponteiro visível no exterior do aparelho.

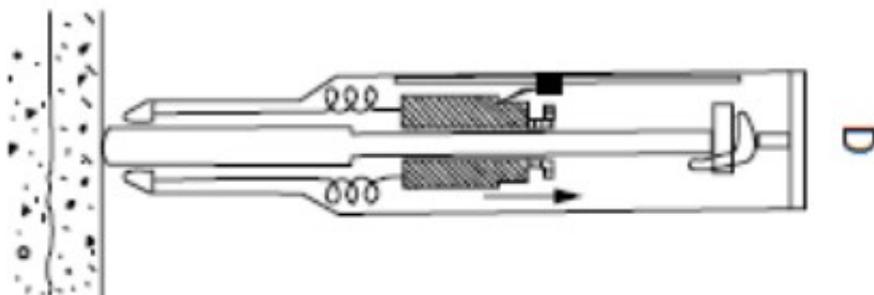


Figura 22 - Ensaio esclerométrico - Procedimento 4

Depois de realizar o ensaio de esclerometria, as informações colectadas foram organizadas em um relatório e encaminhadas ao responsável da obra.



Figura 23 - Ensaio esclerométrico num dos pilares

É de salientar que este ensaio não substitui a determinação da tensão de rotura à compressão através de provetes cilíndricos ou cúbicos, em laboratório.

9.3.4 Ensaio de resistência à compressão do betão

O Ensaio de Resistência à Compressão do Betão, conforme a norma portuguesa NP EN 206-1: 2007 – Betão para Estruturas – Parte 1: Especificação, Desempenho, Produção e Conformidade, é um procedimento fundamental para avaliar a qualidade e a segurança de estruturas de betão armado. Através da aplicação de uma carga axial em corpos de prova moldados com betão, este ensaio determina a resistência máxima que o betão pode suportar antes de romper.

A resistência à compressão do betão é uma propriedade fundamental para garantir a segurança e confiabilidade das estruturas em betão.

Ao contrário do que se pode pensar, a resistência do betão não é estática, mas sim uma propriedade que evolui com o tempo. Isso ocorre devido às reacções de hidratação do cimento, um processo gradual que libera calor e gera ligação entre os grãos do betão. A tabela 2, apresenta as percentagens de evolução da resistência do betão segundo a *MidTech*.

COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE AT VARIOUS AGES	
AGE	STRENGTH PERCENT
1 DAY	16,0%
3 DAYS	40,0%
7 DAYS	65,0%
14 DAYS	90,0%
28 DAYS	99,0%

Tabela 2 - Percentagens segundo *MidTech* – MIDDLE EAST TECHNOLOGY FOR ENGINEERING

Fase inicial: Nas primeiras horas após a mistura, a resistência do betão é baixa, devido à fluidez do material e à baixa densidade;

Desenvolvimento Gradual: Com o passar do tempo, a hidratação do cimento se intensifica, criando uma rede de ligações entre os grãos e aumentando gradativamente a resistência do betão;

Pico aos 28 dias: Após 28 dias, as reacções de hidratação atingem um ritmo mais lento, e a resistência do betão atinge um valor considerado como referência para dimensionamento - Resistência à compressão aos 28 dias (fcm28).

A norma NP EN 206-1 estabelece requisitos específicos para realização do ensaio. Entre os principais requisitos destacam-se:

- Dimensões: Cilindros com diâmetro de 150 mm e altura de 300 mm ou moldes cúbicos de 150 mm;
- Desmoldagem: Pode ser feita 24 horas após a betonagem;

A coleta de amostras para os moldes cúbicos que é feito depois do ensaio de abaixamento, segue as seguintes etapas:

- 1. Preparação**: Assegurou-se que os moldes estejam limpos e em boas condições de uso;
- 2. Identificação do local**: A escolha do local de recolha de dados era feita com base na área a ser betonada, isto é, escolhia-se a área mais próxima possível do local de betonagem;

3. Colecta de amostra: Os moldes foram preenchidos com betão fresco, compactando-as adequadamente em camadas. Uma vez que os ensaios eram feitos normalmente para os 7 e 28 dias, reservou-se no mínimo três cubos para cada ensaio somando 6 provetes cúbicos para cada betonagem. E em situações em que devia-se obter uma estimativa de resultados ainda nos primeiros dias as amostras foram recolhidas para ensaios aos 3, 7 e 28 dias.



Figura 24 - Colecta de amostras

4. Cura das amostras: As amostras foram cobertas com plástico para evitar a secagem rápida do betão. A cura foi de no mínimo 24 horas.

Após o período de cura adequado, os cubos eram desmoldados com cuidado de modo a não danificar as amostras;

5. Identificação das amostras: Os cubos foram marcados de forma clara e permanente com informações relevantes, com a data de coleta, localização da obra e descrição da área a ser betonada.

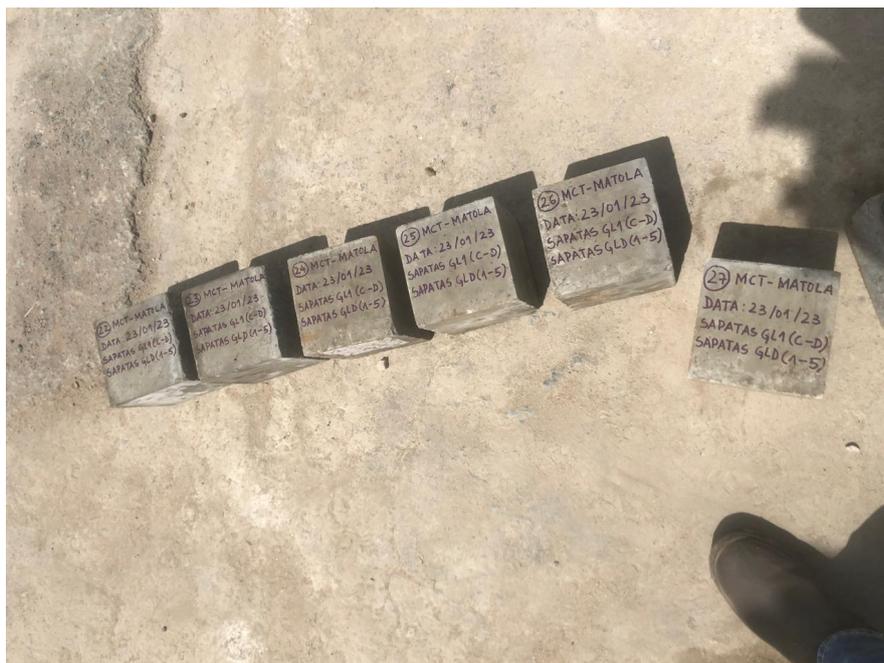


Figura 25 - Identificação das amostras

6. Preservação das amostras: Os cubos foram armazenados em tambores cheio de água para garantir o controle de humidade e temperatura.

7. Transporte para o laboratório: Os cubos foram transportados para o laboratório com o devido cuidado para evitar danos durante o transporte.

No laboratório os ensaios de resistência à compressão do betão são feitos na prensa hidráulica de compressão uniaxial. A amostra do betão é cuidadosamente preparada e posicionada entre as placas de apoio e de seguida a amostra é fixada de forma a garantir que ela não se mova durante o ensaio.

A carga é aplicada de forma axial e excentricamente em relação ao centro do corpo de prova, a carga máxima suportada por cada corpo de prova é registrada, e a partir desses valores é possível obter a resistência média à compressão do betão (fcm).



Figura 26 - Equipamento de ensaio de resistência à compressão do betão

A máquina de ensaios aplica uma carga uniaxial de compressão gradual na qual a carga é aumentada continuamente até que ocorra a ruptura do betão. A célula de carga mede a força aplicada à amostra e a resistência à compressão do betão é calculada dividindo a carga máxima pela área de secção transversal de amostra.

Os dados do ensaio são analisados, e um relatório é gerado, com informações como a resistência à compressão e outras informações relevantes.

- **Etapas de cálculo da tensão média**

1. Registo dos valores de força (**F**) obtidos a partir do equipamento, valores esses que são dados em **kgf** (quilograma-força) que devem ser a posteriores convertidos para **N** (*Newton*). A força é registada para cada cubo testado;

2. Calcular a tensão para cada cubo tendo em consideração que a área transversal (**A**) é geralmente de $150 \times 150 \text{ mm} = 22500 \text{ mm}^2$. Com a seguinte fórmula:

$$\sigma_n = \frac{F}{A}$$

Equação 1 - Fórmula para cálculo de tensão

3. Calcular a tensão média somando os valores de tensão para todos os cubos testados e dividir pelo número total de cubos testados (n).

Por exemplo:

Geocontrol		MARES		CONCRETE QUALITY SHEET								MCT-FRIGO MATOLA				
CONCRETE QUALITY SHEET		SLUMP TEST AND CONCRETE CUBE COMPRESSIVE STRENGTH								JOB294 MCT NEW WAREHOUSES DESIGN & BUILD						
PROJECT NUMBER		41222														
DATE CAST	STRUCTURE / ZONE / CHAINAGE	DELIVERY NOTE (Receipt/Id)	SLUMP	TEMP.	CUBE NUMBER	AREA OF CUBE	VOLUME OF CUBE	WEIGHT	MEAN DENSITY	AGE OF CURING	DATE OF THE TEST	COMPRESSIVE STRENGTH		AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH	PROJECT SPECS	PASSED (P) FAILED (F)
			(mm)	(°C)		(cm²)	(cm³)	(g)	(Kg/m³)	days		kN	Mpa			
01/03/2023	Pilares - GLD (3-9) & Pavimento - WH2	18763	*	*	C-94	225	3375	7500	2222	7	08/03/2023	512,7	22,8	22,1	*	
01/03/2023		18763	*	*	C-95	225	3375	7418	2198	7	08/03/2023	497,9	22,1		*	
01/03/2023		18763	*	*	C-96	225	3375	7424	2200	7	08/03/2023	480,9	21,4		*	
01/03/2023		18763	*	*	C-97	225	3375	7549	2238	28	29/03/2023	766,5	34,2	35,9	*	
01/03/2023		18763	*	*	C-98	225	3375	7612	2255	28	29/03/2023	804,6	35,8		*	
01/03/2023		18763	*	*	C-99	225	3375	7692	2279	28	29/03/2023	847,0	37,6		*	
REMARKS:		* Information not available														
Tested by : Julião Cumbi		Verified by : 		Client :		Supervision / Site Engineer :		Page 1 of 1								
Date : 29/03/2023		Date : 29/03/2023		Date :		Date :										

Figura 27 - Tabela de resultados do ensaio à compressão do betão aos 7 e 28 dias

Para a tabela de resultados acima é possível obter os valores de força para o teste dos cubos “C-94” → $F_1 = 512,7$ kN; “C-95” → $F_2 = 497,9$ kN; “C-96” → $F_3 = 480,9$ kN.

Sabendo que a área dos cubos $A = 225$ cm², é possível através da fórmula mencionada no ponto 2, obter as seguintes tensões:

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{A} = \frac{512,7}{225 \cdot 10^{-4}} = 22,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = 22,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_3 = 21,4 \text{ MPa}$$

Para a tensão média:

$$f_{cm} = \frac{\sum \sigma}{n}$$

Onde:

- f_{cm} → Tensão média em MPa;
- σ → Tensão compressiva em MPa para cada cubo;
- n → É o número total de cubos testados.

$$\text{Então: } f_{cm} = \frac{\sum \sigma}{n} = \frac{22,8+22,1+21,4}{3} = 22,1 \text{ MPa}$$

O resultado do ensaio de compressão do betão, com f_{cm} (resistência à compressão aos 7 dias) de 22,1 MPa, demonstra um desempenho satisfatório em relação à classe de resistência especificada (C25/30) para o elemento em questão. Para uma análise mais aprofundada, é possível detalhar os seguintes pontos:

1. Expectativas segundo a tabela da *MidTech*:

A tabela de percentagens esperadas da *MidTech* indica que, aos 7 dias, o betão deve atingir pelo menos 65% da resistência final à compressão. No caso da classe C25/30, onde 30 MPa representa a resistência final (100%), o valor esperado aos 7 dias seria:

$$\rightarrow 0,65 * 30 \text{ MPa} = 19,5 \text{ MPa}$$

2. Comparação com o resultado obtido:

Ao comparar o valor obtido no ensaio ($f_{cm} = 22,1$ MPa) com o valor mínimo esperado (19,5 MPa), pode-se observar que o betão superou as expectativas.

3. Interpretação do resultado:

O resultado do ensaio indica que o betão está evoluindo a um ritmo satisfatório, com potencial para alcançar a resistência final desejada (30 MPa) aos 28 dias. Essa constatação reforça a qualidade do betão e a eficácia dos métodos de produção e cura utilizados. Porém, é importante ressaltar que a tabela da *MidTech* serviu como referência para estimar a evolução do betão ao longo dos dias até chegar aos 28 dias.

A resistência média à compressão do betão (f_{cm}) é comparada com os valores especificados no projecto para a classe de resistência do betão em questão.

- Betão em conformidade se a resistência média à compressão do betão (fcm) atingir ou superar o valor especificado no projecto.

- Betão com a resistência média à compressão do betão (fcm) abaixo do valor especificado indica problemas na qualidade do betão e exige investigação e a aplicação de medidas correctivas.

10. CONSTRUÇÃO DOS ARMAZÉNS 2 E 3

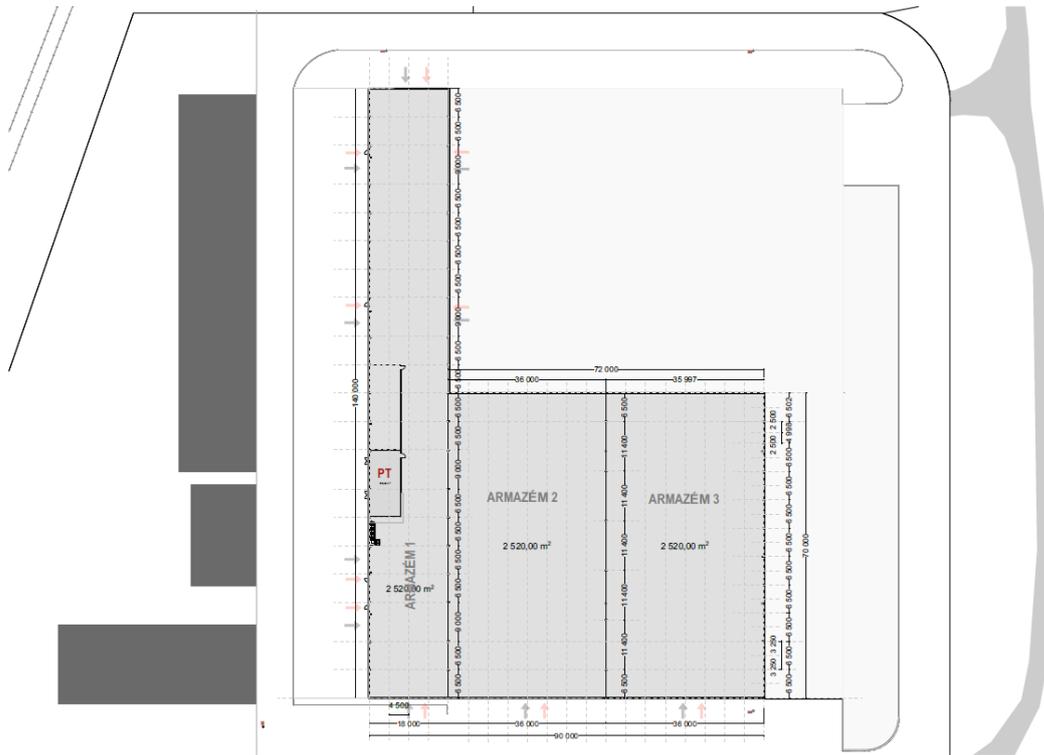


Figura 28 - Planta baixa dos armazéns

10.1 Fundação;

10.1.1 Trabalhos preparatórios;

10.1.1.1 Demolição



Figura 29 - Demolição da estrutura existente

A demolição é o processo de destruição controlada de uma estrutura, seja ela um edifício, uma ponte, uma residência, entre outros. As etapas fundamentais envolvidas no processo de demolição foram:

- Avaliação inicial: Antes de iniciar a demolição, foi necessário a realização de uma avaliação detalhada da estrutura existente. Isso inclui a identificação dos materiais considerados perigosos, a inspeção das condições da construção e a determinação dos métodos mais adequados de demolição;
- Plano de demolição: Elaborou-se um plano de demolição que descreve os métodos, técnicas e equipamentos que serão usados durante o processo;
- Limpeza do local: Uma vez concluída a demolição, foi feita a limpeza do local deixando a área pronta para a próxima fase.

Existem vários tipos de demolição sendo que a escolha do método de demolição depende da estrutura a ser demolida, das condições do local e dos requisitos de segurança. Dentre os vários tipos, os métodos usados na obra foram os seguintes:

1) Demolição mecânica

Trata-se de um conjunto de técnicas e procedimentos que envolvem o uso de equipamentos e ferramentas mecânicas para efectuar o desmonte correcto de diversas estruturas.

Esta actividade foi com o apoio de máquinas pesadas de pequeno e médio porte. Os maiores exemplos de ferramentas manuais são escavadeiras, serra elétrica de corte, martelos pneumáticos, entre outros.

As técnicas de demolição usadas foram as seguintes:

- Serra com disco de corte diamantado para corte. A serra de diamante foi escolhida como a ferramenta principal para a demolição devido à sua capacidade de realizar cortes precisos e eficientes em diversos materiais, permitindo assim a realização de modificações na estrutura e a passagem de instalações eléctricas, hidráulicas, entre outras, de forma segura e rápida.

Antes de iniciar o corte, foi necessário preparar o local adequadamente, o que incluiu marcar as áreas a serem cortadas e remover qualquer obstáculo que pudesse interferir no trabalho. Em relação à segurança, todos os trabalhadores envolvidos na operação estavam devidamente equipados com os equipamentos de protecção individual

apropriados para a tarefa. O corte foi realizado de maneira controlada, seguindo com precisão as marcações feitas anteriormente. Após o corte, as partes do material que foram removidas durante o processo de demolição foram retiradas do local. Por fim, o local foi limpo para garantir que tudo estivesse em ordem.

➤ Uso de equipamentos mecânicos (Martelos pneumáticos), a demolição usando martelos pneumáticos, também conhecidos como martelos de impacto são utilizados para aplicar impactos de alta frequência e alta potencia em uma superfície.

A principal vantagem da demolição mecânica esta directamente relacionada a rapidez e segurança com que o serviço pode ser executado. Além disso, não demanda grandes equipes, podendo ser concluída com uma pequena equipe de mão-de-obra especializada.

Por outro lado, suas desvantagens também devem ser consideradas, já que é uma actividade de potencial risco à saúde e integridade física das pessoas, afinal há um alto risco de acidentes.

A demolição mecânica é frequentemente escolhida devido à sua eficiência em lidar com estruturas de grande porte, mas requer habilidades e equipamentos especializados.

2) Demolição manual

Ocorre a partir da utilização de ferramentas manuais. Em geral, esse tipo é bastante comum em diferentes tipos de construção e é mais indicado para demolições específicas, ou seja, que demandem um cuidado especial com a estrutura.

Uma das vantagens de seu uso é a maior viabilidade de reutilização dos resíduos produzidos no local. Por outro lado, embora não exija uma mão-de-obra especializada como nas demais opções, este tipo de demolição tem um gasto superior e pode levar mais tempo até ser concluída o desmonte total ou parcial da estrutura a ser demolida.

As técnicas de demolição utilizadas foram as seguintes:

➤ Uso de equipamentos rudimentares. Estes equipamentos dependem da força braçal dos operadores e são utilizados em trabalhos de construção e demolição mais simples, onde o acesso a equipamentos mais sofisticados é limitado. Os equipamentos

rudimentares usados foram: marretas, picaretas, serras manuais, escopros e ponteiros, entre outros.

10.1.1.2 Escavação local

Para a construção da fundação dos armazéns, realizou-se depois das demolições uma escavação vertical localizada na área de implantação das sapatas, seguindo as dimensões exactas do projecto, com um espaço livre mínimo de 0,50 metros que é para a aplicação da cofragem escorada. A profundidade de escavação foi de aproximadamente 1,05 metros.

Por meio de um corte transversal é possível visualizar a partir da Figura 30, a estrutura da escavação, onde se observam:

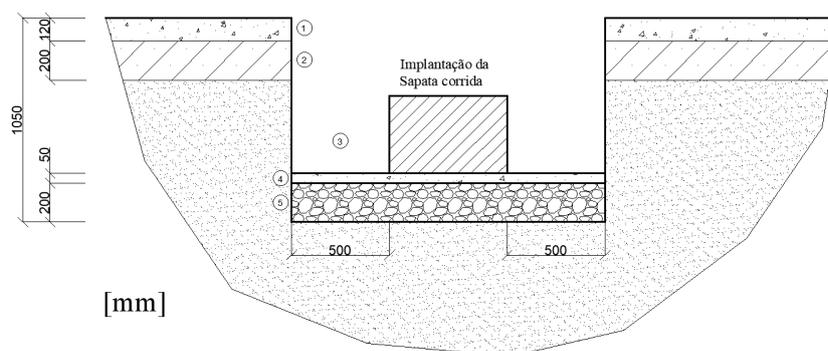


Figura 30 - Representação de um corte transversal da escavação local da zona da sapata

- 1- Pavimento feito de betão simples possui 120mm de espessura;
- 2- Pavimento antigo feito de betão armado com 200mm de espessura.

As estruturas numeradas 1 e 2 são ambas antigas. A estrutura 2 remonta à época colonial, enquanto que a estrutura 1 necessita de manutenção em alguns pontos específicos. Esses pavimentos (estruturas 1 e 2) foram demolidos durante o processo de escavação localizada. Os métodos de demolição utilizados são explicados no capítulo anterior.

- 3- É o espaço livre de pelo menos 500 milímetros deixado para a aplicação da cofragem escorada para as sapatas.
- 4- Betão de limpeza.

5- Enrocamento.

➤ Plano de controle de escavação:

<u>2 EXCAVATION INSPECTION / DESCRIPTION:</u>				
	<u>YES</u>	<u>NO</u>	<u>N/A</u>	<u>COMMENTS:</u>
2,0 Excavation Permit in place	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2,1 Alignment	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2,2 Depth	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2,3 Compaction Results received	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>Specified Compaction Value:</u> _____
2,4 DCP Test	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2,5 Dump rock Installed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>Quantity:</u> _____
2,6 Dump rock Compaction Results Received	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>Deflection:</u> _____
_____				_____
<u>DATE:</u>	<u>CONTRACTOR</u>		<u>CLERK OF WORKS</u>	

Figura 31 - Plano de controle de escavação

O "Plano de Controle de Escavação" foi elaborado para garantir o controle de qualidade durante o processo de escavação. Nele, são registradas e confirmadas as medidas e parâmetros estabelecidos, garantindo que o trabalho siga os padrões exigidos. Todos os dados referentes às dimensões, profundidades e outros aspectos técnicos da escavação são verificados e devidamente preenchidos no plano, assegurando que a execução esteja conforme o planejamento e os requisitos de segurança e qualidade.

10.1.1.3 Nivelamento do solo



Figura 32 - Nivelamento do solo de fundação

O nivelamento do solo de fundação é uma etapa crítica no processo de construção, pois cria uma base sólida e uniforme para a construção. Um solo de fundação nivelado ajuda a garantir que a carga seja distribuída uniformemente.

Para nivelar a fundação pode-se recorrer a diferentes meios. Entre eles podemos destacar quatro métodos que podem ser perfeitamente explorados:

- Método Geométrico: Também chamado de método direto, mede diretamente as diferenças de nível entre pontos no terreno usando um instrumento de nivelamento e uma linha de visão entre um ponto de referência e o ponto a ser medido;

- Método Trigonométrico: Utiliza instrumentos como teodolitos e estação total para medir ângulos e distâncias. A diferença de elevação é calculada indiretamente usando trigonometria;

- Método Taqueométrico: Determina diferenças de nível e distâncias através da leitura de um fio médio da luneta taqueométrica;

- Método Barométrico: Baseia-se na relação entre pressão atmosférica e altitude para medir elevações.

O método empregue durante a execução da fundação foi o nivelamento geométrico simples com recurso ao equipamento “*Dumpy level*”, que é um método eficaz para medir as diferenças de elevação entre pontos.

Os materiais necessários para o nivelamento são: nível óptico (*Dumpy level*), tripé para suporte, réguas de nivelamento e marcadores ou estacas para demarcação dos pontos.

10.1.1.4 Enrocamento

O enrocamento é um dispositivo amortecedor formados por estrutura executada em pedra de granulometria adequada, pode ser de pedra arrumada ou lançada. Ela distribui uniformemente as cargas da construção sobre o solo, evitando concentrações de tensão que podem levar à ruptura do solo e ao recalque da estrutura.

A tabela abaixo apresenta espessuras de enrocamento recomendadas, mas não substitui a avaliação de um engenheiro civil ou geotécnico. A tabela serve apenas como guia geral, baseada em experiências acumuladas ao longo dos anos.

Tipos de solo	Tipo de estrutura	Espessura recomendada (mm)
Solos arenosos ou siltosos de boa compactação	Edifícios leves (até 2 pisos)	200-300
Solos arenosos ou siltosos de média compactação	Edifícios médios (3 a 5 pisos)	300-400
Solos argilosos ou coesivos	Edifícios altos (mais de 5 pisos)	400-500

Tabela 3 - Espessuras de enrocamento recomendadas

Optou-se por uma espessura de enrocamento de 200 milímetros que é o especificado no projecto.



Figura 33 - Aplicação do enrocamento na fundação

10.1.1.5 Betão de limpeza



Figura 34 - Aplicação do betão de limpeza

O betão de limpeza é um tipo de betão sem função estrutural, com baixo consumo de cimento, muito agregado e pouca água, cuja função é a seguinte:

- Regularizar a superfície do solo;
- Evitar o contacto directo do betão da sapata com o solo;
- Criar a base horizontal e limpa para a colocação das armaduras e montagem da cofragem;
- Primeira barreira à humidade do solo.

Adoptou-se 5 centímetros de espessura para o betão de limpeza, com um traço de 1:3:3. A proporção 1:3:3 no betão indica que para cada unidade de volume de cimento, são utilizadas 3 unidades de volume de areia e 3 unidades de volume de brita.

É possível determinar as quantidades da seguinte forma:

1. Definição do volume total de betão necessário:

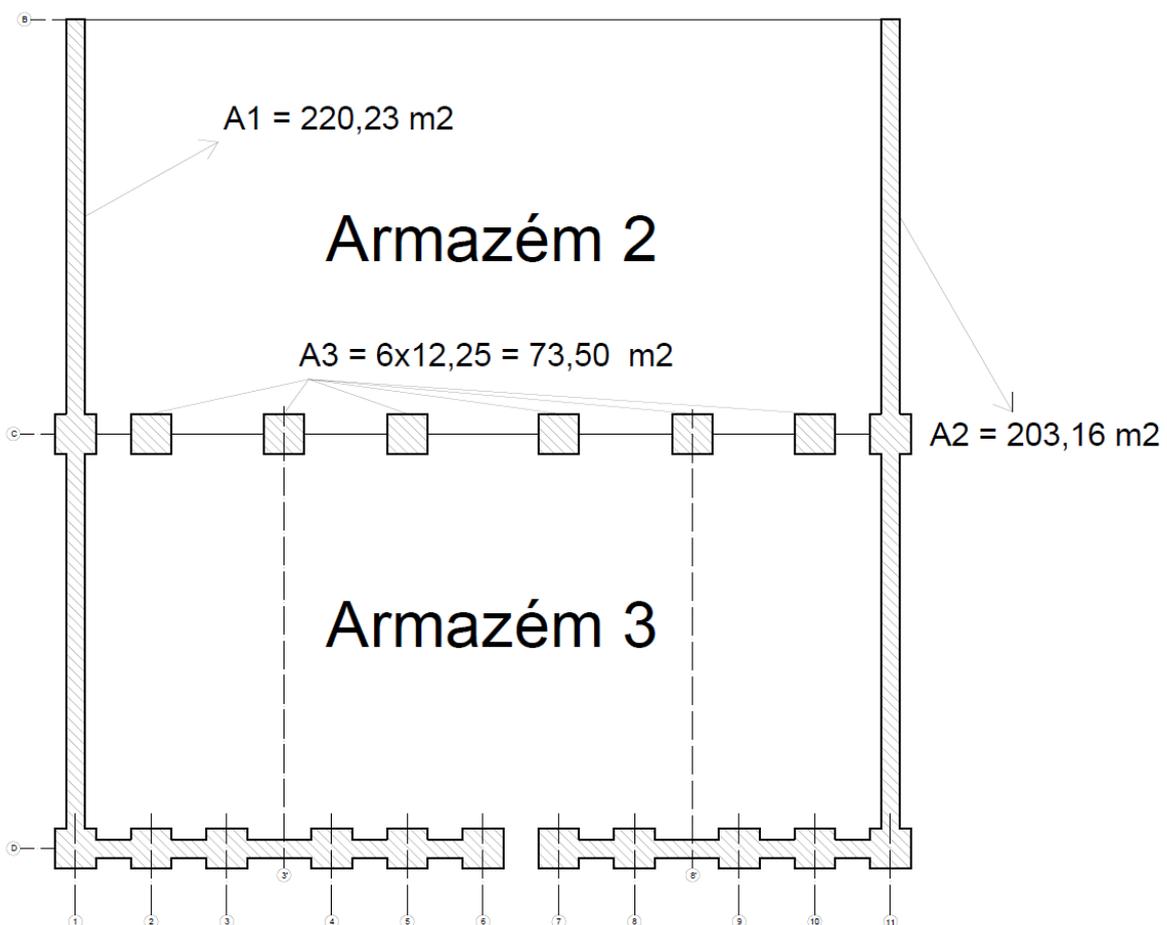


Figura 35 - Área de implantação do betão de limpeza

Com base na planta representada na Figura 35 da área de implantação do betão de limpeza e tendo em conta que a espessura considerada é de 5 centímetros, é possível obter o volume total de betão necessário.

- Área total, $A_T = 220,23 + 203,16 + 73,5 = 496,89 \text{ m}^2$.
- Espessura, $e = 0,05 \text{ m}$.
- Volume total, $V_T = A_T * e = 24,84 \text{ m}^3$.

2. Identificação da densidade de cada material:

- Cimento, $\rho_c = 1200 \text{ kg/m}^3$
- Areia seca, $\rho_{Ar} = 1500 \text{ kg/m}^3$
- Brita, $\rho_B = 1300 \text{ kg/m}^3$
- Água, $\rho_{Ag} = 1000 \text{ kg/m}^3$

3. Cálculo das quantidades:

A partir da fórmula de cálculo da densidade, é possível obter a seguinte expressão:

$$V_T = \frac{M}{\rho} = \frac{M_c}{\rho_c} + \frac{M_{Ar}}{\rho_{Ar}} + \frac{M_B}{\rho_B} + \frac{M_{Ag}}{\rho_{Ag}}$$

Onde:

M_c → Massa do cimento;

M_{Ar} → Massa da areia;

M_B → Massa da brita;

M_{Ag} → Massa da água.

Com o traço 1:3:3 e relação a/c = 0.5, é possível deduzir o seguinte:

$$\begin{cases} M_c = M_c \\ M_{Ar} = 3 * M_c \\ M_B = 3 * M_c \\ M_{Ag} = 0,5 * M_c \end{cases}$$

Com isso, $V_T = \frac{M_c}{\rho_c} + \frac{3*M_c}{\rho_{Ar}} + \frac{3*M_c}{\rho_B} + \frac{0,5*M_c}{\rho_{Ag}}$

$$\Leftrightarrow V_T = M_c * \left(\frac{1}{\rho_c} + \frac{3}{\rho_{Ar}} + \frac{3}{\rho_B} + \frac{0,5}{\rho_{Ag}} \right)$$

$$\Leftrightarrow M_c = \frac{V_T}{\frac{1}{\rho_c} + \frac{3}{\rho_{Ar}} + \frac{3}{\rho_B} + \frac{0,5}{\rho_{Ag}}}$$

É possível então obter a massa do cimento,

$$M_c = \frac{24,84}{\frac{1}{1200} + \frac{3}{1500} + \frac{3}{1300} + \frac{0,5}{1000}} = 4403,45 \text{ kg}$$

$$\text{Então: } \begin{cases} M_c = 4403,45 \text{ kg} \\ M_{Ar} = 3 * 4403,45 = 13210,35 \text{ kg} \\ M_B = 3 * 4403,45 = 13210,35 \text{ kg} \\ M_{Ag} = 0,5 * 4403,45 = 2201,73 \text{ kg} \end{cases}$$

- Quantidade de cimento (50 kg/saco): $c = 4403,45/50 = 88,07 \approx 89$ sacos
- Quantidade de areia (Volume): $Ar = 13210,35 / 1500 = 8,81 \approx 9 \text{ m}^3$
- Quantidade de brita (Volume): $B = 13210,35 / 1300 = 10,16 \approx 11 \text{ m}^3$
- Quantidade de água (Volume): $Ag = 2201,73 / 1000 = 2,2 \text{ m}^3 \approx 2200 \text{ L}$

Usando o mesmo sistema de cálculo, para obtenção de quantidade de materiais para 1 m^3 de betão, teremos:

- Quantidade de cimento (50 kg/saco): $c = 177,27/50 = 3,55$ sacos
- Quantidade de areia (Volume): $Ar = 531,81 / 1500 = 0,35 \text{ m}^3$
- Quantidade de brita (Volume): $B = 531,81 / 1300 = 0,41 \text{ m}^3$
- Quantidade de água (Volume): $Ag = 88,64 / 1000 = 0,088 \text{ m}^3 \approx 88,64 \text{ L}$

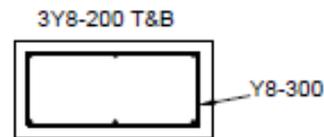
10.1.1.6 Colocação das armaduras

As armaduras, recebidas do fornecedor com códigos de identificação para cada elemento do projecto, eram montadas no estaleiro da obra em conformidade com o projecto, respeitando os espaçamentos e demais especificações.

As etiquetas permitem que os trabalhadores identifiquem rapidamente o tipo, diâmetro, comprimento e destino final de cada armadura, facilitando a montagem precisa e evitando erros.

Durante a colocação das armaduras, as seguintes disposições deviam ser respeitadas conforme especificado no projecto:

➤ Sapata corrida



SECTION
STRIP FOUNDATION
SCALE 1:25

Figura 36 - Detalhes de armadura da sapata corrida

➤ Sapata B2

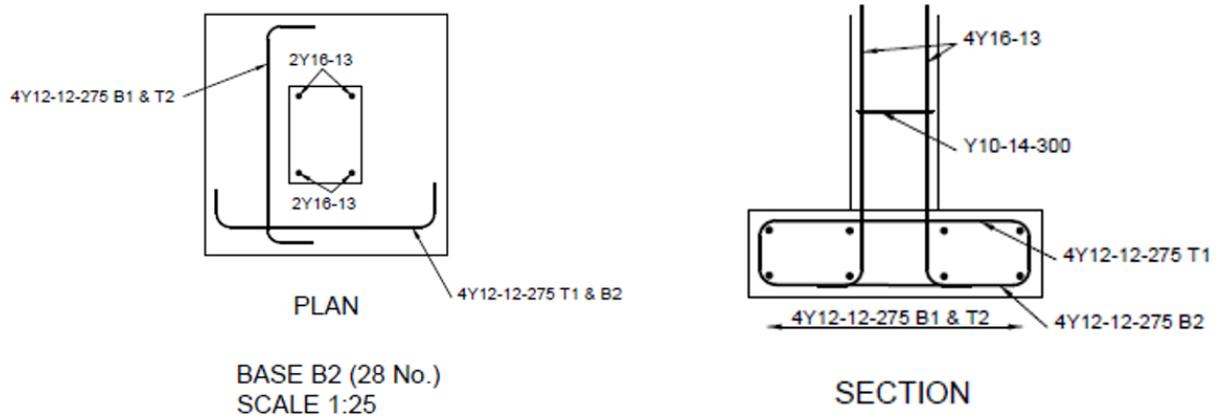
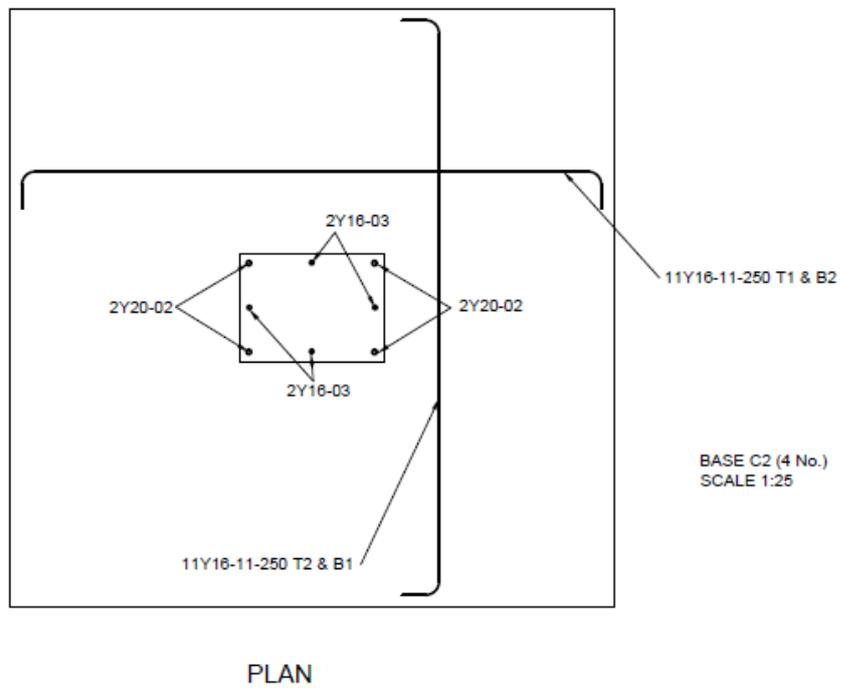
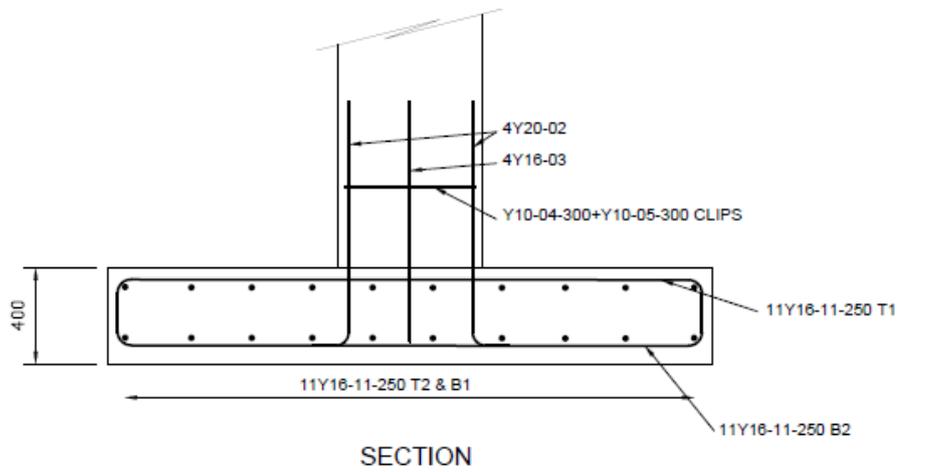


Figura 37 - Detalhes de armadura da sapata B2

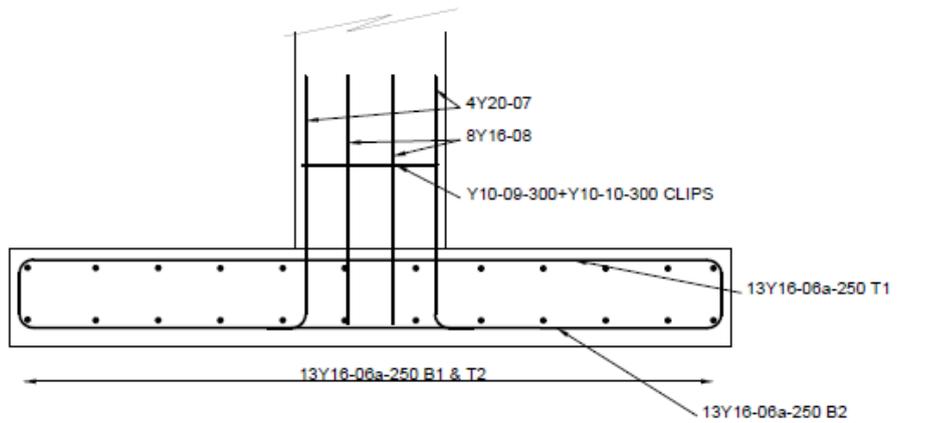
➤ Sapata B1



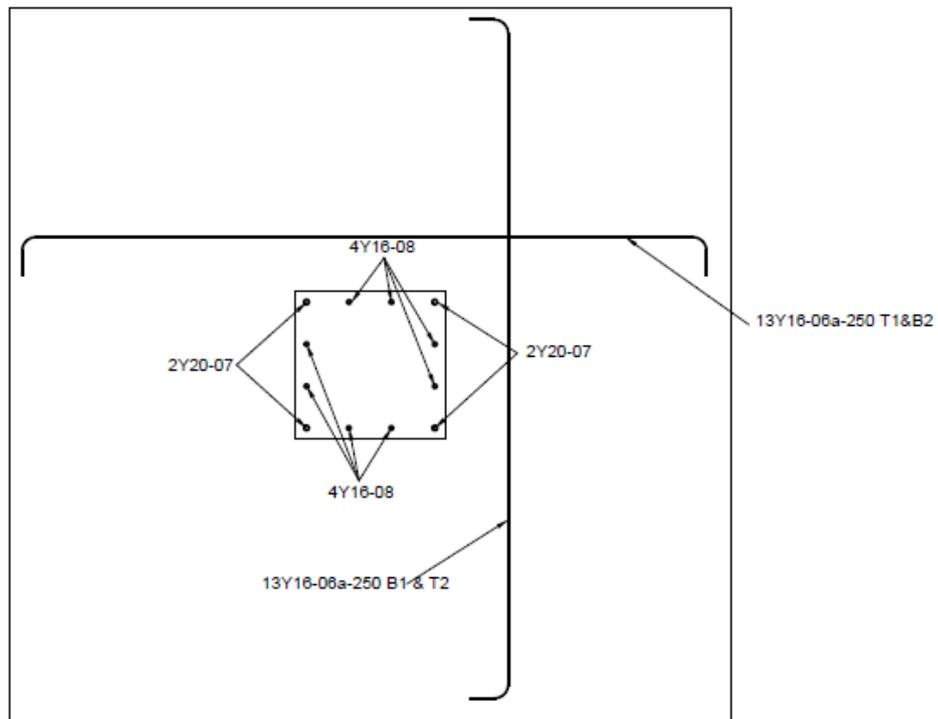
BASE B1 (REBAR FOR BASES
NOT CAST)
SCALE 1:25

Figura 38 - Detalhes de armadura da sapata B1

➤ Sapata C1



SECTION

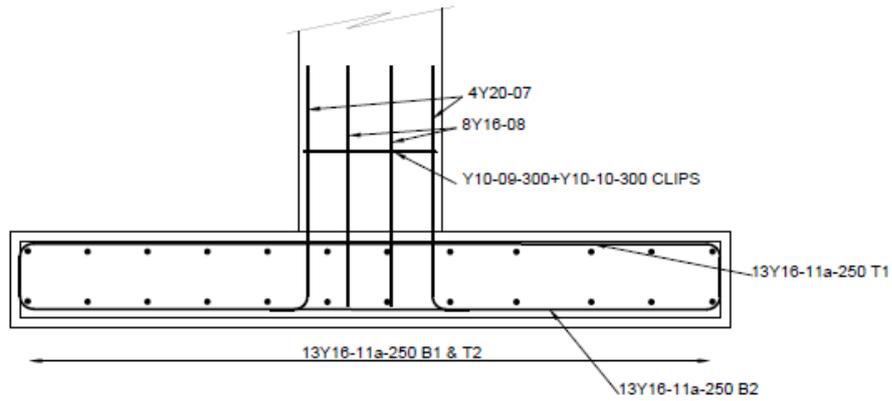


PLAN

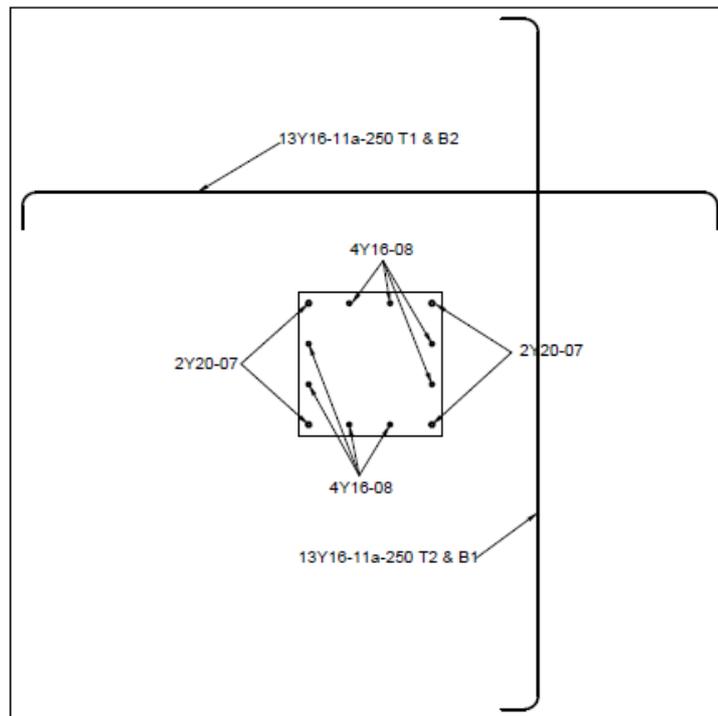
BASE C1 (FOR BASES
NOT CAST)
SCALE 1:25

Figura 39 - Detalhes de armadura da sapata C1

➤ Sapata C2:



SECTION



PLAN

BASE C2 (FOR BASES
NOT CAST)
SCALE 1:25

Figura 40 - Detalhes de armadura da sapata C2

Onde:

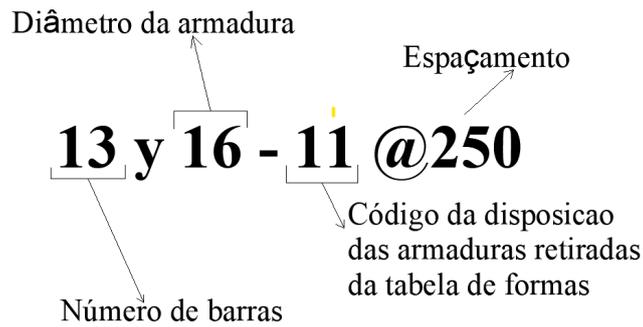


Figura 41 - Legenda do código das armaduras

- Tabela de formas para armaduras

A Tabela de Formas para armaduras padroniza e especifica as barras de aço usadas em armaduras de betão armado, indicando códigos, comprimentos e dobras necessárias. Ela facilita a comunicação entre projetistas e executores, garantindo a correcta produção e montagem das armaduras conforme o projecto estrutural.

Figura 42 - Exemplo de uma tabela de forma de armaduras (Fonte: RSC)

- Plano de controle da marcação da área de colocação de armaduras

O Plano de Controle da Marcação da Área de Colocação de Armaduras é um procedimento de qualidade que assegura que as armaduras sejam posicionadas corretamente conforme o projeto. O plano envolve a definição precisa das áreas onde as armaduras serão instaladas, garantindo que as dimensões, alinhamentos e espaçamentos sigam rigorosamente as especificações técnicas.

<u>1 SETTING OUT:</u>	<u>IRB NO:</u>			
	<u>YES</u>	<u>NO</u>	<u>N/A</u>	<u>COMMENTS:</u>
1,0 Bench Mark confirmation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1,1 SOP points set out	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1,2 Length	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1,3 Width	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1,4 Diagonal measurement	_____			_____
<u>DATE:</u>	<u>CONTRACTOR</u>		<u>CLERK OF WORKS</u>	

Figura 43 - Exemplo de um plano de controle da marcação da área de colocação de armaduras

O início da marcação da localização das barras de aço sobre o betão de limpeza envolve definir, com precisão, os pontos exatos onde as armaduras serão colocadas. Este processo garante que as barras de aço estejam alinhadas e espaçadas conforme o projeto estrutural.



Figura 44 - Marcação da localização das barras de aço sobre o betão de limpeza

- Plano de controle de armaduras

O plano de inspeção e controle de qualidade para armaduras assegura que a amarração esteja conforme o projeto estrutural. Inclui a verificação do diâmetro e tipo das armaduras, o correto posicionamento e espaçamento, e a fixação adequada. A inspeção visual e medições são realizadas para identificar e corrigir não-conformidades.

3 PRE - CONCRETE INSPECTION:		IRB NO: _____	
This sheet to be used for Bases; Plinths and walls separately			<u>COMMENTS:</u>
Base; Plinth or wall number: _____			
	YES	NO	N/A
3,0 Preparation done (blinding, plastic or compacted) existing concrete scabbled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,1 Form work in place in good condition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,2 Centre to centre of Shutters	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,3 Hold down Bolts in place	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,4 Correct size of Hold clown Bolts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,5 Form work square	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,6 Bolts aligned	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,7 Centre to centre of bolts correct	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,8 Height of bolts above T.O.C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,9 Form work Oiled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,10 Form work support stays sufficient	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,11 Chamfers installed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,12 Re - inforcing installed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,13 Re - inforcing positioned correctly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,14 Re - inforcing spacing correct	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,15 Type of re - inforcement (mild / high tensile)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,16 Re - inforcing Top & Bottom amounts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,17 Re - inforcing cover (position/sufficient/correct size)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,18 Form work area to be clean - free from rubbish/timber/tie wires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,19 Access for truck to site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,20 All areas Safely accessible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3,21 Floating Finished	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	_____	_____	_____
DATE:	CONTRACTOR	CLERK OF WORKS	

Figura 45 - Plano de inspeção e controle de qualidade para armaduras

As armaduras foram preparadas para estarem isentas de depósitos superficiais que prejudiquem a aderência, como óleo, gelo, pinturas e ferrugem solta. Para garantir o recobrimento, foram utilizados espaçadores solidarizados às armaduras, e antes da colocação, o betão de limpeza foi verificado para estar livre de detritos. As armaduras de elementos contínuos e as de espera, como em vigas de fundação e pilares, foram colocadas e ligadas com arame queimado. A verticalidade das armaduras de espera foi verificada e assegurada utilizando cangalho de fixação, fio de pesca e nível de bolha.

Depois da marcação e colocação de armaduras, faz-se junto com o fiscal da obra uma inspeção que termina com a aprovação e recolha da assinatura do fiscal da obra.

10.1.1.7 Montagem da cofragem

A cofragem usada na fundação é do tipo recuperável e sua montagem requer que os elementos sejam limpos, de geometria correta, desempenados e sem fendas ou rasgos, com juntas suficientemente fechadas para evitar a perda de material fino. A superfície deve ser humedecida para prevenir a absorção de água de amassadura e, se o material for recuperável, é necessário aplicar óleo descofrante. A união das peças com pregos deve ser feita de forma que facilite a recuperação dos moldes durante a desmontagem, e os painéis de cofragem opostos devem ser solidarizados com esticadores (varões de Ø6mm) fixados pela parte superior das chapas, complementando os escoramentos. Os elementos de escoramento não devem apoiar diretamente no solo, mas em elementos rígidos que garantem sua imobilidade após a betonagem.



Figura 46 - Montagem da cofragem

10.1.1.8 Tubos de queda



Figura 47: Ilustração dos tubos de queda na fundação

A colocação dos tubos de queda embutidos na fundação é uma prática comum em construções para permitir o direcionamento adequado de água de chuvas ou esgoto.

A posição exata dos tubos na fundação foi marcada com base no projeto de drenagem, a área da fundação foi preparada para receber a tubagem garantindo que os tubos passassem sem obstrução da armadura de fundação, e os tubos foram fixados temporariamente para evitar movimentos durante a betonagem.

10.1.1.9 Betonagem

Antes de qualquer betonagem é feita uma inspeção para a verificação de equipamentos na obra com o seguinte plano de controle:

4 CONCRETE EQUIPMENT ON SITE:	IRB NO:			COMMENTS:
	YES	NO	N/A	
4.1 Laboratory on Site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4.2 Slump tester on site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4.3 Test cubes on site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4.4 Workforce for area adequate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4.5 Compacting equipment on site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4.6 Safety pre cautions in place	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4.7 Placement of concrete by: (wheelbarrow's / shoot of truck/skip's / pump)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
DATE: _____	CONTRACTOR _____		CLERK OF WORKS _____	

Figura 48 - Plano de controle de betonagem

Após a verificação e aprovação dos equipamentos de betonagem, a central de betão é contactada para o fornecimento do material. Caso a opção seja a produção *in situ*, a fabricação do betão é imediatamente iniciada.

A produção de betão foi com recurso ao betão pronto e betão fabricado em obra.

➤ Betão fabricado *in-situ*

Embora o eurocódigo 2 (EN 1992-1-1) não forneça uma tabela única que correlacione directamente o traço do betão (proporção de cimento, água e agregados) com a sua resistência à compressão, foi possível através da Tabela 4, fazer um controle das quantidades para se chegar a resistência desejada.

TABELA PRÁTICA DAS QUANTIDADES DOS MATERIAIS COMPONENTES DAS VÁRIAS CLASSES DO BETÃO									
CLASSE DO BETÃO	MATERIAIS (QUANTIDADES / M ³)								
	CIMENTO		AREIA		BRITA I (5-15 mm)		BRITA II (15-30 mm)		ÁGUA
	Kg.	Kg.	M ³	Kg.	M ³	Kg.	M ³	(Litros)	
B 15	300	765	0.630	410	0.305	800	0.598	120	
B 20	310	740	0.617	410	0.306	820	0.612	115	
B 25	330	710	0.595	405	0.305	835	0.623	110	
B 30	400	630	0.520	412	0.300	845	0.630	115	
B 35	440	600	0.500	420	0.313	820	0.612	120	
B 40	470	555	0.467	425	0.318	800	0.598	130	

TABELA DE TRAÇOS (VOLUMES) DOS BETÕES						
MATERIAIS	CLASSE DO BETÃO					
	B 15	B 20	B 25	B 30	B 35	B 40
CIMENTO	1	1	1	1	1	1
AREIA	2,5	2,5	2	1,5	1	1
BRITAS	3,5	3,5	3	2,5	2,5	2

Tabela 4 - Tabela de quantidade de materiais das várias classes de betão

➤ Betão pronto

O processo de dosagem dos materiais, mistura e monitoramento é feita na central.

O Plano de inspeção de betonagens assegura a qualidade da execução do betão, registando dados essenciais como o código do betão, resistência especificada, *slump* medido e a quantidade de cubos moldados para cada betonagem.

5 CONCRETE REQUIREMENTS: _____ IRB NO: _____ CONCRETE SUPPLIED BY: _____

5.1 Total concrete quantity to be casted (m³) _____

	Strength	Slump (mm)	Actual (mm)	Cubes per truck
5.3 1st Truck: Delivery note no:				
2nd Truck: Delivery note no:				
3rd Truck: Delivery note no:				
4th Truck: Delivery note no:				
5th Truck: Delivery note no:				
6th Truck: Delivery note no:				
7th Truck: Delivery note no:				
8th Truck: Delivery note no:				

	Estimated Strength	Slump (mm)	Actual (mm)	Number of cubes made
Made IN SITU				

DATE: _____

CONTRACTOR _____

CLERK OF WORKS _____

Figura 49 - Plano de inspeção de betonagens

Os materiais usados para transporte do betão incluem carrinhos de mão para distâncias curtas, TLB com baldes de até 1 m³ para distâncias maiores, e caminhões betoneiras com capacidades de 4 a 12 m³. Durante a betonagem, deve-se evitar movimentos que comprometam as armaduras, prevenir o contato do betão com o solo, não lançar o betão a grandes alturas, espalhar o betão uniformemente para evitar camadas superiores a 30 cm, e realizar a betonagem simultânea de sapatas e vigas para reduzir o número de juntas.

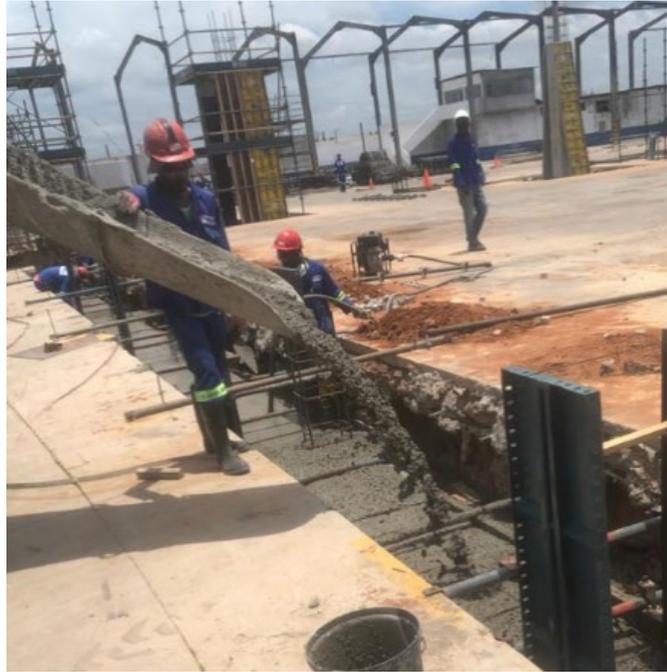


Figura 50: Betonagem da fundação

10.1.1.10 Vibração

A vibração mecânica do betão é um método comum e eficaz de compactação do betão fresco para eliminar vazios de ar e assegurar que o betão atinja a máxima densidade e resistência.



Figura 51 - Processo de compactação do betão

O procedimento foi realizado da seguinte forma: verificou-se a montagem correta da cofragem, depois o betão foi colocado e o vibrador inserido uniformemente sem tocar nas paredes. Em seguida, o vibrador foi ligado para eliminar o ar aprisionado no betão. Ele foi movido lentamente dentro da cofragem para compactar toda a área de maneira uniforme, evitando sua retirada rápida para não deixar falhas. Esse processo foi repetido em várias camadas de betão para garantir uma compactação adequada.

10.1.1.11 Cura

Com recurso a norma portuguesa NP EN 13670-1, é possível ter um guia do tempo de cura necessário de um elemento estrutural consoante a temperatura da superfície do betão:

Quadro E.1 – Períodos de cura mínimos para as classes de exposição do prEN 206: 1997^{*)} diferentes de X0 e XC1

Temperatura da superfície do betão (t) em °C	Período mínimo de cura em dias ^{1), 2)}			
	Desenvolvimento da resistência do betão ⁴⁾ (f_{cm2}/f_{cm28}) = r			
	Rápido r ≥ 0,50	Médio r = 0,30	Lento r = 0,15	Muito lento r < 0,15
t ≥ 25	1,0	1,5	2,0	3,0
25 > t ≥ 15	1,0	2,0	3,0	5
15 > t ≥ 10	2,0	4,0	7	10
10 > t ≥ 5 ³⁾	3,0	6	10	15

NOTA :

1) *Mais o período de presa que exceda 5 h.*

2) *É aceitável a interpolação linear entre os valores nas linhas ^{**)}.*

3) *Para temperaturas inferiores a 5 °C, a duração deve ser prolongada por um período igual ao tempo em que a temperatura foi inferior a 5 °C.*

4) *O desenvolvimento de resistência do betão, r, é a razão entre a resistência média à compressão aos 2 d e a resistência média à compressão aos 28 d determinadas por ensaios prévios ou baseadas em comportamento conhecido de betões de composição comparável (ver prEN 206:1997).*

Figura 52 - Períodos de cura mínimos para classes de exposição do betão

A cura do betão é um processo crítico após a sua colocação para garantir que o betão atinja a resistência e durabilidade desejadas. Evita uma secagem excessiva rápida e eventual fendilhação por retracção da camada superficial do betão, com recurso as seguintes técnicas:

1. Cura por molhagem: Envolve manter a superfície do betão húmida continuamente por irrigação constante com água;

2. Cura por membrana: Envolve a aplicação de uma membrana impermeável à superfície do betão para impedir a evaporação da água.

10.1.1.12 Descofragem

A descofragem é o processo de remoção das cofragens ou formas temporárias que foram usadas para conter o betão fresco durante a sua cura e endurecimento.

Através do REBAP é possível obter a seguinte tabela de controle de período mínimo de desmoldagem:

Prazos mínimos de desmoldagem e descimbramento			
Moldes e escoramentos	Tipo de elemento		Prazo (dias)
Moldes de faces laterais	Vigas, pilares, paredes		3 ⁽¹⁾
Moldes de faces inferiores	Lajes ⁽³⁾	$l \leq 6$ m	7
		$l > 6$ m	14
	Vigas		14
Escoramentos	Lajes ⁽³⁾	$l \leq 6$ m	14 ⁽²⁾
		$l > 6$ m	21 ⁽²⁾
	Vigas		21 ⁽²⁾

Tabela 5 - Controle de período mínimo de desmoldagem

A descofragem foi em média depois de 2 a 3 dias.

10.2 Pilares

Pilares são elementos estruturais verticais que sustentam uma construção, proporcionando estabilidade e suporte ao edifício ou estrutura. Eles são responsáveis por transmitir o peso da estrutura para o solo, garantindo a segurança e a integridade do projecto.

A estrutura do armazém é composta por pilares de secção rectangular de betão armado com a classe B30 (C30/37) e aço de classe A400.

a) Marcação dos pilares



Figura 53 - Processo de marcação dos pilares

Após a betonagem das sapatas e vigas de fundação de estrutura, a primeira operação consistiu em confirmar a posição do centro do pilar.

A marcação dos pilares foi feita pelo topógrafo, na qual foi definida a posição exacta onde os pilares serão construídos de acordo com o projecto arquitectónico e estrutural. Em seguida desenhou-se a secção transversal do pilar sobre o betão devendo ter-se o cuidado de garantir que a área interior da secção transversal da caixa de molde tem as dimensões do pilar de projecto.

O projecto consiste na construção de 47 pilares, dentre os quais, 28 pilares B2 (450x300mm), 8 pilares C1 com tubo de queda (600x600mm), 2 pilares C2 sem tubo de queda (600x600mm) e 9 pilares B1 (450x600mm) como ilustram os cortes na Figura 54.

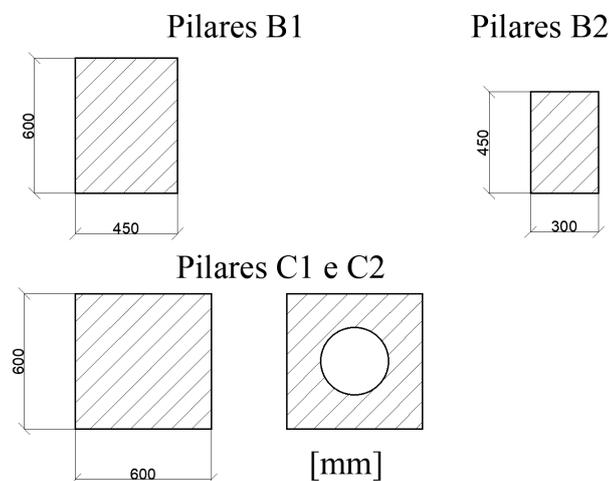


Figura 54 - Corte transversal dos pilares

b) Amarração da armadura dos pilares



Figura 55 - Amarração da armadura dos pilares

As barras de aço foram amarradas aos estribos utilizando arame recozido e uma torquesa, conforme o projeto especificado. O processo começou posicionando duas barras de aço e fixando os estribos nas extremidades, verificando o espaçamento e número de barras longitudinais. Em seguida, o conjunto foi amarrado firmemente em todos os pontos de contato. A armadura foi então levada para montagem, com auxílio de uma telescópica quando necessário. O empalme da armadura dos pilares com a armadura de arranque nas sapatas foi feito conforme o REBAP.

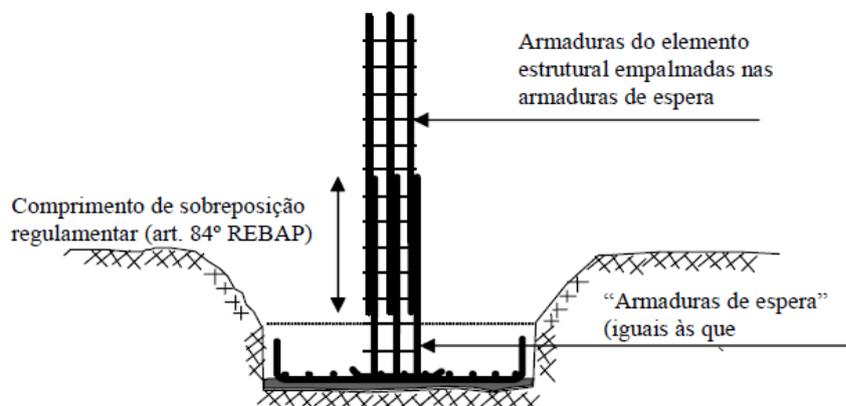


Figura 56 - Representação da medida de empalme

Durante a colocação das armaduras, as seguintes disposições deviam ser respeitadas conforme especificado no projecto:

➤ Pilares B1:

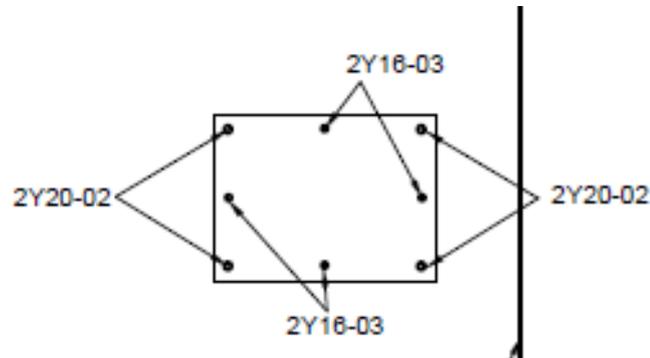


Figura 57 - Detalhes de armadura de pilares B1

➤ Pilares B2:

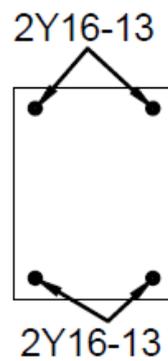


Figura 58 - Detalhes de armadura de pilares B2

➤ Pilares C1 e C2:

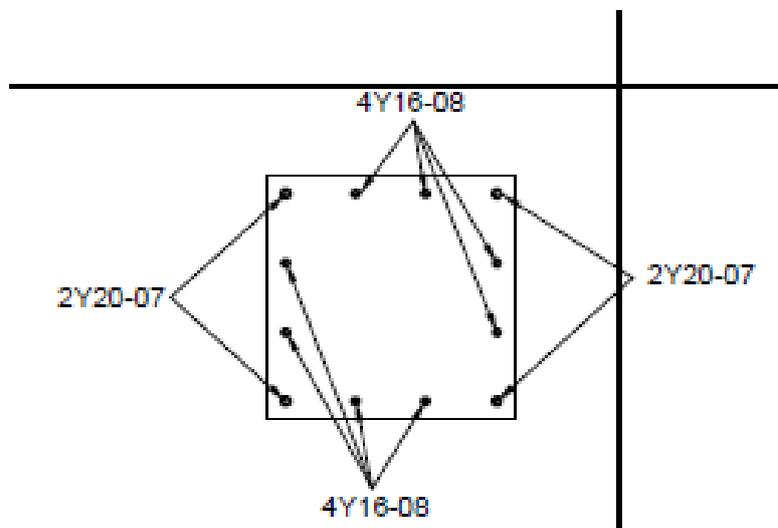


Figura 59 - Detalhes de armadura de pilares C1 e C2

c) Montagem dos taipais



Figura 60 - Montagem de taipais

Depois de reunidas as formas necessárias, posicionou-se as formas de acordo com as marcações, de forma a criar o contorno do pilar. Foi aplicado óleo descofrante nos taipais e para o caso de pilares chanfrados, foi necessário colocar os prismas triangulares pregados nos cantos pela face interior dos taipais.

No decorrer da obra recorreu-se ao uso de dois diferentes tipos de cofragem:

Cofragens metálicas. Muitas vezes inseridas por cima devido ao posicionamento da estrutura dos andaimes e devido ao seu peso houve uma ligeira dificuldade de colocação comparando com os métodos de cofragem convencional. São adequados para pilares rectangulares e circulares.

Cofragens de contraplacado com película fenólica. São cofragens modulares habituais para pilares rectangulares. A colocação é efectuada lateralmente. A sua utilização com betões de alta resistência reduz o número de utilizações.

d) Espaçadores



Figura 61 - Espaçadores

Os regulamentos vigentes não fornecem tabelas específicas para o espaçamento entre os espaçadores de argamassa em pilares de betão armado. No entanto, as seguintes directrizes foram aplicadas:

- O espaçamento mínimo entre os espaçadores deve ser maior que o tamanho máximo do agregado do betão e que garanta a adequada fluidez do betão durante a betonagem;
- O espaçamento máximo deve ser limitado para evitar que as armaduras se desloquem durante a betonagem.

Nos elementos estruturais em causa o espaçamento entre os espaçadores não excedeu os 400 milímetros.

O recobrimento mínimo nos elementos estruturais foi garantido com base na norma portuguesa NP EN 1992-1-1 (2010):

$$c_{\min} = \max \{c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\}$$

Equação 2 - Recobrimento mínimo

Onde:

- $c_{min, b}$ - recobrimento mínimo para os requisitos de aderência;
- $c_{min, dur}$ - recobrimento mínimo relativo às condições ambientais;
- $\Delta c_{dur, \gamma}$ - margem de segurança;
- $\Delta c_{dur, st}$ - redução do recobrimento mínimo no caso de utilização de aço inoxidável;
- $\Delta c_{dur, add}$ - redução do recobrimento mínimo no caso de protecção adicional.

1. Considerando o diâmetro de varão máximo igual a 25mm e a disposição das armaduras como sendo isoladas, é possível obter o $c_{min, b}$:

Quadro 4.2 – Recobrimento mínimo, $c_{min, b}$, requisitos relativos à aderência

Requisito de aderência	
Disposição dos varões	Recobrimento mínimo $c_{min, b}$ ^{*)}
Isolados	Diâmetro do varão
Agrupados	Diâmetro equivalente (ϕ_n) (ver 8.9.1)
^{*) Se a máxima dimensão do agregado for superior a 32 mm, $c_{min, b}$ deverá ser aumentado de 5 mm.}	

Figura 62 - Recobrimento mínimo para os requisitos de aderência

Então, $c_{min, b} = 25$ mm

2. Para o recobrimento mínimo relativo às condições ambientais, considerando a classe de projecto X0 e a classe estrutural mínima recomendada pela norma S1, termos:

Quadro 4.4N – Valores do recobrimento mínimo, $c_{min, dur}$, requisitos relativos à durabilidade das armaduras para betão armado, de acordo com a EN 10080

Classe Estrutural	Requisito ambiental para $c_{min, dur}$ (mm)						
	Classe de Exposição de acordo com o Quadro 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Figura 63 - Recobrimento mínimo relativo às condições ambientais

Então, $c_{min, dur} = 10$ mm

3. Para $\Delta c_{dur, \gamma}$, $\Delta c_{dur, st}$ e $\Delta c_{dur, add}$ o regulamento recomenda 0 milímetros.

Com isso é possível ter o seguinte recobrimento mínimo para os elementos estruturais:

$$c_{min} = \text{máx}\{25; 10 + 0 - 0 - 0; 10\}$$

$$c_{min} = 25 \text{ mm}$$

Para garantir a segurança e a durabilidade das armaduras, foram utilizados espaçadores que asseguram um recobrimento mínimo de 40 milímetros nos elementos estruturais.

e) Escoramento

O escoramento em pilares é uma prática comum na construção civil, usada para dar suporte temporário a pilares de betão ou estruturas semelhantes durante diferentes fases de construção.



Figura 64 - Escoramento dos pilares

f) Verificação da verticalidade

A verificação da verticalidade de pilares é uma etapa importante na construção, pois garante que os elementos estruturais estejam devidamente alinhados e em

conformidade com as especificações do projecto. Os métodos usados para a verificação foram os seguintes:

➤ Nível de bolha: É o método mais simples de usar, consiste em um tubo de vidro transparente preenchido com líquido e bolhas de ar. Ele é colocado em contacto com o pilar e a bolha indicará se o mesmo se encontra nivelado ou não. Este é um método rápido, mas pode ser menos preciso em comparação com os outros métodos.



Figura 65 - Nivelamento dos pilares

➤ Teodolito: A verticalidade de pilares foi verificada com precisão usando um teodolito, que é um instrumento de topografia usado para medir ângulos verticais e horizontais.

A medição da verticalidade de pilares com um teodolito é um método preciso, mas requer um operador experiente e atenção aos detalhes. É importante seguir as boas práticas de medição e garantir que o teodolito esteja corretamente calibrado e nivelado. A medição da verticalidade é crítica em construção e engenharia para garantir a estabilidade e segurança das estruturas.



Figura 66 - Verificação da verticalidade dos pilares com recurso a teodolito

g) Betonagem de pilares



Figura 67 - Betonagem de pilares com recurso a bomba

O transporte do betão até o pilar foi realizado através da bombagem, e para reduzir a altura da betonagem de modo a evitar a segregação do betão devido a altura de queda do mesmo, o pilar foi enchido e vibradas de forma faseada até atingir a cota de enchimento do pilar especificada.

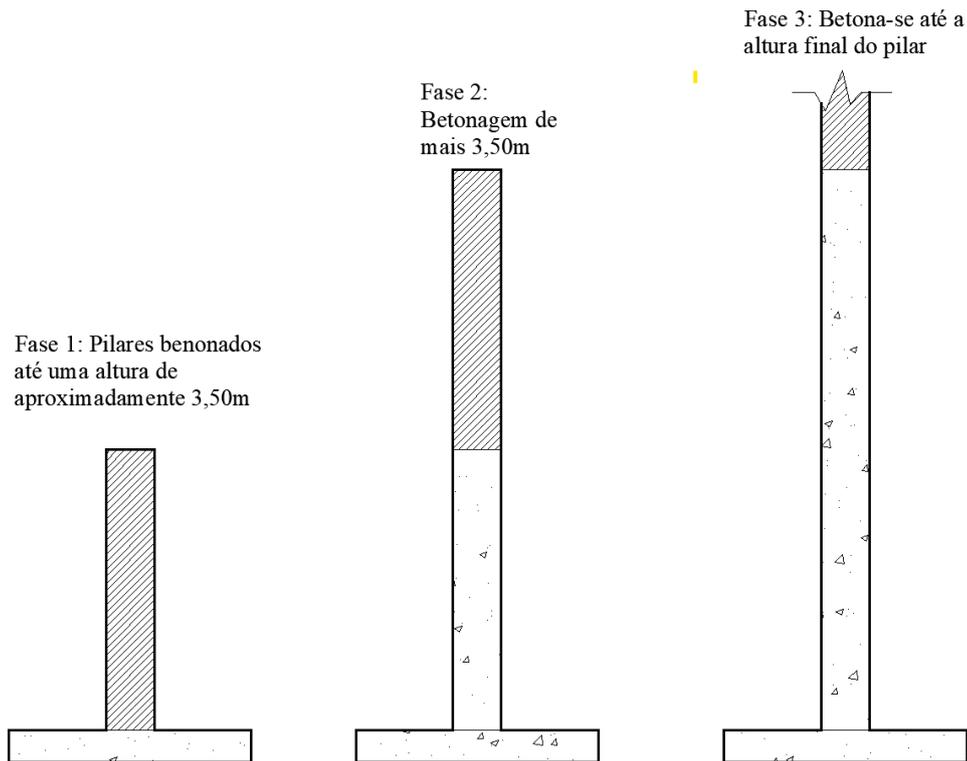


Figura 68 - Fases de betonagem de pilares

O eurocódigo 2 (EN 1992-1-1:2004) não define uma altura máxima para a betonagem de pilares em betão armado. Em vez disso, o eurocódigo estabelece diversos critérios que devem ser atendidos para garantir a qualidade e a segurança da betonagem, independente da altura do pilar.

Dentre os critérios, os mais destacados são:

- Compactação adequada do betão;
- Cura adequada;
- Boa vibração do betão;
- Entre outros.

Para as juntas de construção foi utilizado o método da escarificação da superfície da junta através de um dispositivo percursor, que é recomendado para 2 a 3 dias após a betonagem da estrutura para evitar o risco de soltar ou desprender agregados na superfície da junta.

10.3 Execução de contraventamentos verticais em betão armado

O contraventamento é uma estrutura auxiliar organizada para resistir a solicitações extemporâneas que podem surgir nos edifícios. A principal função é aumentar a rigidez da construção, permitindo-a resistir as ações horizontais, sendo os grandes responsáveis pela segurança das estruturas tridimensionais (João Martins, 2008).

Para o projecto em curso, encontra-se a disposição duas secções diferentes de contraventamentos:

- Primeira disposição

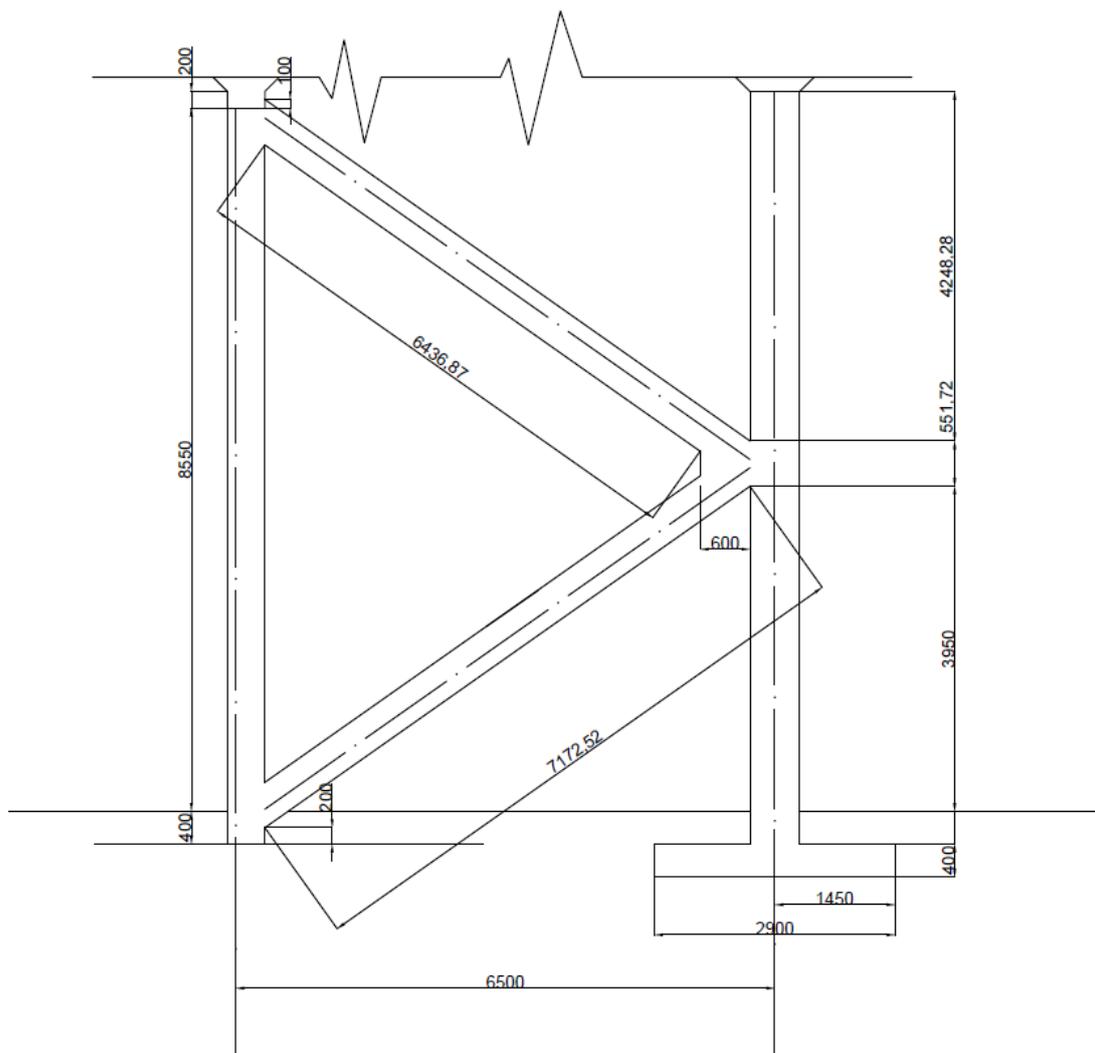


Figura 69 - Contraventamentos sobre os eixos C e D

➤ Segunda disposição

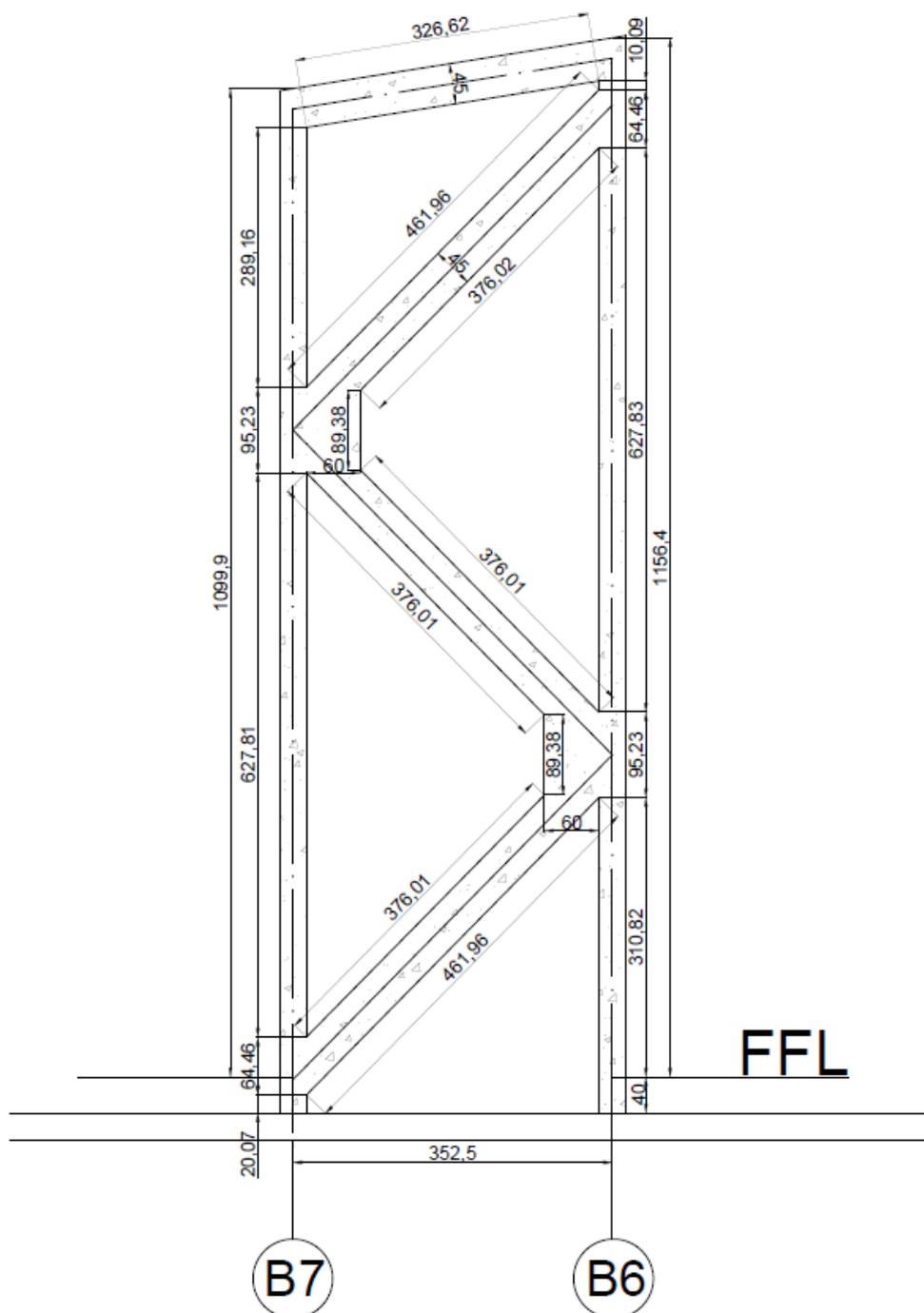


Figura 70 - Contraventamentos sobre os eixos 1 e 11

Neste caso a betonagem dos contraventamentos verticais deu-se forma faseada devido a altura da estrutura. Durante o processo de betonagem dos contraventamentos seguiu-se as seguintes fases:

1. Preparação dos moldes e posicionamento das armaduras

Antes da betonagem, os moldes para os contraventamentos foram preparadas e posicionadas de acordo com o projeto. Isso incluiu garantir que os moldes estejam nivelados e devidamente apoiados. De seguida, as armaduras foram colocadas nos moldes dos contraventamentos, garantindo que estejam de acordo com as especificações de projeto para reforço estrutural.



Figura 71 - Posicionamento das armaduras dos contraventamentos em betão armado

2. Betonagem da Primeira Fase

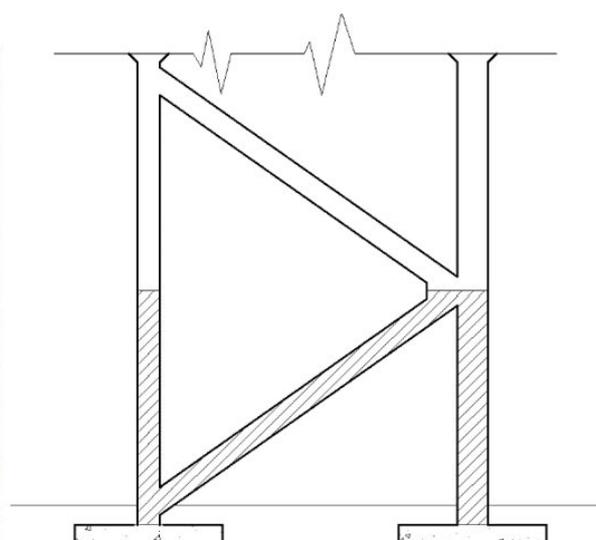


Figura 72 - Betonagem da primeira fase (Contraventamentos em betão armado)

O betão foi despejado nos moldes para a primeira fase dos contraventamentos.

Após a betonagem, a primeira fase passa por cura para garantir que o betão atinja a resistência adequada antes de seguir para a próxima etapa. Após esse período, os moldes são removidos e devidamente limpos, preparando a área para a fase seguinte do processo.

3. Betonagem da Segunda Fase

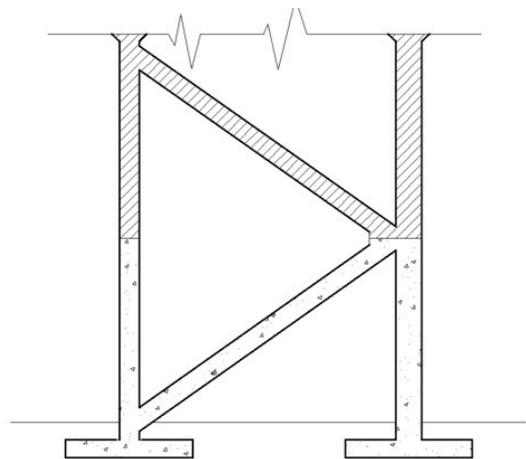


Figura 73 - Betonagem da segunda fase (Contraventamentos em betão armado)

Para a segunda disposição do contraventamento:

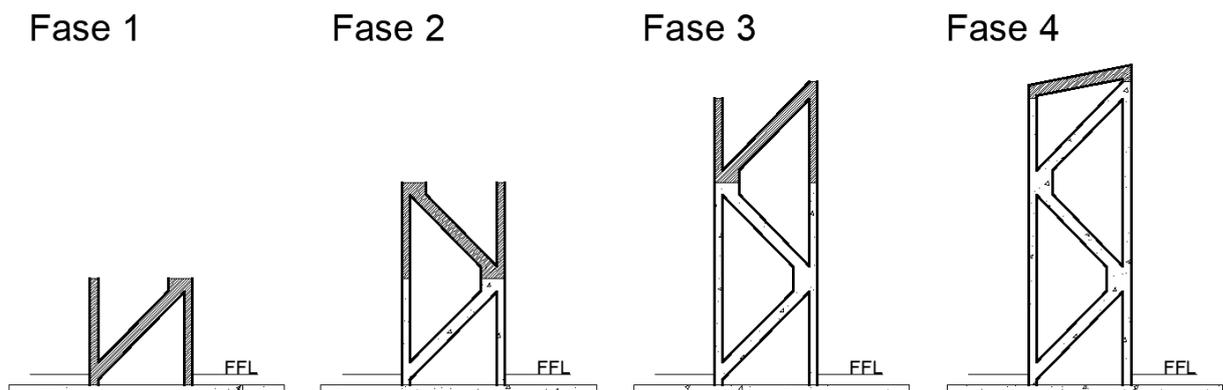


Figura 74 - Fases das betonagens de contraventamentos em betão armado

10.4 Execução da Viga-caleira

Essas vigas foram projectadas para actuarem tanto como elementos estruturais quanto como canais para a colecta de águas pluviais, ou seja, a viga permite que a água da chuva seja colectada e direccionada para os tubos de queda presentes em alguns pilares.

No projecto são apresentadas duas disposições de vigas diferentes:

➤ Viga-caleira 1 (Eixo D):

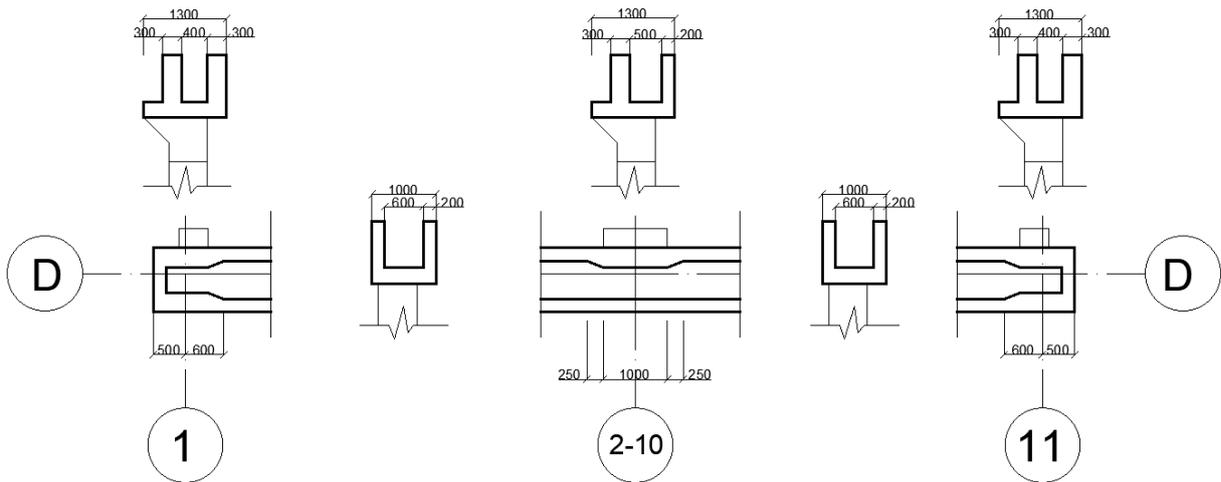


Figura 75 - Representação da viga-caleira (Eixo D)

➤ Viga-caleira 2 (Eixo C):

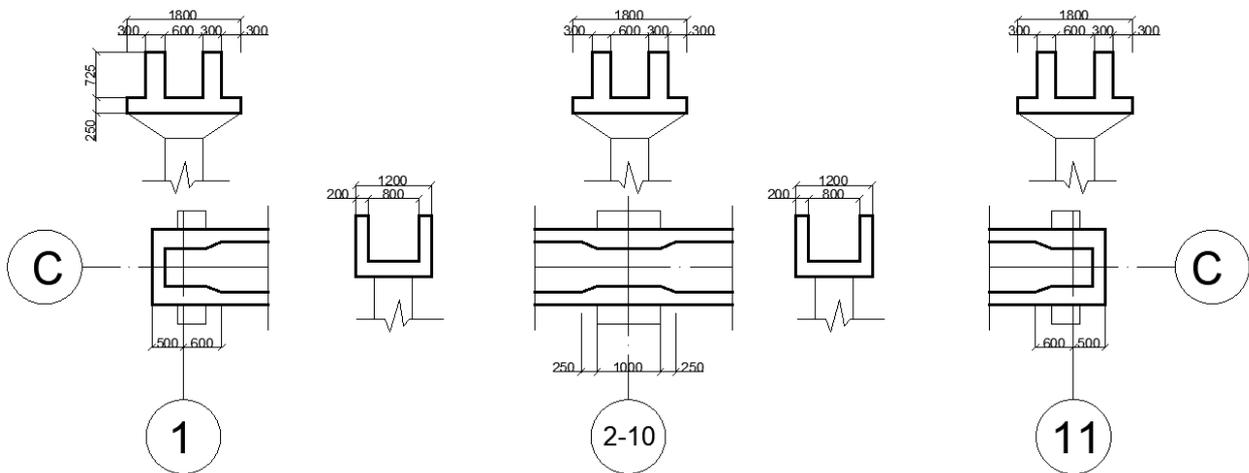


Figura 76 - Representação da viga-caleira (Eixo C)

Observa-se nas figuras acima da viga nos eixos C e D um aumento na espessura das paredes na zona dos cachorros de betão, passando de 200 para 300 milímetros. Esse reforço é necessário para aumentar a área da parte comprimida nas paredes.

Optou-se por uma cofragem recuperável do tipo metálica para a zona central entre os pilares, e cofragem de madeira moldada *in-situ* para a zona dos apoios devido à complexa geometria das paredes. As disposições e dimensões da cofragem estão definidas no diagrama abaixo:

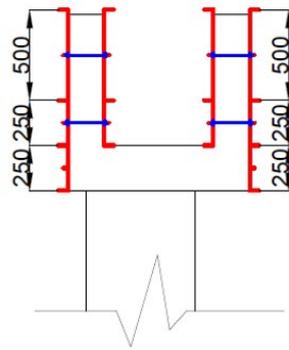


Figura 77 - Cofragem recuperável

As armaduras foram posicionadas nos moldes para fornecer reforço estrutural à viga. A colocação precisa das armaduras é fundamental para a resistência e durabilidade da viga.



Figura 78 - Amarração das armaduras da viga-caleira

Antes da betonagem, foi importante verificar se os moldes estão na posição correcta em termos de verticalidade e nível.

Após a colocação do betão, foi essencial compactá-lo adequadamente para remover bolhas de ar e garantir que o material preenchesse completamente as formas e as armaduras. Isso envolveu o uso de vibradores de betão.

De salientar que a viga foi betonada em duas fases, dentre as quais a primeira fase na laje inferior e a fase seguinte as paredes.

➤ Betonagem da laje inferior:

Na primeira fase de betonagem, a execução foi realizada com foco na laje inferior, onde se fez o preparo para a futura conexão da estrutura de cobertura. Esse processo envolveu a incorporação de uma placa metálica embutida no betão, de acordo com os requisitos estruturais previstos no projeto. A função desta placa é permitir a conexão com a estrutura de cobertura, sendo fixada por meio de pontos com roscas.

A precisão do posicionamento dessa placa é fundamental para garantir o desempenho da estrutura, e para isso, utilizou-se o teodolito. Por fim, a parte roscada da placa é devidamente coberta para evitar danos, uma prática fundamental para assegurar a integridade da conexão.

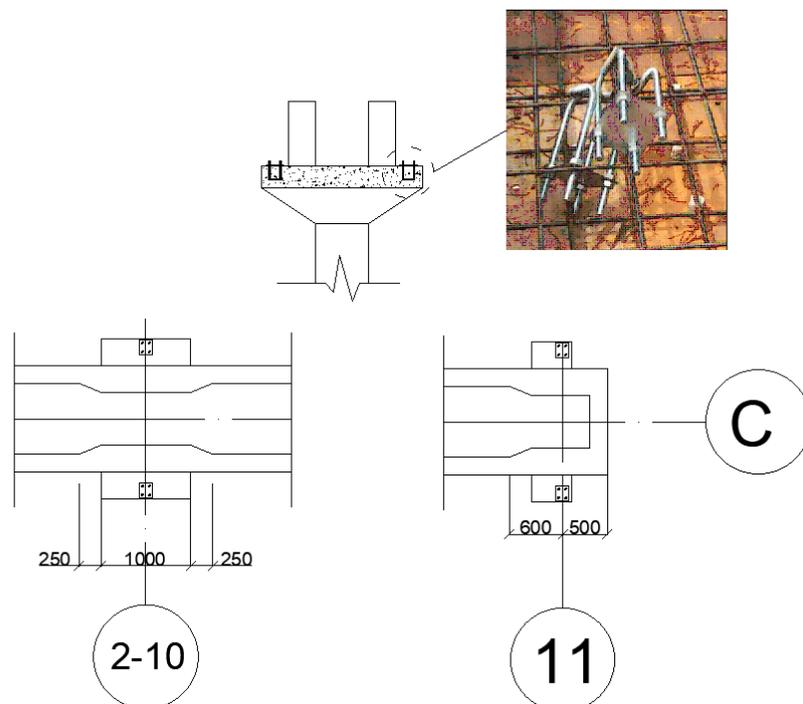
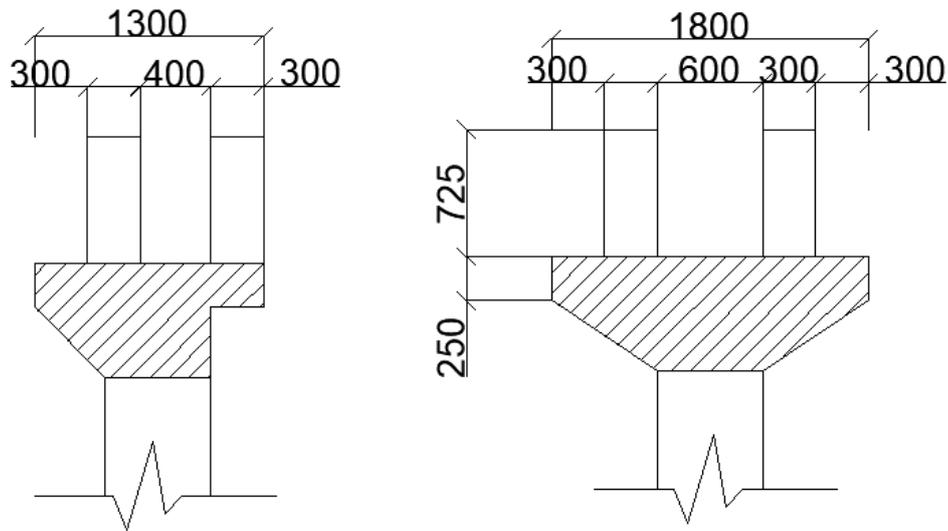


Figura 79 - Incorporação de uma placa metálica embutida no betão

Fase 1: Zona dos apoios



Fase 1: Zona central

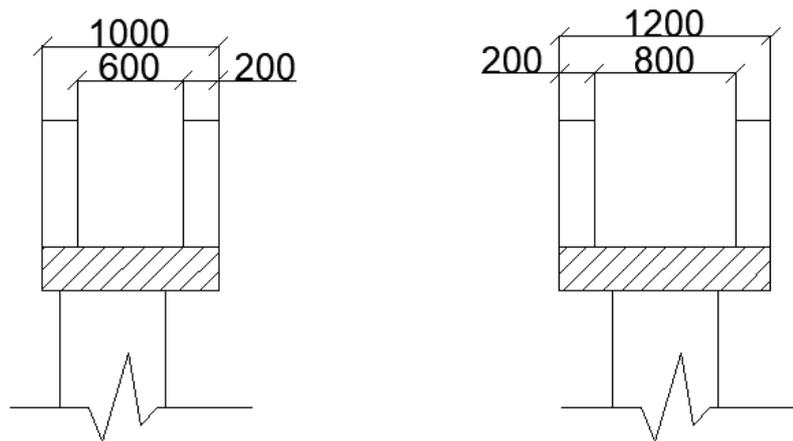
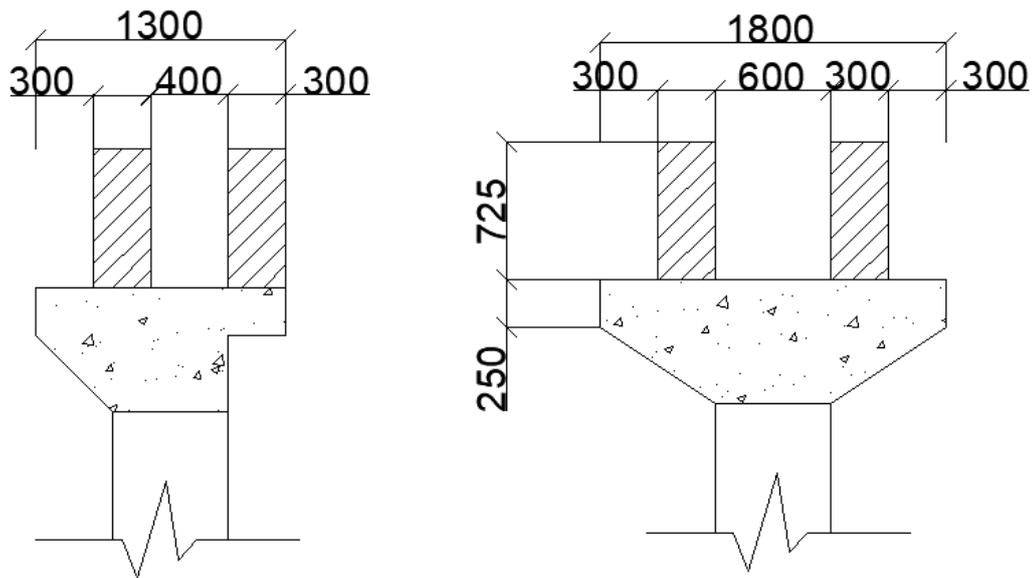


Figura 80 - Betonagem da primeira fase (Viga-caleira)

➤ Betonagem das paredes:

A betonagem da segunda fase, utilizando pasta de cimento como ligante, exigiu cuidados específicos devido à função secundária da viga-caleira como colector de águas pluviais de cobertura. A necessidade de garantir a impermeabilidade na zona de ligação entre a laje inferior e as paredes motivou a adoção de medidas para proteger a área contra o contacto directo com a água.

Fase 2: Zona dos apoios



Fase 2: Zona central

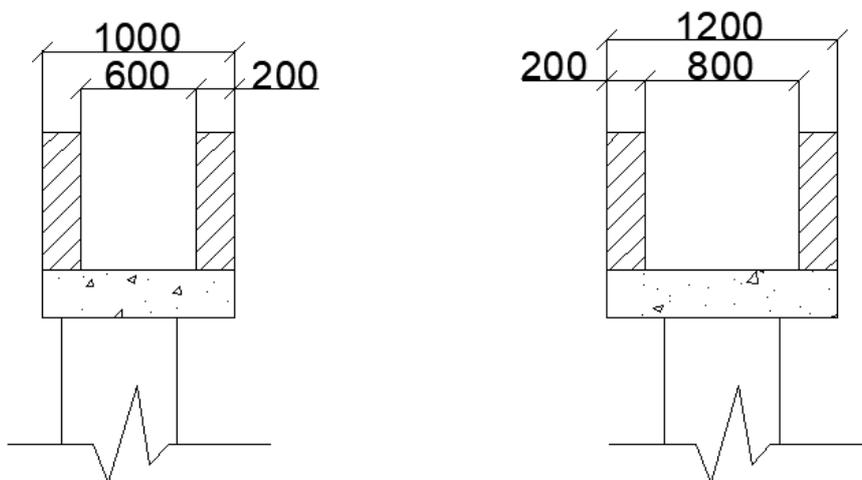


Figura 81 - Betonagem da segunda fase (Viga-caleira)

A betonilha, posicionada alguns centímetros acima da zona de ligação, cria uma barreira física adicional contra o contacto directo da água com a área da junta. A betonilha, além de proteger a zona de ligação contra o contacto directo com a água, também contribui para o escoamento eficiente das águas pluviais colectadas pela cobertura.

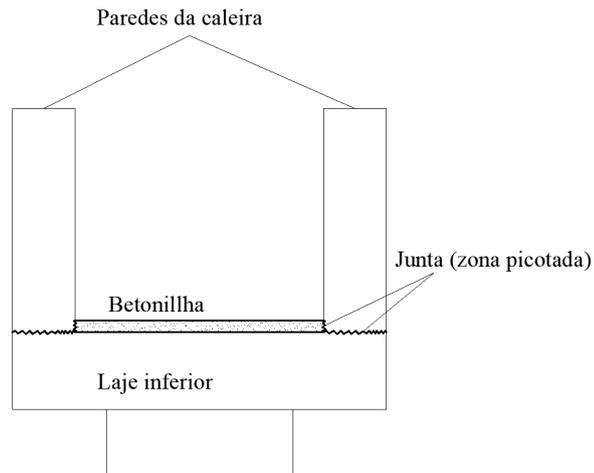


Figura 82 - Representação das juntas na viga

A inclinação que segundo o regulamento dos sistemas prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais não deve ser inferior a 5 milímetros por metro ($i = 0,5\%$) é considerada adequada quando a mesma garante que a água escoe rapidamente para o sistema de drenagem, evitando o acúmulo de água na caleira e a formação de poças.

Após a betonagem, o betão foi curado para atingir a resistência desejada. Isso envolveu a aplicação de métodos de cura húmida.

Depois que o betão atingiu a resistência necessária, o molde da viga foi removido.

No que concerne ao descimbramento de vigas, o período mínimo preconizado pelo REBAP para o tipo em questão é de 21 dias. Na obra em análise, o processo transcorreu cerca de 28 dias.



Figura 83 - Desmoldagem da viga-caleira

10.5 Reparação do pavimento

Uma das camadas anteriores presentes na obra, possivelmente a primeira camada de betão armado, é constituída por fibras sintéticas. Essas fibras são elementos finos, com diâmetros inferiores a 1 milímetro, e longos, com comprimento de até 76 milímetros. Sua função principal é o controle de fendas, além de melhorar a capacidade da matriz de absorver energia e aumentar a resistência ao impacto e à fadiga.

A segunda camada, a ser reparada, é de betão simples. No âmbito da reparação de pavimentos danificados, optou-se pela utilização do betão armado em vez de seguir o modelo original de betão simples. A reparação do pavimento foi um processo necessário para manter a integridade e a segurança de superfícies pavimentada. O processo de reparo variou com o tipo e a extensão do dano existente. As técnicas utilizadas foram adequadas à gravidade do problema e à área a ser reparada. A Figura 83 representa o levantamento das áreas reparadas.

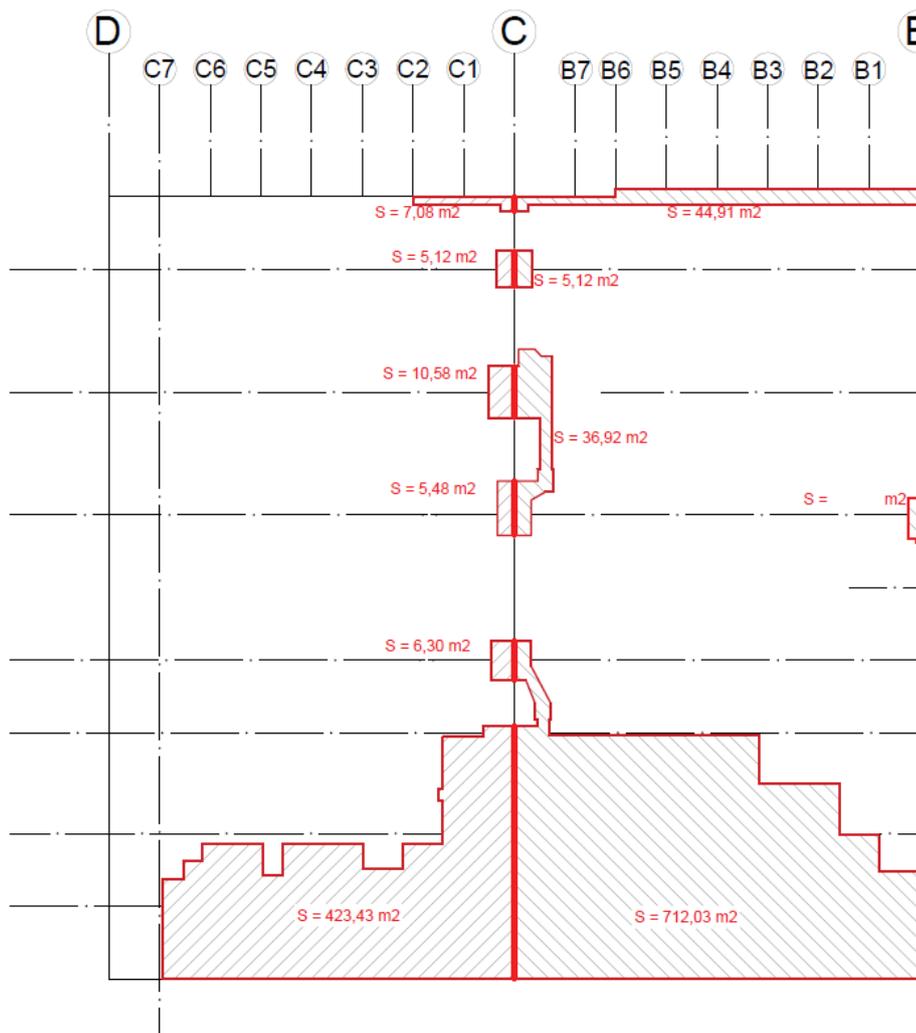


Figura 84 - Levantamento das áreas reparadas

Antes de começar com as reparações, foi essencial avaliar o estado atual do pavimento para identificar os danos e determinar a extensão da reparação necessária. Isso envolvia rachaduras, buracos, desgaste superficial ou outros problemas.



Figura 85 - Estado do pavimento

Os defeitos considerados típicos são enumerados como indicado na Tabela 6:

Defeito N°	TIPO
1	Alçamento de placa (Blow-up)
2	Fissuras de canto
3	Placa dividida
4	Escalonamento ou degrau nas juntas
5	Defeito na selagem das juntas
6	Desnível pavimento – acostamento
7	Fissuras lineares
8	Grandes reparos (área > 0,45m ²)
9	Pequenos reparos (área ≤ 0,45m ²)
10	Desgaste superficial
11	Bombeamento
12	Quebras localizadas
13	Passagem de nível
14	Fissuras superficiais (rendilhado) e escamação
15	Fissuras de retração plástica
16	Esborcimento ou quebra de canto
17	Esborcimento de juntas
18	Placa bailarina
19	Assentamento
20	Buracos

Tabela 6 - Defeitos típicos de pavimentos (Fonte: Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos - DNIT - 2010)

Segundo o Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos (2010), cada tipo de defeito pode apresentar um determinado grau de severidade, sendo estes graus classificados conforme a dimensão do defeito, a sua condição ou conforme a maneira como ele afecta o conforto, segurança e movimentação do tráfego.

Estes graus de severidade são classificados da seguinte forma:

- 1- Baixo (B): o defeito causa um baixo desconforto de rolamento;
- 2- Medio (M): o defeito causa um médio desconforto de rolamento, sem causar prejuízo ao tráfego;
- 3- Alto (A): o defeito compromete a segurança de rolamento e provoca interrupções de tráfego.

Embora não haja informações sobre a aplicação de critérios técnicos e científicos utilizados na avaliação do pavimento por parte do fiscal da obra que foi o responsável pela seleção das áreas a serem reparadas, é possível determinar a condição real do pavimento por meio do cálculo do Índice de Condição de Pavimento (ICP). O ICP é um método utilizado para avaliar a integridade do pavimento, levando em conta parâmetros como defeitos visuais, desgaste e o grau de severidade, com base em normas técnicas estabelecidas. O ICP pode ser classificado da seguinte forma:

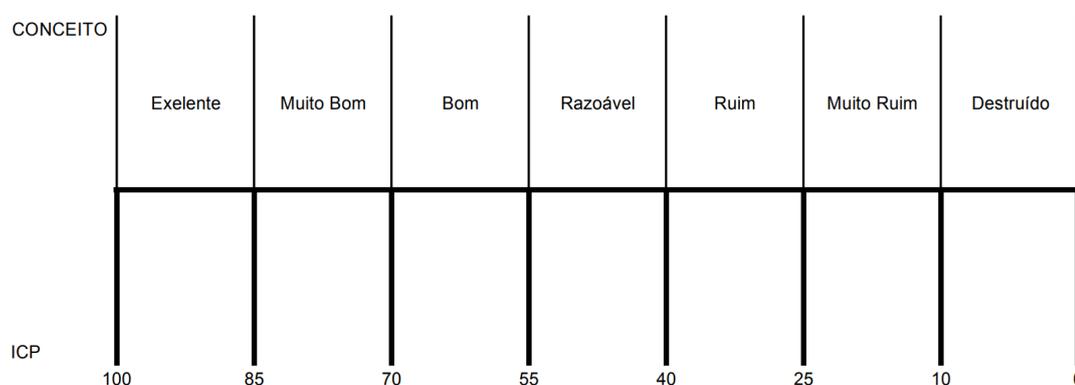


Figura 86 - Classificação de pavimentos em função do ICP (Fonte: Norma DNIT 062/2004 - PRO)

Segundo o Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos (2010), os pavimentos que apresentam ICP igual ou maior que 70 geralmente não necessitam de reparação imediata. Os pavimentos com ICP entre 40 e 70, são recuperados os defeitos mais graves sendo a reparação feita em alguns trechos ou em todo pavimento desde

que o valor do ICP melhore ao ponto de superar o 70. O pavimento com ICP menor 40 é considerado deficiente ou destruído.

➤ Exemplo da determinação do Índice de Condição de Pavimento (ICP)

O cálculo do ICP de um pavimento segue o segundo modelo matemático:

$$ICP = 100 - \sum_{i=j}^p \sum_{j=i}^{m_i} A(T_i, S_j, D_{ij}) F(t, q)$$

Equação 3 - Determinação do ICP (Fonte: Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos - DNIT - 2010)

Onde:

ICP – Índice de Condição do Pavimento;

A – Valor dedutível, em função do tipo de defeito (**T_i**), do grau de severidade (**S_j**) e da densidade de defeitos (**D_{ij}**);

i – Contador para tipos de defeitos;

j – Contador para graus de severidade;

p – Número total de placas defeituosas;

m_i – Número de graus de severidade para o tipo de defeito;

F (t,q) – Uma função de ajustamento para defeitos múltiplos, que varia com o valor dedutível somado (t) e o número de deduções (q).

Levando em consideração que temos dois armazéns com necessidade de reparo no pavimento, assumimos para fins de cálculo que foram analisadas 5 placas de betão para cada armazém. O estado de cada placa foi registado e está apresentado na tabela a seguir. O tipo de defeito pode ser consultado na Tabela 6, enquanto o grau de severidade, já descrito anteriormente, também está incluído. A partir desses dados, teremos as seguintes considerações para os reparos necessários:

Número da Placa	Armazém 1		Armazém 2	
	Tipo de defeito	Grau de severidade	Tipo de defeito	Grau de severidade
1	10	B		
2	7	A	2	B
	10	B		
3	2	B	10	A
4	10	A	7	B
	2	A	10	B
	7	B		
5	2	B		
	10	B		

Tabela 7 - Estado das placas dos pavimentos

Na Secção 6 do Anexo A (Normativo) da Norma DNIT 062/2004 PRO, apresentam ábacos para cada tipo de defeito e grau de severidade, que relacionam a densidade de placas afectadas em função do valor dedutível.

Tipos de defeitos	Graus de severidade	Numero de placas afectadas	% Densidade de placas afectadas	Valor Dedutível
2	A	1	10	23
2	B	3	30	25
7	A	1	10	18
7	B	2	20	9
10	A	2	20	3
10	B	4	40	7

Tabela 8 - Determinação do valor dedutível

O somatório dos valores dedutíveis de todos os defeitos dará o **valor dedutível total** = 85.

O valor dedutível total deve ser corrigido, determinando o valor dedutível corrigido (VDC). Primeiramente, contam-se os valores dedutíveis maiores que 5 e a quantidade de valores acima de 5 é designada “**q**”. Através da Tabela 8, é possível admitir que $q = 5$. Com isso:

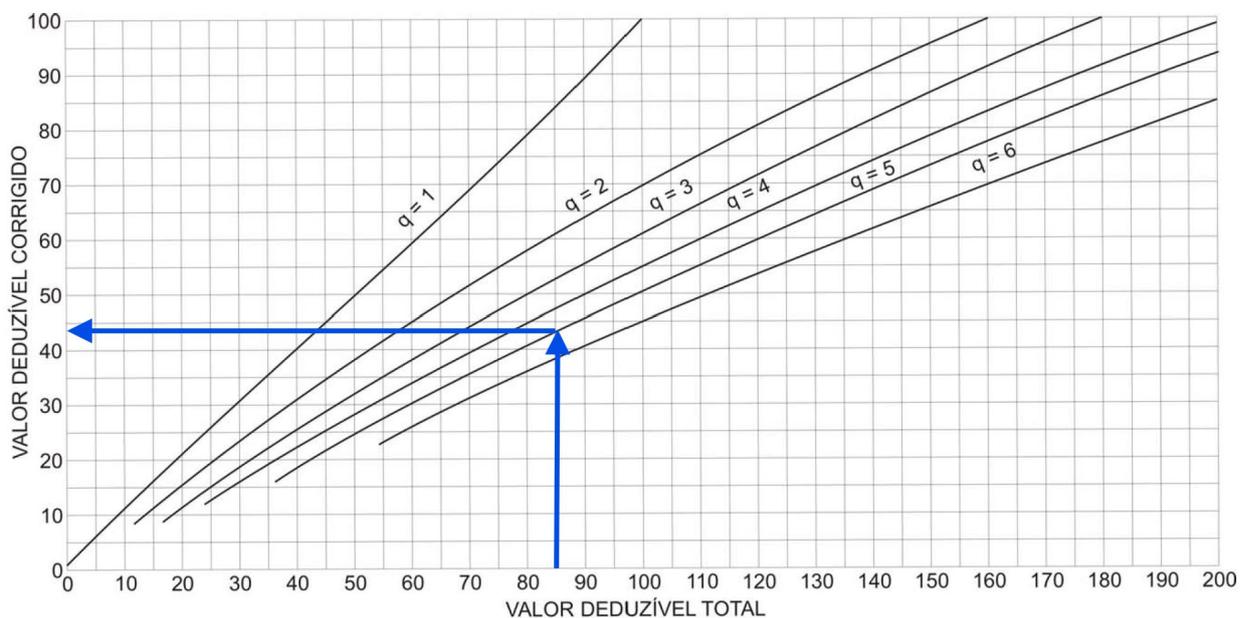


Figura 87 - Valor deduzível total X Valor deduzível corrigido (Fonte: CERL - 1979)

Então, o **valor deduzível corrigido (VDC)** = 44.

Com base na Equação 3, é possível determinar o valor de ICP:

$$\text{ICP} = 100 - \text{VDC} = 100 - 44 = 56$$

O pavimento pode ser classificado segundo a Figura 85 como sendo **bom** e sujeito a reparações não urgentes ao ponto em que o ICP seja maior que 70.

Após a seleção das áreas a serem reparadas pelo fiscal, foi realizada a reparação do pavimento com a aplicação de uma nova camada de betão armado. Esse procedimento envolveu a retirada das partes danificadas e a preparação adequada da superfície, seguida da aplicação de betão armado, garantindo maior resistência e durabilidade à nova estrutura.



Figura 88 - Preparação do pavimento a ser betonado

Uma vez que as áreas danificadas foram retiradas e preparadas para a colocação de uma nova camada procedeu-se com a limpeza do local por varredura, aspiração e lavagem superficial, amarração de armadura e a posterior betonagem da camada.

Para a armadura do pavimento recorreu-se a malhasol, também conhecida como malha electrossoldada, é um tipo de armadura com barras sobrepostas e soldadas em pontos alternados, formando uma malha com aberturas quadradas ou rectangulares. A malhasol empregue no caso foram malhas electrossoldadas nervuradas de diâmetro $\varnothing \leq 6 \text{ mm}$ com um espaçamento entre as barras de 150×150 milímetros.



Figura 89 - Betonagem do pavimento

Os bloquetes para além de garantir o recobrimento inferior do pavimento, serve de separador para a fibra superior e inferior das armaduras.

A membrana plástica actua como uma camada de separação entre o antigo e o novo pavimento, protegendo o novo pavimento da umidade.

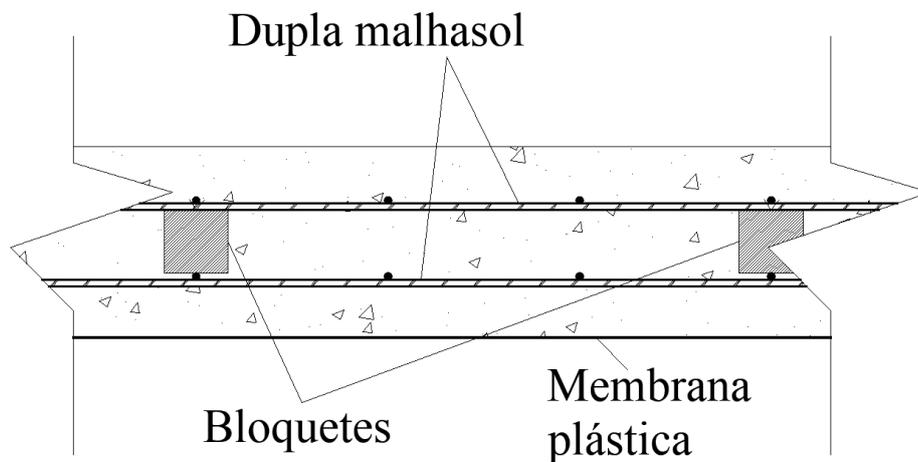


Figura 90 - Corte transversal do pavimento

A compactação do betão foi feita utilizando vibradores internos, garantindo que o material fosse devidamente assentado e livre de vazios, o que melhorou a resistência, a aderência com a armadura e a impermeabilidade. O acabamento superficial foi realizado através da técnica de flutuação, utilizando alisadores helicópteros, resultando numa superfície nivelada, resistente ao desgaste e de fácil manutenção. Para a cura, foram aplicadas membranas plásticas opacas que reduziram a perda de água e mantiveram a umidade ideal, assegurando a durabilidade e a resistência do pavimento.

10.5.1 Juntas de dilatação e de construção

Uma vez submetido a tensões, provocadas tanto pelo carregamento como por empenamentos e modificações volumétricas da placa, os pavimentos de betão de cimento *Portland* podem estar sujeitos ao aparecimento de fissuras transversais e longitudinais. A ausência de controle desse fenómeno pode provocar uma redução sensível na vida do pavimento.

Como dispositivo de controle das fissuras durante a betonagem do pavimento, recorreu-se ao emprego de secções artificialmente enfraquecidas e uniformemente espaçadas, conhecidas como juntas.

Foram empregues dois tipos de juntas:

➤ Junta de retracção ou serrada: que corresponde a uma secção formada na placa de concreto, por meio de corte ou ranhura da superfície do pavimento. Sua função é aliviar as tensões de tração geradas pela variação de temperatura e pelo atrito entre a interface placa-fundação, controlando a fissuração.



Figura 91 - Juntas de retracção ou serrada

Segundo a *Portland Cement Association (PCA)* como regra geral, o espaçamento entre as juntas deve ser cerca de 40 vezes a espessura do pavimento, com um espaçamento máximo de 30 pés (cerca de 915 centímetros) de modo a garantir que fissuras de contracção sejam estreitas o suficiente para fornecer a transferência de carga adequada. O espaçamento transversal da junta não deve exceder 125 a 150 porcentos do espaçamento longitudinal da junta.

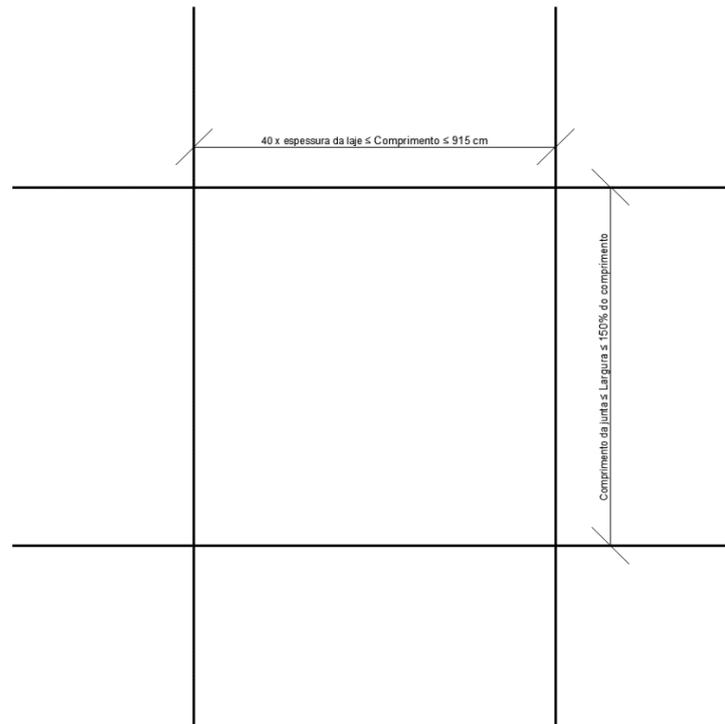


Figura 92 - Representação do espaçamento entre as juntas

A profundidade do corte da serra deve ser pelo menos um quarto da espessura da laje ($h/4$) e ter uma largura mínima de 1/8 polegadas (cerca de 3,175 milímetros).

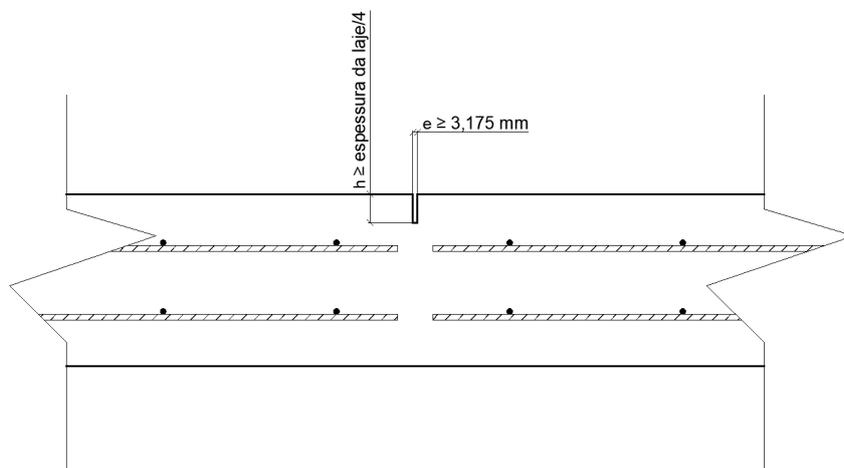


Figura 93 - Profundidade do corte de serra

➤ Junta de encontro: que foi utilizada para facilitar a execução do pavimento e isolar o pavimento com as outras estruturas garantindo que trabalhem de forma independente.

Para as juntas foi utilizado um material compreensível ao longo do perímetro e um selante, neste caso o silicone de poliuretano com vista a impermeabilizar as juntas. É caracterizado pela sua grande elasticidade e capacidade de preenchimento.



Figura 94 - Juntas de encontro

O selante para juntas, aplicado manualmente com espátula ou pistola de extrusão, é fácil de usar, resiste ao envelhecimento, suporta temperaturas acima de 60°C e oferece proteção contra microrganismos e produtos químicos.

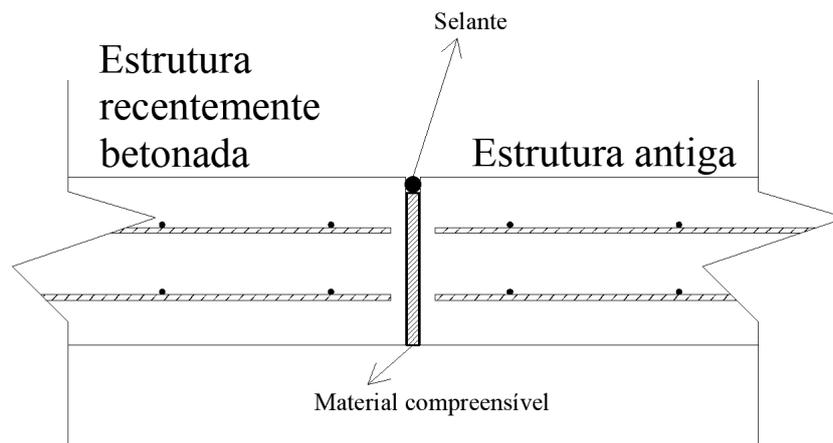


Figura 95 - Selante em juntas de encontro

10.6 Alvenaria de vedação

A principal função de uma alvenaria é de estabelecer a separação entre ambientes e principalmente a alvenaria externa (caso da obra) que tem a responsabilidade de separar o ambiente externo do interno.



Figura 96 - Execução da alvenaria

No início, os alinhamentos das paredes foram marcados a partir dos eixos de referência. Utilizaram-se sempre valores das cotas acumuladas, que foram materializados pelo posicionamento dos blocos de extremidade. Em seguida, os blocos de extremidade foram assentados e posicionados. Uma linha foi traçada ligando as faces externas dos blocos, definindo o alinhamento da primeira fiada. Com o alinhamento definido, todos os componentes da fiada foram assentados, seguindo até a última fiada da alvenaria.

10.6.1 Classificação da alvenaria

- Quanto à função: Alvenaria sem função estrutural (vedação);
- Quanto a espessura: Alvenaria de 0,20 metros;
- Quanto ao número de ligações: Alvenaria com 4 ligações rígidas (Sistema rígido);

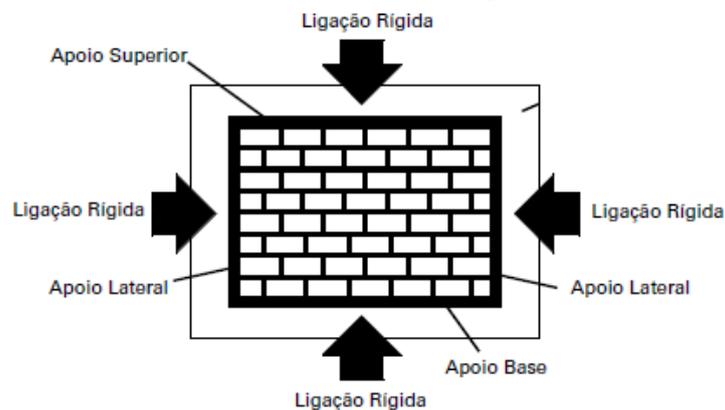


Figura 97 - Alvenaria com 4 ligações rígidas

- Quanto ao tipo de exposição: Externa revestida;
- Quanto ao tipo de elemento de vedação: Alvenaria (elementos unidos entre si na obra);
- Quanto ao tipo de bloco: Bloco de betão

 Geocontrole Geotecnia e Estruturas de Fundação Lda Moçambique <small>Rua Xavier Mendes, 362 Unidade C, Os Fozes nº 154 Matola-Matola-Moçambique. Tel.: 25821720402 Fax: 25821720404 e-mail: mail@geocontrole.pt</small>	LABORATORY	 MCT-FRIGO MATOLA JOB294 MCT NEW WAREHOUSES DESIGN & BUILD
		41222

DETERMINATION OF COMPRESSIVE STRENGTH

Concrete Blocks
ASTM C 140 - 99b

SAMPLE No.	Date of manufacture (*)	Cure (days)	Date of the test	Dimensions of blocks (mm) (following the image above)					Desig. by Client	Area of the block in contact (mm ²)	Load rate kN/min	Weight gr	LOAD kN	COMPRESSIVE STRENGTH MPa	AVERAGE MPa
				Length	Width	Height	F	B							
17972	-	-	09/02/2023	400	200	200	32	34	B20 - 1	38928	100	17831	279,7	7,2	9,1
				400	200	200	30	33	B20 - 2	37020	100	17836	387,9	9,9	
				400	200	200	30	34	B20 - 3	37160	100	18304	399,7	10,8	
				400	200	200	32	34	B20 - 4	38928	100	17544	329,8	8,5	

Figura 98 - Resistência à compressão do bloco de betão

10.6.2 Estabilidade da alvenaria

- Verificação das limitações verticais – índice de esbelteza (λ)

$$\lambda = \frac{H_{ef}}{e_b}$$

Equação 4 - Índice de esbelteza

Onde:

H_{ef} → Altura efectiva da alvenaria entre as estruturas superiores e inferiores. No caso de bordo livre, $H_{ef} = 2 \times$ altura da base à borda.

e_b → Espessura do bloco.

A referência para considerar a alvenaria estável é $\lambda \leq 27$, para alvenarias externas e $\lambda \leq 30$ para alvenarias internas.

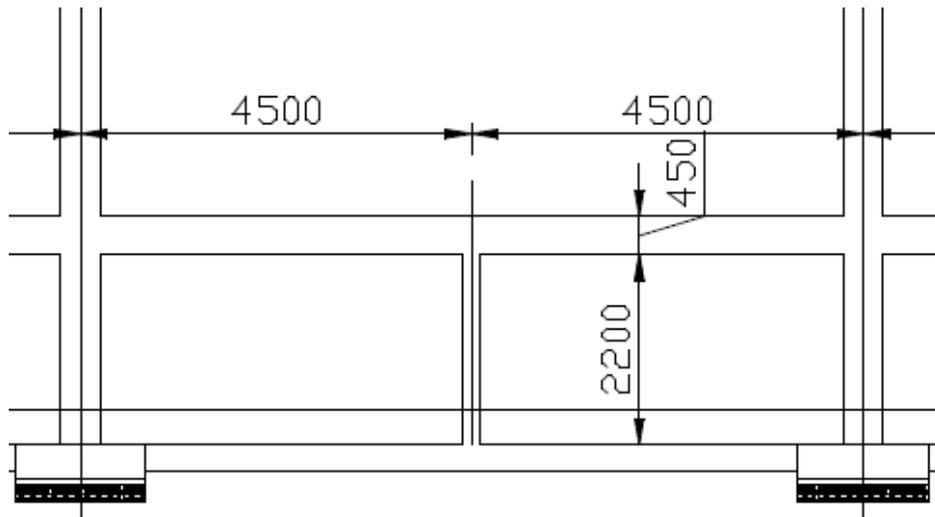


Figura 99 - Representação da alvenaria

Com isso:

$$H_{ef} = 2,20 \text{ m}$$

$$e_b = 0,20 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{H_{ef}}{e_b} = \frac{2,20}{0,20} = 11,0 < 27 \rightarrow \text{Estável}$$

➤ Verificação das limitações nas dimensões de painéis contínuos

Para alvenaria de sistema rígido (fixação rígida em 4 bordas), teremos:

$$\text{Área útil da alvenaria} \leq 2000 \cdot (\text{espessura do bloco})^2$$

$$\text{Área útil da alvenaria} = 2,20 \cdot 4,175 = 9,185 \text{ m}^2 < 2000 \cdot (0,20)^2 = 80 \text{ m}^2$$

→ Está dentro dos parâmetros.

A tabela a seguir serve de guia para dimensões usuais de alvenaria:

Espessura do bloco (m)	Alvenaria interna		Alvenaria externa	
	Altura máxima (m)	Comprimento máximo (m)	Altura máxima (m)	Comprimento máximo (m)
0,09	3,0	6,0	2,5	5,0
0,14	5,0	10,0	3,5	7,0
0,19	6,5	13,0	5,0	10,0

Fonte: Tecnologia das Edificações - IPT.

Tabela 9 - Dimensões usuais de alvenaria

10.6.3 Ligação alvenaria - pilar

Para a conexão entre a alvenaria e os pilares foram usadas as chapas de aço e reforço de parede o que proporciona uma ligação mais resistente.

Chapas de aço: Essas chapas de aço ajudam a distribuir as cargas e a melhorar a estabilidade da estrutura. Foram usadas duas chapas metálicas embutidos na junta vertical da argamassa entre o pilar e a parede com uma dobra de fixação no pilar da chapa com pelo menos 100 milímetros e o comprimento horizontal mínimo de 400 milímetros na alvenaria.



Figura 100 - Chapas de aço

Reforço de alvenaria: Consiste em malhas de aço incorporadas na argamassa entre as unidades de alvenaria.

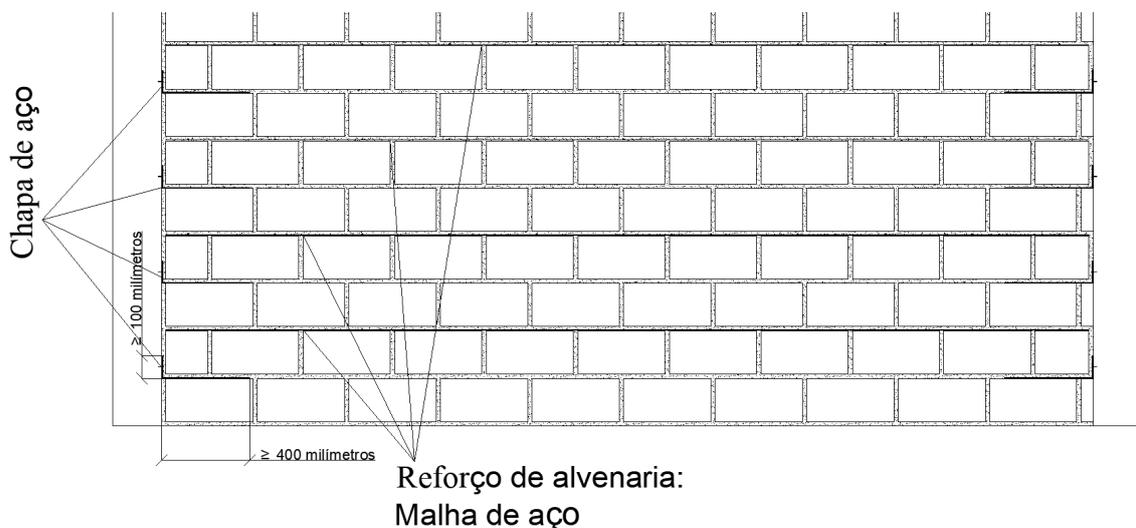


Figura 101 - Reforço de alvenaria

10.6.4 Revestimento

O revestimento é executado da seguinte maneira:

➤ O chapisco é a primeira camada do revestimento, geralmente utilizado em paredes de alvenaria, com espessura entre 5 e 7 mm. Essa argamassa facilita o revestimento e garante maior aderência devido à sua superfície porosa. A proporção da argamassa é de 1:3. É necessário aguardar de 2 a 3 dias antes de aplicar a próxima camada.



Figura 102 - Execução do chapisco na alvenaria

➤ Camada de regularização é um tipo de argamassa utilizado para alisar as paredes e torna-las apropriadas a receber pintura. A espessura normalmente atende às seguintes recomendações:

Revestimento	Espessura (mm)
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$

Tabela 10 - Espessura de revestimento em argamassa (Fonte: Tecnologia das edificações – IPT)

A argamassa de regularização não deve ser utilizada por tempo superior ao da pega do cimento, de modo geral 1,5 a 2,0 horas.



Figura 103 - Execução do reboco

Para dar continuidade à execução do revestimento final é necessário respeitar os prazos de maturação da argamassa de regularização, a saber:

Revestimento final	Tempo mínimo
Cerâmica – revestimento externo	21 dias
Cerâmica – revestimento interno	14 dias
Placas de rocha	28 dias
Pintura	30 dias

* Salvo recomendação contrária do fabricante.

Tabela 11 - Prazos de maturação da argamassa de regularização (Fonte: Tecnologia das Edificações - IPT)

10.7 Pintura

A preparação da superfície é essencial para garantir uma boa aderência da tinta e aumentar a durabilidade da pintura. Entre os métodos de preparação utilizados estão a raspagem, feita com um raspador afiado e pressão constante, e a lixagem, que suaviza a superfície e diminui irregularidades. As condições meteorológicas também são importantes no momento da pintura, pois temperaturas extremas ou dias de chuva podem comprometer a qualidade final. Recomenda-se não pintar com temperaturas abaixo de 5°C, para evitar que a tinta demore a secar e seja contaminada por impurezas, e nem com temperaturas acima de 35°C, pois o calor excessivo acelera o processo de secagem, prejudicando a durabilidade da pintura.

O esquema de pintura utilizado foi baseado na norma ISO 4618, que define a combinação de camadas aplicadas sobre um substrato. No caso da obra em questão, o esquema incluiu uma camada de primário seguida de duas a três demãos de tinta de acabamento. O primário garante a aderência das camadas seguintes e protege a superfície contra corrosão e agentes químicos. Já o acabamento proporciona o aspecto visual final, com brilho, cor e resistência, além de ser a camada que protege os materiais subjacentes e sofre o impacto de fatores externos como luz Ultravioleta, temperatura e agentes químicos.

Os métodos de aplicação de tinta incluíram o uso de pincel e trincha para áreas pequenas e irregulares, com a técnica de molhar as cerdas e aplicar suavemente para evitar salpicos e defeitos. Outra técnica foi o uso de rolo, que é mais eficiente para grandes áreas, sendo fácil de usar e proporcionando uma aplicação uniforme e rápida. O rolo deve ser lavado antes da primeira utilização para remover possíveis fios agregados durante sua fabricação, o que garante uma pintura de melhor qualidade.

10.8 Revestimento lateral

O revestimento lateral, geralmente feito com chapas metálicas, atua tanto como uma barreira para proteção contra as intempéries quanto como parte da resistência estrutural da edificação. É comum o uso de chapas de zinco galvanizadas ou chapas de aço revestidas com uma camada de zinco para evitar corrosão. Essas chapas são presas às estruturas de aço, chamadas de *side rails*, usando uma combinação de parafusos e fixadores.



Figura 104 - Revestimento lateral com chapas de zinco

Os side rails são elementos horizontais de suporte que ligam os principais componentes estruturais verticais da estrutura. Eles são usados para sustentar os painéis de revestimento lateral. Esses trilhos laterais são, geralmente, feitos de aço e têm a função adicional de ajudar a transferir cargas de vento para a estrutura principal.



Figura 105 - *Side rails*

10.9 Cobertura

Neste ponto serão elencadas e descritas as etapas envolvidas na montagem da estrutura metálica de cobertura.

A construção de estruturas metálicas tem uma série de características que se diferencia em muito da construção em betão armado. No que diz respeito a montagem a estrutura metálica é muito mais rápida em relação a estruturas de betão armado e sem serem necessários tempos de cura para posteriores trabalhos.

1. Trabalhos preparatórios

A ligação da estrutura metálica à estrutura de betão armado é feita através de ligações aparafusadas sendo estas feitas através de chumbadouros.

Neste caso os chumbadouros estão embebidos em consolas curtas ligadas entre a parte inferior da viga e o pilar, sendo alguns casos da viga apoios indirectos para a cobertura. O posicionamento dos chumbadouros foi feito com a ajuda do teodolito sendo

essa uma fase importante para a correcta montagem da estrutura metálica pois todos os alinhamentos dependem da boa execução destas marcações como ilustrado na Figura 78.

2. Transporte e recepção do material



Figura 106 - Chegada das peças de cobertura

O carregamento das peças no camião foi feito com recurso a uma grua e com auxílio de cintas ou correntes devidamente aprovadas pela coordenação de segurança.

Posteriormente à entrada em obra de qualquer material é fornecido à fiscalização um pedido de aprovação do material. Este pedido de aprovação normalmente contém informações relacionadas a especificações técnicas do material fornecidas pelo fabricante. Após a aprovação o material já pode ser descarregado.

3. Armazenamento



Figura 107 - Armazenamento das peças metálicas

Todas as peças de maiores dimensões como as asnas e madres foram descarregadas junto ao local de sua implantação, de modo a facilitar a sua montagem e evitar os transportes desnecessários de peças com grandes dimensões.

4. Treliça de cobertura

A treliça da estrutura de cobertura foi montada e aparafusada no local, sendo previamente importada e entregue em quatro partes, duas para cada lado da cobertura, de forma simétrica. O sistema de apoio é composto por dois pontos principais: o primeiro apoio está localizado na consola projetada no topo do pilar, enquanto o segundo se encontra na parede da viga caleira. Conforme mencionado anteriormente, na região onde a viga recebe a estrutura, houve um aumento na espessura da parede, com o objetivo de ampliar a área de compressão e garantir maior resistência à carga aplicada. Esse reforço foi implementado para melhorar a distribuição de esforços e evitar falhas estruturais, assegurando a estabilidade da treliça sob condições de serviço.



Figura 108 - Sistema de apoio da treliça de cobertura

A Figura 108 ilustra um esquema, não em escala, da divisão da estrutura em duas partes. Cada uma dessas partes possui uma conexão soldada, sendo unidas entre si por meio de ligações aparafusadas. Após a montagem completa da treliça, é realizada uma inspeção para verificar a integridade dos elementos de fixação, garantindo que não haja parafusos em falta. A força de aperto aplicada nas conexões foi realizada conforme especificado, utilizando o torque equivalente à força gerada manualmente por um operador, respeitando os critérios de segurança e as especificações técnicas do projeto.

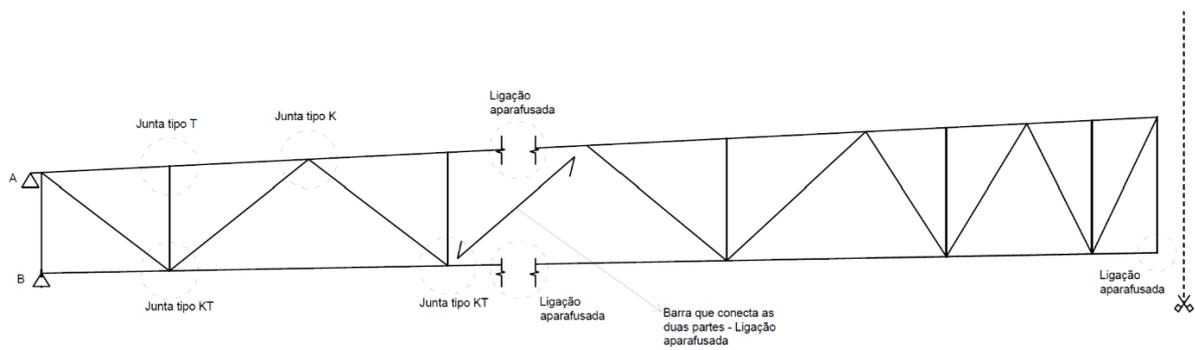


Figura 109 - Sistema estático da estrutura de cobertura

Na estrutura em questão, são utilizadas diferentes tipologias de juntas, conforme definido no Eurocódigo 3, sendo elas: Junta K, Junta KT e Junta T. Cada uma dessas juntas possui características específicas de acordo com as normas de dimensionamento de estruturas metálicas.

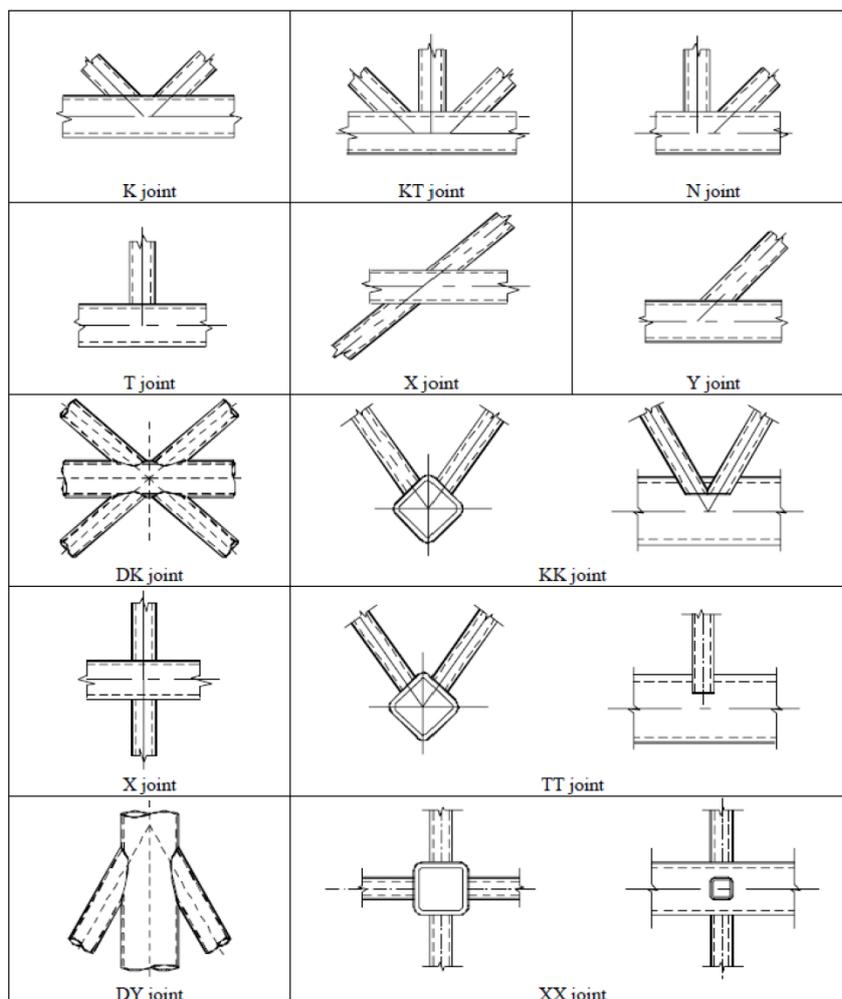


Figura 110 - Tipologia de juntas (Fonte: EN.1993.1.8.2005-1 – Eurocódigo 3)

Para as ligações aparafusadas, foi utilizado o método de "*Shear Bolted Joint*" (junta aparafusada ao cisalhamento), onde os parafusos resistem a esforços de cisalhamento. Conforme o Eurocódigo 3 (EN 1993-1-8), esse tipo de junta deve ser dimensionado considerando a resistência ao corte dos parafusos e ao esmagamento das chapas conectadas. Existem dois tipos principais: juntas de cisalhamento simples (com transferência direta de forças entre os membros) e juntas de cisalhamento duplo (com esforços distribuídos em duas seções).

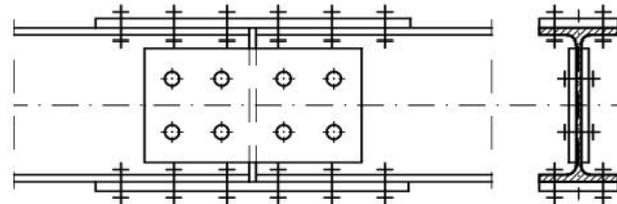


Figura 111 - Exemplo de junta de cisalhamento duplo

No apoio A, localizado na parede da viga caleira, foram executados furos para a inserção de ancoragens químicas utilizando uma mistura de epóxi, aplicada por meio de uma pistola Hilti. O processo envolve a injeção da resina epóxi nos furos, garantindo o preenchimento adequado para posterior inserção dos elementos de fixação. Após a injeção, o operador deve inspecionar cuidadosamente a rosca e verificar a cura rápida da mistura, exigindo flexibilidade e precisão no manuseio, dado o curto tempo de secagem do material. Este método de ancoragem química é amplamente utilizado devido à sua alta capacidade de aderência e resistência mecânica, conforme normas técnicas.



Figura 112 – Apoio A sobre a parede da viga caleira

No apoio B, conforme mencionado anteriormente, já existem chumbadouros pré-instalados. Assim, o processo é simplificado, consistindo apenas no alinhamento dos furos da estrutura com os chumbadouros existentes, seguido da fixação através de parafusos de alta resistência, garantindo a estabilidade da conexão.



Figura 113 - Apoio B sobre a consola

5. Montagem

A escolha dos equipamentos para a montagem da estrutura metálica depende de fatores como a geometria e peso das peças, espaço para manobra e acessos ao local. Para a movimentação e elevação das peças, foram utilizadas guas e empilhadoras telescópicas. Já as plataformas elevatórias foram empregadas para apertos das ligações aparafusadas e montagem de peças menores.

Durante a montagem da cobertura, foram organizadas diversas frentes de trabalho, incluindo equipes responsáveis pela instalação das treliças (asnas), pela fixação das madres e pela montagem dos contraventamentos. A área de trabalho estava densamente ocupada por uma grande quantidade de equipamentos, exigindo que as operações fossem conduzidas com extrema cautela, seguindo rigorosos protocolos de segurança e planejamento logístico, a fim de evitar interferências entre as equipes e garantir a eficiência e segurança do processo de montagem.



Figura 114 - Aperto de um dos contraventamentos horizontais

6. Revestimento Superior

A linha de clipes foi posicionada e fixada em cada apoio, de forma que se encaixassem corretamente nas nervuras das chapas. O alinhamento das chapas com outros elementos da estrutura foi verificado antes da fixação final.



Figura 115 - Clipes fixados nas madres

A pressão dos pés foi aplicada para engajar a nervura central e de sobreposição nos cliques, garantindo a fixação adequada. A fixação completa foi garantida ao aplicar pressão nos pontos estratégicos da chapa até que o engajamento correto das nervuras fosse confirmado.

Se o espaço entre a última chapa completa e a extremidade do telhado fosse maior que a metade da largura de uma chapa, a chapa é cortada longitudinalmente, deixando a nervura central intacta para fixação. Se o espaço fosse menor, o acabamento ou a cimalha foi utilizado para cobrir o espaço, com as chapas sendo cortadas e fixadas de acordo.

7. Flashing

Flashings são tiras de metal moldadas para vedar as bordas de coberturas e paredes contra infiltrações.

Flashings longitudinais são componentes de vedação instalados paralelamente às depressões ou canais de escoamento do telhado. A sobreposição mínima recomendada para *flashings* longitudinais sobre o revestimento deve ser de pelo menos dois terços da largura do painel ou 150 mm, conforme estipulado no HB39-2015.

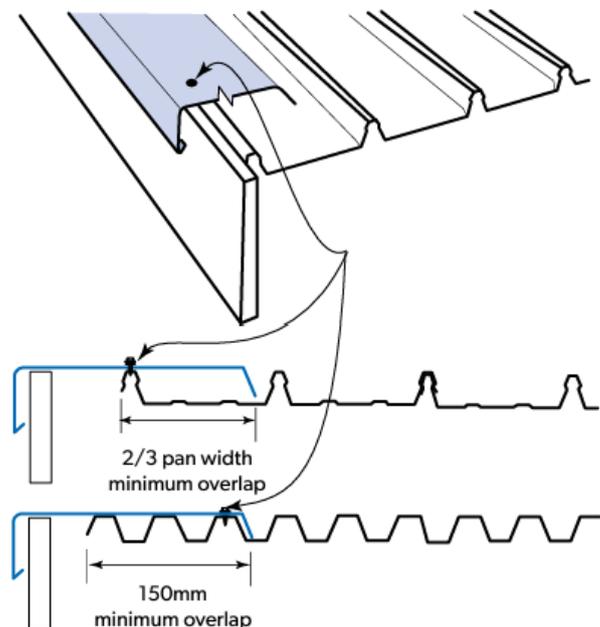


Figura 116 - Sobreposição mínima recomendada para *flashings* longitudinais (Fonte: HB39-2015)

Segundo SMACNA (*Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association*) em seu "*Architectural Sheet Metal Manual*", flashings transversais são projetados para cobrir e proteger a junção entre diferentes seções do telhado, assegurando que a água seja direcionada corretamente para longe da estrutura e evitando infiltrações.



Figura 117 - *Flashings* transversais

11. CONCLUSÃO

O estágio proporcionou uma experiência ímpar e extremamente enriquecedora, complementando de forma substancial a minha formação académica em engenharia civil. A oportunidade de participar activamente das actividades de construção de armazéns possibilitou a aplicação prática de conceitos teóricos, o desenvolvimento de habilidades essenciais para a carreira e a imersão em um ambiente profissional dinâmico e desafiador.

Ao longo do estágio, tive a oportunidade de colocar em prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, desde a análise de projectos até a inspeção de processos da obra em andamento. Essa vivência prática foi fundamental para solidificar o aprendizado e me proporcionou uma visão holística dos processos constructivos, desde as fundações até a cobertura.

A participação nas actividades me permitiu aprimorar diversas habilidades essenciais para a carreira, tais como:

- Trabalho em equipe: A colaboração constante com outros profissionais foi crucial para o sucesso das actividades e me ensinou a trabalhar de forma eficaz em um ambiente multidisciplinar;
- Comunicação: A comunicação clara e precisa com os envolvidos no projecto foi fundamental para garantir a fluidez das informações e evitar mal-entendidos.

O estágio proporcionou-me uma visão mais abrangente da área de engenharia civil, desde a fase de planejamento até a finalização do projecto. Pude observar de perto os diferentes papéis desempenhados pelos profissionais envolvidos, desde os engenheiros, técnicos até os operários.

Através do estágio, compreendi a importância da qualidade e de segurança na construção, além da necessidade de estar em constante actualização com normas e boas práticas de engenharia.

Acredito que as habilidades e conhecimentos adquiridos durante esse estágio serão valiosos para o meu sucesso profissional e para contribuir para o desenvolvimento da sociedade de forma significativa.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NEVILLE, A. M. (2011). Propriedades do concreto. Rio de Janeiro: LTC Editora.
- MEHTA, P. K., & MONTEIRO, P. J. M. (2014). Concrete: microstructure, properties, and materials. Boston: McGraw-Hill Education.
- APEB (2008). Guia para utilização da norma NP EN 206-1: A especificação do betão.
- NEVILE & BROOKS 1987: Concrete Technology.
- BRAZÃO FARINHA, J.S. & CORREIA DOS REIS, A. (1994). Tabelas técnicas.
- BORGES, A. M. (2008). Análise do comportamento de juntas de betonagem.
- GOMES, J. F. & OLIVEIRA, F. S. (2008). Técnicas de demolição.
- ALMEIDA, N. & CORREIA, J. R. Processo constructivo das sapatas e ensoleiramentos.
- FLORES-COLEN, I. & CORREIA J. R. Processo constructivo de paredes de alvenaria.
- BRITO, J. & PAULO, P. (2001). Cofragens tradicionais.
- NEAL, FRANK R. (2002). Concrete industrial ground floors.

13. OUTRA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- DNIT. (2010). Manual de recuperação de pavimentos rígidos.
- BERGER, H. T., DEFAVERI, L. C. & FRAGA, V. L. (2018). Principais práticas para execução de juntas em pisos de concreto.
- NAKAJIMA, J. & MARTINS, L. A. (2022). Manual de boas práticas – Montagem de armaduras de estruturas de concreto armado.
- Apostila de tecnologia do concreto. (2004).
- LYSAGHT. (2017). Roofing & walling installation manual.

14. ANEXOS

ANEXO 1: Plantas da obra, detalhes construtivos das armaduras e cortes estruturais

Planta de fundação

Detalhe de armaduras de bases

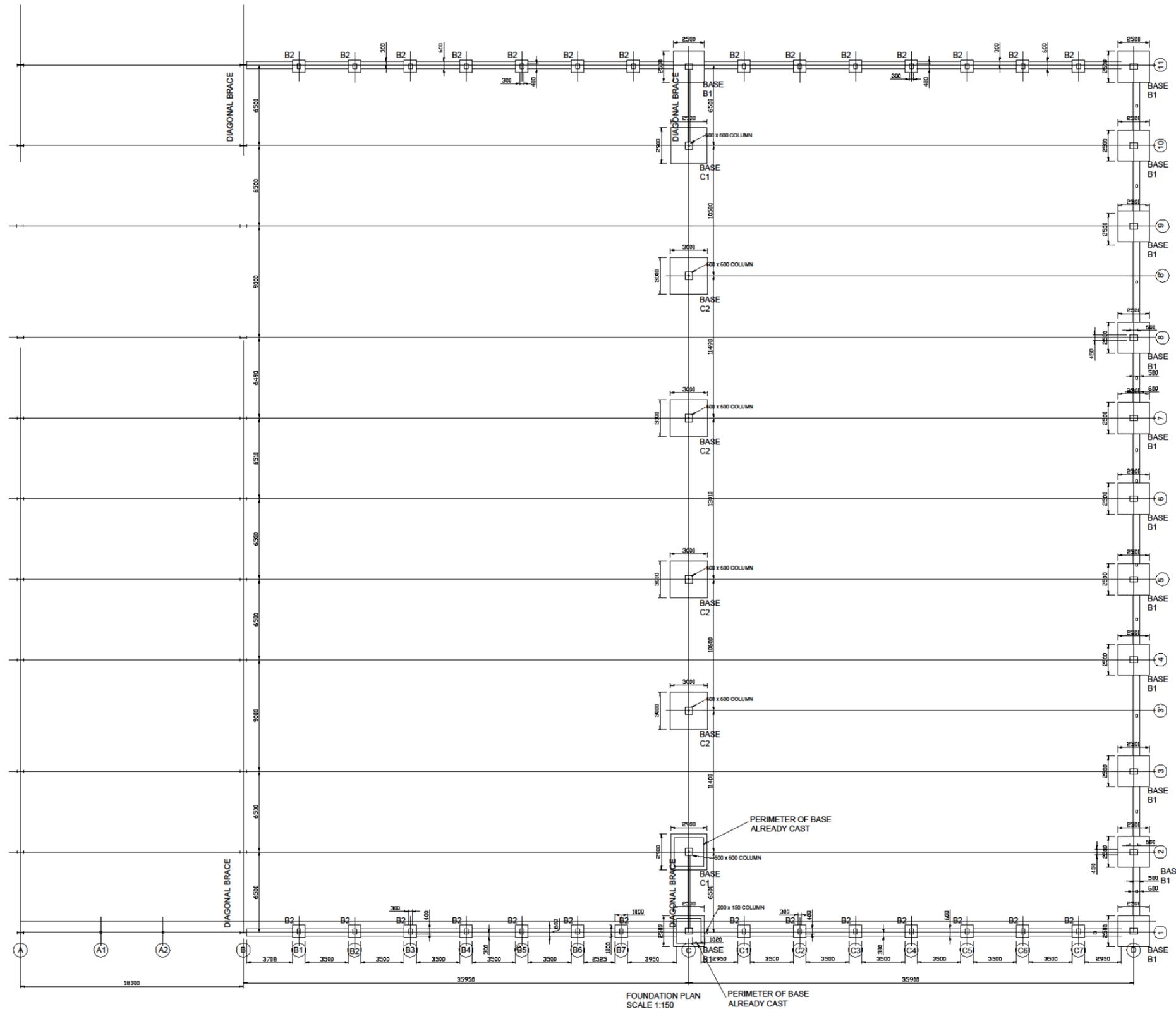
Planta de caleiras

Cortes da estrutura

Detalhe de armaduras de pilares no eixo D

Detalhe de armaduras de pilares no eixo C

Detalhe de armaduras de caleiras



- NOTES**
- DO NOT SCALE FROM THIS DRAWING.
 - THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH ALL RELEVANT ARCHITECT AND ENGINEERS DRAWINGS AND SPECIFICATIONS.
 - CHECK ALL DIMENSIONS AND VERIFY ON SITE. REPORT ANY DISCREPANCIES OR OMISSIONS TO ENGINEER.
 - CONCRETE STRENGTH:
FOUNDATIONS = 25 MPa
SUPERSTRUCTURE = 30 MPa
 - CONCRETE COVER TO REINFORCEMENT:
- SLABS = 40mm
 - REINFORCEMENT STRENGTH = 400 MPa u.n.o.
 - GROUND BEARING SLAB SURFACE BEDS:
- INSTALL MESH REF 133 IN SURFACE BEDS WITH 40mm COVER FROM TOP.

NO	DATE	DESCRIPTION	BY
C4	16/12/22	Change size of bases to accommodate 100kPa bearing cap.	KE
C3	06/12/22	Change Grid C columns to 600 x 600mm	KE
C2	27/11/22	Add strip foundations	KE
C1	27/11/22	Change column base size. Issued for construction	KE
P1	19/11/22	Issued for council approval	KE

WYSIGINGS	REVISIONS
EGC CONSULTING ENGINEERS	

PROJECT/TITLE	PROJECT TITLE
7MARES LDA	

DENGTITTEL	SERVICE TITLE
MTC WAREHOUSE	

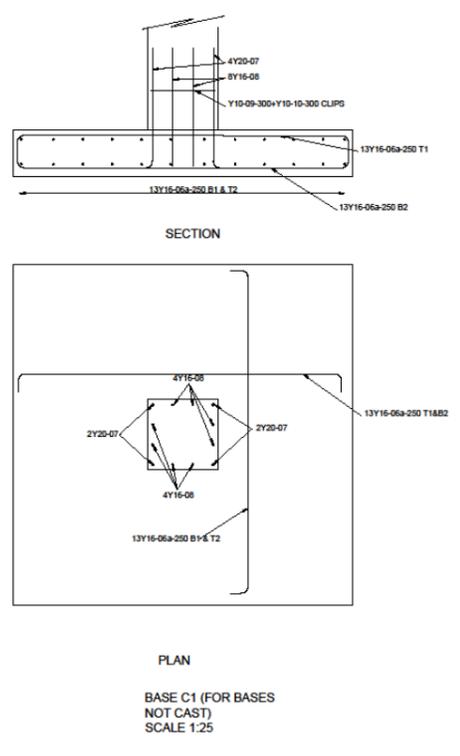
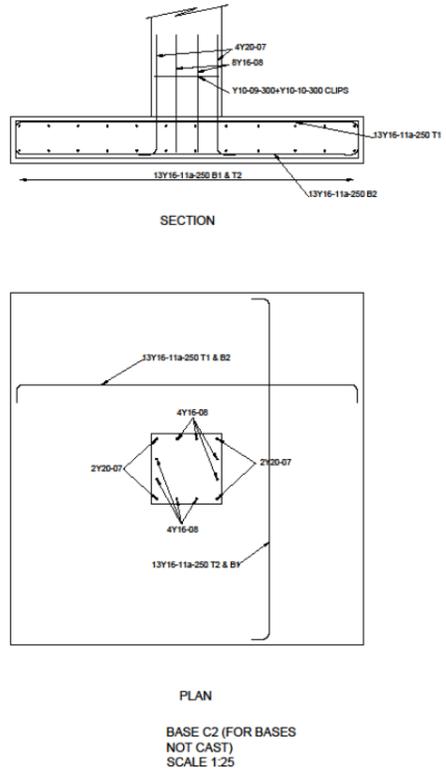
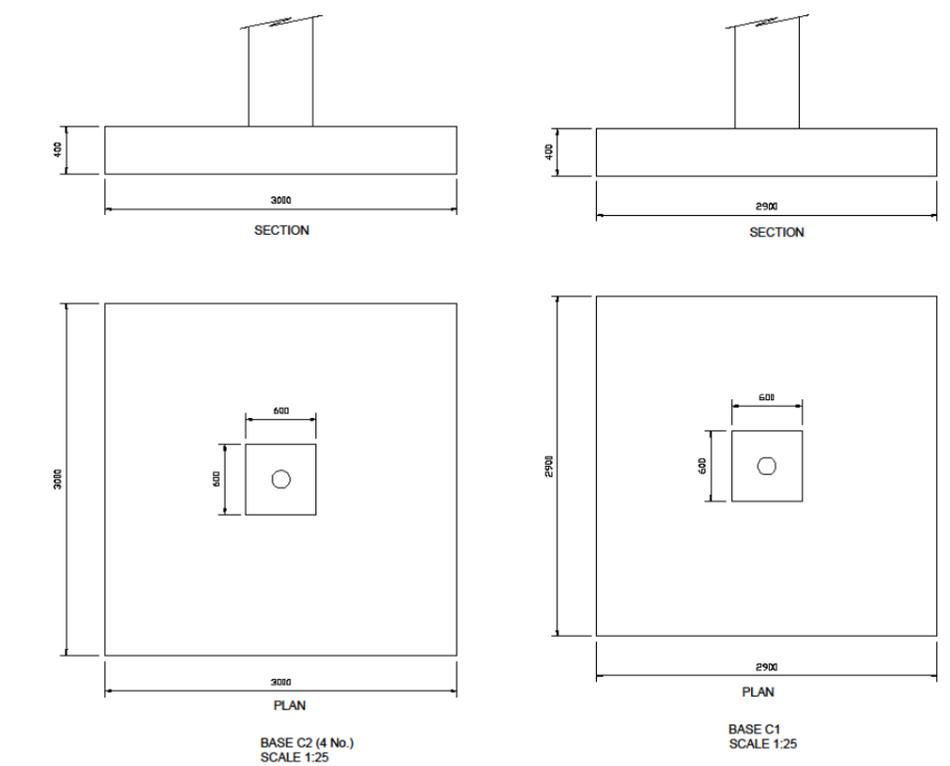
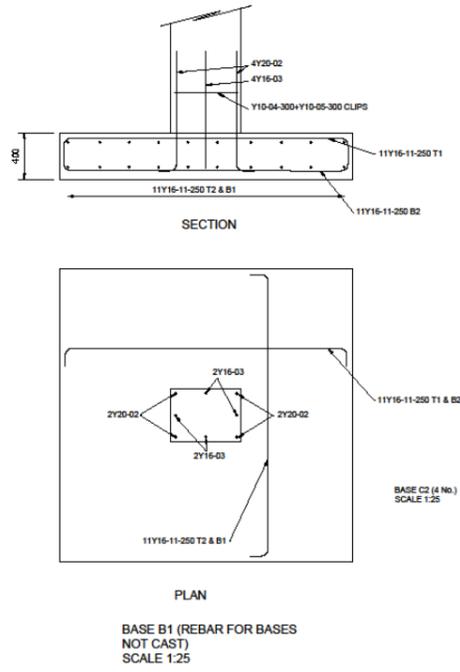
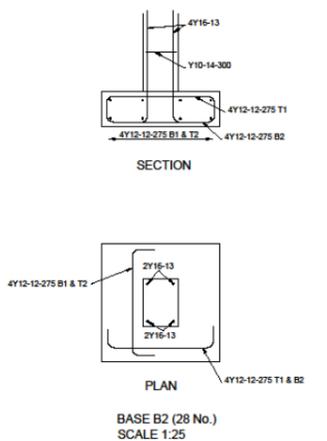
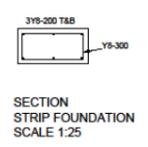
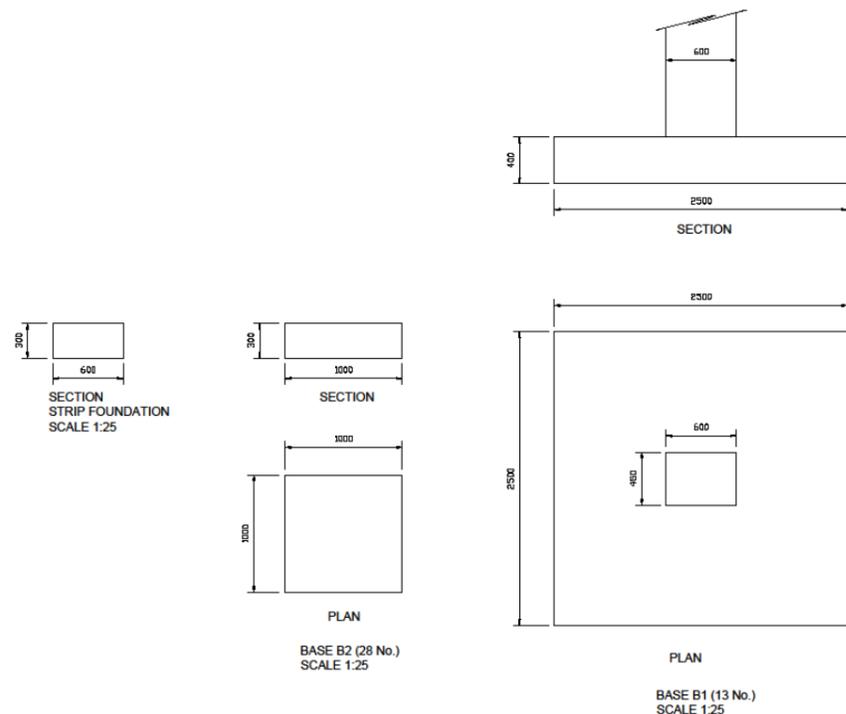
TEKENING/TITEL	DRAWING TITLE
FOUNDATION PLAN	

TEKENING/NOEMER	DRAWING NUMBER	REV	NO
22050/01			

SKAAL/SCALE	ONTWERP/DESIGNED	K. Euseben
1:150	GETEKEN/DRAWN	K. Euseben

ONTWERP/DATE	NAGESIEN/CHECKED	K. Euseben

100mm
© EGC CONSULTING ENGINEERS



- NOTES**
- DO NOT SCALE FROM THIS DRAWING.
 - THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH ALL RELEVANT ARCHITECT AND ENGINEERS DRAWINGS AND SPECIFICATIONS.
 - CHECK ALL DIMENSIONS AND VERIFY ON SITE. REPORT ANY DISCREPANCIES OR OMISSIONS TO ENGINEER.
 - CONCRETE STRENGTH:
FOUNDATIONS = 25 MPa
SUPERSTRUCTURE = 30 MPa
 - CONCRETE COVER TO REINFORCEMENT:
SLABS = 40mm
 - REINFORCEMENT STRENGTH = 450 MPa u.n.o.
 - GROUND BEARING SLAB SURFACE BEDS:
- INSTALL MESH REF 100 IN SURFACE BEDS WITH 40mm COVER FROM TOP.

NO	DATE	REVISION	DESCRIPTION	BY	CHK
CS	16/12/22	RE	Change size of bases to accommodate 100kPa bearing cap		
C2	06/12/22	RE	Change Grid C columns to 600 x 600mm		
C1	27/11/22	RE	Issued for construction		
PI	15/11/22	RE	Issued for council approval		

WYSIGINGS REVISIONS

EGC CONSULTING ENGINEERS

CONSULTING ENGINEERING SERVICES

BRUCE ST 346
WATERLOOF GLEN, PRETORIA
TEL: 011 306 1777
FAX: 011 306 8016
PO BOX 33487
GLENSTANTIA 0010

PROJECT TITLE: PROJECT TITLE

7MARES LDA

SERVICE TITLE: SERVICE TITLE

MAPUTO WAREHOUSES

DRAWING TITLE: DRAWING TITLE

COLUMN BASES

TEKENINGNUMMER: 22050/07

DRAWING NUMBER: 22050/07

WYSIGINGS: WYSIGINGS

SKAAL/SCALE: 1:25

ONTWERP/DESIGNED: K. Elsteen

GETEKEN/DRAWN: K. Elsteen

Aug 2022

DATE/DATE: Aug 2022

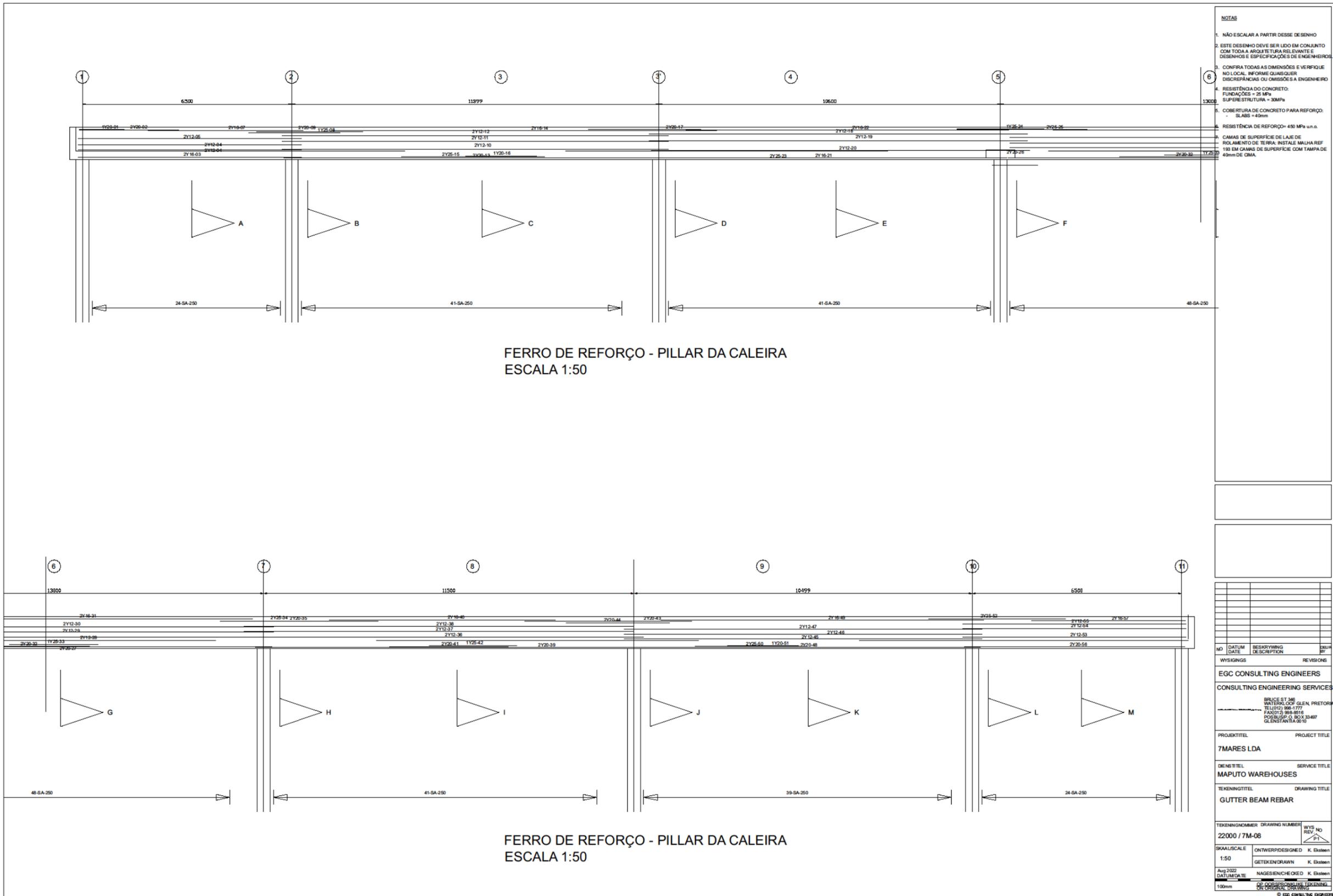
NAGESEN/CHECKED: K. Elsteen

OP OORSCHEFFING/NO. TEKENING: OP OORSCHEFFING/NO. TEKENING

OR ORIGINAL DRAWING: OR ORIGINAL DRAWING

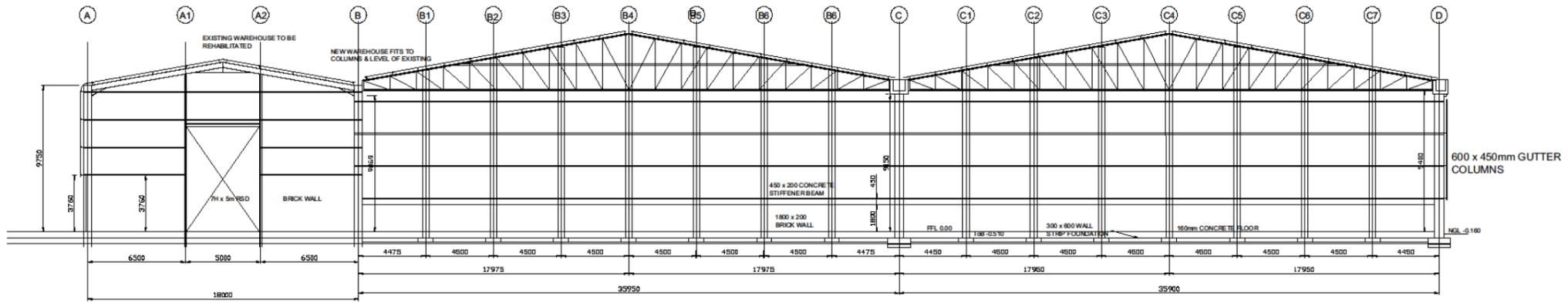
100mm

© EGC CONSULTING ENGINEERS

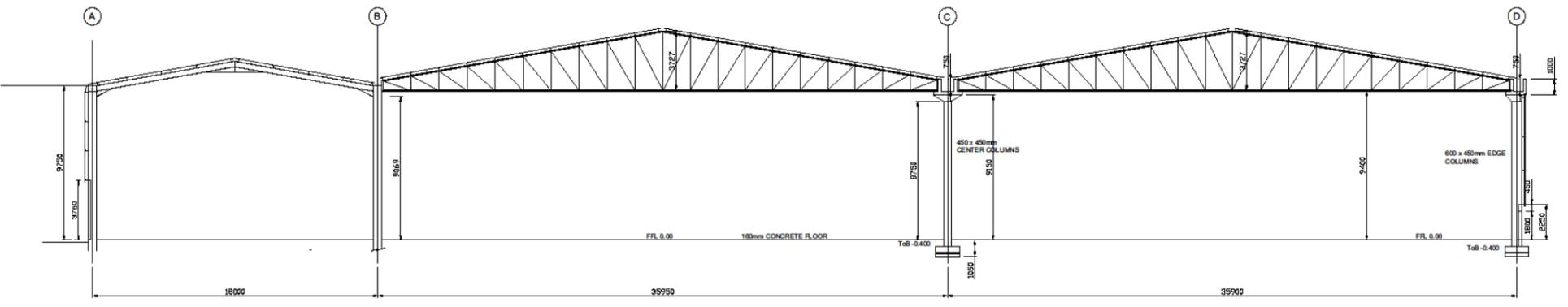


- NOTAS**
1. NÃO ESCALAR A PARTIR DESSE DESENHO
 2. ESTE DESENHO DEVE SER LIDO EM CONJUNTO COM TODA A ARQUITETURA RELEVANTE E DESENHOS E ESPECIFICAÇÕES DE ENGENHEIROS.
 3. CONFIRA TODAS AS DIMENSÕES E VERIFIQUE NO LOCAL, INFORME QUALQUER DISCREPÂNCIAS OU OMISSÕES A ENGENHEIRO
 4. RESISTÊNCIA DO CONCRETO:
FUNDAÇÕES = 28 MPa
SUPERESTRUTURA = 30MPa
 5. COBERTURA DE CONCRETO PARA REFORÇO:
SLABS = 40mm
 6. RESISTÊNCIA DE REFORÇO= 450 MPa un.a.
 7. CAMAS DE SUPERFÍCIE DE LAJE DE
 8. ROLAMENTO DE TERRA, INSTALE MALHA REF 150 EM CAMAS DE SUPERFÍCIE COM TAMPADE 40mm DE CIMA.

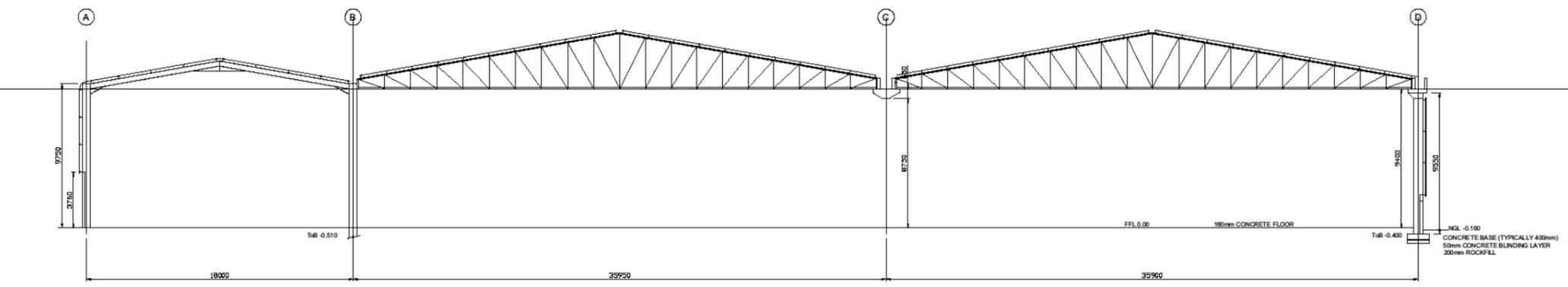
NO	DATUM DATE	BESKRIVING DESCRIPTION	DEUR BY
WYSIGINGS REVISIONS			
EGC CONSULTING ENGINEERS			
CONSULTING ENGINEERING SERVICES			
BRUCE ST 348 WATERSLOOF GLEN, PRETORIA TEL: (012) 995-7777 FAX: (012) 995-8516 PO BOX 913, 0010 GLENSTANTIA 0010			
PROJEKTITEL PROJECT TITLE		7MARES LDA	
DIENSTITEL SERVICE TITLE		MAPUTO WAREHOUSES	
TEKENINGITEL DRAWING TITLE		GUTTER BEAM REBAR	
TEKENINGNUMMER DRAWING NUMBER	WYS NO	REV. NO	
22000 / 7M-08		P1	
SKAALSCALE	ONTWERPDESIGNED	K. Eksteen	
1:50	GETEKENDRAWN	K. Eksteen	
Aug 2022	DATUMDATE	NAGESIENCHECKED	
100mm		K. Eksteen	
OF OORSEPOORDE TEKENING OR ORIGINAL DORWING			
© EGC CONSULTING ENGINEERS			



VISTA E CORTE - GRID 1 & 11
ESCALA 1:150



CORTE - GRID 2, 5, 7, 10
ESCALA 1:150



CORTE - GRID 3, 4, 6, 8 & 9
ESCALA 1:150

- NOTAS
- NÃO ESCALAR A PARTIR DESSE DESENHO
 - ESTE DESENHO DEVE SER LIDO EM CONJUNTO COM TODA A ARQUITETURA RELEVANTE E DESENHOS E ESPECIFICAÇÕES DE ENGENHEIROS
 - CONFIRA TODAS AS DIMENSÕES E VERIFIQUE NO LOCAL. INFORME QUASQUER DISCREPÂNCIAS OU OMISSÕES A ENGENHEIRO
 - RESISTÊNCIA DO CONCRETO:
FUNDACÕES = 25 MPa
SUPERESTRUTURA = 30 MPa
 - COBERTURA DE CONCRETO PARA REFORÇO:
SLABS = 40mm
 - RESISTÊNCIA DE REFORÇO = 450 MPa u.n.a.
 - CAMAS DE SUPERFÍCIE DE LAJE DE ROLAMENTO DE TERRA: INSTALE MALHA REF 180 EM CAMAS DE SUPERFÍCIE COM TAMPA DE 40mm DE CIMA.

NO	DATUM DATE	REVISIONS DESCRIPTION	DATE	BY
WYSIGINGS REVISIONS				
EGC CONSULTING ENGINEERS				
CONSULTING ENGINEERING SERVICES				
BRUCE ST 346 WATERLOOF GLEN, PRETORIA TEL: 011 998-1771 FAX: 011 998-8014 PO BOX 33497 GLENSTANTIA 0016				
PROJEKTITEL	PROJECT TITLE			
7MARES LDA				
DIENTITEL	SERVICE TITLE			
MAPUTO WAREHOUSES				
TEKENINGITEL	DRAWING TITLE			
SECTIONS - 1				
TEKENINGNUMMER	DRAWING NUMBER			
22000 / 7M-04				
SKAALSCALE	ONTWERPDESIGNED	K. Eksteen		
1:250	GETEKEN/DRAWN	K. Eksteen		
Aug 2022	NAGESIEN/CHECKED K. Eksteen			
DATUMDATE	DIE VERVOLGENDE TEKENING IS 'N OORSEENINGSTUK' EN OORSEENINGSTUK			
100mm	© EGC CONSULTING ENGINEERS			

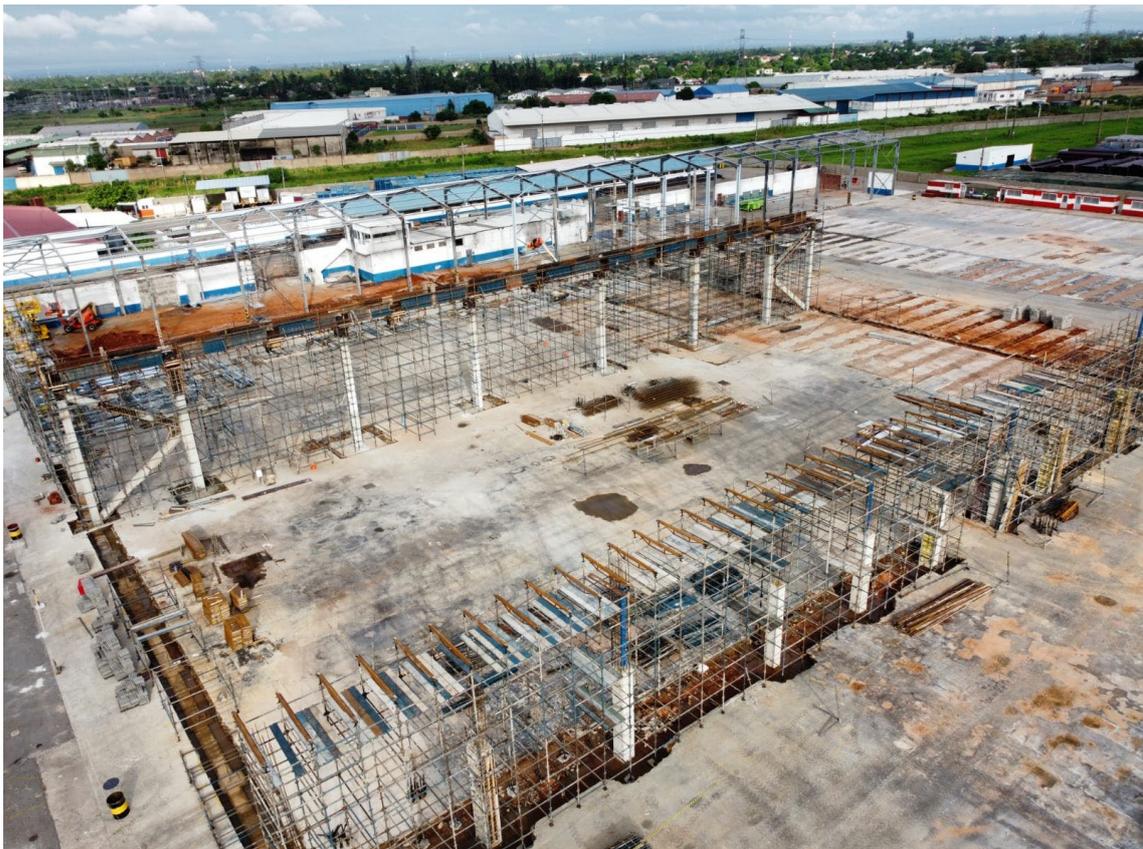
ANEXO 2: Relatórios semanais de acompanhamento

Exemplo de um relatório semanal de acompanhamento



MATOLA CARGO TERMINAL – NEW WAREHOUSES

WEEKLY PROGRESS REPORT #010 – 24/02/23



AREA DESCRIPTION	Actual % Complete	Planned % Complete	Delay (Days)
WAREHOUSE 1			-13
INSTALL HAUNCHES TO G/L 'B' (11 DAYS)	100	100	0
INSTALL NEW GIRTS (14 DAYS)	90	100	-2
INSTALL NEW BRACING (14 DAYS)	100	100	0
PURLINS INSTALLATION (7 DAYS)	100	100	0
ROOF SHEETING (16 DAYS)	50	100	-8
SIDE CLADDING (10 DAYS)	25	100	-3
BENEFICIAL OCCUPATION WAREHOUSE 1 – 20/02/23			
WAREHOUSES 2			-9
FORMWORK TO GUTTER G/L C DECK (13 DAYS)	100	100	
FORMWORK TO GABLE END EAVES BEAMS (13 DAYS)	50	100	-7
REBAR GUTTER BEAM AND EAVES BEAM (8 DAYS)	80	100	-2
CONCRETE TO GABLE END EAVES BEAMS (3 DAYS)	50	100	-2
CONCRETE TO G/L C GUTTER (3 DAYS)	100	100	0
BENEFICIAL OCCUPATION WAREHOUSE 2 – 01/04/23			

WAREHOUSES 3			
REBAR COLUMNS 1 ST POUR G/L D (3 DAYS)	100	100	0
FORMWORK COLUMNS 1 ST POUR G/L D (4 DAYS)	100	100	0
CONCRETE COLUMNS 1 ST POUR G/L 'D' (2 DAYS)	100	100	0
REBAR COLUMNS 2 ND POUR G/L D (3 DAYS)	100	100	
FORMWORK COLUMNS 2 ND POUR G/L D (5 DAYS)	100	20	+4
CONCRETE COLUMNS 2 ND POUR G/L 'D' (4 DAYS)	100	0	+4
FORMWORK TO GUTTER G/L D DECK (7 DAYS)	0	0	
FORMWORK TO GABLE END EAVES BEAMS (13 DAYS)	0	0	
REBAR GUTTER BEAM GL D (7 DAYS)	0	0	
CONCRETE TO G/L D GUTTER (1 DAYS)	0	0	
BENEFICIAL OCCUPATION WAREHOUSE 3 – 06/05/23			

CONSTRUCTION WORKS PROGRESS PHOTOS

1.1. WAREHOUSE 1



- Supply and installation of all galvanized sections for the 2 x gable ends, including purlins, girts, connections, bracings, plates, stiffeners, cleats, 3mm galvanised sheet metal box gutters and outlets:



- South gable end (Warehouse 1 – GL 1):



- North gable end (Warehouse 1 – GL 21):



- GL B (Warehouse 1):



- GL A (Warehouse 1):



- Paviment repaired (Warehouse 1 $\approx 135,0 \text{ m}^2$):



1.2. WAREHOUSE 2



- South gable end (Warehouse 2 – GL 1):



- North gable end (Warehouse 2 – GL 11):



- GL C (Warehouse 2-3):



1.3. WAREHOUSE 3

- South gable end (Warehouse 3 – GL 1):



- North gable end (Warehouse 3 – GL 11):



- GL D (Warehouse 3):



2. KPI PERFORMANCE INDICATORS UP TO 21/11/2022

Indicator	Performance KPIs
Total Hours Worked to date	49.348
Fatal Accidents	0
Accidents/incidents requiring first aid	0
Lost time injuries	0
Environmental Accidents	0
Property Accident	0
Nr of toolbox	43
Nr of Inspections carried out	5

- Total week ending 04/03/2023 – 7.622 Man-hours
- Accumulated to date – 49.348 Man-hours

ANEXO 3: Resultados de ensaios

Exemplo de um ensaio de compressão do betão (A3.2)

Exemplo de um ensaio de compressão de blocos (A3.3)

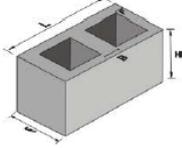
Exemplo de um ensaio DPL (A3.4)

 <p>Geocontrole Geotecnia e Estruturas de Fundação Lda Moçambique</p> <p>Rua Xavier Matola,362 Unidade C, Cx Postal nº 15-Matola-Maputo-Moçambique Tel.: 25821720402 Fax: 25821720404 e-mail: mail@geocontrole.pt</p>	<h1>LABORATORY</h1>	
		MCT-FRIGO MATOLA JOB294 MCT NEW WAREHOUSES DESIGN & BUILD
		41222

DETERMINATION OF COMPRESSIVE STRENGTH

Concrete Blocks
ASTM C 140 - 99b

SAMPLE No.	Date of manufacture (*)	Cure (days)	Date of the test	Dimensions of blocks (mm) (following the image above)					Desig. by Client	Area of the block in contact (mm ²)	Load rate kN/min	Weight gr	LOAD kN	COMPRESSIVE STRENGTH MPa	AVERAGE MPa
				Length	Width	Height	F	B							
17972	-	-	09/02/2023	400	200	200	32	34	B20 - 1	38928	100	17831	279,7	7,2	9,1
				400	200	200	30	33	B20 - 2	37020	100	17836	367,9	9,9	
				400	200	200	30	34	B20 - 3	37160	100	18304	399,7	10,8	
				400	200	200	32	34	B20 - 4	38928	100	17544	329,8	8,5	
17973	-	-	09/02/2023	400	150	185	31	33	B15 - 1	33160	100	15316	343,7	10,4	9,0
				400	150	194	31	34	B15 - 2	33248	100	15306	346,8	10,4	
				400	150	196	31	34	B15 - 3	33248	100	14474	259,5	7,8	
				400	150	195	31	34	B15 - 4	33248	100	15230	249,4	7,5	
17974	-	-	09/02/2023	400	100	205	32	30	B10 - 1	28984	100	13987	306,7	10,6	10,0
				400	100	205	32	31	B10 - 2	29020	100	15188	291,9	10,1	
				400	100	200	32	31	B10 - 3	29020	100	13545	327,8	11,3	
				400	100	204	32	32	B10 - 4	29056	100	14559	232,1	8,0	

<p>BLOCK MEASUREMENT LEGEND :</p> 	<p>EQUIPMENT USED :</p> <p>Press Machine : Prensa-Lab.Matola-1 Caliper Rule : Lab.018.003 Balance : Lab.009.006</p>
--	--

REMARKS :

(*) - Information provided by the Client

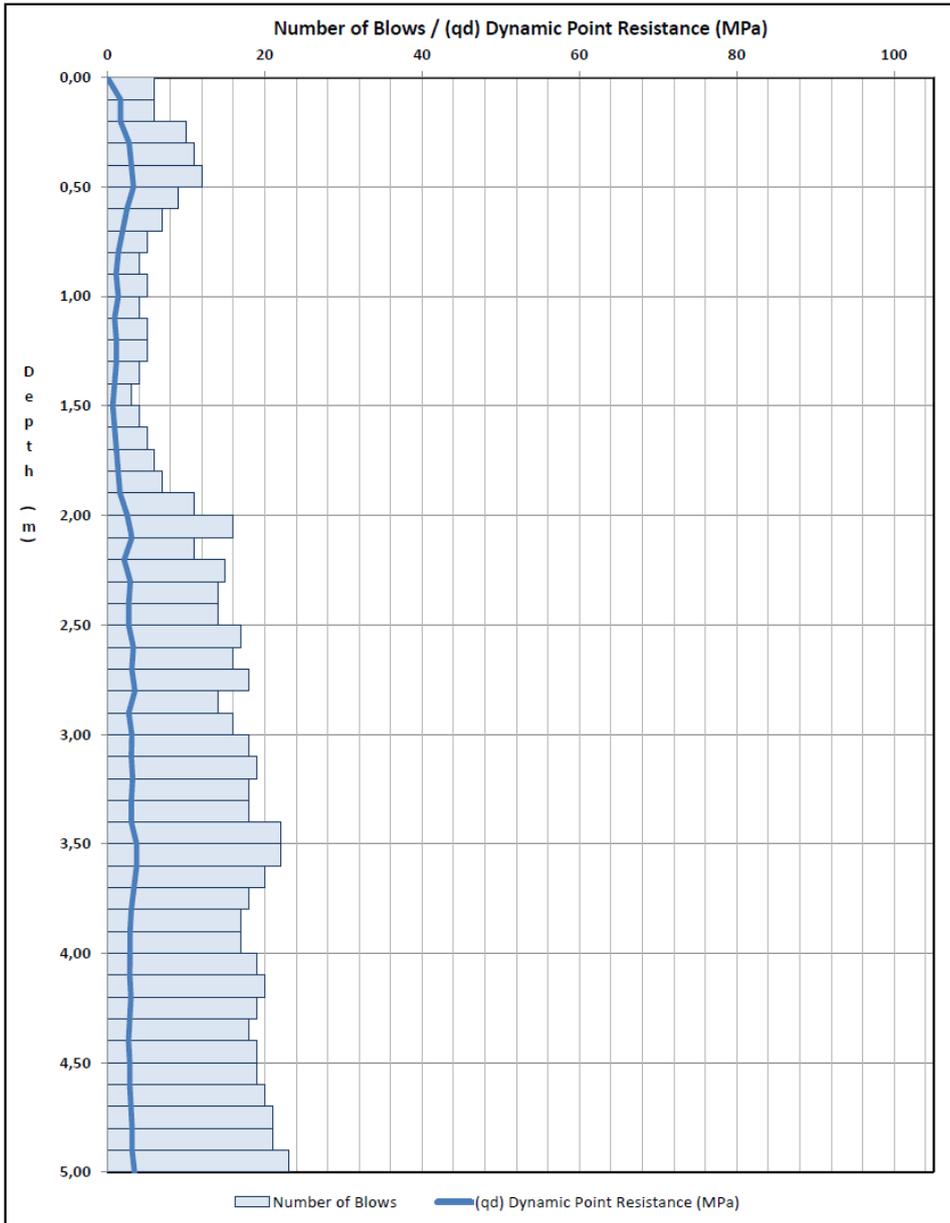
Done by :		Verified by :	Date: 09/02/2023
		Page : 1 of 1	

Mod.Blocks.2.2

 Geocontrole <small>Geotecnia e Estruturas de Fundação Lda</small> <small>Moçambique</small>		GEOTECHNICAL SURVEY			DPL
		Client : 			GL 02
		Job : MCT-Frigo - BEARING CAPACITY TEST			Job Number 41222
					Page of 1 2
Date 17/12/2022	Water level (m) Dry	System UTM	Coordinates M= - P= -	Elevation Z= -	Technician PM

DYNAMIC PROBING LIGHT (DPL) DYNAMIC PENETRATION TEST

Eurocode 7: Geotechnical design - Part 3: Design assisted by fieldtesting



Depth (m)	Blows	qd (Mpa)
0,00 - 0,10	6	1,7
0,10 - 0,20	6	1,7
0,20 - 0,30	10	2,8
0,30 - 0,40	11	3,0
0,40 - 0,50	12	3,3
0,50 - 0,60	9	2,5
0,60 - 0,70	7	1,9
0,70 - 0,80	5	1,4
0,80 - 0,90	4	1,1
0,90 - 1,00	5	1,4
1,00 - 1,10	4	0,9
1,10 - 1,20	5	1,1
1,20 - 1,30	5	1,1
1,30 - 1,40	4	0,9
1,40 - 1,50	3	0,7
1,50 - 1,60	4	0,9
1,60 - 1,70	5	1,1
1,70 - 1,80	6	1,4
1,80 - 1,90	7	1,6
1,90 - 2,00	11	2,5
2,00 - 2,10	16	3,1
2,10 - 2,20	11	2,1
2,20 - 2,30	15	2,9
2,30 - 2,40	14	2,7
2,40 - 2,50	14	2,7
2,50 - 2,60	17	3,3
2,60 - 2,70	16	3,1
2,70 - 2,80	18	3,5
2,80 - 2,90	14	2,7
2,90 - 3,00	16	3,1
3,00 - 3,10	18	3,0
3,10 - 3,20	19	3,2
3,20 - 3,30	18	3,0
3,30 - 3,40	18	3,0
3,40 - 3,50	22	3,7
3,50 - 3,60	22	3,7
3,60 - 3,70	20	3,4
3,70 - 3,80	18	3,0
3,80 - 3,90	17	2,9
3,90 - 4,00	17	2,9
4,00 - 4,10	19	2,8
4,10 - 4,20	20	3,0
4,20 - 4,30	19	2,8
4,30 - 4,40	18	2,7
4,40 - 4,50	19	2,8
4,50 - 4,60	19	2,8
4,60 - 4,70	20	3,0
4,70 - 4,80	21	3,1
4,80 - 4,90	21	3,1
4,90 - 5,00	23	3,4

Data from Equipment					
Base diameter of cone	36 mm	Top assembly weight	4,15 Kg	Hammer weight	10,1 Kg
Rod diameter	25 mm	Rod weight	3,85 Kg	Falling height	50 cm
Remarks :	Test must stop when N20>100 or 8m depth following the designated standard; DPL point deployed by the client. Test carried out at 0.95 m depth of the existing pavement. Water level based on wet rods; not accurate information.				Verified by: 

Este relatório só pode ser reproduzido totalmente, ou parcialmente com a expressa autorização da Geocontrole. Os resultados apresentados são exclusivos desta amostra.

ANEXO 4: Fichas de inspecção

Ficha de inspecção de estruturas em betão armado (A4.2 – A4.5)

Ficha de inspecção de estruturas metálicas (A4.6)

Tabela de controle de betonagens (A4.7)

CIVIL QUALITY CONTROL PLAN

REV:

CONTRACTOR: _____

Project Name: _____

Drawing no. _____

Building Description: _____

Portion: _____

1 SETTING OUT: _____ IRB NO: _____

	<u>YES</u>	<u>NO</u>	<u>N/A</u>	<u>COMMENTS:</u>
1,0 Bench Mark confirmation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1,1 SOP points set out	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1,2 Length	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1,3 Width	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1,4 Diagonal measurement	_____			_____

DATE: _____

CONTRACTOR _____

CLERK OF WORKS _____

2 EXCAVATION INSPECTION / DESCRIPTION: _____

	<u>YES</u>	<u>NO</u>	<u>N/A</u>	<u>COMMENTS:</u>
2,0 Excavation Permit in place	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2,1 Alignment	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2,2 Depth	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2,3 Compaction Results received	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Specified Compaction Value: _____
2,4 DCP Test	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2,5 Dump rock Installed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Quantity: _____
2,6 Dump rock Compaction Results Received	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Deflection: _____

DATE: _____

CONTRACTOR _____

CLERK OF WORKS _____

3 PRE - CONCRETE INSPECTION: _____ IRB NO: _____

This sheet to be used for Bases; Plinths and walls seperatly

Base; Plinth or wall number: _____

	<u>YES</u>	<u>NO</u>	<u>N/A</u>	<u>COMMENTS:</u>
3,0 Preparation done (blinding, plastic or compacted) existing concrete scabbled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,1 Form work in place in good condition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,2 Centre to centre of Shutters	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,3 Hold down Bolts in place	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

3,4 Correct size of Hold clown Bolts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Specified Size: _____
3,5 Form work square	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Diagonal Measurements: _____
3,6 Bolts aligned	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,7 Centre to centre of bolts correct	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,8 Height of bolts above T.O.C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Specified: _____
3,9 Form work Oiled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,10 Form work support stays sufficient	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,11 Chamfers installed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,12 Re - inforcing installed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,13 Re - inforcing positioned correctly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,14 Re - inforcing spacing correct	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Specified Size: _____
3,15 Type of re - inforcement (mild / high tenstile)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Specisied: _____
3,16 Re - infrocing Top & Bottom amounts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Re - inforcing cover (position/sufficient/correct size)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Specified: _____
Form work area to be clean - free from rubbish/timber/tie wires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,19 Access for truck to site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,20 All areas Safely accessible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3,21 Floating Finished	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Specified: _____

DATE: _____

CONTRACTOR _____

CLERK OF WORKS _____

4 CONCRETE EQUIPMENT ON SITE: IRB NO: _____

	<u>YES</u>	<u>NO</u>	<u>N/A</u>	<u>COMMENTS:</u>
4,1 Laboratory on Site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4,2 Slump tester on site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4,3 Test cubes on site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4,4 Workforce for area adequate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4,5 Compacting equipment on site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4,6 Safety pre cautions in place	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4,7 Placement of concrete by: (wheelbarrow's / shoot of trauck/skip's / pump)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

DATE: _____

CONTRACTOR _____

CLERK OF WORKS _____

5 CONCRETE REQUIREMENTS: IRB NO: _____ CONCRETE SUPPLIED BY: _____

5,1 Total concrete quantity to be casted (m³) _____

	Strength	Slump (mm)	Actual (mm)	Cubes per truck
5,3 1st Truck: Delivery note no:				
2nd Truck: Delivery note no:				
3rd Truck: Delivery note no:				
4th Truck: Delivery note no:				
5th Truck: Delivery note no:				
6th Truck: Delivery note no:				
7th Truck: Delivery note no:				
8th Truck: Delivery note no:				

	Estimated Strength	Slump (mm)	Actual (mm)	Number of cubes made
Made IN SITU				

DATE: _____ CONTRACTOR _____ CLERK OF WORKS _____

6 CURING: _____ **IRB NO:** _____

6.1 Curing method _____

	<u>YES</u>	<u>NO</u>	<u>N/A</u>	<u>COMMENTS:</u>
6.2 Curing material on site & adequate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6.3 Curing compound on site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6.4 7 days results received	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6.5 14 days results received	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6.6 28 days results received	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6.7 Post concrete inspection	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6.8 Hand over date	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

DATE: _____ CONTRACTOR _____ CLERK OF WORKS _____

7 EQUIPMENT & CIVIL TEAM: _____

	<u>YES</u>	<u>NO</u>	<u>N/A</u>	<u>COMMENTS:</u>
7.1 Enough people to do the work	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7.2 Foreman and Crew skills adequate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7.3 Compaction equipment enough to do the work	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7.4 Standby compaction equipment available	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7.5 Floating equipment available	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Specified: _____

DATE: _____ CONTRACTOR _____ CLERK OF WORKS _____

8 QUALITY CONTROL: _____ IRB NO: _____

	<u>YES</u>	<u>NO</u>	<u>N/A</u>	<u>COMMENTS:</u>
8,1 Setting out signed off	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8,2 Pre Survey inspection signed Off	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8,3 Excavation signed off	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8,4 Backfill Signed Off	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8,5 Pre Concrete inspection Signed Off	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8,6 Post Concrete inspection Signed Off	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8,7 Post Survey inspection signed Off	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

DATE:

CONTRACTOR

CLERK OF WORKS

CIVIL QUALITY CONTROL PLAN (Structural steel inspection) REV.NO.: _____

CONTRACTOR: _____

Project Name: _____

Building Description: _____

Portion: _____

Drawing no. _____

IRB NO:	YES	NO	N/A	COMMENTS:
1.1 Base plates at correct elevation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.2 Base plates at correct XY orientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.3 Column hold down nuts and washers in place and torqued	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.4 Columns alignment done is within permissible limits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.5 Columns plumb in all directions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.6 Horizontal steel framing at correct elevation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.7 Hold down bolts in place	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.8 Bolt holes clean and to size	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.9 Correct size of hold down bolts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.10 Bolts aligned and at correct XY orientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.11 Centre to centre of bolts correct	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.12 Height of bolts above T.O.C (Top Of Cement)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.13 Bolted connections properly torqued using correct bolting material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.14 Plate washers provided to cover long slotted holes as required	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.15 Weld filler material and completed weldment acceptable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.16 Welds inspected for dimension, shape, location, defects, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.17 Lengthwise bracing complete and properly bolted	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.18 Crosswise bracing complete and properly bolted	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.19 Vertical bracing between the columns complete and properly bolted	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.20 Temporary supports and brackets removed from structure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.21 Miscellaneous steel (ladders, platforms, etc.) properly installed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.22 Purlins checked for the straightness and found ok	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.23 Purlins installed and tightened to the rafters	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.24 Structural steel free from defects? (Warping, twisting, distortion, damaged section, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.25 Girts checked for the straightness and found ok	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.26 Girts installed and tightened to the columns	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.27 Haunch checked for the straightness and found ok	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
1.28 Haunch installed and tightened to the columns	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

DATE: _____

CONTRACTOR

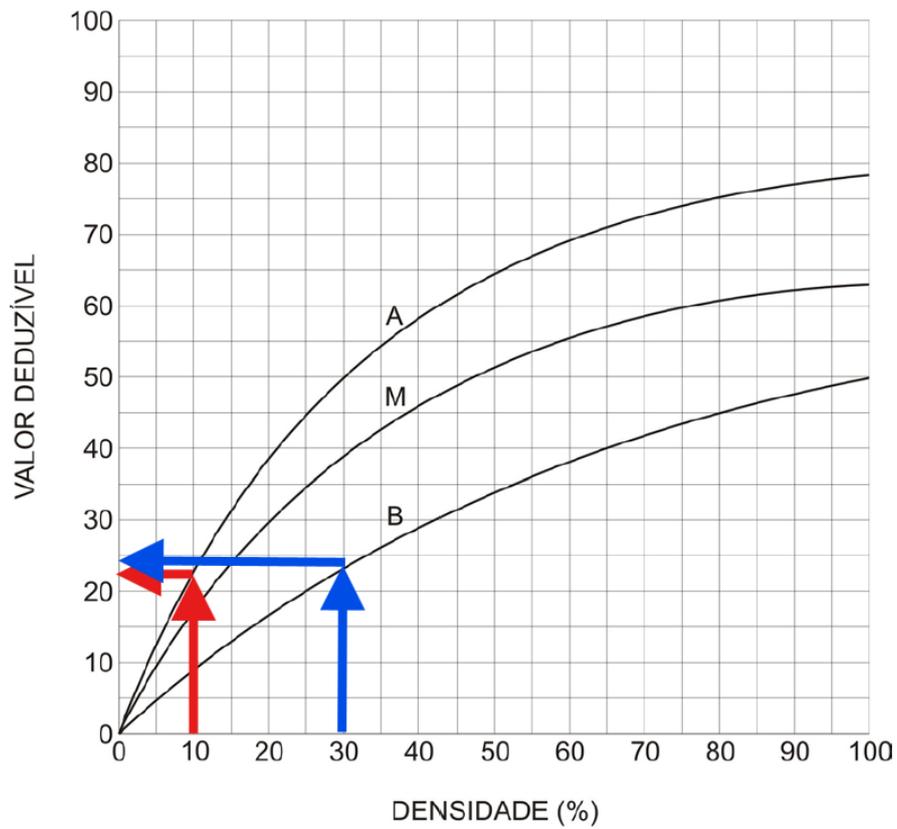
SUPERVISOR

CONCRETE SCHEDULE CONTROL SHEET - MCT FRIGO - MATOLA 2022/23

DESCRIPTION	MADE BAY	DAYS TO BE TESTED					DESIGN STRENGTH (MPa)-28days
		3	7	14	21	28	
CONCRETE TO BASES GL 1(B1-B7); GL1©	16/12/2022						30 MPa
CONCRETE TO BASES GL 1(B1-B7); GL1©	16/12/2022						30 MPa
CONCRETE TO BASES GL 11(B1-B7); GL C (3 & 8)	19/12/2022						30 MPa
CONCRETE TO BASES GL 11(B1-B7); GL C (3 & 8)	19/12/2022						30 MPa
CONCRETE TO FLOOR (WAREHOUSE 2 SECTION 1)	19/12/2022						30 MPa
CONCRETE TO FLOOR (WAREHOUSE 2 SECTION 1)	19/12/2022						30 MPa
CONCRETE TO BASES GL C (2,5,7,10 &11) GL11 (C1 - C7)	13/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO BASES GL C (2,5,7,10 &11) GL11 (C1 - C7)	13/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS GL C (2,3",5,7,8" &10) GL11)	19/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS GL C (2,3",5,7,8" &10) GL11)	19/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO BASES GL1 (C1 - C7) & GL D (1-5)	23/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO BASES GL1 (C1 - C7) & GL D (1-5)	23/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO BASES GL D (6-11)	25/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO BASES GL D (6-11)	25/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 1st POUR - GL 11 (B1 & B7) AND GL 1 (B1 - B7)	26/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 1st POUR - GL 11 (B1 & B7) AND GL 1 (B1 - B7)	26/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO BRACE BEAMS - 1st POUR - GL C (1-2; 10-11)	30/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO BRACE BEAMS - 1st POUR - GL C (1-2; 10-11)	30/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 1st POUR - GL C (1 & 11) AND GL 11 (B2-B6)	30/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 1st POUR - GL C (1 & 11) AND GL 11 (B2-B6)	30/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 2nd POUR - GL C (3'; 5; 7; 8')	30/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 2nd POUR - GL C (3'; 5; 7; 8')	30/01/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 1st POUR - GL D (2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10)	04/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 1st POUR - GL D (2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10)	04/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 2nd POUR - GL C (1 & 11)	04/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 2nd POUR - GL C (1 & 11)	04/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - LEVEL ADJUSTMENT GL C (3'; 5; 7; 8')	09/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - LEVEL ADJUSTMENT GL C (3'; 5; 7; 8')	09/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - LEVEL ADJUSTMENT GL C (3'; 5; 7; 8')	09/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 2nd POUR - GL C (2 & 10)	13/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 2nd POUR - GL C (2 & 10)	13/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO BRACE BEAMS - 2nd POUR - GL C (1-2; 10-11)	13/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO BRACE BEAMS - 2nd POUR - GL C (1-2; 10-11)	13/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO GUTTER BEAM - GL C (1-11)	20/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO GUTTER BEAM - GL C (1-11)	20/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO GUTTER BEAM - GL C (1-11)	20/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO GUTTER BEAM - GL C (1-11)	20/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO PAVIMENT - WAREHOUSE 2 131 m2	23/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO PAVIMENT - WAREHOUSE 2 131 m2	23/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO GUTTER WALLS - GL C (1-11)	24/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO GUTTER WALLS - GL C (1-11)	24/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO GUTTER WALLS - GL C (1-11)	24/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO PAVIMENT - WAREHOUSE 2 113 m2	27/02/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 2nd POUR - GL D (3-9)	01/03/2023						30 MPa
CONCRETE TO COLUMNS - 2nd POUR - GL D (3-9)	01/03/2023						30 MPa
CONCRETE TO PAVIMENT - WAREHOUSE 2 92 m2	01/03/2023						30 MPa

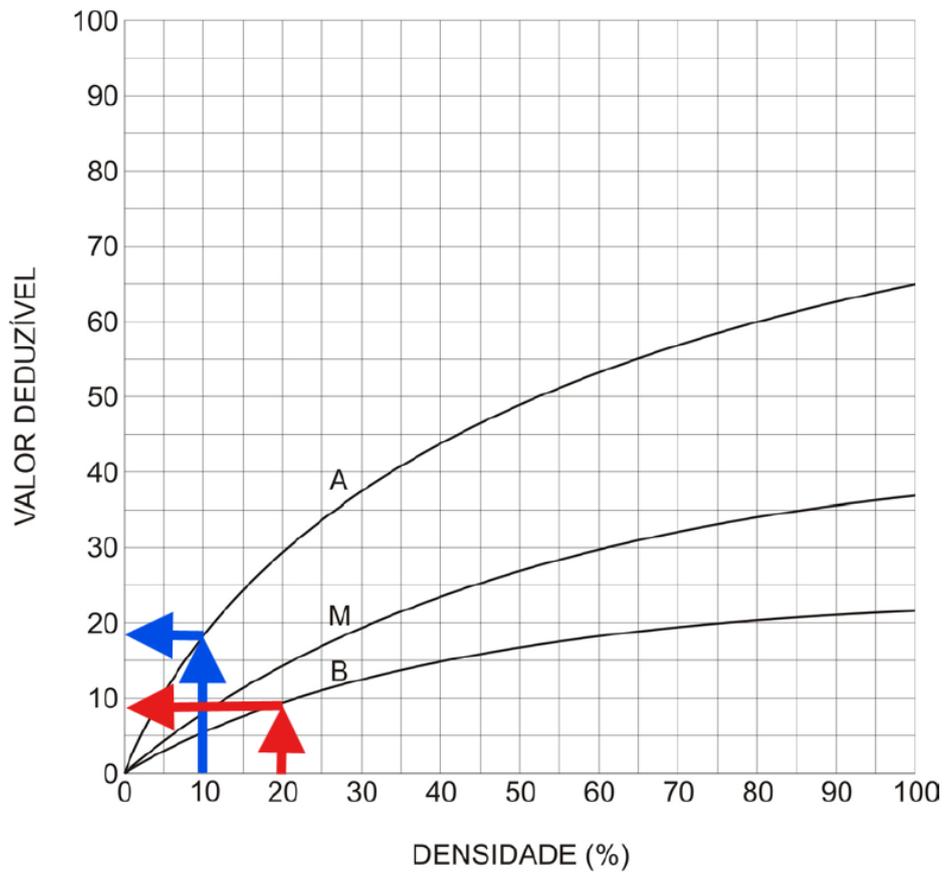
ANEXO 5: Ábacos de cálculo de ICP

6.2 Fissura de canto



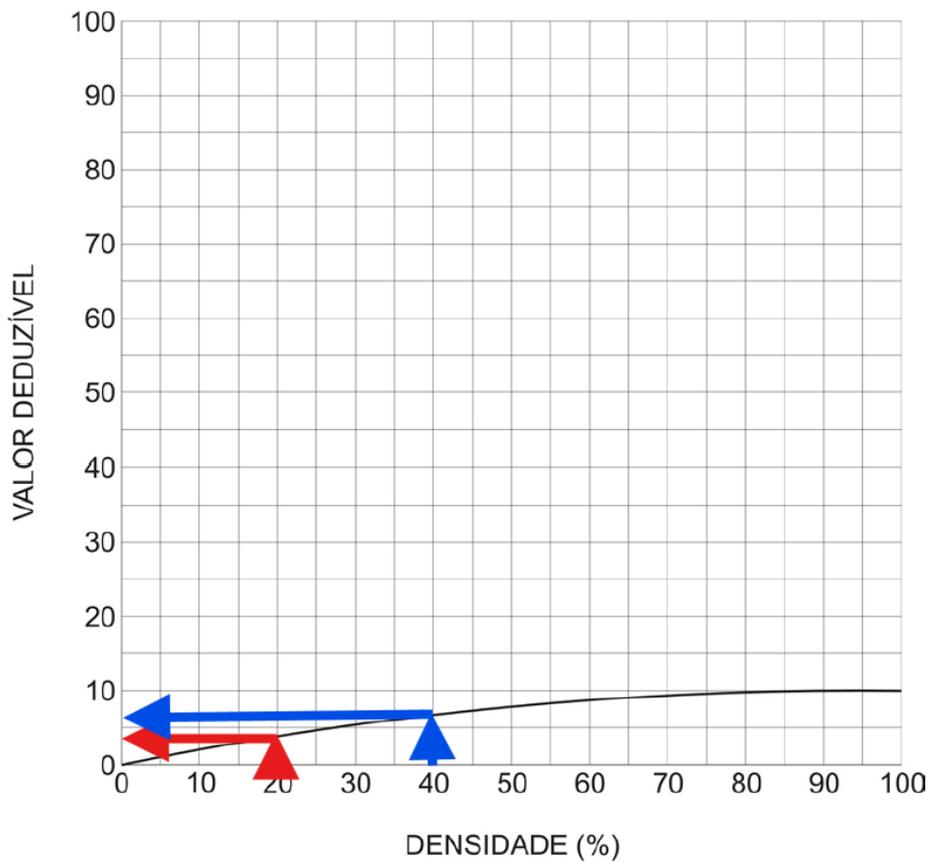
Fonte: CERL (1979)

6.7 Fissuras lineares



Fonte: CERL (1979)

6.10 Desgaste superficial



Fonte: CERL (1979)

ANEXO 6: Certificado de entrega dos armazéns 2 e 3



FINAL HANDOVER CERTIFICATE

Client: MATOLA CARGO TERMINAL

Date: ___/___/___

Project: MCT - NEW WAREHOUSE DESIGN AND BUILD - WH2

PO: [REDACTED]

This document certifies that all work related to the contract had been completed acceptably.

- There are no outstanding snag list items, other than the items mentioned below.
- All required documentation has been supplied.

DESCRIPTION OF WORKS:

1. All new gable walls including new foundations
2. Expose existing plinths, demolish and cast new plinths (existing area)
3. New plinths and foundations (new extension)
4. Galvanized steel structure
5. Roof sheeting and ancillary works
6. Roller shutter doors (RSDs) and doors
7. Patching existing floors - note large quantities (391,78 m² and 388,75 m²) in BoQ which needs to be assessed with PM to determine final quantities
8. Cladding gable ends
9. Fire main and reels
10. Gutters between buildings, stormwater collection and discharge system
11. Power floated floors + sika surface hardener finish
12. Backfilling to existing trenches on pavements and concreting over and RC concrete floor to close up all open drains on the extended part
13. Electrical reticulation for lighting and power points
14. Cable trays, cable pipes and lighting fixtures
15. COC
16. Floor joints & isolation joints, all sealed

REMARKS EXCEPTIONS:

	CLIENT	CONSULTANT	7 MARES
Name:			
Signature:			
Date:			

FINAL HANDOVER CERTIFICATE

Client: MATOLA CARGO TERMINAL

Date: ____/____/____

Project: MCT - NEW WAREHOUSE DESIGN AND BUILD - WH3

PO:

This document certifies that all work related to the contract had been completed acceptably.

- There are no outstanding snag list items, other than the items mentioned below.
- All required documentation has been supplied.

DESCRIPTION OF WORKS:

1. All new gable walls including new foundations
2. Expose existing plinths, demolish and cast new plinths (existing area)
3. New plinths and foundations (new extension)
4. Galvanized steel structure
5. Roof sheeting and ancillary works
6. Roller shutter doors (RSDs) and doors
7. Patching existing floors - note large quantities (391,78 m2 and 388,75 m2) in BoQ which needs to be assessed with PM to determine final quantities
8. Cladding gable ends
9. Fire main and reels
10. Gutters between buildings, stormwater collection and discharge system
11. Power floated floors + sika surface hardener finish
12. Backfilling to existing trenches on pavements and concreting over and RC concrete floor to close up all open drains on the extended part
13. Electrical reticulation for lighting and power points
14. Cable trays, cable pipes and lighting fixtures
15. COC
16. Floor joints & isolation joints, all sealed

REMARKS EXCEPTIONS:

	CLIENT	CONSULTANT	7 MARES
Name:			
Signature:			
Date:			