



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**GESTÃO DE OBRA EM TERRENO COM ELEVADO NÍVEL DO
LENÇOL FREÁTICO**

Patrício João Cumbana

Supervisor: Eng. Joaquim Tchamo

2·0·2·3



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
GESTÃO DE OBRA EM TERRENO COM ELEVADO NIVEL DO
LENÇOL FREÁTICO

Estudo de caso: Construção de um Posto de Abastecimento de Combustíveis no bairro da
Costa do Sol, cidade de Maputo

Autor:

Patrício João Cumbana

Supervisor:

Eng. Joaquim Tchamo

JUNHO DE 2023



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO TRABALHO DE LICENCIATURA

Declaro que o estudante _____

Entregou no dia _____ de _____ de 2023 as _____ cópias do relatório
(corrigido) do seu Trabalho de Licenciatura com a
referencia: _____

Intitulado: _____

Maputo, aos _____ de _____ de 2023

O (A) Chefe da Secretaria

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Patrício João Cumbana, declaro por minha honra que este relatório nunca foi apresentado na sua essência para a obtenção de qualquer grau e que constitui o resultado da minha própria investigação pessoal e redação, estando na bibliografia as fontes utilizadas.

Autor

(Patrício João Cumbana)

Maputo, 30 de Junho de 2023

FOLHA DE APROVAÇÃO

Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático.

Relatório de Estágio Profissional

Supervisor: Eng. Joaquim Tchamo

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar por me ter acompanhado em todos momentos e durante os anos de aprendizagem até a fase da realização do Estágio Profissional bem como o desenvolvimento do respectivo relatório.

Ao meu supervisor **Eng.º Joaquim Tchamo**, pela ajuda, paciência e disponibilização de tempo durante o período de realização do presente relatório.

Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim, pelos conselhos, apoio e incentivo durante o curso de Licenciatura em Engenharia Civil e as minhas irmãs e familiares que com paciência toleraram as minhas ausências durante este período.

Aos meus colegas de faculdade que me acompanharam durante o período de realização do curso.

E porque para último vem sempre o melhor, não posso deixar de demonstrar a minha profunda gratidão para a minha esposa **Ana Simião Julião Cavache Cumbana**. Pela paciência e tolerância a minha ausência, conselhos e companhia durante a realização do estágio, pela felicidade nos bons momentos e a presença e reconforto nos maus.

À minha filha **Patrícia Yana Cumbana** por me tornar um homem cada vez mais forte e batalhador.

Por tudo isso, e por toda a coisa não dita, meu muito obrigado.

RESUMO

O conteúdo exposto neste relatório, foi realizado ao longo dos seis meses de inserção na equipa de Projecto e Fiscalização de obra (responsável pela elaboração do projecto, gestão de contrato e fiscalização), de construção de um Posto de abastecimento de Combustíveis, no bairro da Costa do Sol, Avenida Major General Cândido Mondlane, cidade de Maputo.

O relatório aborda diferentes métodos a adoptar no processo de investigação do terreno com lençol freático, identificação das características dos solos e as precauções a tomar na escolha e definição do projecto das fundações bem como os materiais que possam compor os elementos estruturais.

São indicadas técnicas a adoptar para a redução da água no solo para permitir a execução dos trabalhos, assim como os processos de melhoramento da base da fundação atendendo a dimensão da infraestrutura a construir.

É também feita uma breve descrição das actividades indispensáveis desenvolvidas antes do início da obra propriamente dita, como por exemplo, a fase de licenciamento e aprovação de projecto de um Posto de Abastecimento de Combustíveis.

O estagiário esteve afecto na obra em referência como fiscal residente, com responsabilidade de gerir o contrato e a obra sem descurar os aspectos de qualidade e prazos.

Era da sua responsabilidade reportar ao dono da obra todas as preocupações do empreiteiro e vice-versa, programar e comunicar as prováveis datas para entrada dos subempreiteiros em obra, coordenar e organizar as reuniões, verificar e aprovar os trabalhos executados pelo empreiteiro e subempreiteiros, e emissão dos autos de medição para o processamento dos pagamentos.

A ENGEN (dono da obra) tem postos de abastecimento de combustíveis construídos e em funcionamento, distribuídos por todas províncias do nosso país e o projecto em alusão fazia parte das obras atípicas por este ter decorrido num terreno com elevado nível do lençol freático.

O projecto inicialmente previsto não continha soluções técnicas de construção que se adequassem às condições do terreno, a presença do lençol freático dificultou severamente a execução das

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

escavações para instalação dos depósitos e fundações, bem como os trabalhos de melhoramento dos solos.

Depois de 2 meses de paralisação que afectou significativamente o prazo da obra, foi emitido e aprovado o projecto revisto com solução adequada para aquele ambiente, que consistiu em instalar no terreno um sistema de drenagem das águas subterrâneas para a vala existente em frente do terreno e melhoramento da capacidade resistente dos solos através da aplicação do material rochoso envolvido com uma manta geotêxtil.

Palavras-chave: Métodos de investigação do terreno, Obras em terreno com elevado nível do lençol freático.

ÍNDICE GERAL

| | |
|---|------|
| DECLARAÇÃO DE HONRA..... | I |
| FOLHA DE APROVAÇÃO..... | II |
| AGRADECIMENTOS | III |
| RESUMO..... | IV |
| ÍNDICE GERAL..... | VI |
| ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS | XI |
| ÍNDICE DE TABELAS..... | XII |
| SÍMBOLOS E ABREVIATURAS..... | XIII |
| LISTA DE ANEXOS..... | XIII |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 Enquadramento..... | 1 |
| 1.2 Objectivos..... | 2 |
| 1.2.1 Objectivo geral..... | 2 |
| 1.2.2 Objectivos específicos | 2 |
| 1.3 Organização do relatório | 2 |
| 1.4 Metodologia | 3 |
| 2 EMPRESA NO ÂMBITO DO ESTÁGIO..... | 4 |
| 2.1 Perfil da Empresa | 4 |
| 2.2 Organização..... | 4 |
| 3 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO | 5 |
| 3.1 Arquitectura e construção civil | 5 |
| 4 REVISÃO LITERÁRIA | 13 |
| 4.1 Investigação do terreno | 13 |
| 4.1.1 Métodos de investigação..... | 14 |
| 4.1.2 Amostragem..... | 19 |
| 4.1.3 Perfil de sondagem..... | 23 |

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

| | | |
|--------|---|----|
| 4.1.4 | Métodos geofísicos | 25 |
| 4.1.5 | Contaminação do terreno | 27 |
| 4.2 | Percolação | 28 |
| 4.2.1 | A água do solo | 28 |
| 4.2.2 | Permeabilidade..... | 28 |
| 4.3 | Métodos para melhoramento do solo e rebaixamento do lençol freático..... | 32 |
| 4.3.1 | Ensaio de furos de sondagem | 32 |
| 4.3.2 | Redução do lençol de água subterrânea por meio de bombas | 34 |
| 4.3.3 | Sistema de poços filtrantes..... | 35 |
| 4.3.4 | Bombas de profundidade | 36 |
| 4.3.5 | Sistema a vácuo..... | 37 |
| 4.3.6 | Drenagem por electro-osmose | 37 |
| 4.3.7 | Vibrocompactação | 37 |
| 4.3.8 | Vibrossubstituição..... | 37 |
| 4.3.9 | Compactação dinâmica | 38 |
| 4.3.10 | Estabilização por cal | 38 |
| 4.4 | Fundações..... | 39 |
| 4.4.1 | Fundações superfícies | 39 |
| 4.4.2 | Classificação das sapatas quanto à sua rigidez | 40 |
| 4.4.3 | Distribuição de tensões no solo..... | 41 |
| 4.4.4 | Ações a considerar no dimensionamento das funções | 42 |
| 4.4.5 | Pré-dimensionamento | 42 |
| 4.4.6 | Critérios gerais de verificação de capacidade de carga e da segurança | 43 |
| 4.4.7 | Estados limites últimos | 45 |
| 4.4.8 | Dimensionamento | 46 |
| 4.4.9 | Estados limites utilização..... | 48 |
| 4.4.10 | Tensão de segurança à rotura..... | 49 |
| 4.4.11 | Fundações profundas | 50 |
| 4.4.12 | Parâmetros para a escolha do tipo de fundação | 51 |
| 5 | ACTIVIDADE EXECUTADAS | 52 |
| 5.1 | Processo de licenciamento e aprovação do projecto | 52 |
| 5.1.1 | Direcção Nacional de Hidrocarbonetos e Combustíveis | 52 |

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

| | | |
|-------|--|----|
| 5.1.2 | Administração Nacional de Estradas; | 52 |
| 5.1.3 | Ministério do Ambiente | 53 |
| 5.1.4 | Conselho Municipal. | 53 |
| 5.2 | Levantamentos topográfico e geotécnico do local da obra; | 54 |
| 5.2.1 | Descrição dos resultados dos ensaios laboratoriais | 58 |
| 5.3 | Instalação mecânica_ tanques metálicos | 59 |
| 5.4 | Execução da terraplanagem..... | 63 |
| 5.5 | Execução das fundações | 67 |
| 5.6 | Impermeabilização | 69 |
| 6 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 72 |
| 6.1 | Conclusões | 72 |
| 6.2 | Recomendações | 72 |
| 7 | BIBLIOGRAFIA | 73 |
| 8 | ANEXOS | 75 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1_ Organograma da BENJAMIM ALFREDO CONSULTORES, Lda. | 5 |
| Figura 2_Planta de implantação geral..... | 8 |
| Figura 3_Planta de piso do edifício _ loja de conveniência..... | 9 |
| Figura 4_Corte transversal do edifício..... | 10 |
| Figura 5_Planta de fundação..... | 11 |
| Figura 6_(a) Equipamento de sondagem, (b) camisa, (c) cortador de argila (d) ponteira. | 15 |
| Figura 7_ (a) Trado de hélice curta, (b) trado de hélice contínua, (c) trado de caçamba e (d) trado (manual) Iwan. | 16 |
| Figura 8 _ Perfuração com circulação de água. | 17 |
| Figura 9 _ Sondagem rotativa. | 18 |
| Figura 10 _ Amostrador de ar contínuo. | 22 |
| Figura 11 _ Amostrador de ar comprimido..... | 23 |
| Figura 12_Método de refração sísmica. | 26 |
| Figura 13_ Método da resistividade eléctrica 26 | 26 |
| Figura 14_ Ensaios laboratoriais _ carga constante..... | 30 |
| Figura 15_ Ensaios laboratoriais_carga variável. | 31 |
| Figura 16_ Ensaios de bombeamento _ estrado não confinado..... | 32 |
| Figura 17_ Ensaios de bombeamento _ estrado confinado..... | 32 |
| Figura 18_ Ensaios de furos de sondagem..... | 34 |
| Figura 19_ Rebaixamento do nível de freático com bombagem. | 34 |
| Figura 20_ Sistema de poços filtrantes. | 35 |

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

| | |
|--|----|
| Figura 21_ Rebaixamento do nível freático com bomba de profundidade..... | 36 |
| Figura 22_ Sapatas: isoladas, combinadas, contínuas e com vigade equilíbrio..... | 40 |
| Figura 23_ Ensoleiramento geral..... | 40 |
| Figura 24_ Tensão no solo de sapatas rígidas..... | 41 |
| Figura 25_ Tensão no solo de sapatas flexíveis..... | 41 |
| Figura 26_ Pressões – assentamentos | 44 |
| Figura 27_ Estacas | 50 |
| Figura 28_ Pegões (poços)..... | 51 |
| Figura 29_ Ângulos e distâncias mínimas recomendáveis | 53 |
| Figura 30_ Esquema de tubagem e tanques..... | 60 |
| Figura 31_ Esquema do sistema de rebaixamento do lençol freático..... | 65 |
| Figura 32_ Secção do sistema de rebaixamento do lençol freático..... | 66 |
| Figura 33_ Fundação antes prevista..... | 67 |
| Figura 34_ Fundação do edifício executada..... | 68 |
| Figura 35_ Fundação da canopy executada..... | 68 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

| | |
|---|----|
| Fotografia 1_Local da obra..... | 54 |
| Fotografia 2_Vala de drenagem existente..... | 55 |
| Fotografia 3_Localização dos pontos de investigação..... | 56 |
| Fotografia 4_Vista dos poços de investigação após escavação. | 56 |
| Fotografia 5_Equipamento DPL..... | 57 |
| Fotografia 6_Execução laje de topo..... | 61 |
| Fotografia 7_Instalação da Sump..... | 62 |
| Fotografia 8_Instalação de depósitos..... | 62 |
| Fotografia 9_Bombeamento da água. | 63 |
| Fotografia 10_Remoção de terra vegetal. | 63 |
| Fotografia 11_Poço para controlo do lençol freático..... | 66 |
| Fotografia 12_Aplicação da impermeabilização em superfícies de betão..... | 69 |
| Fotografia 13_Preparação do pavimento da canopy..... | 70 |
| Fotografia 14_Aplicação e vibração do betão | 70 |
| Fotografia 15_Construção da canopy. | 71 |
| Fotografia 16_Assentamento do pavê..... | 71 |

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1_ Compartimentação do edifício. 6

Tabela 2_ perfil de sondagem. 24

Tabela 3_ coeficiente de permeabilidade (m/s) (BS 8004:1986). 29

Tabela 4_ Correlação entre o número de pancada do SPT e a tensão admissível do solo. 44

Tabela 5_ Tensões de segurança à ruptura. 50

Tabela 6_ Resultados de ensaios laboratoriais. 57

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

PVC – Policloreto de Polivinila;

PPR – Polipropileno Copolímero Random;

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

CBR – California Bearing Ratio;

DCP – Dynamic Cone Penetration;

DPL – Light Dynamic Penetration (penetrômetro dinâmico ligeiro).

LISTA DE ANEXOS

Planta de implantação;

Planta de esquema de rebaixamento do lençol freático;

Planta de esquema de tubagem e tanques;

Planta de função da conopy;

Planta de fundação do edifício;

Planta da laje de pavimento do edifício;

Planta de piso do edifício;

Planta de cobertura do edifício;

Cortes do edifício;

Alçados do edifício;

Relatório do estudo geotécnico;

Relatório dos ensaios do LEM.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Em trabalhos de engenharia, o projecto dum a fundação deve prever que esta reúna as características básicas no que respeita à segurança, fiabilidade e utilidade funcional, do modo mais económico possível (R.F. Craig, 2007).

Para isso, é necessário o conhecimento geológico ou observação e ensaio de solos, nesta área de engenharia, a par da experiência que permitirá a aplicação dos métodos empíricos, para a resolução dos problemas que diariamente se colocam a quem tem que intervir neste domínio. Esta atitude de pesquisa e/ou verificação deve existir na fase do projecto de execução e na fiscalização da construção (R.F. Craig, 2007).

A abordagem do estudo geotécnico dos terrenos, quando a estrutura do projecto que se pretende fundar o necessitar ou justificar, deverá permitir o reconhecimento e execução das sondagens necessárias que visem identificar as características dos solos, a presença ou não do lençol freático e a selecção do tipo de fundação a executar.

A construção de edifícios, barragens, túneis, etc, normalmente requer escavações as vezes abaixo do lençol freático. Tais escavações podem exigir tanto uma drenagem, como abaixamento do lençol freático, para permitir a materialização do projecto.

Existem vários métodos para eliminar/controlar a água existente no subsolo, somente após a realização de ensaios geotécnicos, poder-se-á definir o melhor método a ser empregue.

É importante observar os diversos níveis de água do subsolo, as quantidades de água a infiltrar e que serão bombeadas, e os recalques que porventura possam aparecer nas vizinhanças das escavações (R.F. Craig, 2007).

Deve-se se ter em mente que ao se realizar um rebaixamento do lençol, introduzem-se certas alterações nas condições naturais do subsolo e assim poderão surgir danos no interior ou no exterior da escavação, quando o processo de rebaixamento é realizado incorrectamente (Pinto, Carlos de Sousa, 2001).

Seguem algumas formas incorrectas do processo de rebaixamento:

- A bombagem da água para um ponto muito próximo da escavação que pode provocar desmoronamento de terras;
- A falta de criação e preparação do ponto de concentração e recolha das águas pode provocar erosão no interior da escavação derivada da força de sucção da bomba;
- Quando necessário, é preciso que seja feito correctamente o escoramento das escavações e dependendo das situações, os órgãos hidráulicos não devem ser instalados próximos a estas, devido as vibrações provocadas durante o funcionamento.

1.2 Objectivos

1.2.1 Objectivo geral

O presente trabalho tem como objectivo estudar as soluções a adoptar em fundações executadas em terrenos com elevado nível de lençol freático tendo em conta os bons modos de construção.

1.2.2 Objectivos específicos

- Identificação de impactos causados pela água no solo em obras;
- Descrição de técnica de construção em terrenos com elevado nível de lençol freático;
- Avaliação de critérios a adoptar na escolha da solução a aplicar na execução das fundações;
- Descrição de métodos a adoptar no melhoramento e estabilização das fundações com elevado nível de lençol freático;

1.3 Organização do relatório

Para atender os objectivos propostos o presente relatório, ele é composto por seis partes que se consideram essenciais para a sua percepção. Na **primeira parte** é composto pelos elementos iniciais como declaração de honra, os agradecimentos, o resumo e os índices (geral, figuras, fotografias e tabelas), a lista de abreviaturas utilizadas.

Na **segunda parte** segue a introdução com enquadramento, os objectivos do trabalho, a própria organização do relatório e a metodologia empregue.

Na **terceira parte** a apresentação da empresa onde esteve o estagiário.

Na **quarta parte** a descrição geral da obra.

Na **quinta parte** o relatório diz respeito a uma revisão de leitura, que contém temas que sustentam o que foi implementado no terreno.

A **quinta parte** do relatório aborda actividades desenvolvidas na obra com maior incidência as que destacam o tema em alusão, fusão de aplicação dos conhecimentos adquiridos durante a formação académica e a situação prática da realização de um estágio.

A última e sexta **parte** diz respeito às conclusões e recomendações futuras, apresentando com isto, os resultados do trabalho desenvolvido no estágio e na elaboração do relatório. A este capítulo, acrescentam-se ainda as referências bibliográficas usadas e os anexos como complemento da informação colectada e discutida no relatório.

1.4 Metodologia

Em relação a metodologia empregue para a realização do presente relatório, em primeiro lugar tornou-se necessário definir a pesquisa, partindo dos objectivos específicos e chegando às fontes (livros, artigos, em meio escrito ou digital e endereços electrónicos da *internet*), onde foram extraídas as informações necessárias para o trabalho.

Para a elaboração deste relatório, seguiram-se as fases seguintes:

Primeira fase: Revisão Bibliográfica

Que consistiu no levantamento de dados a partir de fontes como livros escritos, digitais, páginas da *internet*, artigos, etc., que abordam temas relacionados com os conceitos de construção em terrenos com existência do lençol freático.

Segunda fase: Levantamento físico

Foram realizadas tarefas para dar resposta aos objectivos, bem como consultas e obtenção de dados em fontes “*in situ*”, isto com a devida observação das normas usadas, o projecto executivo e a legislação afim.

Terceira fase: Acompanhamento da Obra e redação.

Esta fase consistiu no acompanhamento da obra durante o período temporal referido, e é nela que são redigidas todas as actividades realizadas relacionadas com o tema, bem como as conclusões e recomendações obtidas durante a realização do estágio profissional.

2 EMPRESA NO ÂMBITO DO ESTÁGIO

2.1 Perfil da Empresa

A BENJAMIM ALFREDO CONSULTORES, LDA é uma empresa voltada a prestação de serviço na área de consultoria multidisciplinar, nas áreas de Arquitectura, Engenharia e Advocacia. Iniciou oficialmente as suas actividades no ano de 1999, e desde a sua fundação tem dedica-se a elaboração de projectos de obras de edifícios, assessoria no estudo de projectos, gestão de projectos e fiscalização de obras onde este último tem uma larga experiência na prestação de seus serviços para muitas obras do estado. Tem a sua sede na cidade de Maputo.

Nos primeiros anos trabalhou para diversas obras de particulares, na preparação de projectos e assistência em obra, gestão de contratos e fiscalização de obras.

A empresa tem mais de 10 funcionários fixos e colaboradores sazonais solicitados nos momentos oportunos.

2.2 Organização

Abaixo será apresentado o organigrama da empresa, em que no topo estão os representantes jurídicos e a direcção da empresa, mais abaixo estão os departamentos, nomeadamente, o departamento técnico, departamento administrativo e de recursos humanos e o departamento jurídico, sendo que este último composto por colaboradores sazonais, mas muito activo nos processos de contratação da empresa quando adjudicada para gestão de contratos e fiscalização de obras.

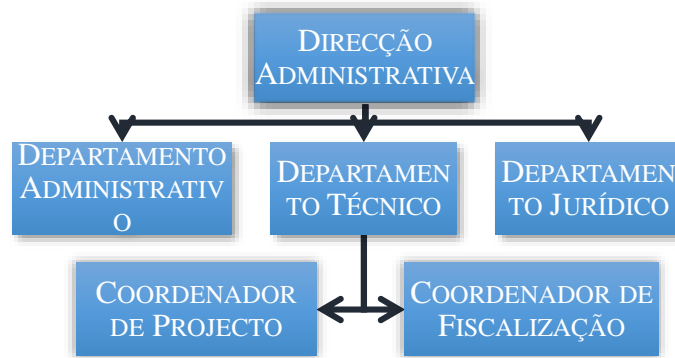


Figura 1_ Organograma da BENJAMIM ALFREDO CONSULTORES, Lda.

Os elementos que constituem os departamentos da BENJAMIM ALFREDO CONSULTORES têm as seguintes responsabilidades a seu cargo:

Direcção Administrativa – Responsável por todos os pelouros e definição estratégias de negócios da empresa. Coordena e gere a estrutura financeira e os contratos com clientes.

Departamento Administrativo – Responsável pelos contratos com os funcionários, gere as contas da empresa (os pagamentos, emissão de facturas), e a gestão de correspondências.

Departamento Técnico – Responsável pelas actividades técnica da empresa, coordena os concursos que a empresa irá participar e a prestação de serviço.

Coordenador de Projecto – responsável pela elaboração, análise e compatibilidade dos projectos a todos níveis.

Coordenador de Fiscalização – Responsável pela fiscalização das obras, coordena e gere todos os trabalhos de fiscalização, vistoria e inspecção de obras.

Departamento Jurídico – este faz assessoria aos contratos da empresa com as entidades a que a mesma presta serviços.

3 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.1 Arquitectura e construção civil

O terreno (local da obra no âmbito do estágio) em questão situa-se no Bairro da Costa do Sol, Avenida General Cândido Mondlane, Cidade de Maputo.



Figura 2_ Localização da obra (ENGEN COSTA DO SOL)

Tem uma área plana de aproximadamente 2.600 m², sendo que 15% é que foi usado para projecção e posterior implantação do edifício destinado a loja de conveniência e a canopy (alpendre) para o abastecimento do combustível.

Segundo a planta de levantamento topográfico pode se constatar que existem cotas com pequena diferença de nível e que facilitam a implantação dos edifícios.

O projecto irá servir tanto para os moradores do bairro da Costa do Sol assim como os residentes noutros bairros que estejam de passagem e haja interesse dos serviços.

Tabela 1_Compartimentação do edifício.

| Item | Designação | Área (m ²) |
|------|--------------------|------------------------|
| 01 | Escritório | 19.50 |
| 02 | Loja | 60.00 |
| 03 | Ponto de pagamento | 6.50 |

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

| Item | Designação | Área (m ²) |
|------|--------------------|------------------------|
| 04 | Armazém | 12.50 |
| 05 | Pastelaria | 30.00 |
| 06 | Sala de bombeiros | 5.50 |
| 07 | Wc masculino | 8.70 |
| 08 | Wc feminino | 8.70 |
| 09 | Área de apoio 1 | 17.50 |
| 10 | Área de apoio 2 | 5.00 |
| 11 | Compressor | 2.00 |
| 12 | Depósito de lixo 1 | 5.30 |
| 13 | Depósito de lixo 2 | 4.30 |
| 14 | Wc deficientes | 5.00 |
| 15 | Corredor | 3.50 |
| 16 | TOTAL | 174.00 |

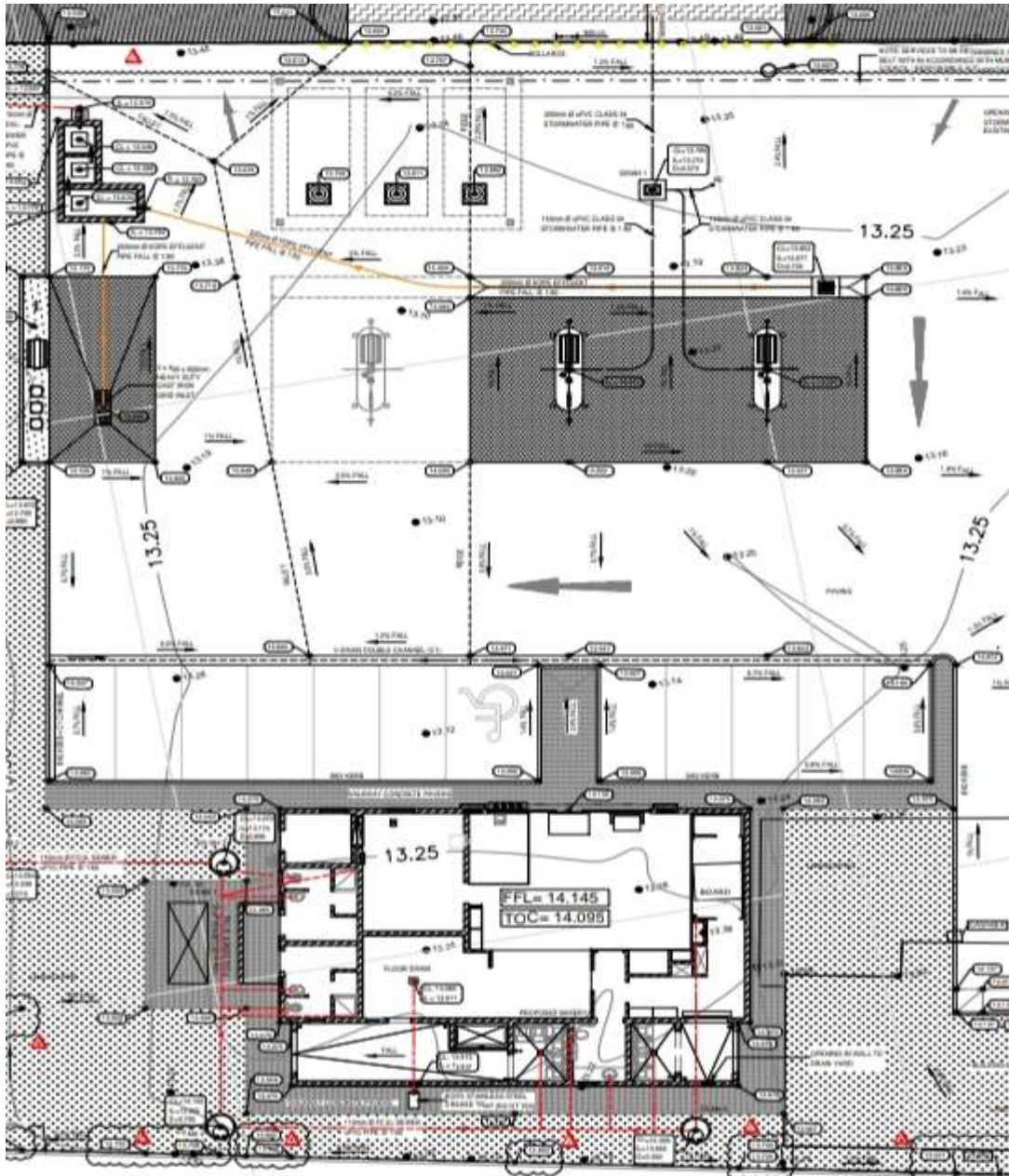


Figura 3_Planta de implantação geral.

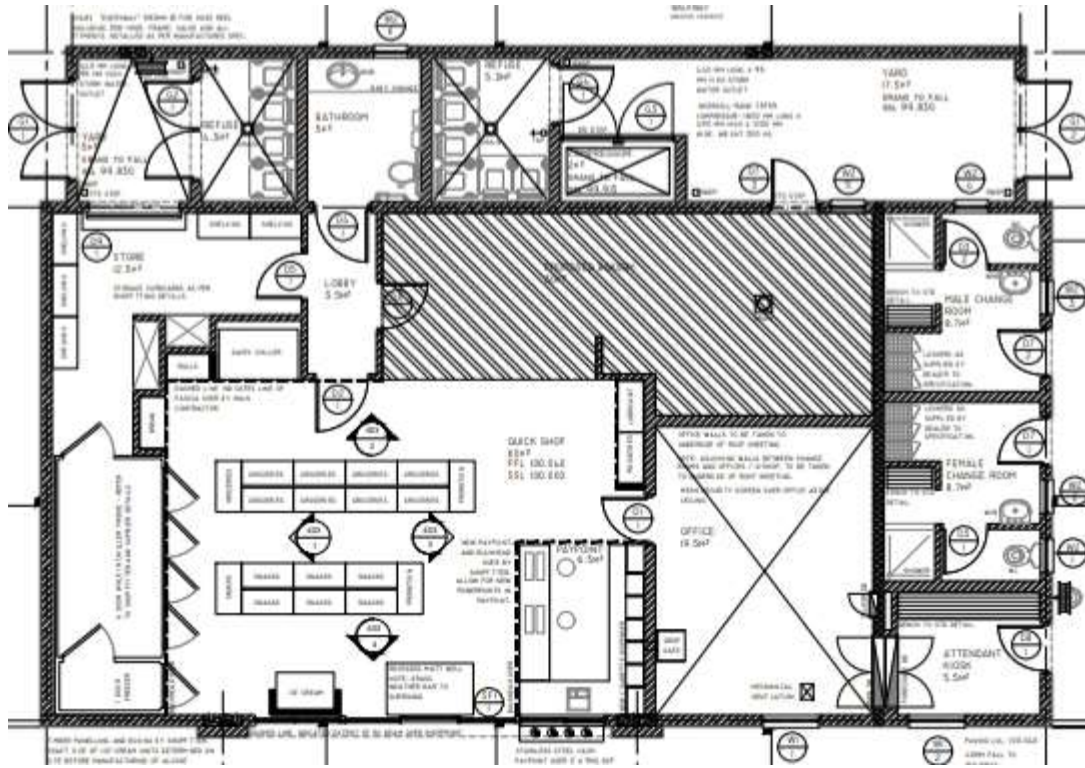


Figura 4_Planta de piso do edifício _ loja de conveniência.

O edifício está orientado de forma a permitir que as viaturas ligeiras e/ou pesadas se façam as bombas/posto com mobilidade confortável, na entrada assim como na saída, e controlar a insolação e criar favorável ventilação cruzada nos espaços interiores, contribuindo assim para um melhor conforto dos utentes.

Este é marcado pelo aproveitamento integral dos espaços interiores e exteriores, largos panos de janelas na loja que contrastam com panos de alvenaria rematados em formas simples, em outros compartimentos.

No geral o conjunto de loja e canopy têm uma linha arquitectónica simples e funcional, e procura equilibrar por integração no conceito projectual traçado. Os acessos pedonais e automobilísticos são feitos a partir de entrada distinta localizada na parte frontal do talhão, conforme indicam as peças desenhadas.

A orientação do edifício é resultado da forma e disposição do terreno, tendo sido atribuído características arquitectónicas que deverão favorecer o controlo da insolação e possibilitar uma

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

favorável ventilação, nos espaços interiores, contribuindo para melhor conforto ambiental dos utentes, apesar de existirem dispositivos de ar condicionado.

O Posto terá ainda um sistema de abastecimento de água convencional com toma da rede pública e seu armazenamento em tanques para posterior bombagem para pontos de toma de água: torneiras, sanitas, banca lava-loiça, lavatórios, etc.

O sistema de tratamento de esgotos será do tipo fossa séptica e dreno tradicional.

O fornecimento de energia será a partir do PT individual que servirá de alimentador para o QGD (Quadro Geral de Distribuição) que irá por sua vez alimentar de forma independente e proporcional os quadros parciais do conjunto todo (loja, pastelaria, canopy e zona exterior) e em seguida alimentar diferentes pontos de consumo como: tomadas de força motriz, computadores, ar condicionados, iluminação interior e exterior, sistema de segurança, etc.

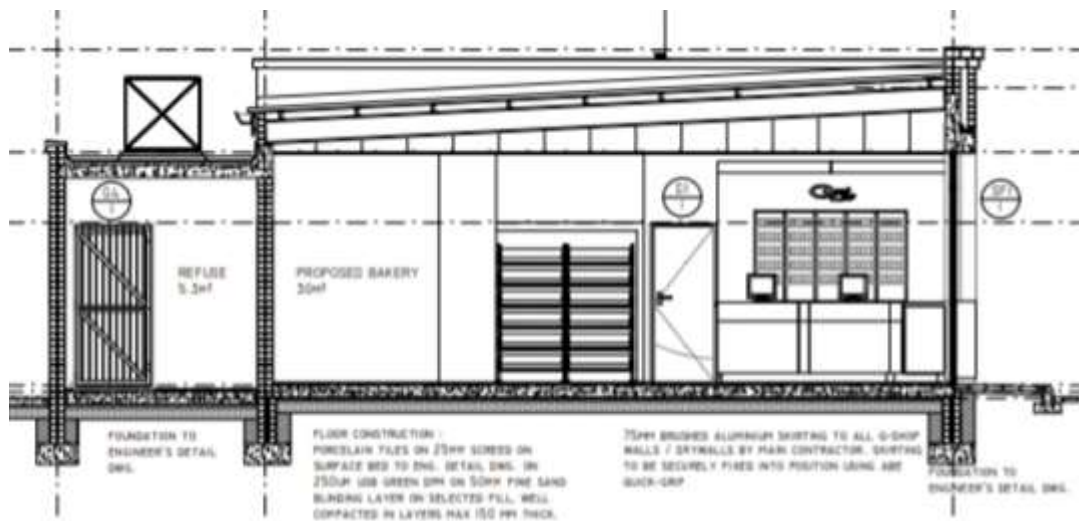


Figura 5_Corte transversal do edifício

Relativamente a estrutura, foi adoptada uma tipologia convencional que se resume a elementos de betão armado. A hipótese usada como a base de cálculo foi o betão de qualidade B30 e o Aço A400. Na base da fundação foram concebidas sapatas isoladas (quadradas e rectangulares) e interligadas por vigas de equilíbrio. As sapatas suportam pilares de secção quadrada e rectangular e estas ligam a vigas de secções diferentes. A cobertura estrutural será em chapa assente sobre estrutura metálica.

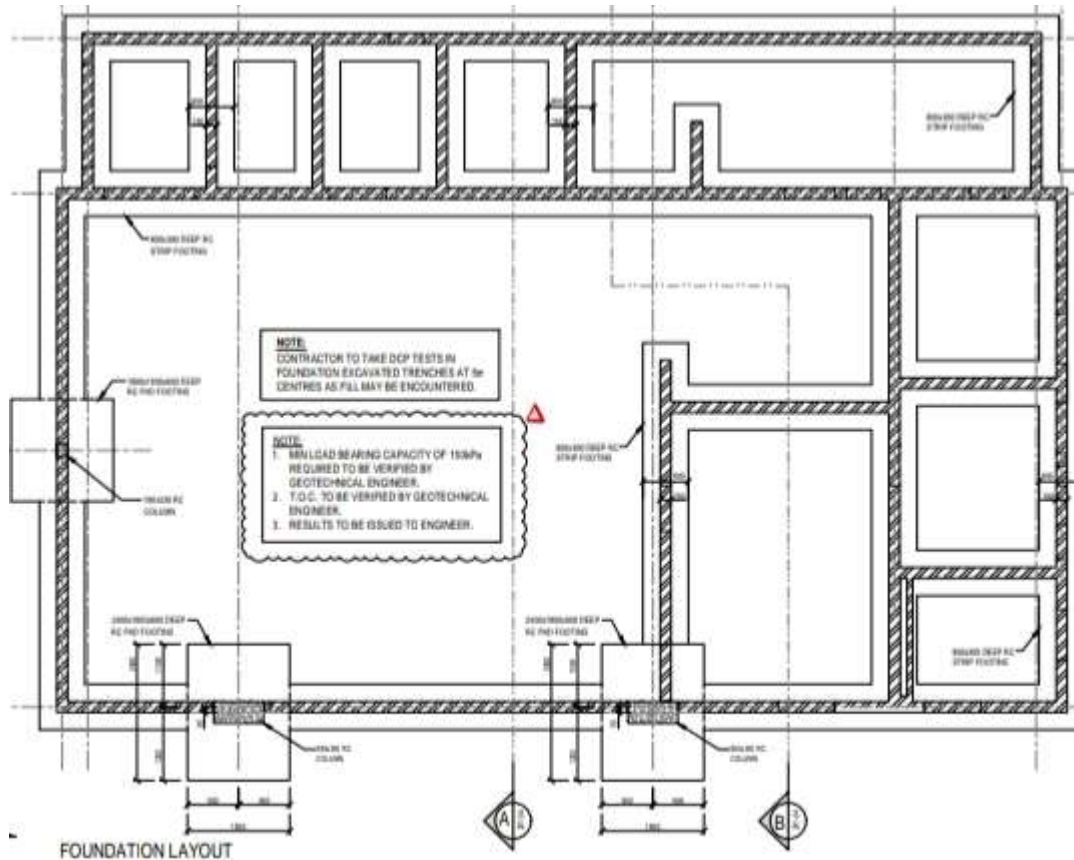


Figura 6_Planta de fundação.

A canopy (alpendre) será metálica e fornecida por um especialista da área. Na zona, há que destacar as componentes das ilhas que serão em número de 2 bombas numa primeira fase e possibilidade de acréscimo de mais uma para responder a maior procura deste produto pelos consumidores, em virtude do crescimento do parque automóvel. Este acréscimo da bomba será acompanhado também pela extensão da canopy em elementos metálicos. A bomba de alto débito para os camiões estará localizada conforme indicado na implantação. O conjunto das bombas estará acoplado aos reservatórios subterrâneos em número de 3 unidades a serem instalados pelos especialistas de bombas, com capacidade de armazenar 23 mil litros por unidade. Para além das 3 bombas as ilhas serão constituídas pelas mangueiras de ar que partirá do compressor a ser instalado.

As escavações para as fundações serão realizadas mecanicamente e em alguns casos manualmente caso seja necessário. A escavação far-se-á com a largura mínima de 800mm e a profundidade não deverá ser menor que 800mm ou segundo as peças desenhadas, tomando-se como referência a cota

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

mais baixa do pavimento do edifício e as estabelecidas no projecto arquitectónico respeitando também os pormenores da estrutura.

As sapatas corrida, pilares, vigas, laje do pavimento serão em betão armado conforme o especificado; as sapatas da canopy e do sinal luminoso também em betão armado; os pilares da canopy e o seu conjunto de estrutura de cobertura serão em perfis metálicos conforme especificado.

Na viga geral do coroamento, deverão ser chumbados os ganchos para assegurar a estrutura de cobertura.

As alvenarias são em bloco de cimento e areia de 200, 150 e 100mm de espessura, assentes com argamassa de cimento e areia, conforme as variações da construção e projecto. Antes do assentamento dos blocos, estes e as superfícies de assentamento deverão ser regados com água limpa.

As alvenarias serão rebocadas com argamassa de cimento e areia acabada a tinta plástica PVA ou óleo sobre primário apropriado salvo outra orientação do fiscal ou projectual.

Todo o pavimento do edifício será em tijoleira cerâmica 300 x 300 x 8 mm marazi opel (creme) da primeira série, assente com cimento cola, cor cinza, excepto pavimento do pátio, armazém arrumos e zona do compressor que será em betonilha queimada com cimento. A zona da canopy será em betão armado e acabada a vassourada. As ilhas serão revestidas com tijoleira cerâmica 300 x 300 x 8 mm marazi opel (preto) da primeira série, assente com cimento cola. O pavimento da zona exterior será em pavê de 8 cm de espessura, 30 Mpa de resistência assente sobre uma base de saibro e areia fina devidamente compactada. O resto da área será zona verde.

No geral as janelas serão em alumínio de boa qualidade. As portas serão em alumínio e madeira bem seca teor de humidade da zona, isentas de nós e uniformes na textura.

As ferragens são em latão maciço conforme, montadas com parafusos adequados quer no tamanho e no material, quer no formato da cabeça.

Nas portas em madeira serão montadas 3(três) dobradiças cromadas, e uma fechadura com muletas. Todas as ferragens deverão ser de boa qualidade. A madeira deve ser tratada contra a acção de xilófagos.

As paredes interiores do edifício serão em tinta plástica PVA e as paredes exteriores em esmalte, resistentes às intempéries, sobre primário apropriado, conforme especificação do fabricante e com garantia mínima de 10 anos mediante certificado de garantia emitido pelo fabricante. As portas de madeira/metálicas e estrutura da canopy serão em esmalte.

4 REVISÃO LITERÁRIA

Neste capítulo serão observadas normas e recomendações relacionados ao tema do relatório do estágio.

4.1 Investigação do terreno

Uma investigação adequada do terreno, é uma actividade essencial à execução de um projecto de engenharia civil. Devem ser obtidas informações suficientes para permitir que seja elaborado um projecto seguro e económico e para evitar todas as dificuldades que surgem durante a construção.

Segundo R.F. Craig (2007) os objectivos principais da investigação são:

1. Determinar a sequência, as espessuras e a dimensão lateral dos estratos do solo e, quando apropriado, o nível do substrato rochoso;
2. Obter amostras representativas dos solos (e rochas) para identificação e classificação e, se necessário para o uso em ensaios de laboratório que determinam os parâmetros adequados do solo;
3. Identificar as condições do lençol freático.

Os resultados de uma investigação do terreno devem fornecer as informações adequadas, por exemplo, permitir que seja seleccionado o tipo mais apropriado de fundação para uma determinada estrutura e para indicar se é provável que surjam problemas especiais durante a escavação.

4.1.1 Métodos de investigação

4.1.1.1 Poços experimentais

A escavação de poços experimentais é um método simples e confiável de investigação, mas é limitada a uma profundidade máxima de 4-5 m. O solo é removido geralmente por meio da concha de uma escavadeira mecânica. Antes que qualquer pessoa entre no poço, os lados devem sempre estar escorados, amenos que apresentem um ângulo seguro de inclinação ou estejam em degraus. O solo escavado deve ser colocado a pelo menos 1 m da borda do poço. Se o poço deve atingir profundidades abaixo do lençol freático, é necessária alguma forma de retirada de água em solos mais permeáveis, o que resulta em aumento de custos (R.F. Craig, 2007).

O uso dos poços experimentais permite que as condições “in situ” do solo sejam examinadas visualmente, e assim os limites entre estratos e natureza de qualquer macroestrutura possam ser determinados com precisão. É relativamente fácil obter amostras do solo deformado ou indeformado: em solos coesivos, blocos de amostras podem ser cortados dos lados ou do fundo do poço manualmente e então as amostras tubulares podem ser obtidas abaixo de fundo do poço. Os poços experimentais são apropriados para investigação em todos tipos de solos, incluindo aqueles que contêm matações ou pedregulhos (R.F. Craig, 2007).

4.1.1.2 Poços profundos e galerias

Poços profundos ou shafits são avançados geralmente pela escavação manual e as laterais são madeiramento. As passagens ou galerias são escavadas lateralmente no fundo dos poços ou na superfície de encostas e tanto as laterais como tecto das mesmas são apoiados. Não é provável que os poços profundos ou galerias sejam escavados abaixo do lençol freático. Os poços profundos e galerias são muito caros e o seu uso só se justificaria nas investigações para estruturas muito grandes, tais como represas, se as condições do terreno não pudessem ser verificadas adequadamente por outros meios (R.F. Craig, 2007).

4.1.1.3 Sondagens à percussão

O equipamento de perfuração consiste em uma torre de elevação (tripé), em uma unidade de força e em um guincho que possui um leve cabo de aço claro que passa por uma roldana no topo da torre de elevação. A maioria dos equipamentos é adaptada a rodas e pneus que, quando

desdobrados, permitem que eles sejam rebocados atrás de um veículo. As várias ferramentas de perfuração podem ser unidas ao cabo. A perfuração avançada pelo efeito de percussão da ferramenta que alternadamente é ligada e solta para cair (geralmente de uma distância de 1 – 2 m) por intermédio da unidade do guincho. As duas ferramentas usadas mais frequentemente são a camisa (Shell ou “empacotador”) e o cortador da argila (clay cutter). Se necessário um elemento pesado de aço, chamado barra de penetração, pode ser adaptado imediatamente acima da ferramenta para aumentar energia de impacto (R.F. Craig, 2007).

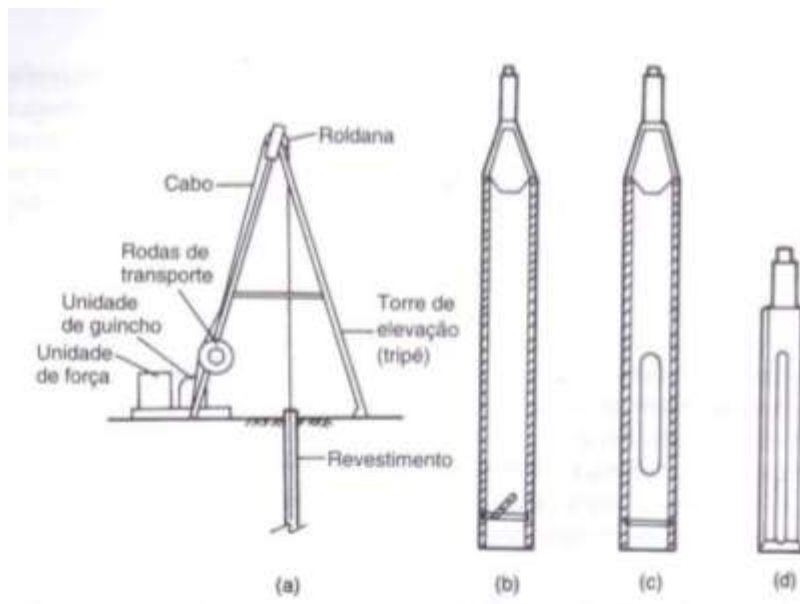


Figura 7 _ (a) Equipamento de sondagem, (b) camisa, (c) cortador de argila (d) ponteira.

4.1.1.4 Trados mecânicos

Geralmente os trados motorizados são encontrados montados em veículos ou na forma de acessórios ao tripé usado para a sondagem à percussão. A energia exigida para girar o trado depende de seu tipo e tamanho e do tipo de solo a ser penetrado. A pressão descendente no trado pode ser aplicada hidraulicamente, mecanicamente ou pelo peso próprio. Os tipos de ferramenta usados geralmente são trado helicoidal (trado de hélice) e o trado de caçamba. O diâmetro de um trado helicoidal geralmente tem um valor entre 75 e 300 mm, embora estejam disponíveis diâmetros grandes de até 1 m: o diâmetro de um trado de caçamba pode variar entre 300 mm e 2 m. Entretanto, os tamanhos maiores são usados principalmente para escavar poços para estacas perfuradas. Os trados são usados principalmente em solos nos quais o furo de sondagem não exige

nenhuma sustentação permanente, principalmente em argilas, mas rijas sobre adensadas. O uso do revestimento não seria conveniente por causa da necessidade de remover o trado antes da cravação do revestimento; é possível usar a lama de bentonita para conter as laterais de furos instáveis. A presença de matações ou pedregulhos cria dificuldade para os trados pequenos (R.F. Craig, 2007).

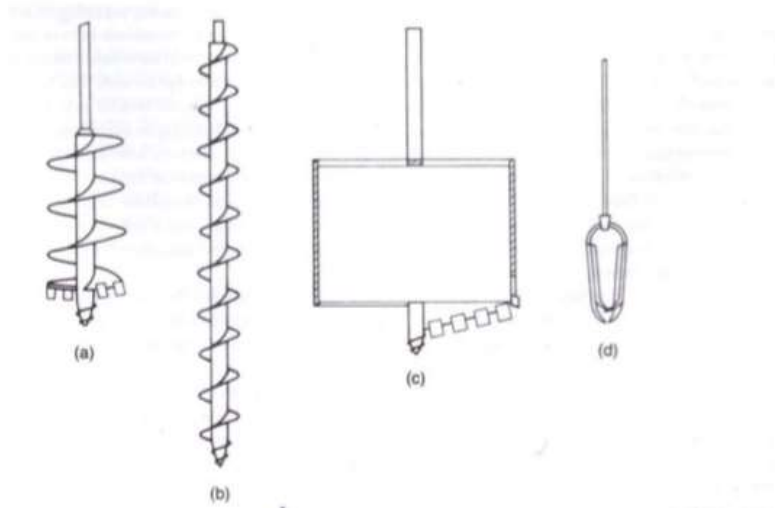


Figura 8_ (a) Trado de hélice curta, (b) trado de hélice contínua, (c) trado de caçamba e (d) trado (manual) Iwan.

4.1.1.5 Trados manuais e portáteis

Os trados manuais podem ser usados para escavar furos de sondagem com profundidade de até 5 m empregando um gogo de hastes de extensão. O trado é girado pressionado para baixo no solo por meio de uma manivela em T na haste superior. Os dois tipos comuns são o trado Iwan ou trado de “pós-função” com diâmetros de 200mm, e o trado helicoidal pequeno, com diâmetro de até aproximadamente 50 mm. Em geral, os trabalhos manuais são usados apenas se as laterais do furo não exigirem sustentação alguma e se partículas o tamanho de areia grossa ou superiores estiverem ausentes. O trado deve ser retirado em intervalos frequentes para a remoção do solo. Podem ser obtidas amostras indeformadas cravando-se tubos de pequeno, diâmetro abaixo da base do ferro de sondagem (R.F. Craig, 2007).

Trados portáteis pequenos motorizados, geralmente transportados e operados por duas pessoas, são apropriados para furar até 10 = 15 m; o diâmetro do furo pode variar até 75 a 300mm. O furo de sondagem pode ser revestido, se necessário, e conseqüentemente o trado pode ser usado na

maioria dos tipos do solo, contanto que estejam a ausentes tamanhos maiores de partículas (R.F. Craig, 2007).

4.1.1.6 Perfuração com circulação de água

Neste método, a água é bombeada através de uma série de hastes de perfuração ocas e injectadas sob pressão através dos furos estreitos em uma ponteira (na forma de talhadeira) adaptada à extremidade inferior das hastes. O solo é afogado e desagregado pela acção dos jatos de água e pelo movimento ascendente e descende da ponteira. Há também adaptação para rotação manual da ponteira por meio de uma barra horizontal presa às hastes de perfuração acima da superfície. As partículas do solo são levadas pela água até a superfície entre as hastes e a lateral do furo de sondagem e deixadas para se depositarem num poço. O equipamento consiste em uma torre (tripé) com uma unidade de força, um guincho e uma bomba de água. O guincho transporta um cabo leve de aço que passa através da roldana da torre e é preso ao topo das hastes de perfuração. A série de hastes é levantada e libertada para cair livremente por meio da unidade de guincho, produzindo a acção de corte da ponteira. Geralmente o furo de sondagem é revestido, mas o método em furos sem revestimento. No método pode-se usar lama de perfuração como uma alternativa à água, eliminando-se a necessidade de revestimento (R.F. Craig, 2007).

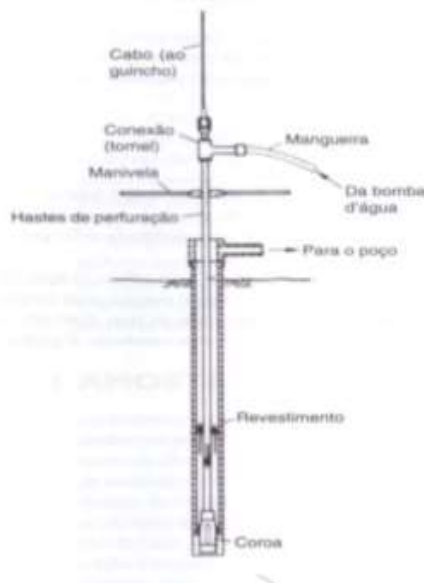


Figura 9 _ Perfuração com circulação de água.

4.1.1.7 Sondagem rotativa

Embora destinada principalmente à investigação em rocha, esse método também é usado para solos. Ferramenta de perfuração, que está presa à extremidade inferior de uma série de hastes ocas de perfuração, tanto pode ser uma broca de corte ou uma broca (coroa) para recuperação de testemunhos: a broca para recuperação de testemunhos está fixa à extremidade inferior de um barrilete amostrador que por sua vez, é transportado pelas hastes de perfuração. Água ou lama de perfuração é bombeada para baixo pelas hastes ocas e passa sob pressão através de orifícios estreitos na broca ou no amostrador, este é o mesmo princípio utilizado na perfuração com circulação de água. A lama de perfuração refrigera e lubrifica a ferramenta de perfuração e transporta os fragmentos soltos para superfície entre as hastes e as laterais do furo. O fluido também fornece algum suporte para as laterais do furo se não for usado revestimento algum (R.F. Craig, 2007).

O equipamento consiste em uma torre (tripé), uma unidade de força, poder unidade, um guincho, uma bomba e uma cabeça de perfuração para plicar impulso rotativo de alta velocidade e pressão para baixo nas hastes de perfuração. Uma conexão de cabeça relativa pode ser fornecida como um acessório ao equipamento de perfuração por percussão (R.F. Craig, 2007).

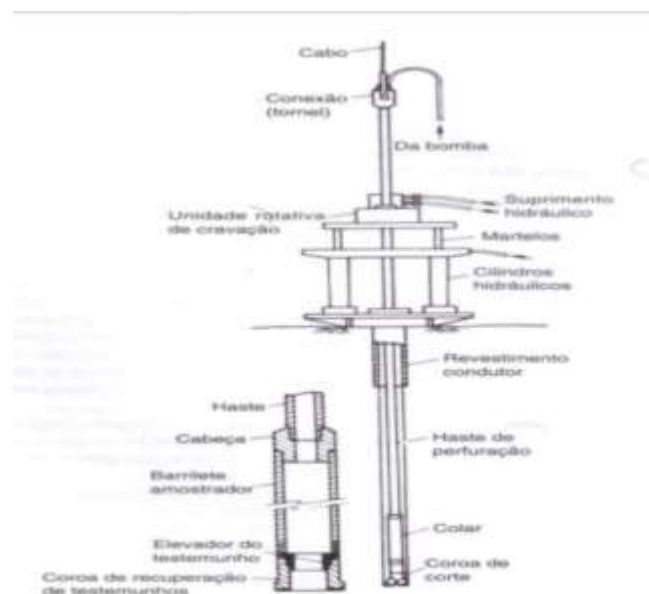


Figura 10 _ Sondagem rotativa.

4.1.1.8 Observação de água subterrânea

Uma parte importante de qualquer investigação do terreno é determinação do nível do lençol freático e de qualquer pressão artesianiana. Também pode ser necessário determinar a variação de nível ou pressão durante um certo período de tempo. As observações da água subterrânea assumem particular importância se for necessário realizar escavações profundas.

O nível do lençol freático pode ser determinado pela medição da profundidade até a superfície da água em furo de sondagem. Os níveis de água em furos de sondagem podem levar um tempo considerável para se estabilizar, esse tempo, conhecido como tempo de resposta, depende da permeabilidade do solo. Portanto as medições devem ser feitas em intervalos de tempo regulares até ao nível da água se tornar constante. É preferível que o nível seja determinado assim que o furo de sondagem atingir o nível do lençol freático. Se o furo de sondagem for mais aprofundado, pode penetrar em um estrato sob pressão artesianiana, fazendo com que o nível de água no furo fique acima do nível do lençol freático. É importante que um estrato de baixa permeabilidade abaixo de um lençol freático superposto (ou empoleirado) não seja penetrado antes que o nível de água tenha sido estabelecido. Se houver um lençol freático superposto, o furo de sondagem deve ser revestido afim de que o nível principal do lençol freático seja determinado correctamente, se o aquífero superposto não estiver vedado, o nível de água no furo de sondagem estará acima do nível principal do lençol freático.

As amostras da água subterrânea podem ser necessárias para a análise química determinar se ela contém sulfatos que podem atacar o betão, armaduras ou outros constituintes corrosivos. É importante ter certeza que as amostras não estão contaminadas ou diluídas. Deve ser coletada uma amostra assim que a camada (estrato) aquífero for atingida pela sondagem. É preferível obter amostras dos piezômetros de tubo aberto se estes estiverem instalados.

4.1.2 Amostragem

As amostras do solo são divididas em duas categorias principais, indeformadas (ou não perturbadas) e deformadas (ou perturbadas).

As amostras indeformadas, que são exigidas principalmente para ensaios de resistência ao cisalhamento e adensamento, são obtidas pelas técnicas que visam a preservar a estrutura “in situ”

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

e o teor de humidade do solo. Nos furos de sondagem, podem ser obtidas amostras indeformadas retirando-se as ferramentas de sondagem (excepto quando são usados os trados de hélice contínua) e cravando-se ou introduzindo-se um tubo amostrador no solo, no fundo do furo de sondagem.

Uma amostra deformada é aquela que tem a mesma distribuição de tamanho de partículas que o solo “in situ” mas na qual a estrutura ao solo foi danificada significativamente ou destruída completamente, além disso o teor de humidade pode ser diferente daquela do solo “in situ”. As amostras deformadas, que são usadas principalmente para ensaios de classificação do solo, classificação visual e ensaios de compactação, podem ser escavadas em poços experimentais ou ser obtidas das ferramentas usadas para avançar furos de sondagem.

O solo recuperado da camisa na sondagem à percussão apresentará deficiência de finos e não será adequado para o uso como uma amostra deformada.

Todas as amostras devem ser claramente etiquetadas para mostrar o nome no projecto, data, a posição, o número do furo de sondagem, profundidade e o método de sondagem; além disso, cada amostra deve receber um número da série.

É exigido um cuidado especial na manipulação, no transporte e no armazenamento das amostras antes dos ensaios.

De acordo com R.F. Craig (2007) o método de amostragem utilizado deve ser relacionado com a qualidade de amostra exigida. A qualidade pode ser classificada como se segue, de acordo com a utilização que a amostra pode ter:

- Classe 1: ensaios de classificação, teor de humidade, densidade (peso específico), resistência no cisalhamento, deformação e densidade;
- Classe 2: ensaios de classificação, teor de humidade e densidade (peso específico);
- Classe 3: ensaios de classificação e teor de humidade;
- Classe 4: apenas ensaio de classificação;
- Classe 5: ensaios de identificação dos estratos.

Para as classes 1 e 2 a amostra deve ser indeformada. As amostras das classes 3,4 e 5 podem ser deformadas.

4.1.2.1 Tipos de amostradores

4.1.2.1.1 Amostrador de cravação

Um amostrador de cravação, consiste em um tubo de aço longo como uma rosca de parafuso em cada extremidade. Uma sapata do corte unida a uma extremidade do tubo, a outra extremidade do tubo é aparafusada a uma cabeça do amostrador, a qual, por sua vez, são conectadas as hastes de perfuração. A cabeça do amostrador incorpora também uma válvula de retenção para permitir que o ar e a água escapem à medida que o solo penetra no tubo e para ajudar a reter a amostra quando o tubo é retirado.

4.1.2.1.2 Amostrador de paredes finas

Os amostradores de paredes finas são usados em solo sensíveis à perturbação tal como argilas moles e médias e os siltes plásticos. O amostrador não emprega uma sapata separada, a própria extremidade inferior do tubo é baselada na forma de uma borda cortante. O diâmetro interior pode variar de 35 a 100 mm.

4.1.2.1.3 Amostrador bipartido

Os amostradores bipartidos consistem em um tubo dividido longitudinalmente em duas metades: uma sapata e uma cabeça de amostrador que possui orifícios para libertação de ar e são aparafusadas nas extremidades.

4.1.2.1.4 Amostrador de pistão estacionário

Os amostradores de pistão estacionário consistem em um tubo de paredes finas adaptado em um pistão. O pistão é preso a uma haste longa que passa através da cabeça do amostrador se movimenta no interior das hastes de perfuração ocas. O amostrador é abaixado no furo de sondagem com o pistão do posicionado na extremidade inferior do tubo. O tubo e o pistão são unidos entre si por meio de um dispositivo de fixação situado no alto das hastes. O pistão impede que a água ou o solo solto entre no tubo (R.F. Craig, 2007).

Os amostradores de pistão devem sempre ser abaixados por macacos hidráulicos ou mecânicos e nunca devem ser cravados. O diâmetro do amostrador geralmente mede entre 35 e 100 mm, mas

pode medir até 250 mm. Geralmente os amostradores são usados em argilas macias e podem produzir amostras com qualidade de classe 1 e com comprimento de até 1 m (R.F. Craig, 2007).

4.1.2.1.5 Amostrador contínuo

O amostrador contínuo é um tipo altamente especializado de amostrador que é capaz de obter amostras indeformadas com comprimento de até 25 m. O amostrador é usado principalmente em argilas macias. Os detalhes de estrutura do solo podem ser determinados mais facilmente se uma amostra contínua estiver disponível. Uma exigência essencial de amostradores contínuos é a eliminação da resistência por atrito entre a amostra o interior do tubo do amostrador (R.F. Craig, 2007).



Figura 11 _ Amostrador de ar contínuo.

4.1.2.1.6 Amostrador do ar comprimido

O amostrador do ar comprimido é usado para se obterem amostras indeformadas de areia (geralmente da classe 2) abaixo do lençol freático. O tubo amostrador, geralmente com 60 mm de diâmetro, é unido a uma cabeça de amostrador que tem uma válvula de escape que pode ser fechada por um diafragma de borracha (R.F. Craig, 2007).

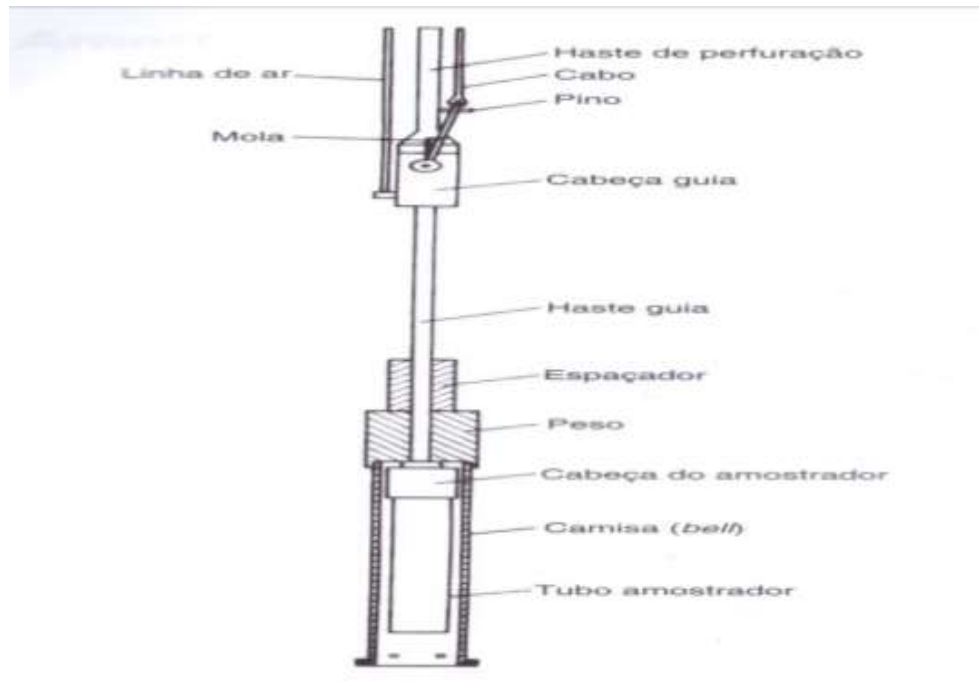


Figura 12_ Amostrador de ar comprimido.

4.1.2.1.7 Amostrador de janela

Este amostrador que é o mais adequado para solos secos, emprega uma série de tubos com 1 m de comprimento e de diâmetros diferentes (geralmente 80, 60, 50 e 36 mm). Os tubos do mesmo diâmetro podem ser acoplados entre si. Uma sapata do corte é conectada à extremidade do tubo inferior. Os tubos são cravados no solo por percussão, utilizando um dispositivo manual ou mecânico, e são extraídos manualmente ou por meio de um equipamento.

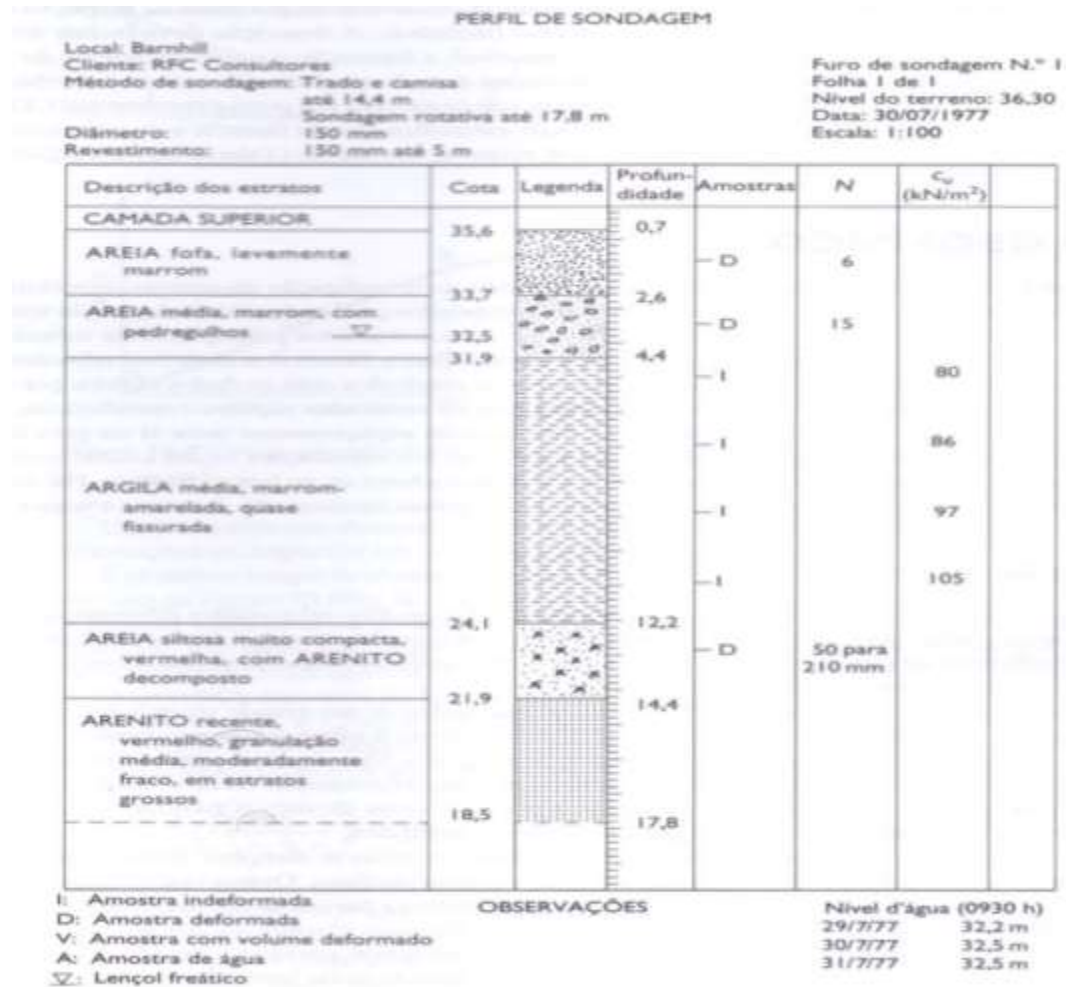
4.1.3 Perfil de sondagem

Depois de uma investigação ser concluída e de os resultados de todos os ensaios de laboratório estarem disponíveis, as condições de terreno descobertas em cada furo de sondagem (ou em um poço experimental) são resumidas na forma de um perfil de sondagem.

O método de investigação e os detalhes do equipamento utilizado devem ser declarados em cada perfil. A posição, o nível do terreno e o diâmetro do furo devem ser especificados junto com os detalhes de todo o revestimento utilizado e os nomes do cliente e do projecto devem ser indicados.

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

Tabela 2_ perfil de sondagem.



O perfil de sondagem deve permitir que seja feita uma estimativa rápida do perfil do solo. O perfil de sondagem é preparado com referência a uma escala vertical. É dada uma descrição detalhada de cada estrato, e os níveis dos limites dos estratos são mostrados claramente, deve ser indicado o nível no qual a furação foi encerrada. Os tipos diferentes de solo (e rocha) são representados por meio de uma legenda que usa símbolos padrão. As profundidades, ou as faixas de profundidades, nas quais as amostras foram colectadas ou nais quais foram realizados ensaios “in situ” são registadas, o tipo de amostra também é especificado. Os resultados de determinados ensaios de laboratório ou “in situ” podem ser representados no registo. As profundidades nas quais a água

subterrânea foi encontrada e mudanças subsequentes dos níveis, e a ocasião em que isso ocorreu, devem ser detalhadas (R.F. Craig, 2007).

A descrição do solo deve estar baseada na distribuição das partículas e na plasticidade, usando-se geralmente o procedimento rápido pelo qual essas características são avaliadas por meio da inspeção visual da cor do solo, da forma e da composição das partículas se possível, a formação e o tipo geológico de depósito devem ser fornecidos.

As características estruturais da massa do solo também devem ser descritas, mas esta requer um exame das amostras indeformadas ou do solo “in situ”. Devem ser dados detalhes da presença e do espaçamento de indícios de estratificação, de fissuras e de outras características relevantes. O grau de compactação, ou compactação relativa, das áreas devem ser indicados (R.F. Craig, 2007).

4.1.4 Métodos geofísicos

Sob determinadas condições, os métodos geofísicos podem ser úteis na investigação do terreno, especialmente no estágio de reconhecimento. Entretanto os métodos não são apropriados para todas as condições do terreno e há limitação para a informação que pode ser obtida por isso devem ser considerados principalmente métodos suplementares. Duas técnicas destes métodos são descritos a seguir.

4.1.4.1 Método de refração sísmica

Este método baseia-se no facto de que as ondas sísmicas têm velocidades diferentes em tipos diferentes de solo (ou de rocha); além disso, as ondas são refratadas quando cruzam o limite entre tipos diferentes de solo. O método permite que os tipos gerais do solo e as profundidades aproximadas até os limites dos estratos, ou até o substrato rochoso, sejam rochosos.

O procedimento consiste em instalar um geofone sucessivamente em vários pontos em uma linha recta, em distância crescentes da fonte de geração de onda. O comprimento da linha de pontos deve ser de 3.5 vezes a profundidade exigida de investigação. É produzida uma série de detonações ou de impactos e o instante de chegada da primeira onda em cada posição do geofone é gravado sucessivamente (Graham Barnes, 2010).

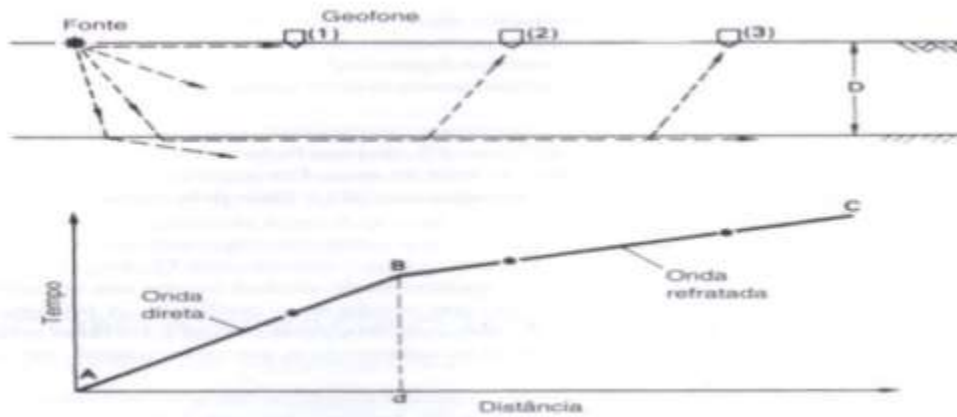


Figura 13_ Método de refração sísmica.

4.1.4.2 Método da resistividade eléctrica

Este basea-se nas diferenças de resistência eléctrica de tipos diferentes de solos (e rochas). O fluxo corrente através de um solo deve-se principalmente a acção electrolítica e, portanto, depende da concentração de sais dissolvidos na água dos poros e as partículas minerais de um solo são condutores pobres de corrente.

O procedimento conhecido com sondagem eléctrica é usado quando é exigido a variação da resistividade com a profundidade e isso permite que sejam feitas estimativas aproximadas dos tipos e das profundidade dos estratos. É feita uma série de leituras , com o espaçamento de electrodes sendo aumentada com cada leitura sucessiva; entretanto, centro dos quatro electodos permanece em um ponto fixo (Graham Barnes, 2010).

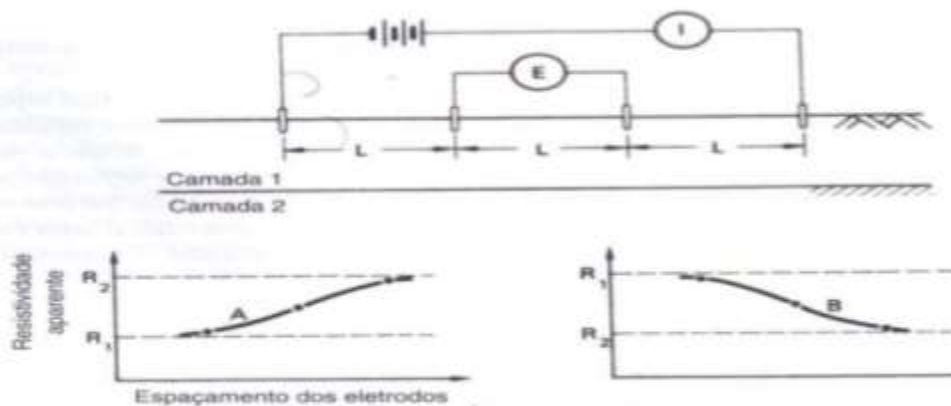


Figura 14_ Método da resistividade eléctrica

4.1.5 Contaminação do terreno

O escopo de uma investigação deve ser ampliado caso se saiba ou se suspeite de que o terreno em questão foi contaminado. Em tais casos, o solo e água subterrânea podem conter substâncias potencialmente prejudiciais, como produtos químicos orgânicos ou inorgânicos, material fibroso, como asbesto, gases tóxicos ou explosivos, agentes biológicos e elementos radioactivos.

O agente contaminador pode estar no estado sólido, líquido ou gasoso. Os agentes contaminadores químicos podem ser absorvidos nas superfícies de partículas finas do solo. A presença de contaminação influencia todos os outros aspectos da investigação do terreno e pode apresentar consequências para o projecto das fundações e a adequação geral do local do projecto em consideração.

Devem se tornar as precauções adequadas para garantir a segurança em relação as ameaças à saúde de todo o pessoal que trabalha no local, assim como quando se trabalha com amostras.

Durante a investigação, devem ser tomadas precauções para impedir propagação dos agentes contaminadores pelo pessoal, pelo fluxo superficial ou subterrâneo e pelo vento.

Nos estágios iniciais, a possível contaminação pode ser prevista com base nas informações de utilizações precedentes do local ou das áreas adjacentes, como por determinados tipos de indústria, trabalhos de mineração, vazamentos registados de líquidos perigosos sobre a superfícies ou de encaminhamentos subterrâneos. A presença visual de agentes contaminadores e a presença de odores fornecem evidência directa de problemas potenciais. Técnicas de sensoriamento remoto e técnicas geofísicas podem ser úteis na avaliação de possíveis contaminações.

As amostras do solo e de água subterrânea são obtidas normalmente em poços experimentais rasos ou em furos de sondagem. As profundidades nas quais as amostras são colectadas dependem da provável fonte de contaminação e dos detalhes dos tipos e das estruturas dos estratos. Dessa forma, são exigidos experiência e bom senso na formulação do programa de amostragem.

As amostras devem ser seladas em recipiente à prova de água e feitos de material que não reaja com a amostra. Deve-se tomar cuidado para evitar a fuga de agentes contaminadores voláteis para a atmosfera. Podem ser colectadas amostras de água subterrânea directamente dos poços

experimentais, das tubulações de observação nos furos de sondagem ou por meio de sondas de amostragem, especialmente projectadas.

As amostras de água devem ser colectadas durante um período apropriado para determinar se as propriedades são constantes ou variáveis.

4.2 Percolação

4.2.1 A água do solo

Para Graham Barnes (2010), todos os solos são materiais permeáveis, ou seja, a água está livre para fluir através dos poros interligados existentes entre as partículas sólidas. O nível do lençol de água varia de acordo com as condições climáticas; no entanto, o nível também pode mudar em consequência de procedimentos construtivos.

Um lençol de água superposto ou suspenso pode ocorrer localmente, contido por um solo de baixa permeabilidade, acima do nível do lençol de água normal. Abaixo do lençol de água, a água dos poros pode se apresentar estática, com a pressão hidrostática dependente da profundidade abaixo do lençol de água, ou pode estar percolando através do solo graças a gradiente hidráulico.

Quando a água percola através do solo no sentido da superfície para o lençol de água, parte dessa água pode ser retida pela tensão da superfície em torno dos pontos de contacto entre as partículas.

A pressão negativa da água mantida acima do lençol de água resulta em forças atrativas entre as partículas, essa atracção é conhecida como sucção do solo e é uma função do tamanho dos poros e da humidade.

4.2.2 Permeabilidade

Em uma dimensão, a água flui através de um solo completamente saturado de acordo com a lei de Darcy:

$$Q = A \cdot K \cdot I \text{ ou } V = Q/A = K \cdot I$$

Em que “Q” é o volume de água que flui por unidade de tempo, “A” é a área da secção transversal de solo correspondente ao fluxo “Q”, K é o coeficiente de permeabilidade, “I” é o gradiente

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

hidráulico e “V” é a velocidade de descarga. As unidades do coeficiente da permeabilidade são as mesmas da velocidade (m/s).

O coeficiente de permeabilidade depende principalmente do tamanho médio dos poros, o que por sua vez está relacionado com a distribuição do tamanho das partículas, a forma das partículas e a estrutura do solo. Geralmente, quanto menor as partículas, menores serão o tamanho médio dos poros e o coeficiente de permeabilidade. A presença de uma pequena percentagem de finos em um solo de granulação grossa resulta em valor de “k” significativamente menor do que o valor para o mesmo solo sem presença de finos.

O coeficiente de permeabilidade também varia com a temperatura, da qual a viscosidade da água depende. Se o valor de “k” medido a 20°C for considerado como 100%, então os valores a uma temperatura de 10°C e 0°C serão 77% e 56% respectivamente.

Tabela 3_ coeficiente de permeabilidade (m/s) (BS 8004:1986).

| 1 | 10 ⁻¹ | 10 ⁻² | 10 ⁻³ | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻⁵ | 10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁷ | 10 ⁻⁸ | 10 ⁻⁹ | 10 ⁻¹⁰ |
|--------------------|---|------------------|------------------|---|------------------|------------------|--|------------------|------------------|-------------------|
| Pedregulhos limpos | Areias e misturas areia-pedregulho limpas | | | Areias muito finas, siltes e laminados argila-silte | | | Argilas e argila-silte (>20% de argila) não-fissuradas | | | |
| | Argilas secas e fissuradas | | | | | | | | | |

4.2.2.1 Determinação do coeficiente de permeabilidade

4.2.2.1.1 Ensaios de laboratório

O coeficiente de permeabilidade para solos grossos pode ser determinado por meio de ensaio de carga constante. A amostra do solo, na densidade apropriada é colocada em um cilindro de Perspex com área de seção transversal igual a “A”, a amostra fica mantida em um filtro grosso ou uma malha de arame. Um fluxo de água permanente e vertical, sob uma carga total constante, é mantido através do solo e é medido o volume de água que flui por unidade de tempo (Q). As válvulas nas laterais do cilindro permitem que o gradiente (H/L) seja medido. Então da lei de Darcy:

$$K=Q*L/AH$$

Uma série de ensaios deve ser executada, cada um deles com uma intensidade diferente de fluxo. Antes de se fazer um teste, é aplicado vácuo à amostra assegurar que o grau de saturação sob fluxo estará próximo a 100%.

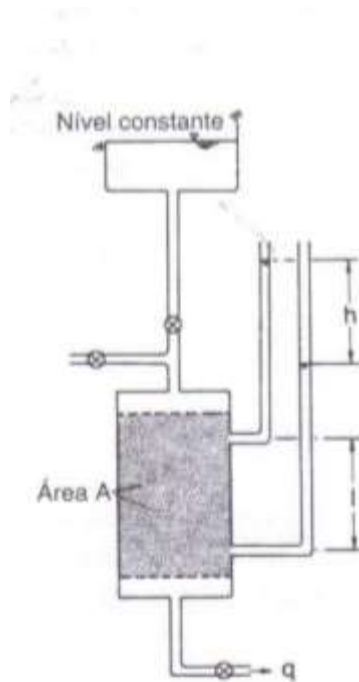


Figura 15_ Ensaios laboratoriais _ carga constante.

Para solos finos, deve ser usado o ensaio de carga variável. No caso de solos finos, normalmente são ensaiadas amostras indeformadas e o cilindro do ensaio pode ser o próprio tubo de amostragem.

O comprimento da amostra é “L” e a área da secção transversal é “A”. Um filtro grosso é colocado em cada extremidade da amostra e uma bureta de área interna é conectada ao topo do cilindro. A água escoar para o interior de um reservatório de nível constante. A bureta é preenchida com água é feita uma medida do tempo (L) que o nível da água (em relação ao nível de água do reservatório) leva para cair de “H”

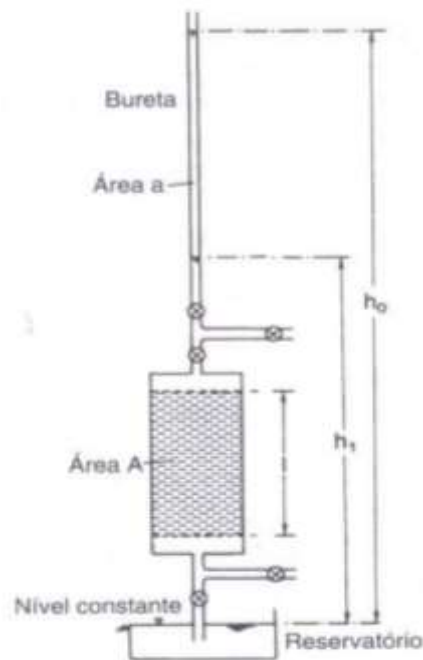


Figura 16_ Ensaio laboratoriais_carga variável.

4.2.2.1.2 Ensaio de bombeamento

Este método é mais apropriado para uso em estratos de solos grossos homogêneos. O procedimento consiste em bombear continuamente, a uma razão constante, de um poço de normalmente 300 mm de diâmetro no mínimo, que penetra até o fundo do estrato que está sendo ensaiado. É colocado um filtro ou uma tela no fundo do poço para evitar a entrada de partículas do solo.

É estabelecida radialmente uma percolação estável a partir do poço, o que resulta no rebaixamento do lençol de água e na formação de um “cone de depressão”. Os níveis de água são observados em vários furos de sondagem distribuídos ao longo de linhas radiais a várias distâncias do poço.

A análise baseia-se na hipótese de que o gradiente hidráulico a qualquer distância “r” do centro do poço é constante em uma determinada profundidade e é igual à inclinação do lençol de água:

$$I_r = DH/Dr$$

Em que “H” é a altura do lençol de água no raio “r”. Isso é conhecido como hipótese de Dupuit, que é razoavelmente correta exceto em ponto próximos ao poço.

4.3 Métodos para melhoramento do solo e rebaixamento do lençol freático

Uma alternativa ao uso de fundações profundas é melhoramento das propriedades do solo próximo a superfície; assim fundações rasas (superficiais) passam a ser uma possibilidade. Todas técnicas de melhoramento exigem os serviços de um empreiteiro especialista (Graham Barnes, 2010).

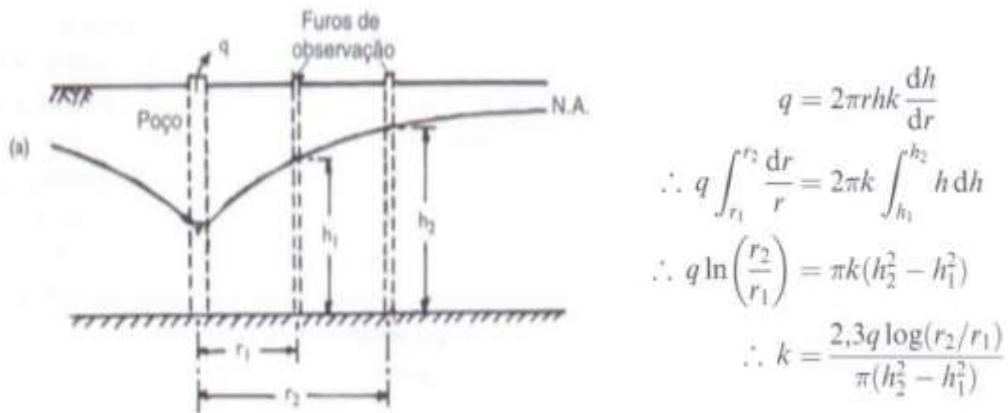


Figura 17_ Ensaios de bombeamento _ estrato não confinado.

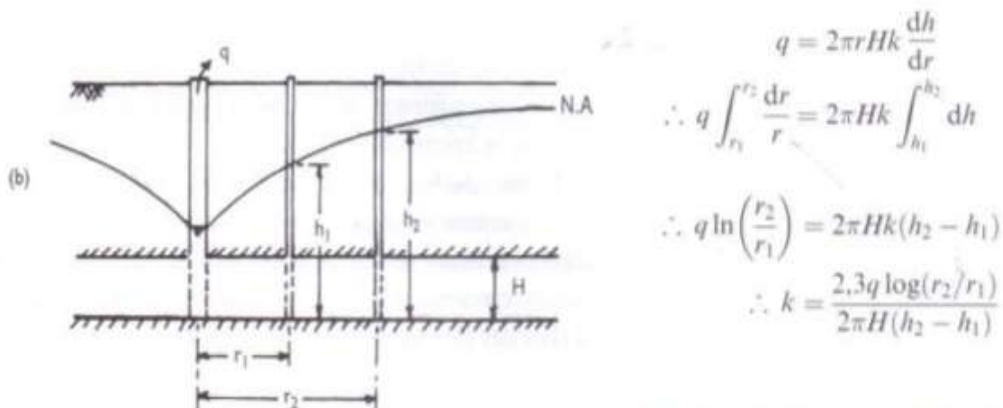


Figura 18_ Ensaios de bombeamento _ estrato confinado.

4.3.1 Ensaios de furos de sondagem

O princípio geral é introduzir água ou bomba para fora de um furo de sondagem que termine dentro do estrato em questão, esses procedimentos são conhecidos como ensaios de fluxo de entrada e de fluxo de saída, respectivamente. Dessa forma, um gradiente hidráulico é estabelecido causando

percolação, ou para dentro ou para fora da massa do solo que está na circunvizinhança do furo de sondagem e taxa do fluxo é medida (Graham Barnes, 2010).

Em um ensaio de carga constante, o nível de água é mantido ao fim em um determinado nível. Em um ensaio de carga variável, é permitido que o nível da água fique abaixo ou acima da sua posição inicial e é registrado o tempo para ocorrer essa mudança de nível. O ensaio indica a permeabilidade do solo dentro dum raio de apenas 1 – 2 m do centro de furo de sondagem e é essencial uma escavação cuidadosa para evitar perturbação da estrutura do solo.

As expressões para o coeficiente de permeabilidade depende de estrato estar confinado ou não, da posição da extremidade inferior do tubo de revestimento dentro do estrato e de detalhes de superfície de drenagem no solo. Se o solo for anisotrópico em relação à permeabilidade e se o furo de sondagem se estender além da extremidade inferior do revestimento, então a permeabilidade horizontal tende a ser medida. Se, por outro lado, o tubo de revestimento penetrar até abaixo do nível do solo na extremidade inferior do furo de sondagem, então a permeabilidade vertical tende a ser medida.

Para um ensaio de carga constante:

$$K = \frac{Q}{F * H}$$

Para um ensaio de carga variável:

$$K = \frac{2.3 * A}{F(T2 - T1)} * \log \frac{H1}{H2}$$

Em que “K” é o coeficiente de permeabilidade, “Q” é a vazão, “H” é a carga variável no tempo “T1”, “H2” é a carga no tempo “T2” e “A” é a área da secção transversal do tubo.

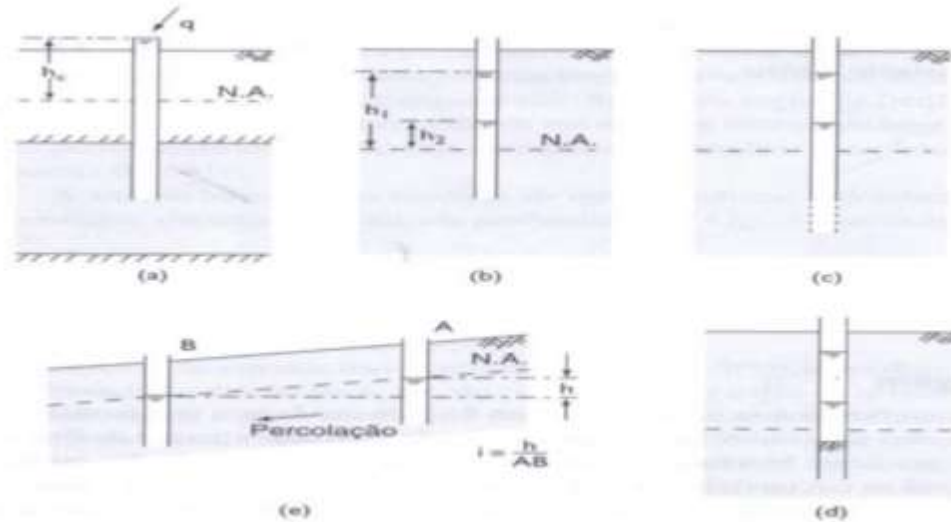


Figura 19_ Ensaios de furos de sondagem.

4.3.2 Redução do lençol de água subterrânea por meio de bombas

Para esgotar um lençol de água subterrânea é necessário construir poços distribuído pela superfície dos terrenos escavados, sendo o espaçamento dos poços dependente do grau de permeabilidade do solo, não excedendo os 8 e 10 m e sendo depois a água extraída através de bombagem.

Um outro processo consiste em conduzir a água para fora da zona de trabalho através de valetas e acumulada dentro de um poço executado abaixo da escavação, fazendo-se depois a bombagem directamente do fundo do poço.

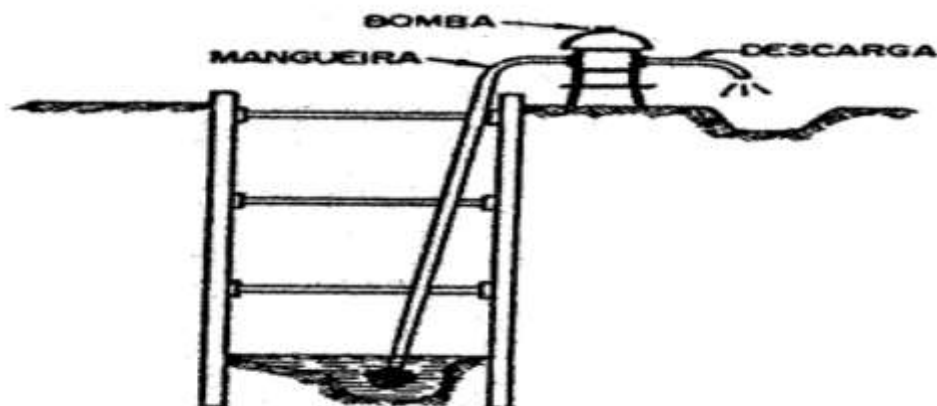


Figura 20_ Rebaixamento do nível de freático com bombagem.

4.3.3 Sistema de poços filtrantes

O princípio geral do processo consiste em envolver a área que se pretende secar, com uma linha colectora (em geral de 6") ligada a uma bomba aspirante.

Ao longo do colector e espaçadas de 90 cm, são colocadas tomadas de 1 ½". No prumo destas tomadas são descidos (por cravação ou por lançamento) tubos de 1 ½", terminados por ponteiras especiais, constituídas de um elemento de cano de cobre perfurado, envolto por uma rede de telas de cobre de malha adequada. O espaçamento entre os tubos não deve ser inferior a 15 vezes o diâmetro do tubo, de maneira a reduzir suficientemente a influência recíproca de uns sobre os outros. As ponteiras descem a uma profundidade um pouco maior do que a do ponto baixo e ser escavado.

Os tubos verticais são conectados às tomadas do colector por meio de uniões articuladas providas de um visor especial que permite o exame de funcionamento de cada uma das ponteiras. Por fim a partir da bomba que aspira a água do solo através das ponteiras sai um cano de descarga que pode ser conduzido para o local mais apropriado à escavação das águas.

A rede deve ter um ligeiro declive no sentido das bombas para não se formarem bolsas de ar no interior das canalizações. Devido ao grande número de poços filtrantes distribuídos pela área, consegue-se o rebaixamento do nível de água de maneira rápida e uniforme.

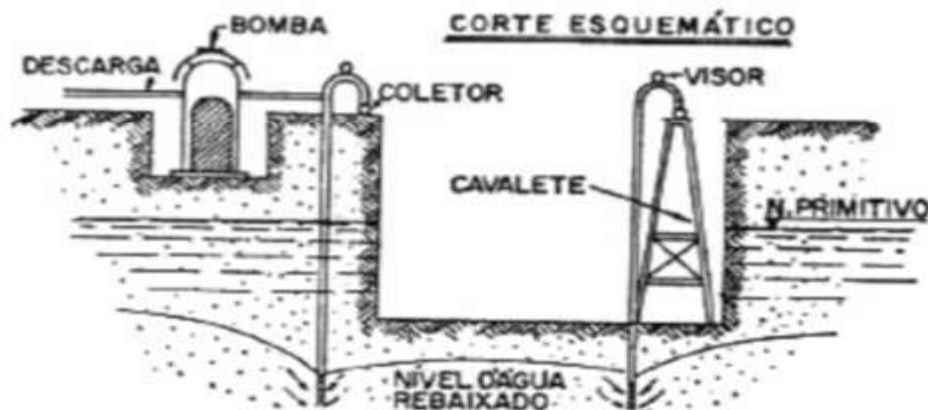


Figura 21_ Sistema de poços filtrantes.

4.3.4 Bombas de profundidade

Este processo, denominado por “processo Siemens”, consiste em recalcar a água por meio de bombas submersas colocadas no fundo de um tubo filtrante, sendo indicado nas situações em que se deve fazer um rebaixamento de nível de água a uma grande profundidade. Existem bombas para este processo que rebaixam a água até mais de 100 m de altura e com uma descarga de 60 m³/hora ou mais.

O poço filtrante é revestido por um tubo de aço com 15 a 30 cm de diâmetro e 4 mm de espessura, fechado na base e perfurado ao longo de uma certa altura. A parte perfurada é envolvida por um conjunto de telas com malhas convenientemente escolhidas, de maneira a impedir a passagem de partículas do solo. A altura desta parte filtrante do poço depende do nível do lençol de água. Na parte inferior é colocada uma bomba de rebaixamento, que é uma bomba centrífuga com eixo vertical, acoplada directamente a um motor eléctrico, também submerso ou situado na superfície do solo e água é rebaixada por um tubo terminado por um colector de evacuação.

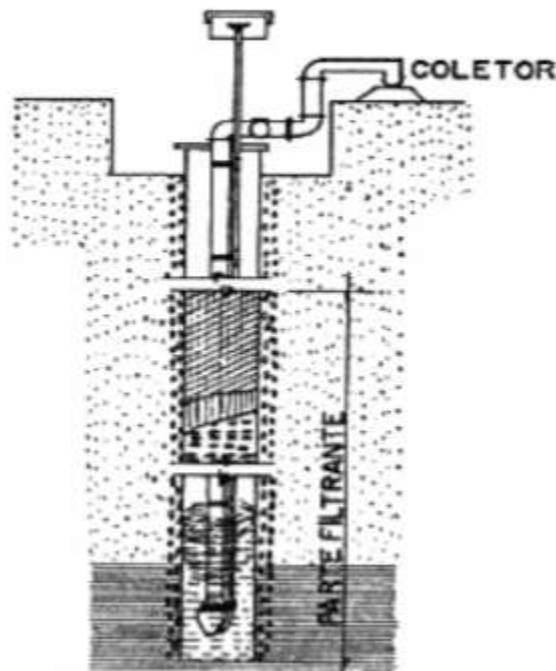


Figura 22_ Rebaixamento do nível freático com bomba de profundidade.

4.3.5 Sistema a vácuo

Neste método provoca-se a rarefacção do ar nos colectores por meio de bombas adicionais de vácuo, ligadas à instalação, ao mesmo tempo que se utilizam poços filtrantes envolvidos por drenos de areia obturados na extremidade superior por um tampão de argila. Devido a esta rarefacção no interior da instalação e considerando que no exterior a água está sujeita à pressão atmosférica (pa), cria-se deste modo um gradiente de pressão que faz com que a água percole na direcção dos poços filtrantes e daí para colector, de onde é esgotada e por este método são acrescidas as pressões efectivas no solo, proporcionando melhor estabilidade do maciço (Graham Barnes, 2010).

4.3.6 Drenagem por electro-osmose

Neste método, são instalados num solo saturado, dois eléctrodos, que após a passagem de corrente eléctrica entre ambos, a água contida nos vazios percolará no sentido do ânodo para o cátodo, sendo daí colectada e esgotada por meio de bomba.

O princípio em que se baseia este processo é mostrada pela seguinte equação:

$$Q=K_c * V/L * A$$

4.3.7 Vibrocompactação

O grau de compacidade de depósitos de areias soltas e médias pode ser aumetado pelo processo de vibrocompactação. A técnica emprega um vibrador de profundidade suspenso da lança de um guindaste ou montado em suportes especiais. Os vibradores típicos possuem comprimentos de 3-5 m e diâmetros de 300-450 mm podendo ser accionados hidráulicamente ou electricamente e funcionam com um movimento giratório em plano horizontal, produzido pela rotação de massas excêntricas. Com esta técnica, pode-se conseguir compactação signativa de do solo até um raio de 2.5 m do eixo do vibrador, dependendo da distribuição do tamanho das partículas e da densidade inicial do solo, além das características do equipamento (Graham Barnes, 2010).

4.3.8 Vibrossubstituição

A vibrossubstituição envolve o reforço de depósitos de solos finos com colunas de pedrans para fornecer suporte adequado para estruturas relativamente leves. As colunas não transferem cargas a grandes profundidades (elas não funcionam da mesma forma que estacas), elas se baseiam

principalmente na resistência lateral do solo circunvizinho, portanto, não são adequadas para suportar carregamento relativamente grande. As colunas de pedra também desempenham uma função similar aos drenos verticais de areia para acelerar a velocidade de adensamento do solo circunvizinho (Graham Barnes, 2010).

Igual o método vibrocompactação, nesta também usa-se um vibrador de profundidade para penetrar no solo. O solo é deslocado radialmente pelo vibrador, e forma-se assim uma cavidade cilíndrica, de seguida, é introduzido ar comprimido para interromper a sucção e a cavidade é preenchida em estágios com camadas de agregado angular com 50 – 75 mm, com cada camada sendo compactada por mais uma inserção do vibrador. O agregado é deslocado tanto lateralmente como para baixo com o deslocamento adicional do solo adjacente (Graham Barnes, 2010).

4.3.9 Compactação dinâmica

Esse processo envolve o uso de alta energia de compactação para melhorar as propriedades de engenharia de solos relativamente fracos. É possível realizar o melhoramento até profundidades de aproximadamente 10 m. A técnica consiste em deixar cair uma massa pesada, normalmente na faixa de 6 – 20 toneladas, de uma altura de 5 – 20 m sobre a superfície do terreno (embora massas e alturas maiores já tenham sido usadas). A energia de queda por golpe é a massa multiplicada pela altura de queda (Graham Barnes, 2010).

Um guindastes sobre esteiras ou equipamento de elevação é usado para levantar o peso (soquete) e então liberá-lo. O impacto do soquete causa um buraco, conhecido como impressão, na superfície do terreno e causa ondas de choque que são transmitidas através do solo até uma profundidade considerável. Normalmente o soquete é solto 5 – 10 vezes em cada posição e o processo é repetido com centro de quedas espaçados de 5 – 15 m em uma grade quadrada ao longo da área a ser melhorada e podem ser usados valores diferentes de energia para melhorar diferentes intervalos de profundidade dentro do solo (Graham Barnes, 2010).

4.3.10 Estabilização por cal

As propriedades de carga de argilas moles e siltes podem ser melhoradas pela formação de um grupo de colunas de cal dentro do solo. A técnica usa uma ferramenta especial de mistura montada em um eixo vertical longo de secção oca que passa através da unidade rotatória de cravação do

equipamento. O misturador é inserido no solo por rotação até a profundidade desejada. Então o misturador é retirado gradualmente e ao mesmo tempo é introduzida cal virgem (CaO) através dos orifícios imediatamente acima das lâminas misturadoras (Graham Barnes, 2010).

Dentro do eixo, a cal é empurrada para baixo por eixo comprimido. A orientação das lâminas misturadoras é tal que a mistura solo-cal é compactada quando a ferramenta é retirada. A proporção de cal normalmente está na faixa de 3-10% do peso solto do solo. As colunas de cal possuem normalmente diâmetro de 300-600 mm, o espaçamento usual é 1 – 2 m de centro a centro das colunas e o comprimento das colunas pode atingir 15 m. a estabilização por cal resulta em maior capacidade de carga e menor compressibilidade da massa de solo tratada (Graham Barnes, 2010).

4.4 Fundações

As fundações são o elemento estrutural responsável pela transmissão das cargas da superestrutura aos solos de fundação. Elas devem ser dimensionadas atendendo às cargas da superestrutura e às características dos solos.

Para a determinação das características dos solos de fundação é indispensável um Reconhecimento Geotécnico. Este reconhecimento é normalmente realizado através de uma Inspeção Visual e de uma Prospecção Geotécnica.

4.4.1 Fundações superfícies

Aquelas cuja profundidade máxima vai até 3 a 5 m, e são indicadas quando o solo de fundação tem boas características de resistência a pequena profundidade. Tipos usuais:

- Sapatas Isoladas;
- Sapatas Contínuas;
- Sapatas Combinadas ;
- Sapatas com Viga de Equilíbrio;
- Ensoleiramento Geral.

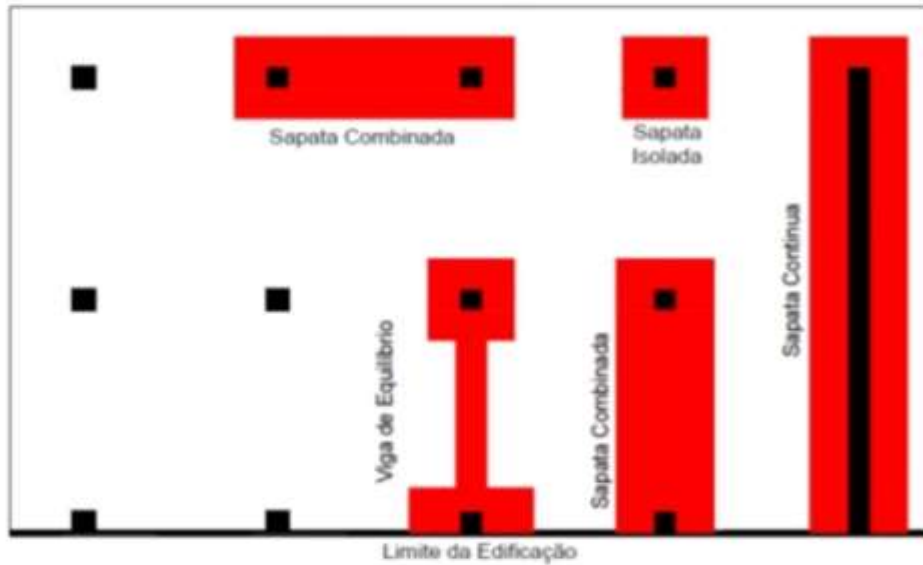


Figura 23_ Sapatas: isoladas, combinadas, contínuas e com viga de equilíbrio.

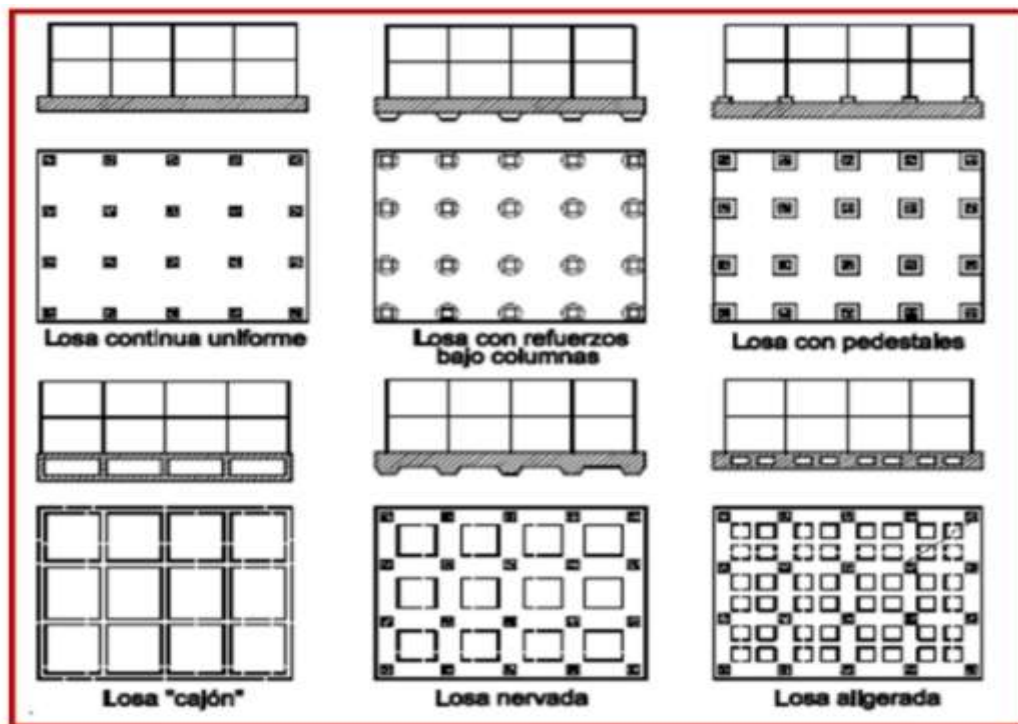
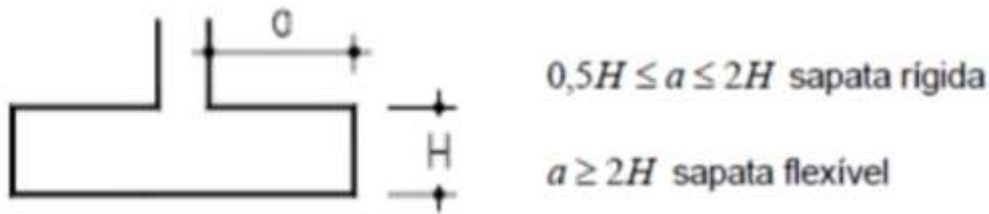


Figura 24_ Ensaio geral.

4.4.2 Classificação das sapatas quanto à sua rigidez

As sapatas podem ser classificadas como rígidas ou flexíveis dependendo da relação das suas dimensões e da transmissão das tensões ao solo de fundação.



Na prática a altura H da sapata deve ser escolhida por forma a considerar a sapata rígida: maior uniformização de tensões no solo e redução do efeito de punçoamento.

4.4.3 Distribuição de tensões no solo

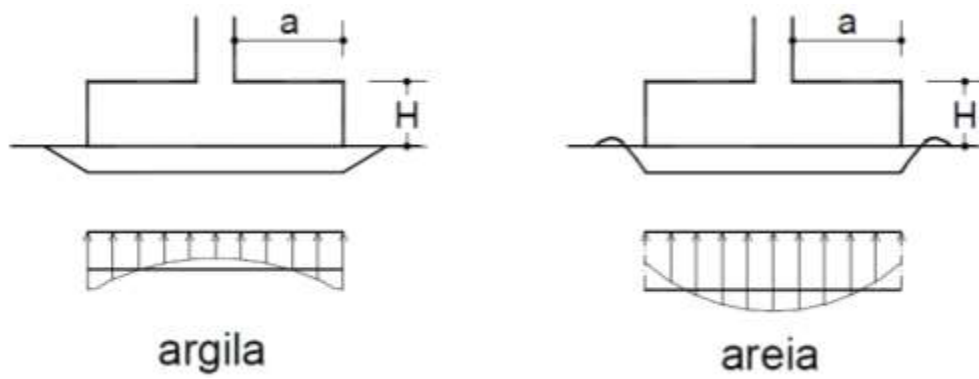


Figura 25_ Tensão no solo de sapatas rígidas

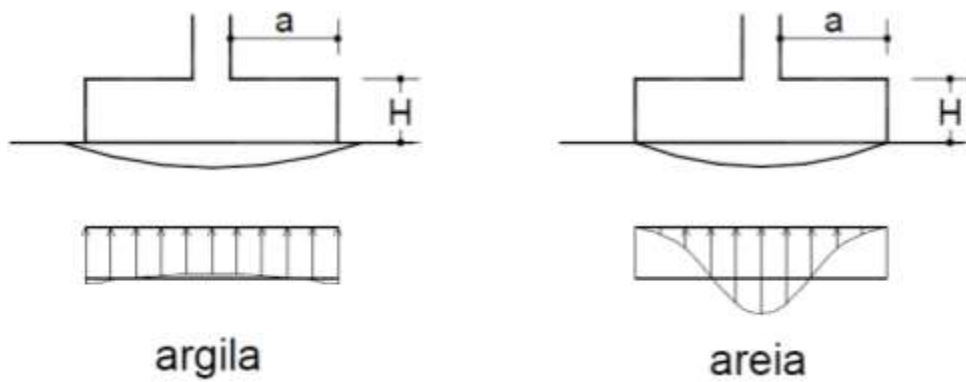
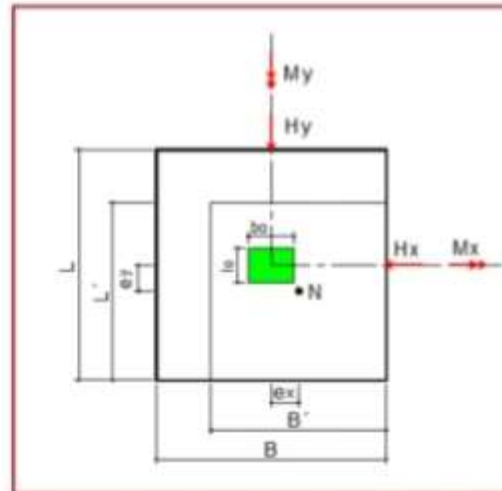
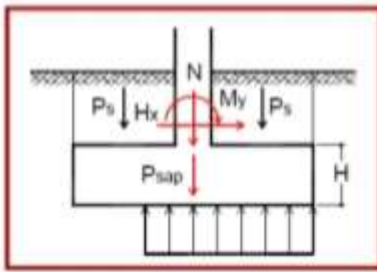


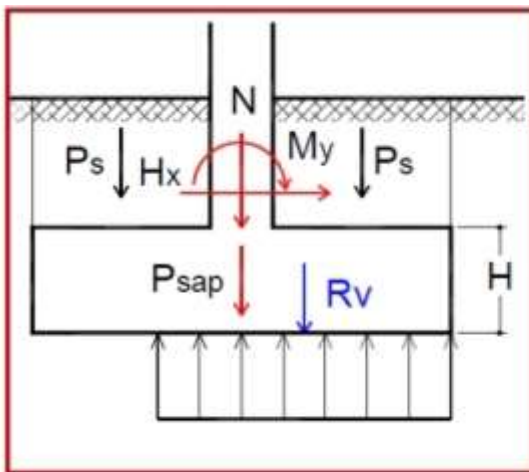
Figura 26_ Tensão no solo de sapatas flexíveis

4.4.4 Acções a considerar no dimensionamento das funções



N – esforço normal
 Mx, My – momentos
 Hx, Hy – esforços horizontais
 P_s – peso do solo acima da sapata
 P_{sap} – Peso da sapata

Componente vertical da resultante R_v :



$$R_v = N + P_s + P_{sap}$$

$$e_{ix} = \frac{M_y + P_s \cdot e_s + P_{sap} \cdot e_{sap}}{R_v}$$

4.4.5 Pré-dimensionamento

4.4.5.1 Dimensões em planta

Admite-se:

$$\sigma_{ref} \leq \sigma_{adm}$$

Determina-se uma proporcionalidade entre as dimensões A e B relacionando-os com os esforços;

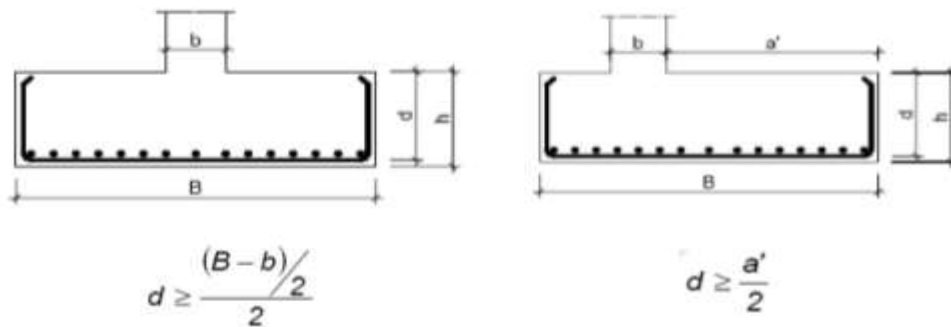
Em função das dimensões calculam-se as tensões instaladas;

Por fim, calcula-se a tensão de referência em função das incógnitas;

Pela desigualdade acima indicada, calculam-se as incógnitas A e B.

4.4.5.2 Dimensões em altura

Considera-se apenas o dimensionamento de sapatas rígidas já que para estas é possível considerar diagramas lineares das tensões instaladas.



4.4.6 Critérios gerais de verificação de capacidade de carga e da segurança

4.4.6.1.1 Verificação da capacidade de carga

O problema da determinação da capacidade de carga dos solos é dos mais importantes para o engenheiro civil que projecta ou executa fundações.

A escolha de prospecção geotécnica e geológica existentes são muitos e a escolha do mais apropriado dependerá, entre outros factores, da dimensão e importância da obra e do conhecimento prévio eventualmente existente do terreno de fundação.

Quando uma carga proveniente de uma fundação é aplicada ao solo, este deforma-se e a fundação assenta, como se sabe para um mesmo solo e igual área de influência. Quanto maior a carga, maiores os assentamentos



Figura 27_ Pressões – assentamentos

A carga limite última vertical Q de uma fundação pode ser avaliada analiticamente. Para tal deverão ser consideradas situação a curto e longo prazo, particularmente em solos finos, onde a variação das pressões intersticiais ao longo do tempo pode conduzir a variações da resistência do solo.

Em terrenos suficiente homogêneos a carga limite última do solo de fundações pode ser avaliada com recurso às equações baseadas na teoria da plasticidade, as quais têm em consideração, por um lado, a forma e a profundidade da fundação e, por outro lado, a inclinação e excentricidade da carga.

A deformação do solo de fundação tem três componentes, o assentamento imediato (areias e comportamento não drenado das argilas), hidrodinâmico (consolidação primária, importante em argilas de consistência mole a média) e a secular (consolidação secundária, significativa em solos orgânicos e argilas muito sensíveis).

Como forma de controlo a proximada da deformação total em solos arenosos a um valor de 2.5 cm e que pode ser de grande utilidade na fase de pré-dimensionamento das fundações, indica-se seguidamente a tensão admissível função do valor SPT.

Tabela 4_ Correlação entre o número de pancada do SPT e a tenão admissível do solo.

| N (SPT) | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
|-------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| σ_{adm} (kN/m ²) | 60 | 100 | 210 | 320 | 430 | 520 |

4.4.6.1.2 Verificação da segurança

O dimensionamento de fundações é feito através da verificação da segurança em relação aos estados limites últimos e estados limites de utilização (serviço), sendo as relações de base as seguintes:

$S_d \leq R_d$ (estados limites últimos);

$S_d \leq C_d$ (estados limites serviços).

S_d – valor de cálculo do efeito das acções;

R_d – Valor de cálculo da capacidade resistente do solo ao efeito da acção;

C_d – Valor de cálculo do parâmetro a avaliar.

4.4.7 Estados limites últimos

Os estado limites últimos a considerar são:

- Colapso por deformação excessiva;
- Rotura por falta resistência do solo de fundação;
- Rotura ao Deslizamento;
- Rotura Estrutural devido a movimentos no solo de fundação;
- Flexão;
- Esforço Transverso (sapatas contínuas);
- Punçoamento (sapatas isoladas);

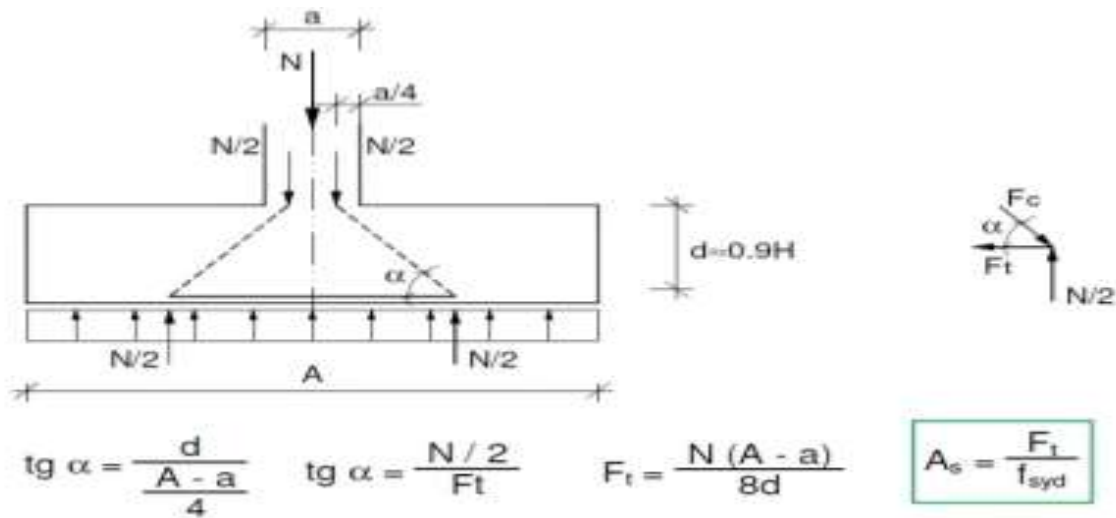
Existem dois modelos para cálculo de armaduras em sapatas:

Método de Labelle (ou método das Bielas) aplicável apenas a sapatas rígidas. Procura explicar o modelo de funcionamento interno da sapata através de escoras de betão e tirantes de armadura (modelo de “strut e tie”) para absorver as cargas aplicadas.

Método das Consolas (ou de flexão) para sapatas rígidas ou flexíveis. Simula o comportamento da sapata sujeita ao diagrama de tensões do solo, a partir de consolas laterais invertidas encastradas no elemento vertical (parede ou pilar).

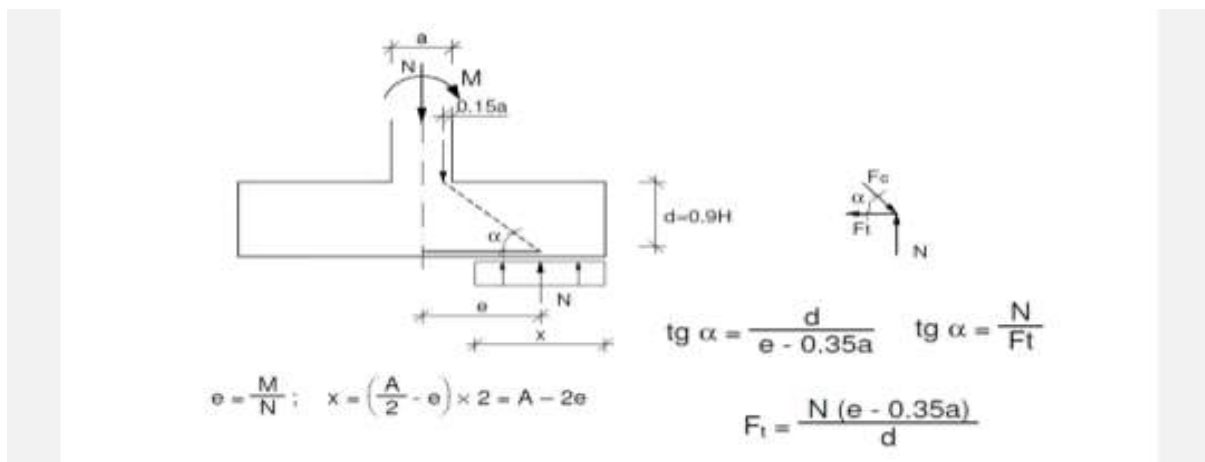
4.4.8 Dimensionamento

4.4.8.1 Modelo de escoras e tirantes: sapata sem excentricidade da carga

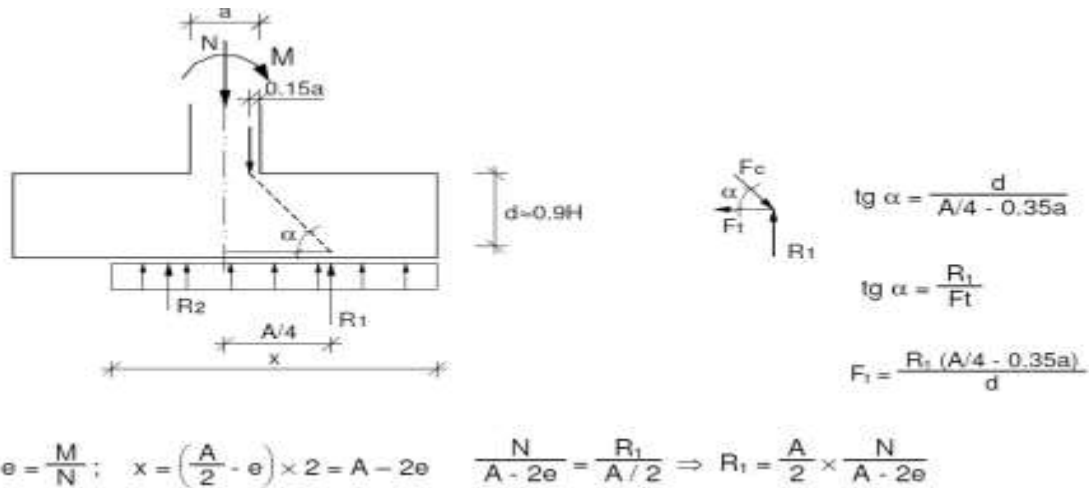


4.4.8.2 Modelo de escoras e tirantes: sapata com excentricidade da carga

$e > A/4$: tensões no solo em menos de metade da sapata

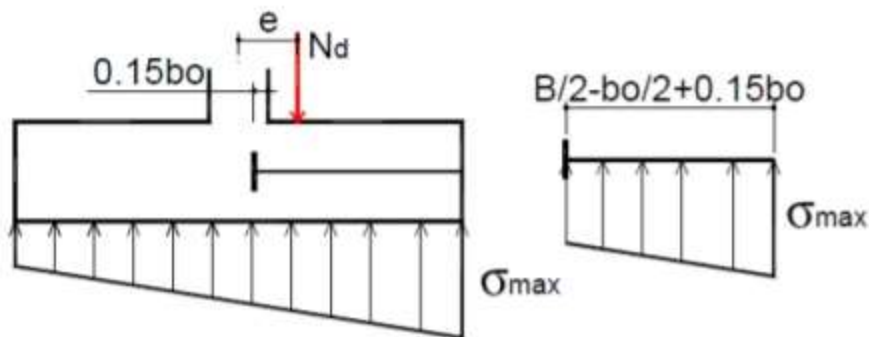


$e < A/4$: tensões no solo em menos de metade da sapata



4.4.8.3 Modelo de flexão

Secção crítica se encontra a uma distância de $0.15a$ da face do pilar e admite-se um diagrama linear na sapata.



4.4.8.4 Cálculo da armadura

A armadura calcula-se através das formulas da flexão ou, simplificada, através de:

$$A_{s,x} = \left(\frac{M_{sd,f}}{0.9 \cdot d} \right) / f_{syd}$$

Na direcção perpendicular deve-se calcular a armadura admitindo uma tensão unofrme igual à tensão dada por:

$$\sigma_{sd,3/4} = \frac{3 \cdot \sigma_{sd,1} + \sigma_{sd,2}}{4}$$

4.4.9 Estados limites utilização

Nestes destacam-se as deformações ou movimentos que afectam a aparência, a profundidade da estrutura ou ainda causem danificações em elemntos estruturais (desde fissura de paredes, empeno caixilharias, até ao mau funcionamento de maquinas).

A verificação do estado limite de utilização é feito analisando os assentamentos e as vibrações.

Se para a avaliação da capacidade resistente de uma fundação existem modelos de cálculo como uma certa divulgação e fiabilidade, os métodos de avaliação de deslocamento não permitem, em geral, um grande rigor de calculo. Assim, as verificações dos estados limites que envolvem o cálculo de deslocamentos com excepção de casos particulares, são em geral simplificadas, podendo ser encaradas de uma forma indirecta.

No entanto, a avaliação cuidada dos deslocamentos é importante, em particular em fundações sobre solos argilosos devido à deformação diferida no tempo por acção das cargas permanentes e que pode causar danos nos elementos estruturais e não estruturais dos edifícios.

O controle de assentamentos deverá ser feito tendo em atenção as duas parcelas:

- Deformações instantâneas;
- Deformações lentas (diferidas)

Devendo ser feito para as acções quase permanentes e analisar-se quais os seus efeitos na superestrutura.

De salientar, uma vez mais, que danos severos em estruturas surgem devidos a assentamentos diferenciais.

4.4.10 Tensão de segurança à rotura

A tensão de segurança a rotura depende, no caso geral, da forma, dimensões e profundidade do elemento de fundação.

Apresenta-se, para os diferentes tipos de terrenos de fundação, os valores da tensão de segurança à rotura estabelecidos para fundações horizontais a 0.5 m de profundidade e sob cargas estáticas verticais. Esses valores supõem a existência das seguintes condições:

- No local da construção e zonas adjacentes o terreno é sensivelmente horizontal;
- As camadas do terreno de fundação são sensivelmente horizontais;
- Não existem formações mais moles abaixo da formação;
- O local não sofrerá alterações que possam conduzir a diminuição da resistência do terreno de fundação.

“Solo seco” significa que o nível freático se encontra a uma profundidade, abaixo do nível da fundação, superior a largura da sapata “b”. Os valores indicados para solos incoerentes referem-se a larguras da sapata “b” igual a 1 m. Nos casos em que não estão indicados valores, estes só podem ser distribuídos após exame ou estudo dos terrenos.

Aos valores indicados na tabela corresponde um coeficiente de segurança de cerca de 2 em relação à capacidade de carga por corte do terreno de fundação. As tensões de segurança indicadas no quadro destinam-se a ser usadas quando não tiverem sido realizados ensaios para determinação das características mecânicas do terreno e quando se esteja seguro de que o terreno em causa corresponde ao tipo ali indicado.

Deve, no entanto, notar-se que a realização de ensaios conduzirá em regra à soluções mais económicas.

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

Tabela 5_ Tensões de segurança à rotura.

(Profundidade de fundação igual a 0,5 m)

| Grupo | Tipo de terreno | Tensão de segurança à rotura (Mpa) | |
|--------------------------|--|------------------------------------|----------------------|
| Rochas | Rochas duras e sãs | 10 | |
| | Rochas pouco duras ou mediamente alteradas | 3 | |
| | Rochas brandas ou muito alteradas | 1 | |
| Solos incoerentes | Areias e misturas areia-seixo, bem graduadas e compactas | <u>Solo seco</u> | <u>Solo submerso</u> |
| | | 0.4 - 0.6 | 0.2 - 0.3 |
| | Areias e misturas areia-seixo, bem graduadas mas soltas | 0.2 - 0.4 | 0.1 - 0.2 |
| | | 0.2 - 0.4 | 0.1 - 0.2 |
| | Areias uniformes compactas | 0.1 - 0.2 | 0.05 - 0.1 |
| Areias uniformes soltas | 0.1 - 0.2 | 0.05 - 0.1 | |
| Solos coerentes | Solos coerentes rijos | 0.4 - 0.6 | |
| | Solos coerentes muitos duros | 0.2 - 0.4 | |
| | Solos coerentes duros | 0.1 - 0.2 | |
| | Solos coerentes de consistência média | 0.05 - 0.1 | |
| | Solos coerentes moles | — | |
| | Solos coerentes muito moles (incluindo lodos) | — | |
| | Turfas e depósitos turfosos | — | |
| | Aterros e entulhos | — | |

4.4.11 Fundações profundas

Aquelas cuja profundidade é maior que 5m, e são a solução a adoptar quando os solos têm fraca resistência. Tipos usuais:

- Micro-estacas (estacas de pequeno diâmetro $D < 300\text{mm}$);
- Estacas;
- Pegões (estacas de grande diâmetro $D > 1500\text{mm}$).

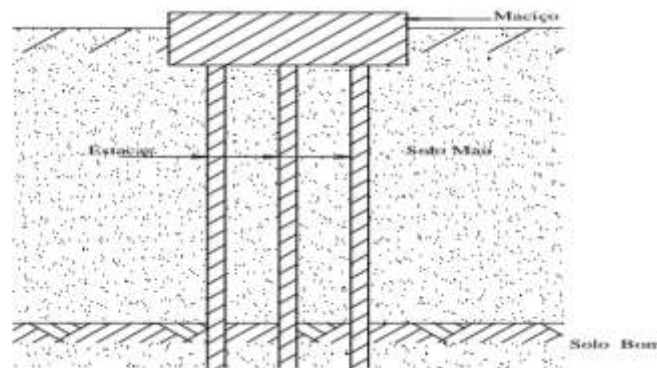


Figura 28_Estacas

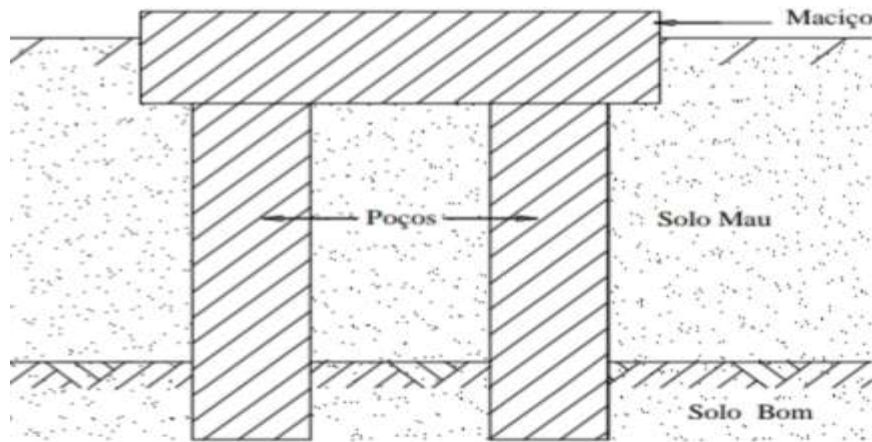


Figura 29_ Pegões (poços)

4.4.12 Parâmetros para a escolha do tipo de fundação

Face às características de resistência do solo de fundação obtidas na prospeção geológica, a existência ou não de nível freático, ou tipo de estrutura do edifício (nº de pisos, modelação de pilares, etc) é então possível definir o tipo de fundação mais conveniente.

Assim, e de uma forma simplificada:

1. Se o solo superficial apresenta boas características de resistência (sem que existam camadas de pouca resistência a níveis inferiores pouco profundos) e o edifício a construir é de pequeno ou médio porte, a adopção de fundações directas, pôr sapatas é a solução natural.
2. Se o edifício é do porte elevado e as características resistentes dos solo são tasi que a área das sapatas seria $A_{sp} > 0.5 A_{total}$ do edifício, o recurso a um ensoleiramento geral é uma solução adequada. No caso do nível freático se encontrar acima do nível de fundação esta solução é praticamente aconselhável.
3. Se as camadas superficiais de terreno são pouco consistentes e a modelação de vãos da estrutura é grande (cargas por pilares elevadas) o recurso a fundações indirectas por estacas ou barrotes é a solução mais indicada se for possível atingir uma camada particularmente resistente. Esta solução é também favorável do ponto de vista da limitação de

assentamentos. No caso de não ser possível atingir uma camada de solo consistente a uma profundidade razoável é possível o recurso a estacas flutuantes.

5 ACTIVIDADE EXECUTADAS

5.1 Processo de licenciamento e aprovação do projecto

Posto de Abastecimento é o local onde é efectuada a armazenagem e o abastecimento de combustíveis para veículos a motor, embarcações a motor ou em recipientes aprovados, incluindo todo o equipamento relacionado, correspondendo-lhe a área do local onde se inserem as unidades de abastecimento, os respectivos reservatórios, as zonas classificadas e as vias de ligação e de acesso e as áreas de estacionamento.

A aprovação do projecto de construção deve ser requerida principalmente nas seguintes instrução:

5.1.1 Direcção Nacional de Hidrocarbonetos e Combustíveis

Estabelece as condições a que devem obedecer a construção, exploração e segurança de postos de abastecimento de combustíveis avaliando essencialmente (Diploma Ministerial N^o 176/2014):

- O número, capacidade e o tipo de depósitos de combustíveis a instalar;
- Sistema de drenagem e tratamento de águas residuais
- Protecção das unidades de abastecimento
- A localização dos postos de abastecimento
- O tipo de tubagem a aplicar na instalação mecânica
- Os ângulos de acesso ao posto de abastecimento

5.1.2 Administração Nacional de Estradas;

Analisa o projecto nos seguintes aspectos:

- Localização de Postos de Abastecimento junto das Estradas
- Distâncias Mínimas de Implantação de Postos de Abastecimento junto das Estradas
- Construção das faixas de aceleração e desaceleração do Posto

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

Para o projecto em causa, não houve necessidade de submissão do projecto na ANE, por este estar implantado numa área tutelada pelo município de Maputo (bairro da Costa do Sol).

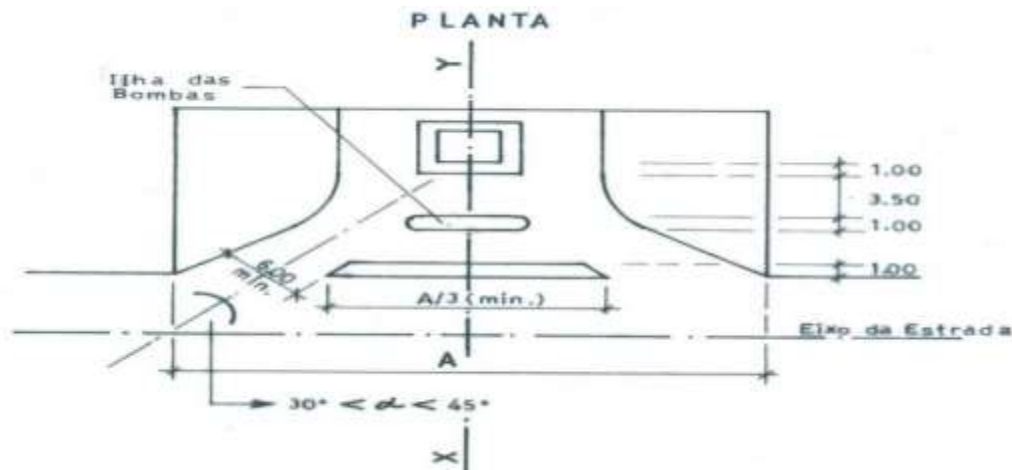


Figura 30_ Ângulos e distâncias mínimas recomendáveis

5.1.3 Ministério do Ambiente

Este ministério toma a responsabilidade de avaliar o impacto que o projecto de posto de abastecimento de combustíveis pode trazer para a comunidade, cuidados a tomar com a contaminação da terra devido ao derrame dos combustíveis, emissão de gases, etc.

5.1.4 Conselho Municipal.

Segundo Regulamento Geral das Edificações Urbanas, analisa o projecto e verifica:

- A observância dos regulamentos e posturas sobre a construção e condicionantes específicas prescritas no plano de pormenor;
- Aspectos de urbanização, análise das cercas (verificação da cerca dominante); verificação dos coeficientes previstos no plano (CAS, COS, CIS- Coeficiente de Impermeabilização do Solo); dos alinhamentos previstos no plano de pormenor; e verificação do tipo e uso do solo;
- Aspectos arquitectónicos, observa-se a questão das áreas mínimas dos compartimentos, dos pés-direitos mínimos, unidades de passagem, ventilação e iluminação natural, a altura

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

mínima do peitoril, os espelhos e patins das escadas, bem como a verificação das distâncias mínimas entre os volumes edificados;

- Aspectos estruturais, verificação do tipo de estrutura (em betão armado, em perfil metálico ou madeira), o sistema estrutural (isostático, hiperstático e hipostático) e também o aspecto das secções mínimas regulamentares;
- Aspectos Hidráulicos, analisa-se a capacidade da fossa séptica e dreno absorvente, as pendentes da tubagem e a disposição dos elementos do sistema;
- Distâncias Mínimas de Implantação de Postos de Abastecimento junto das Estradas.

Após a verificação da conformidade do projecto pelas instituições acima mencionadas, foram emitidas as devidas licenças e aprovações que permitem a construção do posto de abastecimento de combustíveis.

5.2 Levantamentos topográfico e geotécnico do local da obra;

Feito o levantamento topográfico, foi emitida a planta com a representação das curvas de níveis, das infraestruturas existentes, bem como das dimensões do terreno.

O espaço é plano, sem desníveis assentados, coberto de vegetação miúda típica duma zona pantanosa sem árvores frondosas, havia uma construção habitável tipo 2 num dos cantos do terreno, que foi demolida e removidos os escombros para o vazadouro de modo a permitir novas implantações.



Fotografia 1_Local da obra.

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

As construções na vizinhança, podem ser consideradas de baixo custo por não serem de estrutura robusta e vulneráveis a grandes patologias, com excepção das casas dos vizinhos que se encontram em frente do terreno, onde aparentemente foram aplicados bons materiais e seguidos processos de bem construir.

A parte frontal do terreno, é atravessada por uma vala de drenagem, construída em betão, para a recolha e escoamento das águas pluviais e as emergentes do subsolo.



Fotografia 2_Vala de drenagem existente.

Foi feito um estudo geotécnico por uma empresa especializada para a obtenção das características dos solos de modo a avaliar e definir o projecto das fundações para estabilidade do edifício, canopy (alpendre para abastecimento) e pavimento.

A intervenção no terreno foi precedida e convenientemente enquadrada por amostras recolhidas e os trabalhos feitos de reconhecimento prévio, que incluiu um reconhecimento das condições geológicas da superfície e consulta de elementos bibliográficos de geologia regional e informações geotécnicas disponíveis, em particular os numerosos estudos geotécnicos realizados pela empresa em condições geológicas correlacionadas, nomeadamente na região de Maputo.



| Investigated point | Coordinates WGS 84 UTM (°) | |
|--------------------|----------------------------|---------|
| | East | North |
| TP1 | 463853 | 7134512 |
| TP2 | 463885 | 7134504 |
| TP3 | 463865 | 7134495 |
| TP4 | 463848 | 7134486 |
| TP5 | 463880 | 7134473 |
| DPL1 | 463849 | 7134504 |
| DPL2 | 463875 | 7134496 |
| DPL3 | 463854 | 7134479 |
| DPL4 | 463867 | 7134468 |

Fotografia 3_Localização dos pontos de investigação

Os pontos de investigação acima indicados foram abertos mecanicamente por meio de uma retroescavadora. As aberturas feitas nos pontos de investigação, visavam verificar as condições geológicas da superfície, até cerca de 1,3 metros de profundidade, identificar a posição do nível freático e, sobretudo, recolher amostras representativas do solo para análise laboratorial.



Fotografia 4_Vista dos poços de investigação após escavação.

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

Para a medição da densidade relativa dos solos de ocorrência arenosa, foram feitos quatro testes (com a designação DPL) usando o penetrômetro dinâmico leve (variam de DPL1 a DPL4)

O teste DPL consiste em um martelo de percussão montado em uma roda com hastes de sondagem intercambiáveis e graduadas.



Fotografia 5_Equipamento DPL

As amostras representativas de solo, colectadas nos poços de investigação, foram submetidas aos seguintes ensaios laboratoriais:

- Análise granulométrica (peneiros)
- Limites de consistência de Atterberg LL, PL, IP;
- Teor de água natural;
- Teste Proctor de Compactação;
- CBR

Tabela 6_ Resultados de ensaios laboratorias.

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

| Sample | | Classification | | Moisture content (%) | Atterberg limits | | Sieve Analysis | | | Modified Proctor | | CBR (%) | |
|--------|-----------|----------------|--------------|----------------------|------------------|--------|----------------|----------|-----------|--------------------------------------|----------|---------|-----|
| TP | Depth (m) | ASTM (D2487) | ASTM (D3282) | | LL (%) | IP (%) | <2.0 mm | <0.42 mm | <0.075 mm | γ_{dmax} (Kg/m ³) | Wopt (%) | 93% | 95% |
| TP1 | 0.3 - 1.2 | SP | A-1-b (0) | 9.5 | NP | NP | 100 | 36 | 4 | - | - | - | - |
| TP2 | 0.2 - 1.3 | SP-SM | A-1-b (0) | 13.6 | NP | NP | 99 | 44 | 6 | 1600 | 13.3 | 24 | 28 |
| TP3 | 0.3 - 1.3 | SP | A-1-b (0) | 16.2 | NP | NP | 100 | 40 | 2 | 1753 | 13.2 | 19 | 25 |
| TP4 | 0.2 - 1.2 | SP | A-2-4 (0) | 4.4 | NP | NP | 100 | 51 | 1 | 1705 | 14.2 | 11 | 12 |
| TP5 | 0.3 - 1.3 | SP-SM | A-3 (0) | 8.8 | NP | NP | 100 | 55 | 6 | - | - | - | - |

5.2.1 Descrição dos resultados dos ensaios laboratoriais

A análise integrada e ponderada dos resultados da investigação geotécnica feitos no terreno (4 ensaios DPL e 5 poços experimentais com colecta de amostras representativas de solo para análise laboratorial), devidamente contextualizado pelas informações colectadas e pelo trabalho de reconhecimento geológico, permitiu simular o comportamento geotécnico médio associado ao terrenos da futura Estação de Serviço da Costa do Sol e posteriormente avaliar as condições de fundação da estruturas e informar o projeto de terraplenagem e pavimento:

- O ambiente geológico predominante na área investigada marca a ocorrência de formações sedimentares do Era Quaternária, representando a Formação Xefina - QXf , descrita na Carta Geológica de Moçambique à escala 1:50.000;
- São areias de dunas antigas, tipicamente mal graduadas, sem coesão e com baixa percentagem de finos não plásticos fracção (1 a 6%), classificada em laboratório dentro dos grupos SP e SP-SM dos Sistemas Unificados de Classificação (ASTM D 2487 – 00) e os grupos A-1-b, A-2-4 e A-3 da classificação AASHTO;
- De carácter regular, estabelece-se um horizonte arenoso-silto com componente orgânica e distinta coloração escura superficialmente, com cerca de 20 a 30 cm de espessura, cuja remoção (corte) deve ser considerada no âmbito da terraplenagem;
- Os solos granulares do Quaternário apresentara razoável capacidade de suporte do pavimento, indicada por valores de CBR variando entre 12 e 28%.
- A época da campanha de prospecção (28 de setembro e 3 de outubro de 2018), foi reportada a ocorrência do lençol freático próximo à superfície, em profundidades que variaram entre 0,6 e 2,1 metros, correspondendo a cotas Z da ordem de 11 a 12,5.

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

- As condições geológicas e geotécnicas descritas permitem a prática de fundações diretas, mas apenas com baixa capacidade de carga, limitada a 120 kPa.
- Não obstante a solução de fundação apresentada, as fundações devem ser sujeitas a uma inspeção criteriosa e experiente com vista a averiguar a ocorrência de feições geológicas singulares não referidas pela informação inexoravelmente dispersa do DPL e poços de teste.
- Particular atenção deve ser dada às dificuldades impostas pelo posicionamento subsuperficial do lençol freático (entre 0,6 e 2,1 metros de profundidade), o que deverá exigir trabalhos de bombagem com vista a criar condições de trabalho a seco na fundação.

Os dados acima mencionados foram encaminhados para o projectista considera-los na elaboração do projecto, tomar as devidas preocupação nas soluções a adoptar.

5.3 Instalação mecânica_ tanques metálicos

A actividade de instalação de tanques de combustível no projecto de construção de bombas uma das primeiras a ser executada, dado o facto de exigir a execução de escavações grandes no local da obra, e para este projecto não foi diferente.

No projecto em causa, foram projectados 3 depósitos com capacidade de 23 mil litros cada, sendo 2 depósitos para gasolina e 1 depósito para diesel.

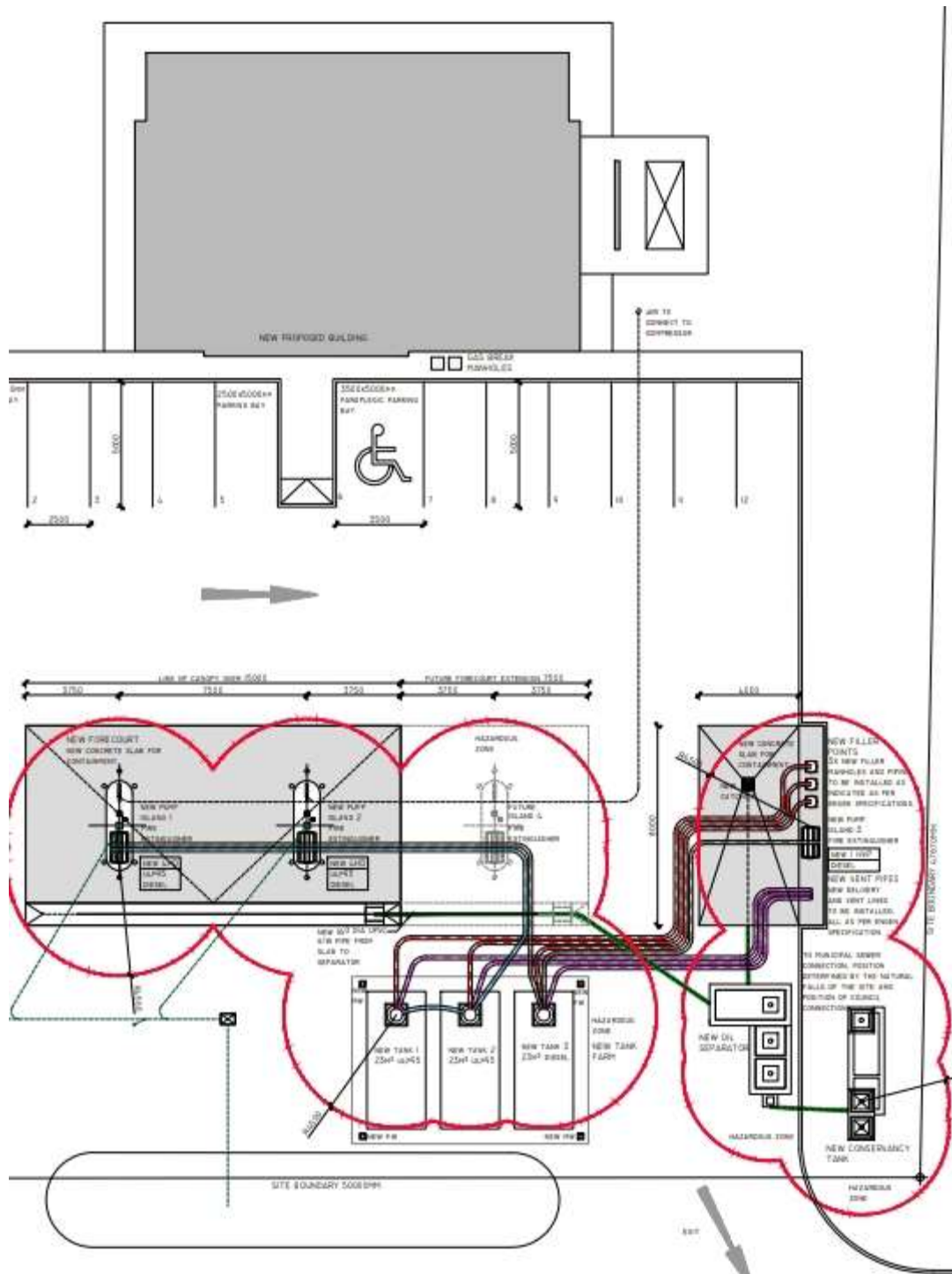


Figura 31_ Esquema de tubagem e tanques.

Para a instalação destes, foram feitos os seguintes trabalho:

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

- revisão do projecto no sentido de recolher informações quanto à natureza geológica e demais características do terreno, quanto à envolvente e quanto à obra em si, para a escolha dos meios mecânicos a utilizar (esta informação já tinha sido partilhada a quando do estudo geotécnicos do solos);
- Mobilização do equipamento (giratória) para execução da escavação, carregamento e colocação dos depósitos no local projectado;
- Execução da escavação tendo em conta as dimensões dos reservatórios;
- Instalação dos 3 depósitos;
- Reaterro na escavação
- Execução da laje em betão armado no topo dos depósitos para servir de contra-peso;



Fotografia 6_ Execução laje de topo.

- Instalação das caixas plásticas (sumps) no topo dos depósito para permitir a inspeção e conexão da tubagem.



Fotografia 7_ Instalação da Sump

Foi uma das tarefas mais complicadas devido a presença de água no solo, atendendo a profundidade necessária de cerca 4.50 m. As medidas de segurança de contenção dos solos não foram eficazes para evitar o desmoronamento das escavações. O impacto da deformação das escavações foi tal que forçou o desalinhamento dos depósitos mas que não influencia no funcionamento normal de um posto de abastecimento.



Fotografia 8_ Instalação de depósitos



Fotografia 9_ Bombeamento da água.

5.4 Execução da terraplanagem

A actividade consistiu primeiro em cortar e remover cerca de 30 cm de terra que continha componente orgânica e distinta coloração escura e de seguida, o aterro de cerca de 45 cm (dividido em 3 camadas de 15 cm cada) que compõe a estrutura do pavimento.



Fotografia 10_Remoção de terra vegetal.

Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

Os trabalhos de melhoramento do solo, através da compactação, foram afectados pela água do subsolo. A técnica e prática de engenharia de bem construir, recomenda a execução das compactações em superfícies sem a presença da água do subsolo para a obtenção de bons resultados.

Mesmo com as recomendações dadas no relatório do estudo geotécnico, o projecto não previa nenhum sistema de rebaixamento do lençol freático e a natureza encarregou-se de impor o desenho e execução deste.

Primeiro sistema de drenagem desenhado e não executado, seria construído apenas ao longo do perímetro do terreno, qe seria constituído por tubos perfurados PVC Ø110 mm, envolvidos por uma manta geotêxtil e pedra de enrocamento com diâmetro variável 75 – 125 mm. Verificou-se que o traçado do sistema não abrangia o terreno todo, razão pela qual não ofereceria bons resultados.

Foi necessário aumentar novas linhas de passagem de tubagem de modo a aumentar o volume do escoamento para o rebaixamento do lençol freático. As água colectadas desaguam na vala de drenagem existente em frente do terreno.



Figura 32_ Esquema do sistema de rebaixamento do lençol freático.

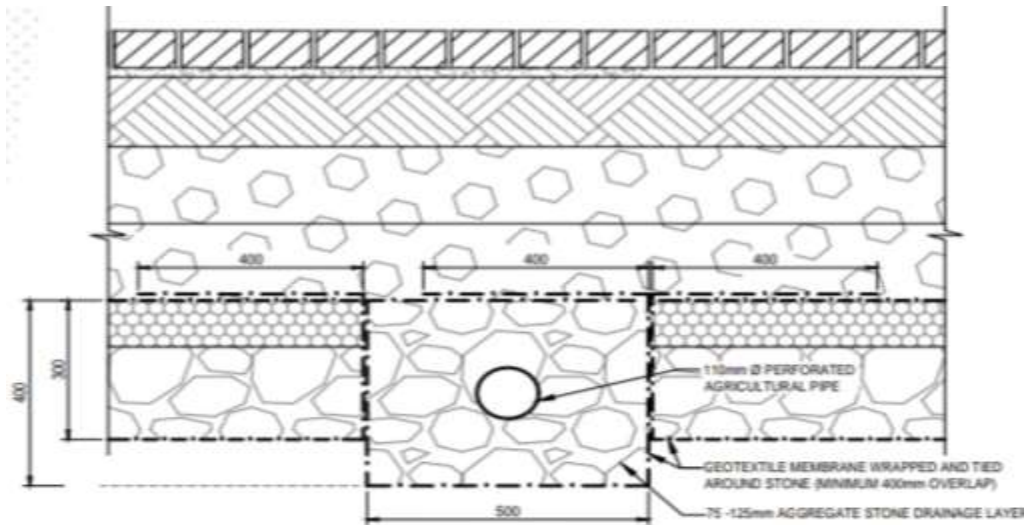


Figura 33_ Secção do sistema de rebaixamento do lençol freático.

Nesta zona, o lençol freático tinha a influência das marés. Sempre que as águas do mar aumentassem do nível, havia condições para executar as compactações, razão pela qual uma cova no canto do terreno, foi feita para monitorar as oscilações do lençol freático.



Fotografia 11_ Poço para controlo do lençol freático.

5.5 Execução das fundações

Foram previstas fundações superficiais para o edifício e canopy. Dados colhidos nos desenhos de construção, foi considerada pelo projectista a capacidade resistente do solo de 150 Kpa e sem nenhum tratamento do solo para o melhoramento.

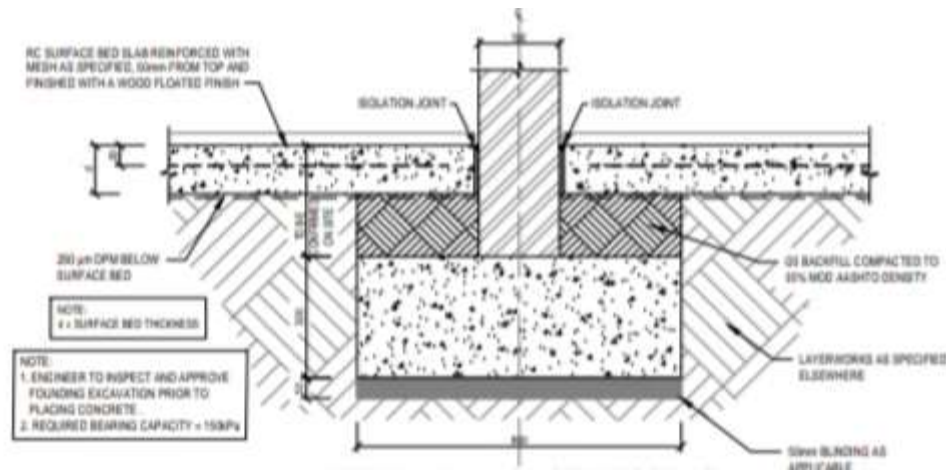


Figura 34_ Fundação antes prevista.

Esta situação foi abordada e discutida na obra por não ir de encontro com as características mecânicas dos solos, capacidade resistente do solo e recomendações emitidos nos resultados do estudo geotécnico.

Foi necessária a revisão do projecto das fundações, sobretudo no melhoramento da capacidade resistente do solo para responder as necessidades do projecto.

Para garantir a estabilidade do edifício e a canopy, a estrutura de base das fundações foi reforçada com a aplicação de rachão com diâmetro variável de 75 – 125 mm para além do sistema de rebaixamento do lençol freático acima descrito. Esta solução garantiu melhor capacidade de resistência do solo.

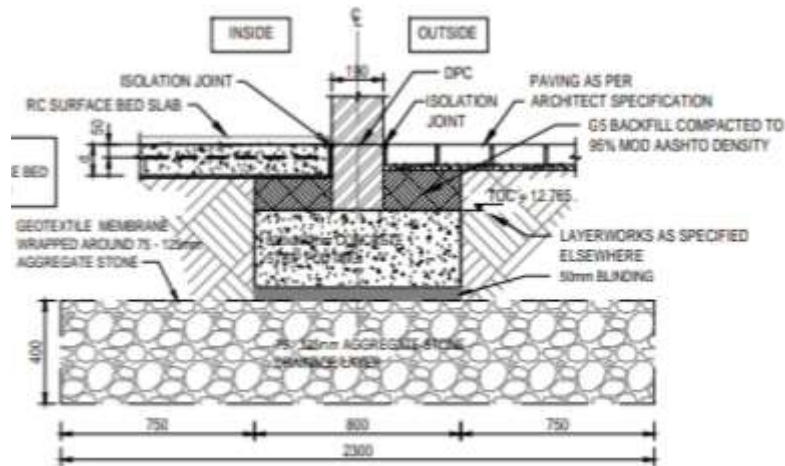


Figura 35_ Fundação do edifício executada.

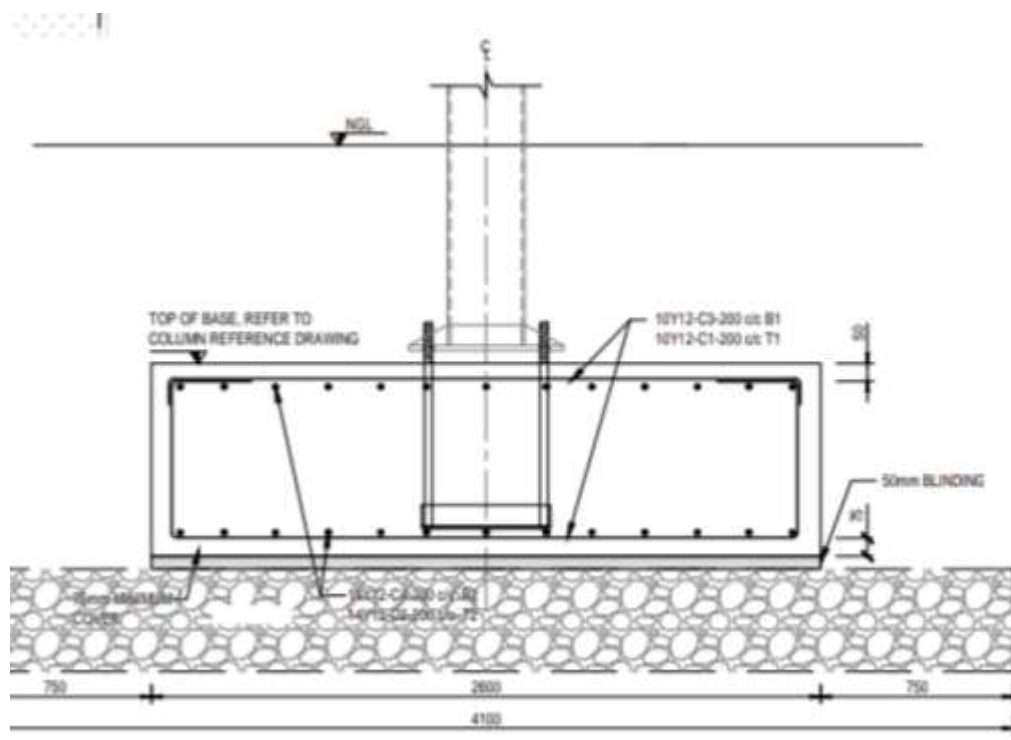


Figura 36_ Fundação da canopy executada.

5.6 Impermeabilização

A impermeabilização é de fundamental importância na durabilidade das construções, pois os agentes trazidos pela água e os poluentes existentes no ar causam danos irreversíveis à estrutura, por isso que é importantíssima para a segurança da edificação e para a integridade física do usuário.

Em todos os elementos estruturais a nível da fundação (como sapatas e vigas de equilíbrio) em contacto directo com os solos, após sua execução, foram devidamente isolados e impermeabilizados com produtos da SIKA. A Impermeabilização consistiu em aplicar com ajuda de um pincel um produto designado “SIKALASTIC-107 ZA”, que é um líquido preto modificado por polímero.



Fotografia 12_Aplicação da impermeabilização em superfícies de betão.

Ao nível do pavimento térreo do edifício e canopy, foi aplicada uma manta impermeabilizante de 250 micron GUNDLE BRICKGRIP DPC 3 LAYER 250.



Fotografia 13_Preparação do pavimento da canopy.



Fotografia 14_Aplicação e vibração do betão



Fotografia 15_Construção da canopy.



Fotografia 16_ Assentamento do pavê

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

O trabalho de estudo geotécnica é muito importante para a definição e elaboração de um projecto de fundações para a obra que se pretende construir;

Houve negligência do projectista em ignorar o relatório durante a elaboração do projecto, e isso trouxe custos adicionais derivados da paralisação da obra à espera duma solução que se adequava as situações reais no terreno.

Apenas os trabalhos de rebaixamento água e melhoramento dos solos não são suficientes para garantir a qualidade e segurança duma obra, a impermeabilização adequada ao ambiente deve ser devidamente executada;

6.2 Recomendações

As entidades que aprovam os projectos, deveriam solicitar projectos detalhados dos sistemas de rebaixamento do lençol freático onde for aplicável, pois as obras sem estes detalhes podem trazer prejuizos as zonas circunvizinhas.

Os municipios deveriam prever sistemas de saneamento para as zonas de elevado lençol freático, pois o conjunto fossa séptica e dreno funcionam de forma deficiente;

Especificamente para as obras próximas ao mar, como esta em causa, os empreiteiros deveriam aprovisionar os materiais susceptíveis a corrosão à obra (como varões) sempre que as áreas onde devem ser aplicados estiverem preparadas para o efeito, de modo a evitar que estes sejam atacados e conseqüentemente perderem as suas propriedades.

Os técnicos geotécnicos para além de fornecer os relatórios dos resultados dos ensaios, deveriam acompanhar o desenvolvimento das obras, para dar conselhos técnicos no local e evitar-se perda de tempo em obra.

Atendendo e considerando que o rebaixamento ou drenagem da água subterrânea pode causar alterações dos solos, após a conclusão das obras, seria melhor fazer-se novamente o ensaios geotécnicos, para avaliar os impactos que podem ter sido provocados com as intervenções no solo.

7 BIBLIOGRAFIA

- BARNES, GRAHAM, “Soil Mechanics”, principles ena practice, Third Edition;
- PINHO, CARLOS DE SOUSA, “Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 aulas”, 3ª Edição, São Paulo, 2006.
- CRAIG, R.F. “Mecânica dos Solos”, 7ª Edição, Rio de Janeiro, 2007.
- BAUER, L. A. F. Materiais de Construção. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2008. Volume 2;
- Regulamento dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais. Maputo, 2004;
- Regulamento de Construção, Exploração e Segurança dos Postos de Abastecimento de Combustíveis Líquidos _ Diploma Ministerial nr 176/2014 de 22 de Outubro _ 2014
- <https://cea.revues.org/952> [consultado em 10.05.2023];
- <http://www.inovarse.org/filebrowser/download/10082> [consultado em 10.05.2023];
- <http://www.spybuilding.com/index.php?id1=4> [consultado em 24.05.2023];
- <http://www.projectbuilder.com.br/blog-home/entry/conhecimentos/o-que-e-gestao-de-projetos-e-para-que-serve> [consultado em 24.05.2023];
- http://www.archimoz.com/uploads/9/4/8/1/9481630/decreto_5-2016.pdf [consultado em 20.04.2023];
- *Manual de fiscalização de obras e posturas municipais*. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAg1McAE/manual-fiscalizacao-obras> [consultado em 18.04.2023];
- *Manual orientativo de fiscalização de obras e serviços de engenharia CGE PB*. Gerência Executiva de Auditoria Controladoria Geral do Estado da Paraíba – CGE PB. Versão 1. 2014. Disponível em: <http://www.cge.pb.gov.br/gea/downloads/arquivos/ManualObras/Manual/MANUAL%20DE%20FISCALIZA%C3%87%C3%83O%20DE%20OBRAS%20v1.pdf> [consultado em 12.04.2023];

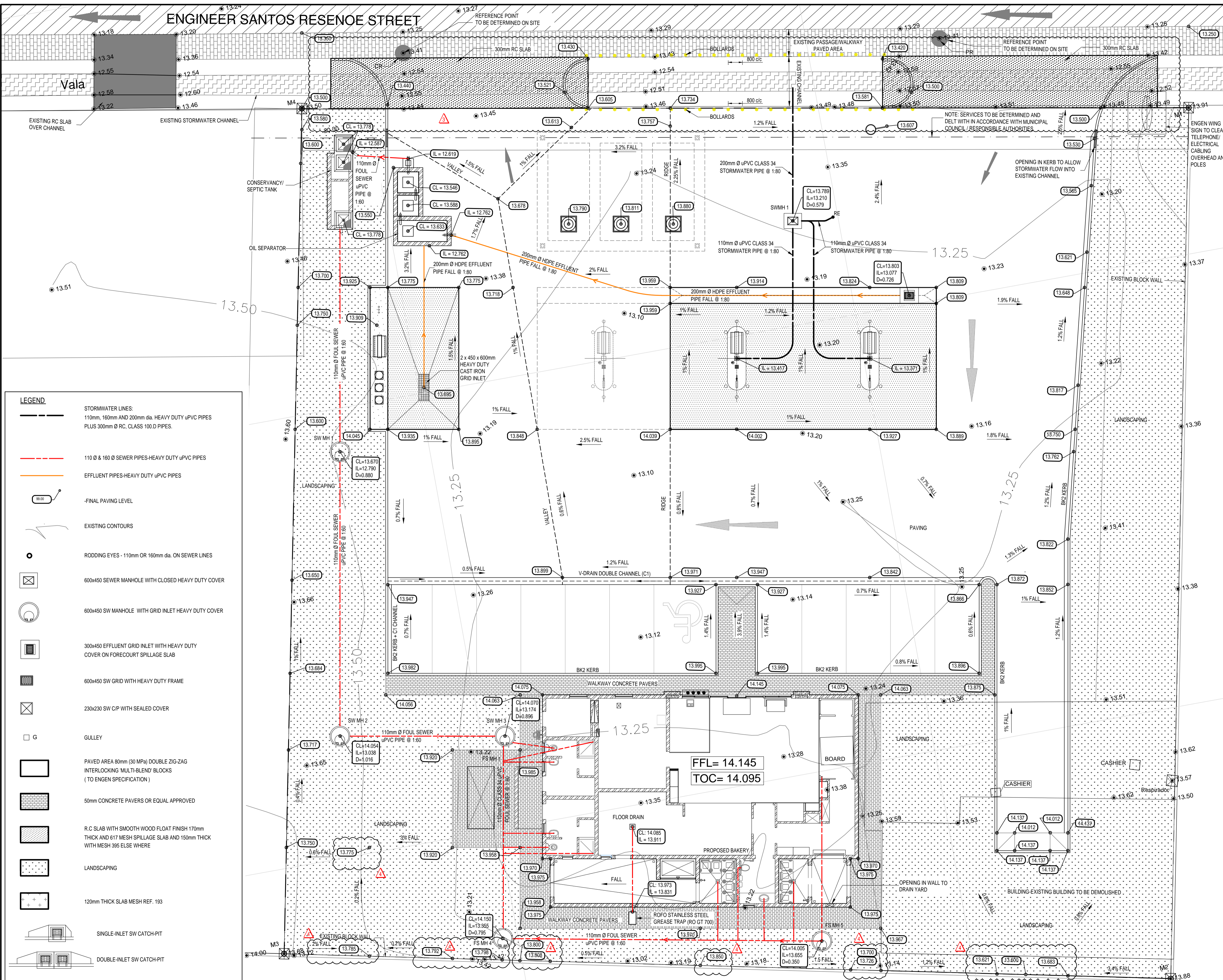
Relatório de Estágio: Gestão de obra em terreno com elevado nível do lençol freático

- GOMES, Alexandre Ferreira. *Análise e Desenvolvimento de Sistema de Gestão de Projectos de IDI*. (2011) Versão provisória da dissertação – FEUP. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~ee06208/documentos/Alexandre_Gomes_Estado_da_Arte_v8.pdf
- MENEZES, Luís César de Moura. *Gestão de projetos*. 2ª Edição, Editora Altas, São Paulo. 2003.
- MARTIN, J. R. Navas. *Engenharia de Gestão de Projectos (Manual prático)*. FCA – Editora de Informática, Lda. Lisboa. 2008.
- BRAND, Jaime Pereña. *Direcção e Gestão de Projectos*. 2ª Edição. LIDEL – edições técnicas. 1998.
- SILVA, Sónia Costa e. *Qualidade na Gestão de Empreendimentos da Construção (Norma ISO 10006)*. Lisboa : 1º Congresso Nacional da Qualidade 2000. 2000.
- *Decreto-lei Nº 5/2016 de 8 de Março*. Boletim da Republica – Suplemento. 2016. Disponível em: https://www.google.co.mz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiGt9LI5b_TAhVMDMAKHZQeBacQFgg7MAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.ufsa.gov.mz%2Fdocs%2FBR_28_I_SERIE_SUPLEMENTO_2016.pdf&usg=AFQjCNEIFXmNSZnejaKrAQrkJxB8T63g&sig2=pIkTtunF-2HamMy74KLtRQ [consultado em 24.04.2023]
- *Decreto-lei Nº 94/2013 de 31 de Dezembro*. Boletim da Republica – 18º Suplemento. 2013. Disponível em: https://www.google.co.mz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjHnsXKksLUAhXLtRQKHANTASAQFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fprewww.aecops.pt%2Fpls%2Fdaecops3%2FWEB_EXTRACT_EXTERNAL.GET_EXTERNAL%3Fcode%3D34167250%26col_ext%3DFILE1%26tab%3Dsa_documento%26nivel%3DLOJAa6da6d821cbd4e358fdddf305&usg=AFQjCNFJnNXXq6_GWkCu_4CPf--OgU9w0Q&sig2=UurTHPswjBHOGENWwMH4pw [Consultado em 09.05.2023]

8 ANEXOS

.

ENGINEER SANTOS RESENOE STREET



LEGEND

- STORMWATER LINES: 110mm, 160mm AND 200mm dia. HEAVY DUTY uPVC PIPES PLUS 300mm RC, CLASS 100 D PIPES.
- 110 Ø & 160 Ø SEWER PIPES-HEAVY DUTY uPVC PIPES
- EFFLUENT PIPES-HEAVY DUTY uPVC PIPES
- FINAL PAVING LEVEL
- EXISTING CONTOURS
- RODDING EYES - 110mm OR 160mm dia. ON SEWER LINES
- 600x450 SEWER MANHOLE WITH CLOSED HEAVY DUTY COVER
- 600x450 SW MANHOLE WITH GRID INLET HEAVY DUTY COVER
- 300x450 EFFLUENT GRID INLET WITH HEAVY DUTY COVER ON FORECOURT SPILLAGE SLAB
- 600x450 SW GRID WITH HEAVY DUTY FRAME
- 230x230 SW C/P WITH SEALED COVER
- GULLY
- PAVED AREA 80mm (30 MPa) DOUBLE ZIG-ZAG INTERLOCKING 'MULTI-BLEND' BLOCKS (TO ENGEN SPECIFICATION)
- 50mm CONCRETE PAVERS OR EQUAL APPROVED
- R.C SLAB WITH SMOOTH WOOD FLOAT FINISH 170mm THICK AND 617 MESH SPILLAGE SLAB AND 150mm THICK WITH MESH 395 ELSE WHERE
- LANDSCAPING
- 120mm THICK SLAB MESH REF. 193
- SINGLE-INLET SW CATCH-PIT
- DOUBLE-INLET SW CATCH-PIT

NOTES / LEGEND

APPROVED BY COUNCIL / CLIENT

| CITY ENGINEER / CLIENT | REG. NO. | DATE |
|------------------------|----------|------|
| | | |

AMENDMENTS CODE

| A.B.C./ | TO / | FROM / | REVISION DESCRIPTION |
|---------|-----------------------------|--------|----------------------|
| A. | BY CLIENT | | |
| B. | BY ARCHITECT | | |
| C. | BY MECHANICAL OR ELECTRICAL | | |
| D. | BY BVI | | |
| E. | BY OTHER () | | |

| DATE | INITIAL | No. CODE | REVISION DESCRIPTION |
|------------|---------|----------|--|
| 20/08/2018 | A.T | 1/D | FOR CONSTRUCTION |
| 23/08/2018 | A.T | 2/D | FOR CONSTRUCTION |
| 25/09/2018 | A.T | 3/D | CONCRETE SLAB OVER ENTRANCE AND EXIT ADDED |
| 30/10/2018 | A.T | 4/D | LEVELS AT THE BACK OF THE SITE REVISED |

NOTE: SERVICES TO BE DETERMINED AND DELT WITH IN ACCORDANCE WITH MUNICIPAL COUNCIL / RESPONSIBLE AUTHORITIES

ENGEN WING SIGN TO CLEAR TELEPHONE/ELECTRICAL CABLING OVERHEAD AND POLES

APPROVED BY BVI

CLIENT

PROVINCE OFFICE No. CODE EMAIL

| | | | |
|---------------|--------------|----------------|---------------|
| Gauteng | Johannesburg | (011) 461-1111 | jrb@bvi.co.za |
| Free State | Bloemfontein | (051) 291-6400 | jrb@bvi.co.za |
| Northern Cape | Upington | (053) 533-9888 | jrb@bvi.co.za |
| Northern Cape | Springbok | (053) 537-6800 | jrb@bvi.co.za |
| Northern Cape | Sutherland | (053) 742-6999 | jrb@bvi.co.za |
| Western Cape | East London | (043) 374-4343 | jrb@bvi.co.za |
| Western Cape | Cape Town | (021) 527-7000 | jrb@bvi.co.za |

REGISTRATION NO. 1999/00157/07

bvi 50 YEARS CELEBRATION EST 1967-2017

ENGINEERING • PROCUREMENT • MANAGEMENT

Registration no. 1999/00157/07

CLIENT

ENGEN

PROJECT

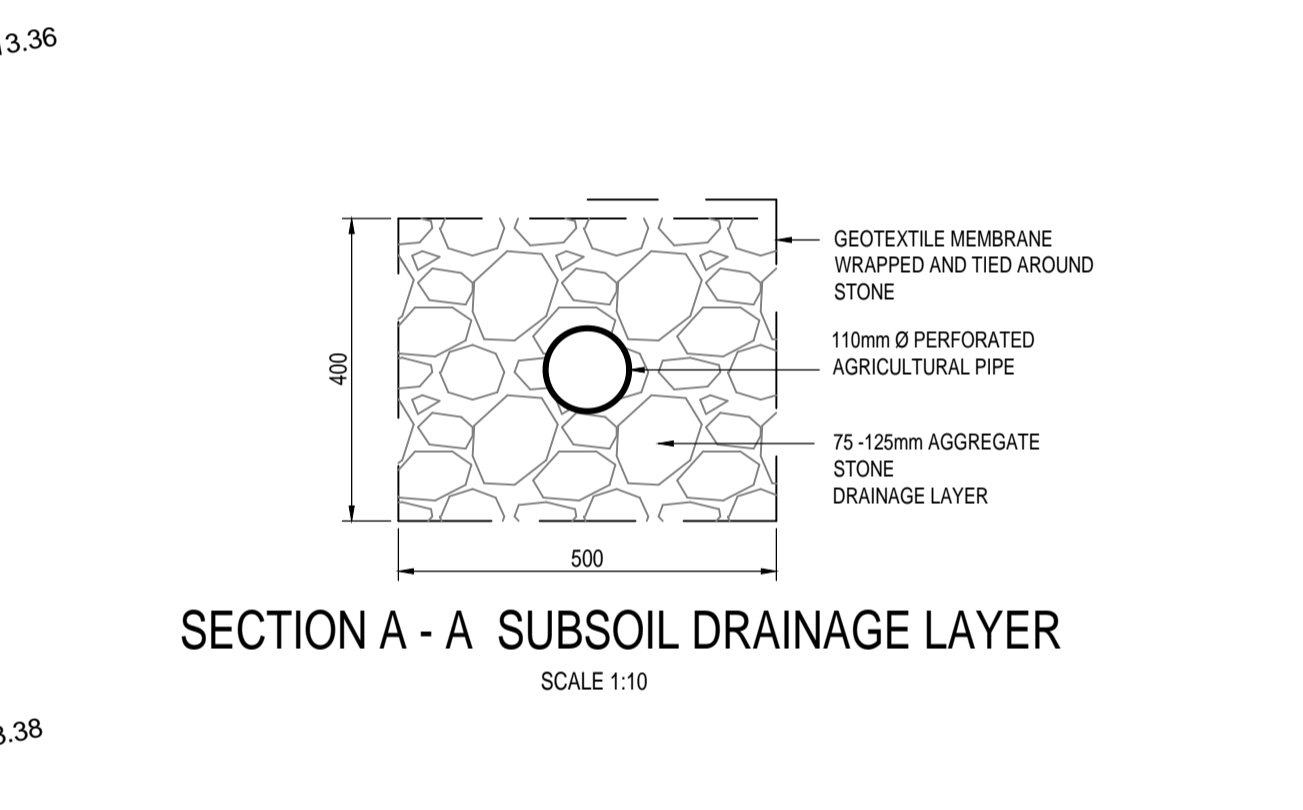
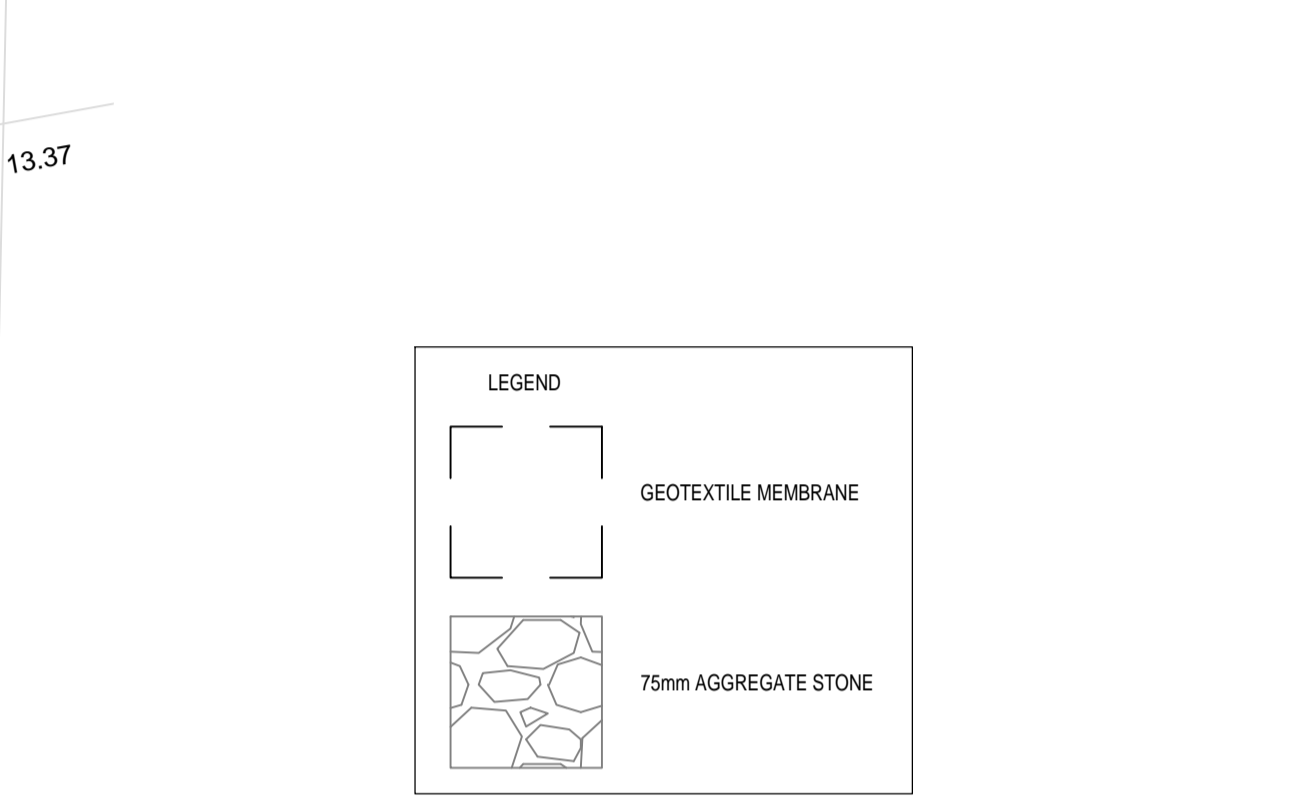
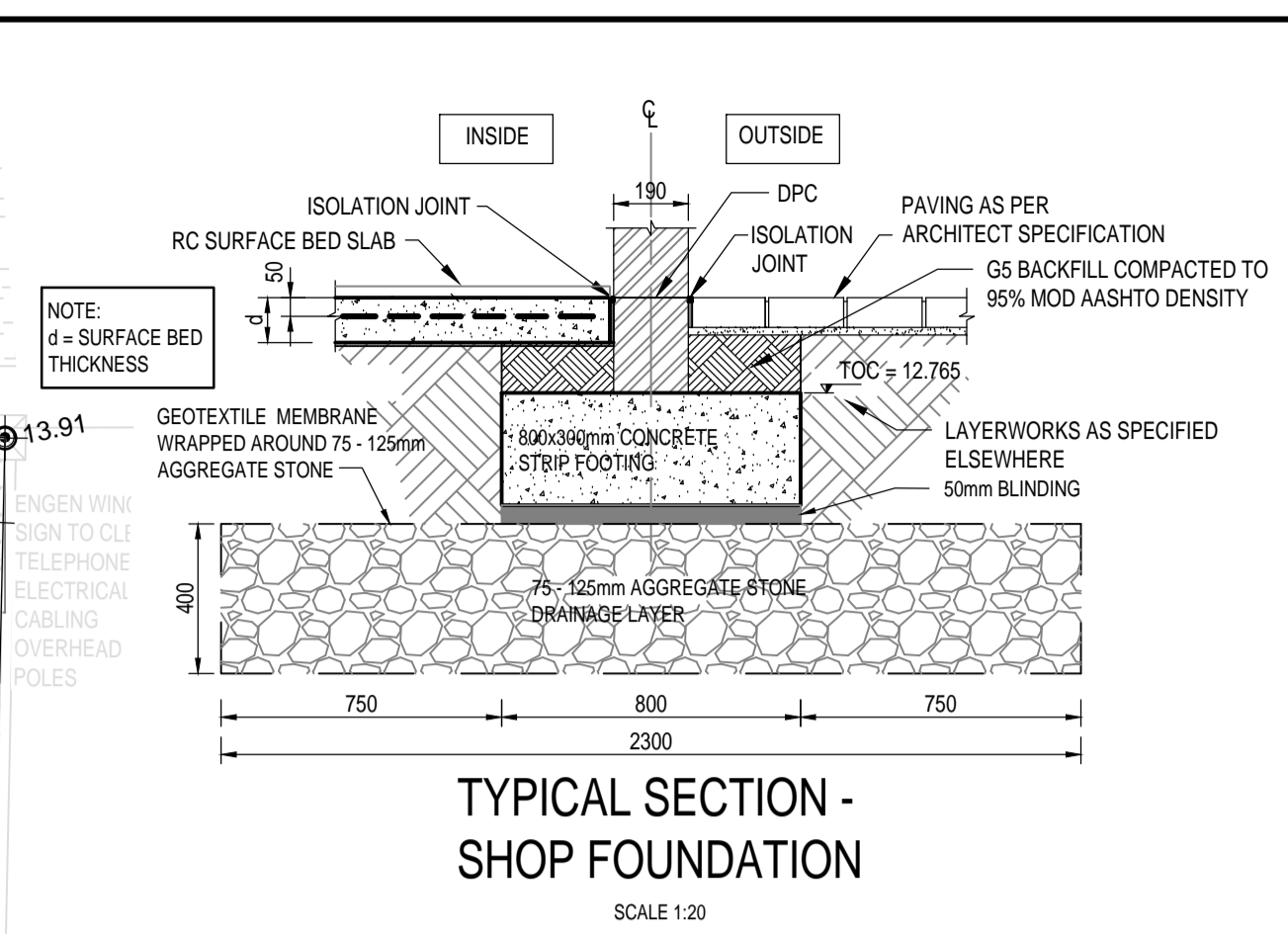
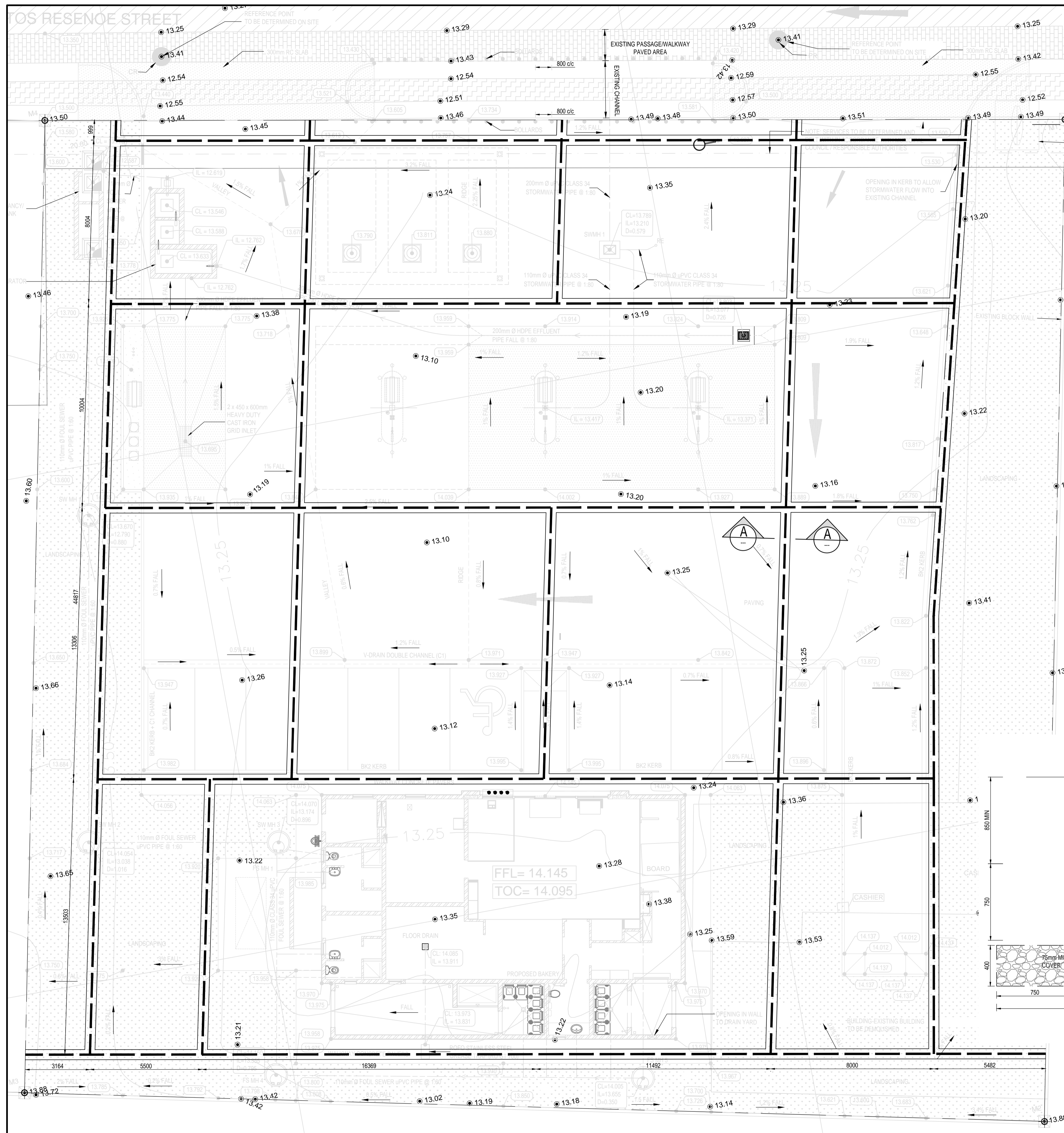
COS DE SOL SERVICE STATION MOZAMBIQUE

DRAWING TITLE

SITE LAYOUT

APPROVED BY BVI

| | | |
|-----------------------|-----------------|--------------|
| ENGINEER/TECHNOLOGIST | 201570219 | 25/09/2018 |
| SCALE | 1:100 | DRAWN |
| DESIGNED | N.FREDERICKS | CHECKED |
| PLAN NUMBER | 33423.00-100-01 | REVISION NO. |
| | | DATE SAVED |
| | | |



NOTES / LEGEND

APPROVED BY COUNCIL / CLIENT

CITY ENGINEER / CLIENT REG. NO. DATE

AMENDMENTS CODE

A.B.C./ : BEFORE TENDER / A : BY CLIENT
 TO / : TENDER DRAWING / B : BY ARCHITECT
 0.1.2./ : AFTER TENDER / C : BY MECHANICAL OR ELECTRICAL
 Z / : AS BUILT / D : BY BVI
 / E : BY OTHER ()

| DATE | INITIAL | No./CODE | REVISION DESCRIPTION |
|------------|---------|----------|----------------------|
| 17/11/2018 | NJ | 0/0 | FOR CONSTRUCTION |

COPYRIGHT VESTS IN THIS DOCUMENT AND NO USE OR REPRODUCTION OR DUPLICATION THEREOF MAY OCCUR WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF BVI CONSULTING ENGINEERS

OFFICES

| PROVINCE | OFFICE | PHONE | E-MAIL |
|---------------|----------------|----------------|--------------|
| Gauteng | Tshwane | (012) 340-1111 | ps@bvi.co.za |
| | Pretoria | (012) 281-5400 | ps@bvi.co.za |
| Free State | Bloemfontein | (053) 442-1117 | ps@bvi.co.za |
| | Worcester | (053) 353-3408 | ps@bvi.co.za |
| Northern Cape | Upington | (054) 337-6800 | ps@bvi.co.za |
| | Springs | (027) 712-9900 | ps@bvi.co.za |
| North West | Kimberley | (053) 366-8800 | ps@bvi.co.za |
| | Engenya | (052) 772-4112 | ps@bvi.co.za |
| Eastern Cape | Port Elizabeth | (041) 375-4343 | ps@bvi.co.za |
| | East London | (043) 725-1444 | ps@bvi.co.za |
| Western Cape | Cape Town | (021) 527-7000 | ps@bvi.co.za |

Registration no. 1998/0015707

CLIENT

PROJECT

COS DE SOL SERVICE STATION MOZAMBIQUE

DRAWING TITLE

ROCK DETAILS & SUB SOIL DRAINAGE LAYOUT

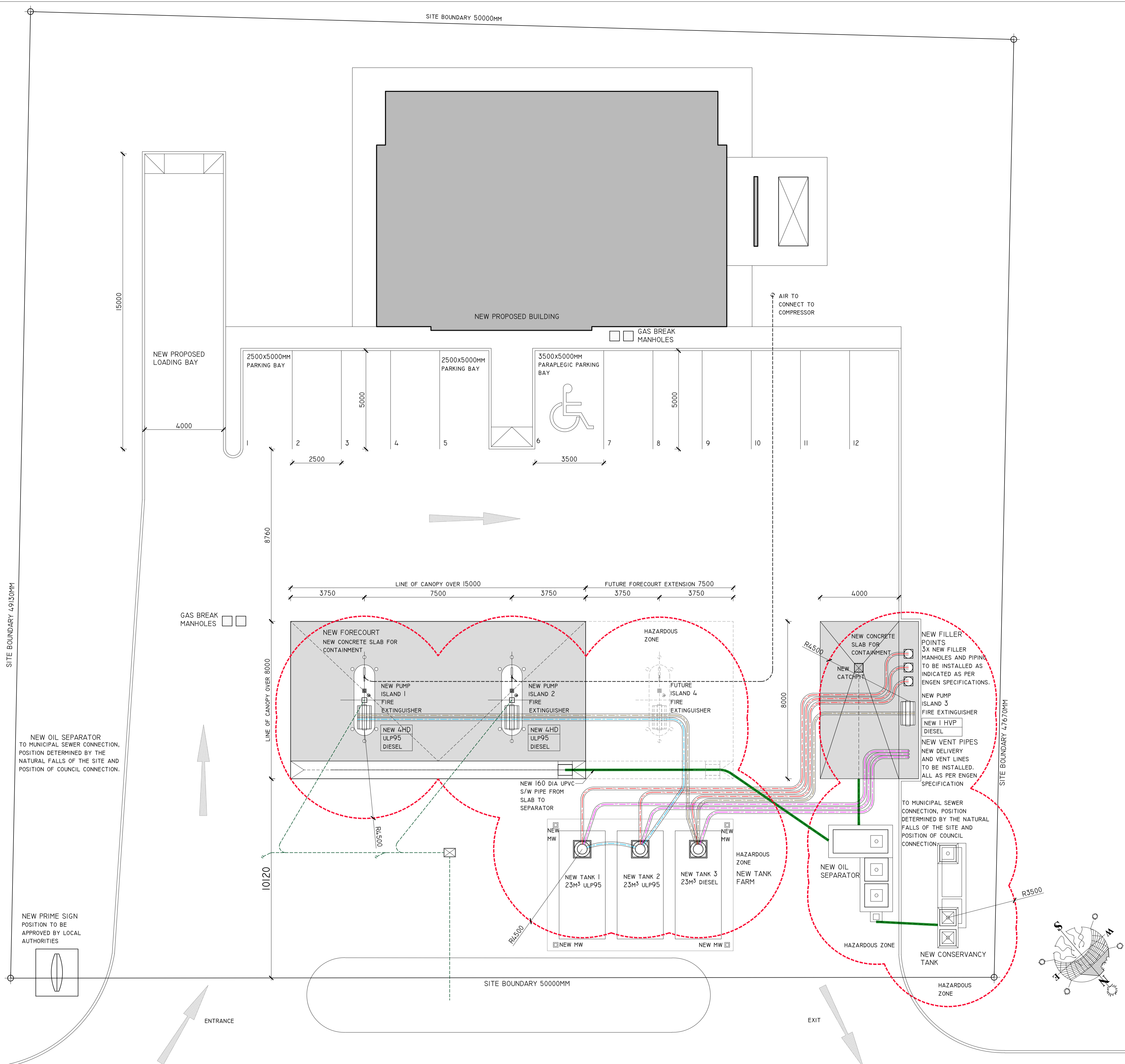
APPROVED BY BVI

| | | |
|-----------------------|--------------|----------------------|
| ENGINEER/TECHNOLOGIST | 201570219 | 02/11/2018 |
| SCALE | AS SHOWN | DRAWN N.JAPPIE |
| DESIGNED | N.FREDERICKS | CHECKED N.FREDERICKS |
| PLAN NUMBER | REVISION NO. | DATE SAVED |
| 33423.00-100-07 | 0 | 2 November 2018 |

| LEGEND | | FUSION WELDED PIPING |
|----------------------------|--|--|
| UNLEADED NEW DELIVERY LINE | | 63mm lined co-axial secondary containment piping |
| DIESEL NEW DELIVERY LINE | | 63mm lined co-axial secondary containment piping |
| FUTURE LINES | | |
| VENT LINE - NEW | | 63mm unlined |
| FILLER LINE - NEW | | 110mm lined |
| KABLAFLEX - NEW | | 2 x 100mm sleeves (data&comms) |
| SOIL & WASTE - NEW | | 160/200mm Ø pvc pies as shown |
| AIR HOSE - NEW | | 63MM unlined |

| TANK NUMBER | EXISTING OR NEW | CAPACITY | PRODUCT | SUPPLYING PUMP ISLANDS |
|-------------|-----------------|------------------|---------|------------------------|
| 1 | NEW | 23M ³ | ULP95 | INTERLINKED TO TANK 2 |
| 2 | NEW | 23M ³ | ULP95 | 1, & 2 |
| 3 | NEW | 23M ³ | DIESEL | 1, 2 & 3 |

| DISPENSER 1 | DISPENSER 2 | DISPENSER 3 | DISPENSER 4 |
|--|--|--|---|
| NEW 4 HOSE 2 PRODUCT DISPENSER FOR UNLEADED AND DIESEL | NEW 4 HOSE 2 PRODUCT DISPENSER FOR UNLEADED AND DIESEL | NEW 1 HOSE 1 PRODUCT HIGH SPEED DISPENSER DIESEL | FUTURE 4 HOSE 2 PRODUCT DISPENSER FOR UNLEADED AND DIESEL |
| NEW 4 HOSE SUMP | NEW 4 HOSE SUMP | NEW 1 HOSE SUMP | FUTURE 4 HOSE SUMP |



NOTE:
 SITE BOUNDARIES INDICATED ARE PRELIMINARY AND NEED TO BE CONFIRMED BY LANDSURVEYOR
 LIGHTING AND SIGNAGE CLOSE TO PUBLIC ROAD AND OVER SITE BOUNDARY TO BE APPROVED BY LOCAL AUTHORITY

PUMP AND TANK LAYOUT
 1:100

NOTES
 ALL DIMENSIONS AND LEVELS ARE TO BE VERIFIED ON SITE PRIOR TO COMMENCING, SETTING OUT, WORKSHOP DRAWINGS OR CONSTRUCTION
 FIGURED DIMENSIONS ONLY TO BE USED. DRAWINGS ARE NOT TO BE SCALED
 DISCREPANCIES, ERRORS AND OMISSIONS ARE TO BE BROUGHT TO THE ARCHITECTS ATTENTION IMMEDIATELY THEY BECOME EVIDENT
 SHOP DRAWINGS TO BE SUBMITTED FOR APPROVAL PRIOR TO MANUFACTURE OR INSTALLATION
 COPYRIGHT AND RIGHT OF REPRODUCTION OF THIS DRAWING OR ANY PORTION THEREOF IS RESERVED BY THE ARCHITECTS

| DATE | REVISIONS |
|------------|----------------|
| 2018-08-21 | LAYOUT REVISED |

APPROVAL

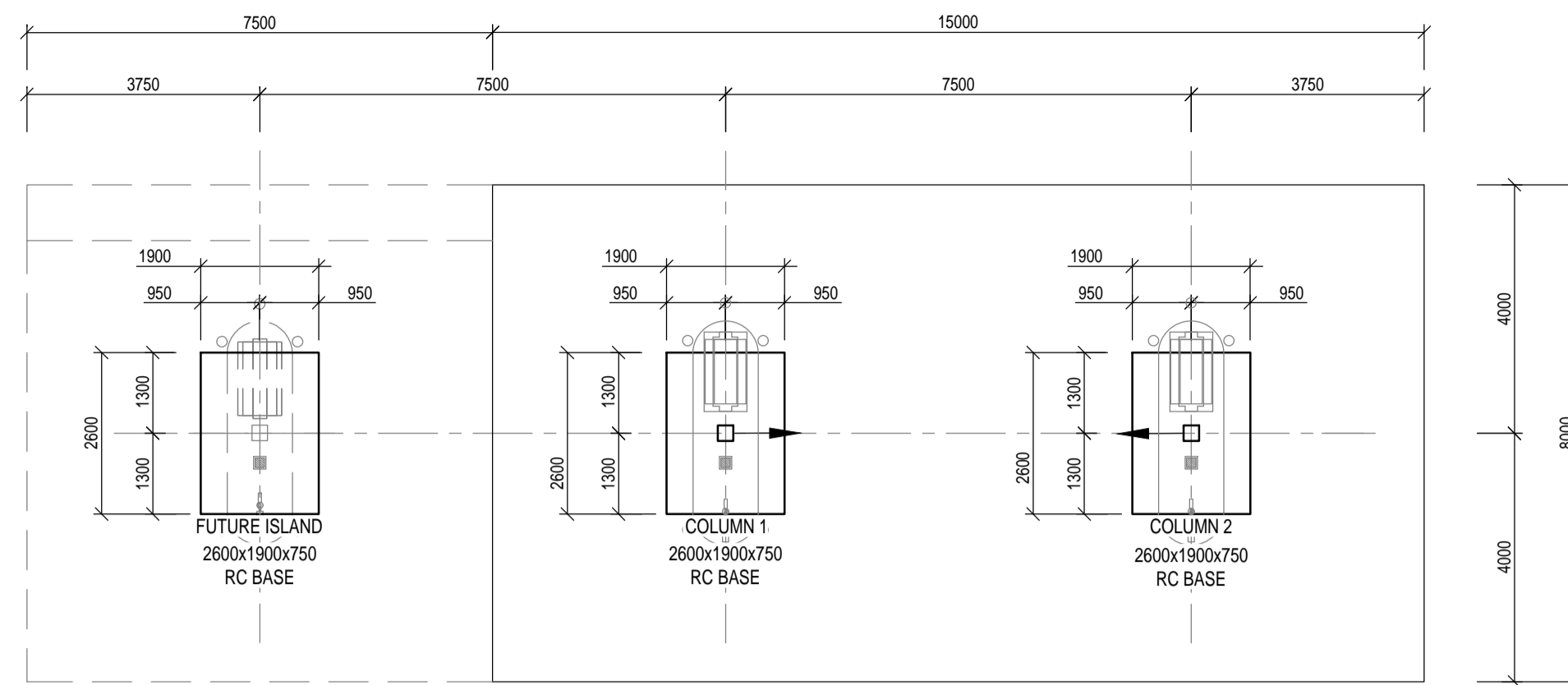
THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ENGEN PETROLEUM LTD AND REPRODUCTION, DISTRIBUTION, ALTERATION OR ISSUING THEREOF WITHOUT PERMISSION IS PROHIBITED UNDER THE COPYRIGHT ACT

PROJECT
COS DE SOL SERVICE STATION MOZAMBIQUE

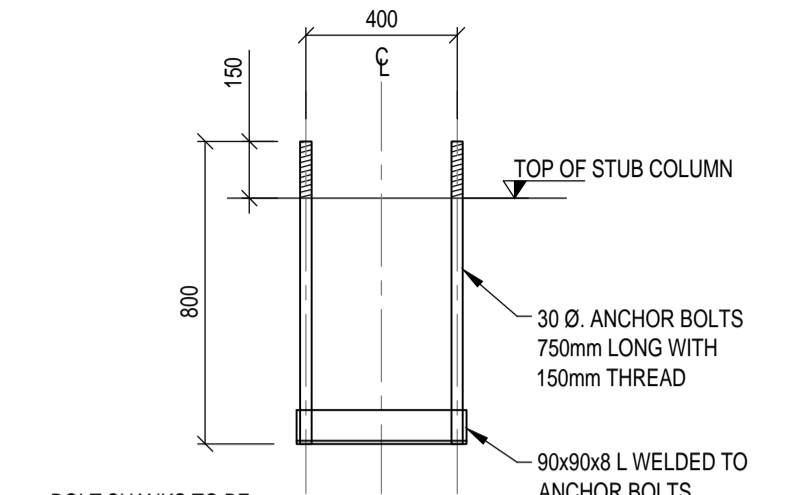
TITLE
Pump and Tank Layout

ADDRESS
 Proposed New Service Station for Engen Petroleum Ltd
 Cos De Sol
 Maputo
 Mozambique

| SCALE | DATE | DRAWN |
|--------------------------|------------|----------|
| 1:100 | 2018-06-05 | LB |
| CHECKED | | APPROVED |
| | | |
| DRAWING No | | REVISION |
| Cos De Sol-WD-600 | | A |



CANOPY FOUNDATION LAYOUT
SCALE 1:100



CANOPY - COLUMN ANCHOR BOLTS
SCALE 1:20

- GENERAL NOTES:**
FOR COMPLETE STRUCTURAL NOTES REFER TO DOCUMENT NR: 33423.00-200-01
- THIS SET OF DRAWINGS IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH THE RELEVANT DRAWINGS FROM OTHER DISCIPLINES AND ANY DISCREPANCIES BETWEEN THEM SHALL BE REPORTED TO THE ENGINEER IMMEDIATELY.
 - NO SCALING OF DIMENSIONS IS PERMITTED ON THESE DRAWINGS. ONLY WRITTEN DIMENSIONS WHICH, UNLESS OTHERWISE STATED (u.n.o.), ARE GIVEN IN MILLIMETERS, MAY BE DEEMED TO BE CORRECT. IF ANY DIMENSION SEEMS DOUBTFUL, THE ENGINEER SHALL BE CONSULTED.
 - ALL EXISTING DIMENSIONS AND LEVELS ARE TO BE CHECKED ON SITE AND CORRELATED WITH THE ARCHITECT'S DRAWINGS BY THE CONTRACTOR. ANY DISCREPANCIES OR VARIATIONS FROM THE DRAWINGS SHALL BE REPORTED TO THE ENGINEER IMMEDIATELY. NO WORK SHALL COMMENCE NOR ANY MATERIAL BE ORDERED UNTIL THE ENGINEER IS NOTIFIED ACCORDINGLY.
 - IT IS THE CONTRACTOR'S RESPONSIBILITY TO ENSURE THAT ALL MATERIAL SHALL COMPLY AND ALL WORKMANSHIP SHALL BE EXECUTED IN STRICT ACCORDANCE WITH THE DETAILS AND SPECIFICATIONS SHOWN ON THESE DRAWINGS. THE LATEST REVISIONS OF SANS 10400, SANS 1200, THE NATIONAL BUILDING REGULATIONS (NBR) AND THE LATEST EDITIONS OF THE RELEVANT SANS CODES OF PRACTICE AND STANDARDS METHODS, IRRESPECTIVE WHETHER THE ENGINEER HAS INSPECTED THE WORKS ON SITE OR NOT, WHERE A SABS CODE HAS BEEN REPLACED BY A SANS CODE IT IS DEEMED THAT THE LATEST VERSION OF THE RELEVANT CODE IS APPLICABLE.
 - ALL WATERPROOFING DETAILS TO BE IN CONJUNCTION WITH THE ARCHITECT'S SPECIFICATIONS AND INSTRUCTIONS, U.N.O.
 - ALL BRICKWORK SETTING OUT TO BE DONE ACCORDING TO THE ARCHITECT'S DRAWINGS
 - ALL CONCRETE SETTING OUT TO BE DONE ACCORDING TO THE ENGINEER'S DRAWINGS

- NOTE:**
- THE CONTRACTOR IS RESPONSIBLE FOR ENSURING THAT ALL MATERIALS AND WORKMANSHIP CONFORM WITH THE DETAILS AND SPECIFICATIONS SHOWN ON THIS DRAWING. AND ALL RELEVANT SABS SPECIFICATIONS, IRRESPECTIVE OF WHETHER THE ENGINEER HAS INSPECTED THE WORKS ON SITE OR NOT.
 - FINAL LEVELS STILL TO BE CONFIRMED.
 - DIRECTION OF STORMWATER OUTLETS TO SUIT STORMWATER SYSTEM ON SITE.

- DESIGN LOADS:**
- DESIGN LOADS AS PER SABS 0160-LOADINGS.
 - DEAD LOADS - AS PER STRUCTURE SHOWN
 - LIVE LOAD TO ROOF = 0.5kN/m²
 - WIND LOADS
 - MEAN RETURN PERIOD = 1:50
 - TERRAIN CATEGORY = CATEGORY 2
 - (OPEN TERRAIN WITH WIDELY SPACED OBSTRUCTIONS MORE THAN 100m APART)
 - CLASS OF STRUCTURE
 - LOCAL EFFECTS - CLASS A
 - STRUCTURE OVERALL - CLASS B

- SITE ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL = 0
 - BASIC WIND SPEED = 40m/s
- NOTE:** AS THIS STRUCTURE IS IN A CYCLONE AREA THE MAIN STRUCTURAL MEMBER SIZES WERE INCREASED IN CAPACITY BY APPROXIMATELY 20%

APPROVED BY COUNCIL / CLIENT

CITY ENGINEER / CLIENT REG. NO. DATE

AMENDMENTS CODE

| | | | |
|-----------|------------------|------|-----------------------------|
| A,B,C,... | : BEFORE TENDER | /A : | BY CLIENT |
| TO | : TENDER DRAWING | /B : | BY ARCHITECT |
| 0,1,2,... | : AFTER TENDER | /C : | BY MECHANICAL OR ELECTRICAL |
| Z | : AS BUILT | /D : | BY BVI |
| | | /E : | BY OTHER () |

| DATE | INITIAL | No./CODE | REVISION DESCRIPTION |
|------------|---------|----------|---|
| 24/07/2018 | N.J | 0/D | FOR CONSTRUCTION |
| 29/08/2018 | N.J | 1/D | FUTURE ISLAND BASE ADDED & RWDP OUTLET FLOW DIRECTION UPDATED |
| 12/10/2018 | A.T | 2/D | TOC ON BASE ADDED |
| 24/10/2018 | N.J | 3/D | TOC OF RC BASE UPDATED |

OFFICES

| PROVINCE | OFFICE | PHONE | EMAIL |
|--------------|----------------|----------------|--------------|
| Gauteng | Townville | (011) 941-1111 | ps@bvi.co.za |
| | Pretoria | (011) 231-5400 | ps@bvi.co.za |
| Free State | Beaufort West | (053) 447-1217 | ps@bvi.co.za |
| | Worcester | (053) 353-4068 | ps@bvi.co.za |
| North West | Upington | (054) 337-6000 | ps@bvi.co.za |
| | Springs | (027) 712-9999 | ps@bvi.co.za |
| Western Cape | Stellenbosch | (027) 286-8882 | ps@bvi.co.za |
| | Engenya | (052) 772-4212 | ps@bvi.co.za |
| Eastern Cape | Port Elizabeth | (041) 375-4243 | ps@bvi.co.za |
| | East London | (043) 725-4444 | ps@bvi.co.za |
| Western Cape | Cape Town | (021) 527-7000 | ps@bvi.co.za |

bvi 50 YEAR CELEBRATION EST 1967-2017

• ENGINEERING • PROCUREMENT • MANAGEMENT

Registration no. 1988/0010107

CLIENT



COS DE SOL SERVICE STATION, MOZAMBIQUE

DRAWING TITLE

CANOPY ROOF LAYOUT, SECTIONS & DETAILS

APPROVED BY BVI

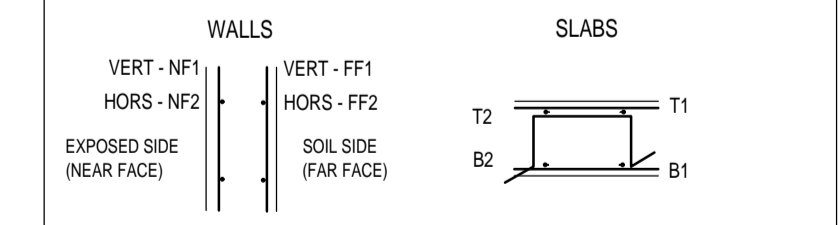
ENGINEER/TECHNOLOGIST REG. NO. DATE

| | | | |
|-------------|--------------|------------|-------------|
| SCALE | AS SHOWN | DRAWN | N.JAPPIE |
| DESIGNED | N.FREDERICKS | CHECKED | E.SCHEEPERS |
| PLAN NUMBER | REVISION NO. | DATE SAVED | |

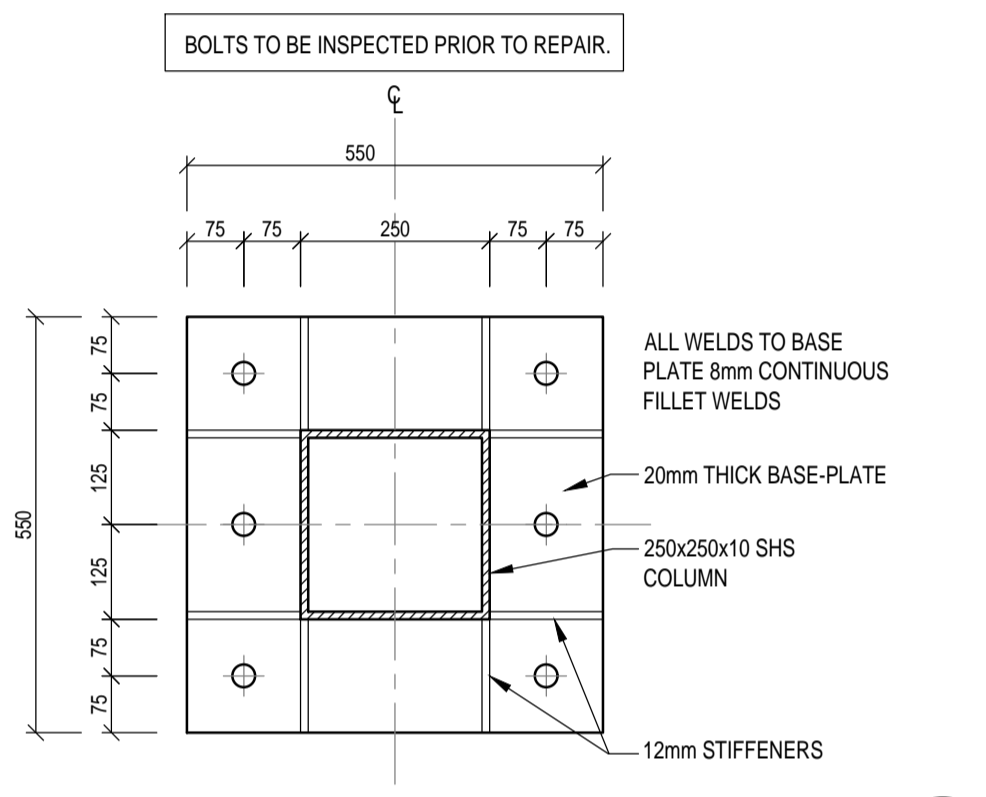
33423.00-210-01 3 24 October 2018

- CONCRETE NOTES:**
FOR COMPLETE STRUCTURAL NOTES REFER TO DOCUMENT NR: 33423.00-200-01
- CONCRETE STRENGTH AT 28 DAYS SHALL BE:
 - BLINDING - 15 MPa / 19mm
 - MASS - 10 MPa / 38mm
 - FOUNDATIONS - 25 MPa / 28mm
 - NO CONCRETE SHALL BE POURED UNTIL THE EXCAVATION, BLINDING FORMWORK AND/OR REINFORCEMENT ETC. HAS BEEN INSPECTED AND APPROVED IN WRITING BY THE ENGINEER. ENGINEER TO BE GIVEN A MINIMUM OF 48-HOURS' NOTICE OF SUCH AN INSPECTION.
 - THE CONTRACTOR MUST CO-ORDINATE ALL SERVICES DRAWINGS FOR DETAILS AND POSITIONS OF OPENINGS AND SLEEVES REQUIRED FOR STORMWATER, SEWERAGE, DRAINAGE, ELECTRICAL, MECHANICAL AND OTHER SERVICES. DISCREPANCIES TO BE BROUGHT TO THE ATTENTION OF ENGINEER AND OTHER RELEVANT PARTIES.
 - THE CONTRACTOR MUST OBTAIN PERMISSION FROM THE ENGINEER BEFORE ANY OPENINGS OR SERVICES, WHICH ARE NOT INDICATED ON THE DRAWINGS, MAY BE INTRODUCED THROUGH ANY STRUCTURAL ELEMENT OR CLOSE TO ANY COLUMN.
 - CURING OF CONCRETE SHALL BE CARRIED OUT STRICTLY IN ACCORDANCE WITH SABS 1200 G CLAUSE 5.5.8. THE CONTRACTOR TO PROVIDE A METHOD STATEMENT, TO BE APPROVED BY ENGINEER, FOR THE CURING PROCEDURES OF THE VARIOUS ELEMENTS CONCERNED BUT ALL SURFACES TO BE KEPT CONTINUOUSLY DAMP FOR AT LEAST 7 DAYS AFTER CASTING. CONCRETE SLABS TO BE COVERED WITH MOIST SAND OR COVERED WITH PLASTIC MEMBRANE DURING THIS PERIOD. CONCRETE COLUMNS TO BE WRAPPED IN A PLASTIC MEMBRANE DURING THIS PERIOD.
 - STRIPPING TIMES OF SHUTTERING AND PROPPING SHALL BE IN ACCORDANCE WITH SABS 1200 G CLAUSES 5.2.5 AND TABLE 2 AS REPRODUCED IN THE STRUCTURAL NOTES AND SPECIFICATIONS.
 - PROPPING MAY ONLY BE REMOVED ONCE A SUSPENDED SLAB OR BEAMS HAVE OBTAINED THEIR 28 DAY STRENGTH, U.N.O. ALL SUSPENDED SLABS AND BEAMS TO BE BACK-PROPPED FOR TWO (2) COMPLETED LEVELS BELOW THE PROPPED LEVEL OF THE RELEVANT BEAM OR SLAB.
 - DOWNSTAND AND UPSTAND BEAM DIMENSIONS ARE GIVEN AS A x B WHERE
 - A = TOTAL DEPTH OF BEAM INCLUDING SLAB THICKNESS
 - B = WIDTH OF BEAM
 - CONCRETE POURED IN EXCESS OF THREE METERS HIGH WILL NOT BE ACCEPTED WITHOUT PRIOR WRITTEN APPROVAL OF THE ENGINEER.
 - ALL COLUMNS ARE PLACED SYMMETRICALLY ON GRID LINES U.N.O.
 - 20x20mm CHAMFERS TO ALL VISIBLE EDGES U.N.O.
 - 100mm KICKERS FOR COLUMNS AND WALLS HAVE BEEN ALLOWED FOR IN THE REINFORCING LENGTHS. THEY SHALL BE CAST WITH THE SAME STRENGTH AS THE CONCRETE ELEMENTS BELOW THEM AND THOROUGHLY COMPACTED AND CURED.

- REINFORCING NOTES:**
FOR COMPLETE STRUCTURAL NOTES REFER TO DOCUMENT NR: 33423.00-200-01
- MINIMUM CONCRETE COVER TO REINFORCING AS FOLLOWS U.N.O.:
 - FOUNDATIONS - 75mm BOTTOM, 50mm TOP & SIDES
 - COLUMNS (UNDER DAMP COURSE) - 50mm to stirrups
 - COLUMNS (ABOVE DAMP COURSE) - 50mm to stirrups
 - BEAMS - 30mm to stirrups
 - SLABS (INTERNAL) - 20mm
 - SLABS AND ROOF SLABS (EXTERNAL) - 20mm
 - RETAINING WALLS (AGAINST SOIL) - 75mm
 - RETAINING WALLS (OTHER FACES) - 50mm
 - RAFT FOUNDATIONS - 75mm
 - MINIMUM LAPS FOR ALL REINFORCEMENT TO BE:
 - Y10.....500 Y20.....1000
 - Y12.....600 Y25.....1250
 - Y16.....800 Y32.....1600
 - REINFORCEMENT TO BE LAYERED:

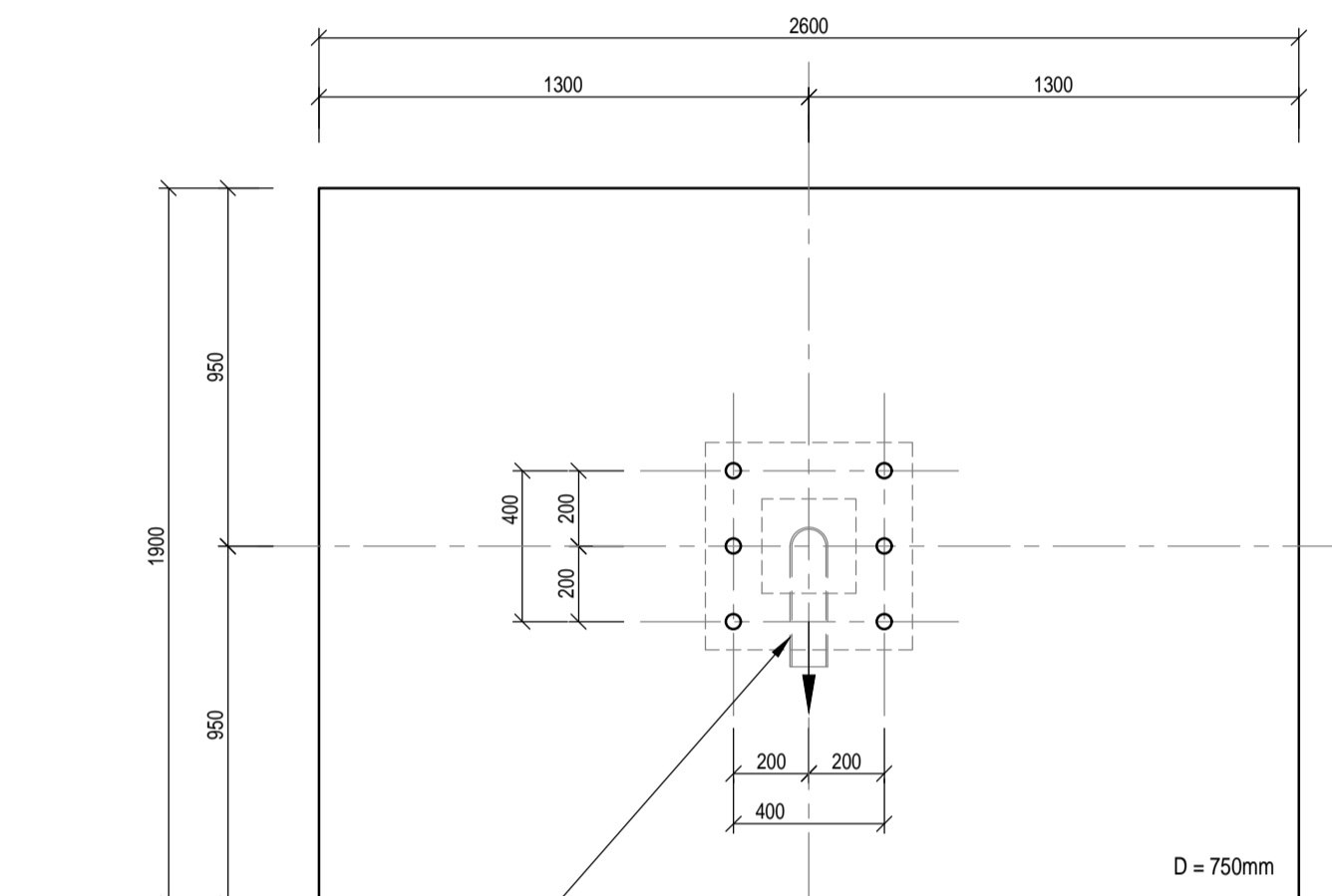


- ABBREVIATIONS:**
- NF1/NF2 - NEAR FACE
 - FF1/FF2 - FAR FACE
 - ALT - ALTERNATE
 - ABR - ALTERNATE BARS REVERSED
 - ADD - ADDITIONAL/EXTRA
 - B - BOTTOM
 - T - TOP
 - STG - STAGGERED
 - EF - EACH FACE
 - T.O.C - TOP OF CONCRETE
- SOME REINFORCING BARS EXCEED NORMAL MANUAL HANDLING GUIDELINES FOR WEIGHT. MECHANICAL ASSISTANCE WILL BE REQUIRED TO PLACE AND FIX THESE BARS.
 - NO HEAT TREATMENT OR CUTTING OF STEEL WITHOUT WRITTEN APPROVAL OF THE ENGINEER, SHALL BE ALLOWED.
 - REINFORCEMENT MUST BE THOROUGHLY CLEANED OF ALL DIRT, GREASE, BITUMINOUS MATERIAL, SCALE AND LOOSE RUST.

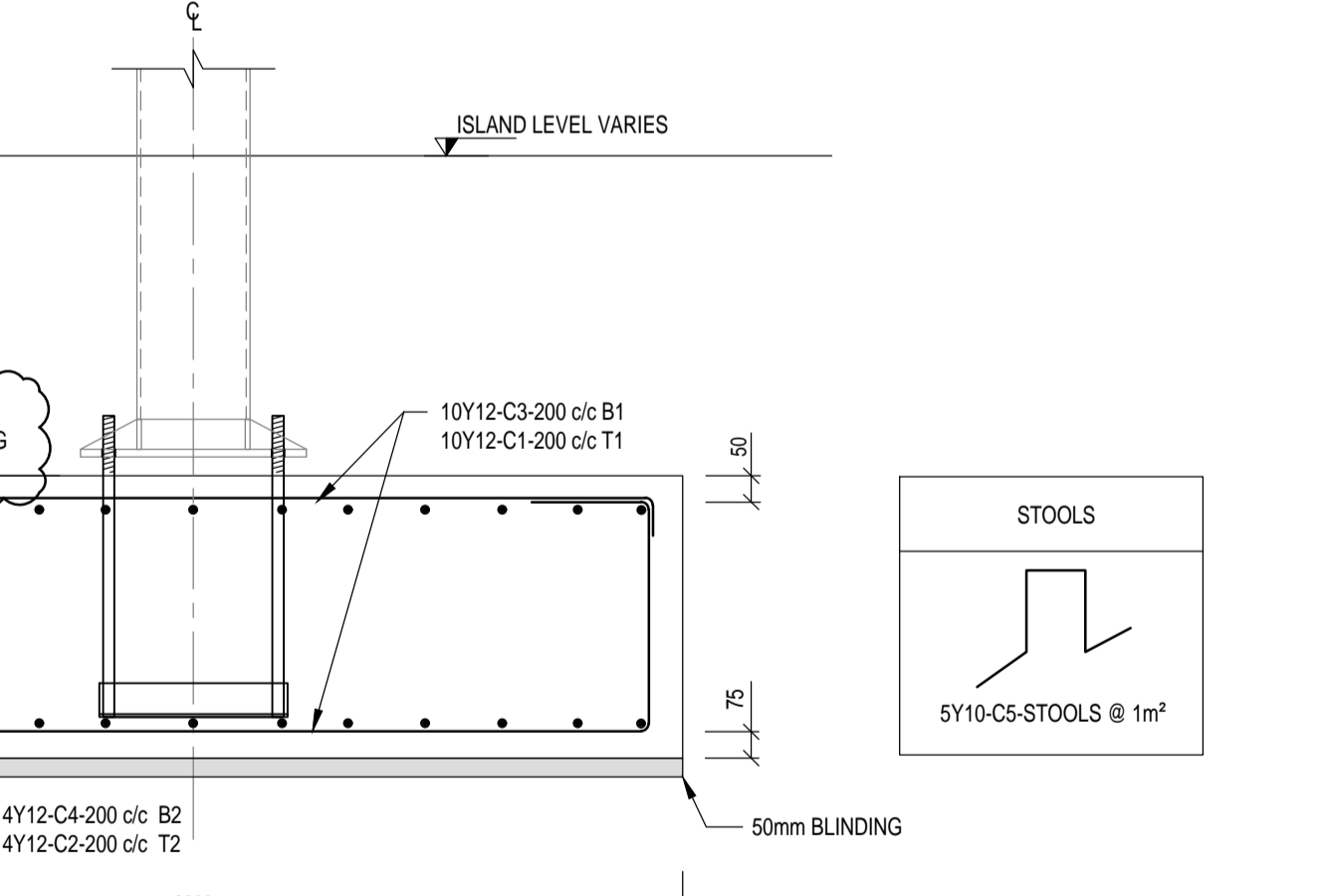


DETAIL: PLAN OF COLUMN BASE PLATE (2b) SCALE 1:10

- NOTE:** THE CONTRACTOR SHALL ADHERE TO THE FOLLOWING CODES DURING CONSTRUCTION AS APPLICABLE:
- SANS 2001 CONSTRUCTION WORKS:
- PART C01: CONCRETE WORKS (STRUCTURAL)
 - PART C02: CONCRETE WORKS (MINOR WORKS)
 - PART C03: INSTALLATION OF GLAZING IN WINDOW AND DOOR FRAMES:
 - PART C04: MASONRY WALLING
 - PART C05: STRUCTURAL STEELWORK
 - PART C06: STRUCTURAL TIMBERWORK (FLOORING)
 - PART C07: STRUCTURAL TIMBERWORK (ROOFING)
 - PART E01: CEMENT PLASTER
- SANS 10155 ACCURACY IN BUILDINGS
- GRADE II PERMISSIBLE DEVIATION / TOLERANCE SHALL APPLY UNLESS OTHERWISE NOTED.
- ONE COPY OF EACH OF THESE CODES SHALL BE KEPT ON SITE AND SHALL BE MADE AVAILABLE TO THE ENGINEER ON REQUEST.

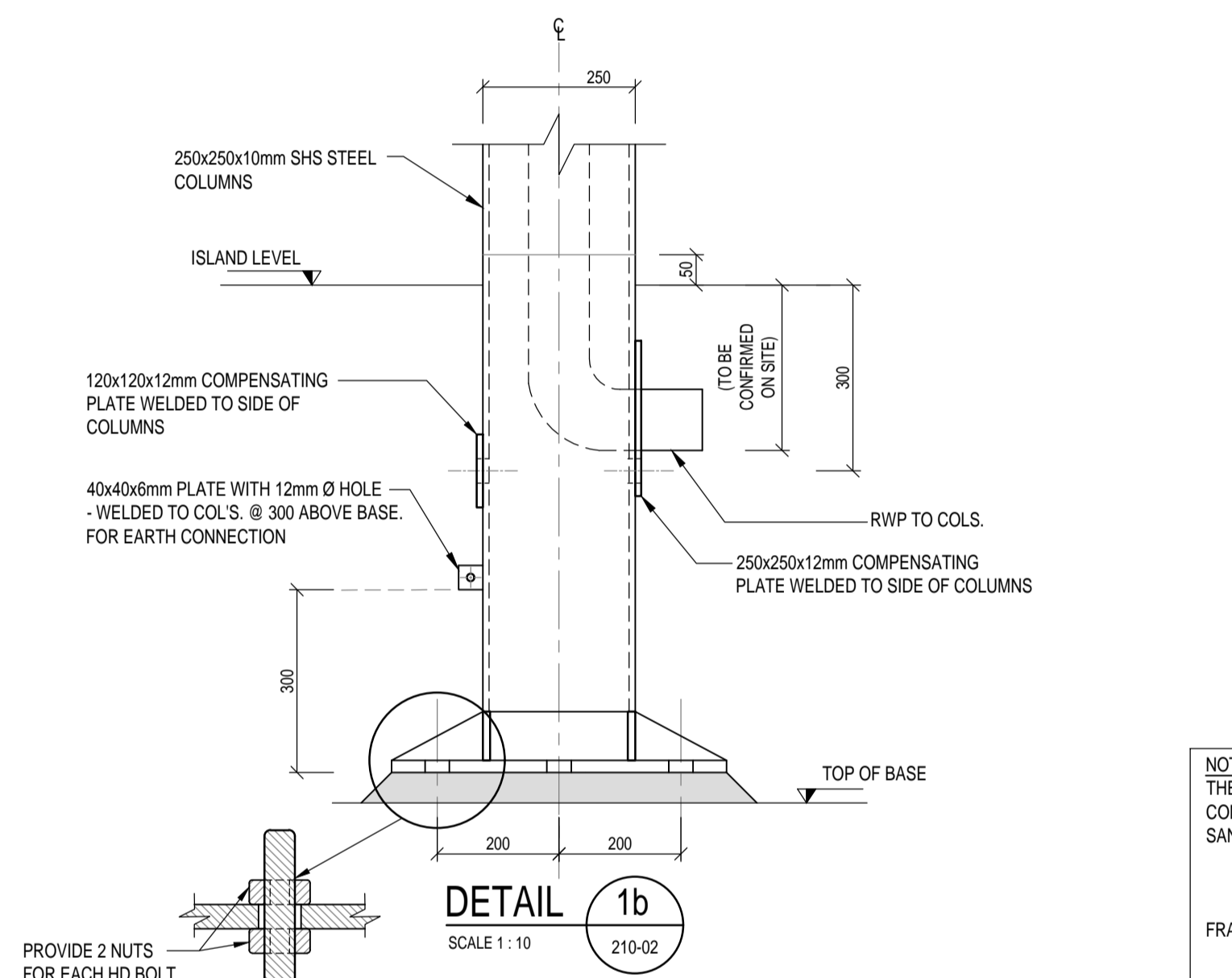


CANOPY - RC BASE LAYOUT SCALE 1:20

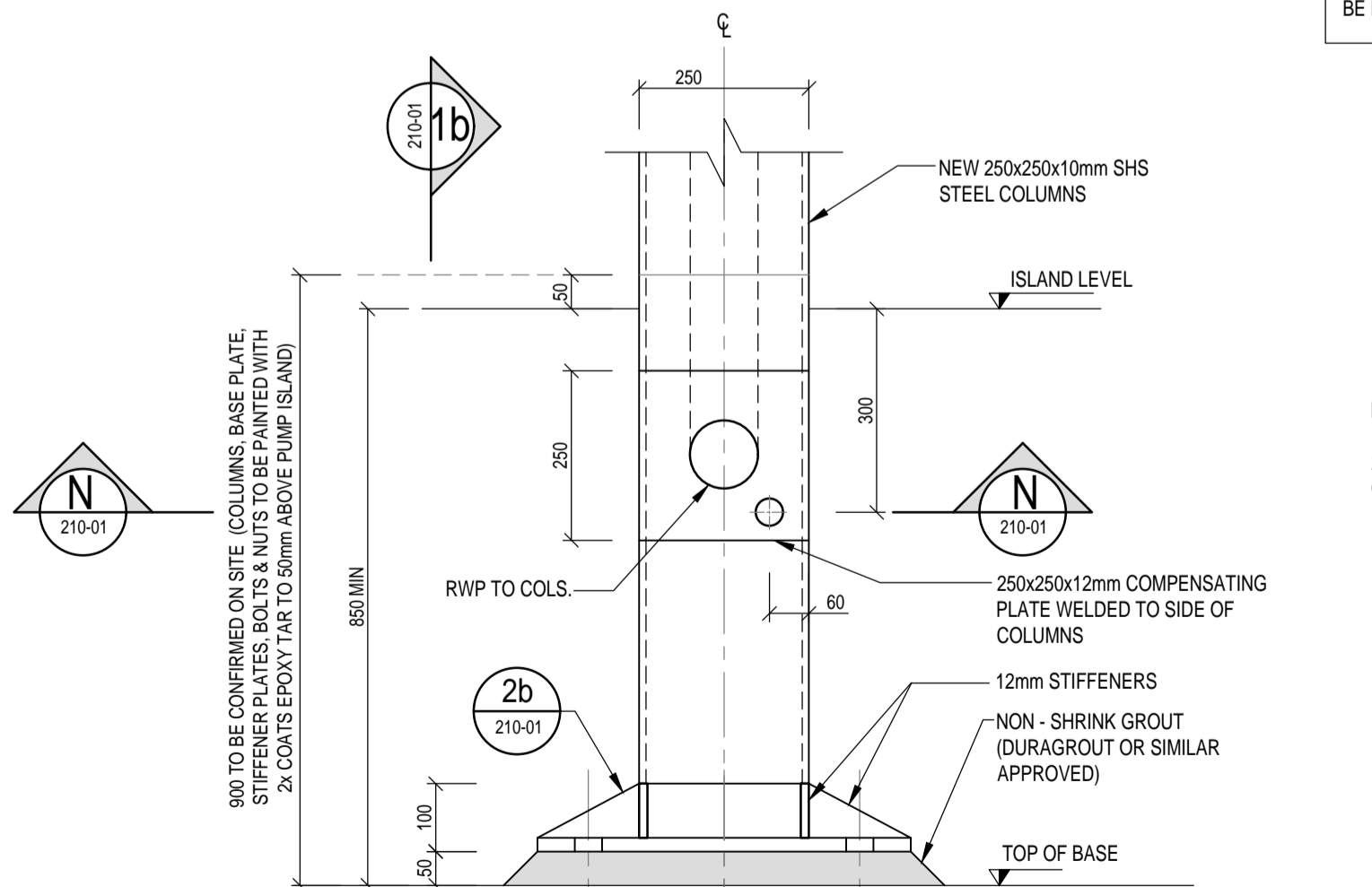


CANOPY - RC BASE SECTION SCALE 1:20

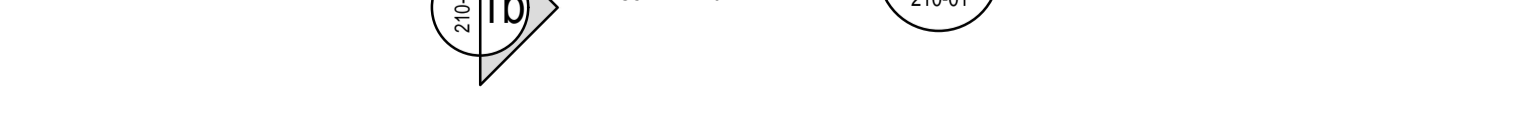
| ELEMENT | No. OFF | No. IN EACH | TOTAL No. | TYPE DIA. | MARK | TOTAL LENGTH | SHAPE CODE | BENDING DIMENSIONS | | | | |
|--------------|---------|-------------|-----------|-----------|------|--------------|------------|--------------------|-----|------|-----|--|
| | | | | | | | | A | B | C | D | |
| BASES 1 TO 2 | 3 | 10 | 30 | Y12 | C1 | 2700 | 35 | 2500 | | | | |
| | | 14 | 42 | Y12 | C2 | 2000 | 35 | 1800 | | | | |
| | | 10 | 30 | Y12 | C3 | 4750 | 55 | 550 | 625 | 2500 | 625 | |
| | | 14 | 42 | Y12 | C4 | 4000 | 55 | 550 | 610 | 1800 | 610 | |
| STOOLS | | 5 | 15 | Y10 | C5 | 2500 | 83 | 400 | 585 | 450 | 450 | |



DETAIL 1b SCALE 1:10



ELEVATION 1a SCALE 1:10



SECTION N SCALE 1:5

NOTES / LEGEND

- GENERAL NOTES:
FOR COMPLETE STRUCTURAL NOTES REFER TO DRAWING NR: 33423.00-200-01
- THIS SET OF DRAWINGS IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH THE RELEVANT DRAWINGS FROM OTHER DISCIPLINES AND ANY DISCREPANCIES BETWEEN THEM SHALL BE REPORTED TO THE ENGINEER IMMEDIATELY.
 - NO SCALING OF DIMENSIONS IS PERMITTED ON THESE DRAWINGS. ONLY WRITTEN DIMENSIONS WHICH, UNLESS OTHERWISE STATED (u.n.o.), ARE GIVEN IN MILLIMETERS, MAY BE DEEMED TO BE CORRECT. IF ANY DIMENSION SEEMS DOUBTFUL, THE ENGINEER SHALL BE CONSULTED.
 - ALL EXISTING DIMENSIONS AND LEVELS ARE TO BE CHECKED ON SITE AND CORRELATED WITH THE ARCHITECT'S DRAWINGS BY THE CONTRACTOR. ANY DISCREPANCIES OR VARIATIONS FROM THE DRAWINGS SHALL BE REPORTED TO THE ENGINEER IMMEDIATELY. NO WORK SHALL COMMENCE NOR ANY MATERIAL BE ORDERED UNTIL THE ENGINEER IS NOTIFIED ACCORDINGLY.
 - IT IS THE CONTRACTOR'S RESPONSIBILITY TO ENSURE THAT ALL MATERIAL SHALL COMPLY AND ALL WORKMANSHIP SHALL BE EXECUTED IN STRICT ACCORDANCE WITH THE DETAILS AND SPECIFICATIONS SHOWN ON THESE DRAWINGS, THE LATEST REVISIONS OF SANS 10400, SANS 1200, THE NATIONAL BUILDING REGULATIONS (NBR) AND THE LATEST EDITIONS OF THE RELEVANT SANS CODES OF PRACTICE AND STANDARDS METHODS, IRRESPECTIVE WHETHER THE ENGINEER HAS INSPECTED THE WORKS ON SITE OR NOT. WHERE A SANS CODE HAS BEEN REPLACED BY A SANS CODE IT IS DEEMED THAT THE LATEST VERSION OF THE RELEVANT CODE IS APPLICABLE.
 - ALL WATERPROOFING DETAILS TO BE IN CONJUNCTION WITH THE ARCHITECT'S SPECIFICATIONS AND INSTRUCTIONS, U.N.O.
 - ALL BRICKWORK SETTING OUT TO BE DONE ACCORDING TO THE ARCHITECT'S DRAWINGS.
 - ALL CONCRETE SETTING OUT TO BE DONE ACCORDING TO THE ENGINEER'S DRAWINGS.

APPROVED BY COUNCIL / CLIENT

CITY ENGINEER / CLIENT REG. NO. DATE

AMENDMENTS CODE

A.B.C./ : BEFORE TENDER / A : BY CLIENT
 TO / : TENDER DRAWING / B : BY ARCHITECT
 0.1.2./ : AFTER TENDER / C : BY MECHANICAL OR ELECTRICAL
 Z / : AS BUILT / D : BY BVI
 / E : BY OTHER ()

| DATE | INITIAL | No./CODE | REVISION DESCRIPTION |
|------------|---------|----------|---|
| 24/07/2018 | N.J. | G/D | FOR CONSTRUCTION |
| 29/08/2018 | N.J. | 1/D | SCREEN WALL GL H102-03 FOUNDATION REVISED |
| 12/10/2018 | AT | 2/D | TOC ADDED AND NOTES UPDATED |

COPYRIGHT VESTS IN THIS DOCUMENT AND NO USE OR REPRODUCTION OR DUPLICATION THEREOF MAY OCCUR WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF BVI CONSULTING ENGINEERS

OFFICES

| PROVINCE | OFFICE | PHONE | E-MAIL |
|---------------|----------------|----------------|---------------|
| Gauteng | Tshwane | (012) 840-1111 | ps@bvi.co.za |
| | Pretoria | (012) 281-5400 | pr@bvi.co.za |
| Free State | Beaufort West | (053) 447-2137 | bf@bvi.co.za |
| | Worcester | (053) 353-3498 | wor@bvi.co.za |
| Northern Cape | Upington | (054) 337-6800 | up@bvi.co.za |
| | Springs | (027) 712-9996 | sp@bvi.co.za |
| North West | Kimberley | (053) 366-8382 | kb@bvi.co.za |
| | Engenya | (052) 772-4112 | eng@bvi.co.za |
| Eastern Cape | Port Elizabeth | (041) 375-4343 | pe@bvi.co.za |
| | East London | (043) 726-1444 | el@bvi.co.za |
| Western Cape | Cape Town | (021) 527-7000 | cp@bvi.co.za |

bvi 50 YEAR CELEBRATION EST 1967-2017
 • ENGINEERING • PROCUREMENT • MANAGEMENT

CLIENT

ENGEN

PROJECT

COS DE SOL SERVICE STATION, MOZAMBIQUE

DRAWING TITLE

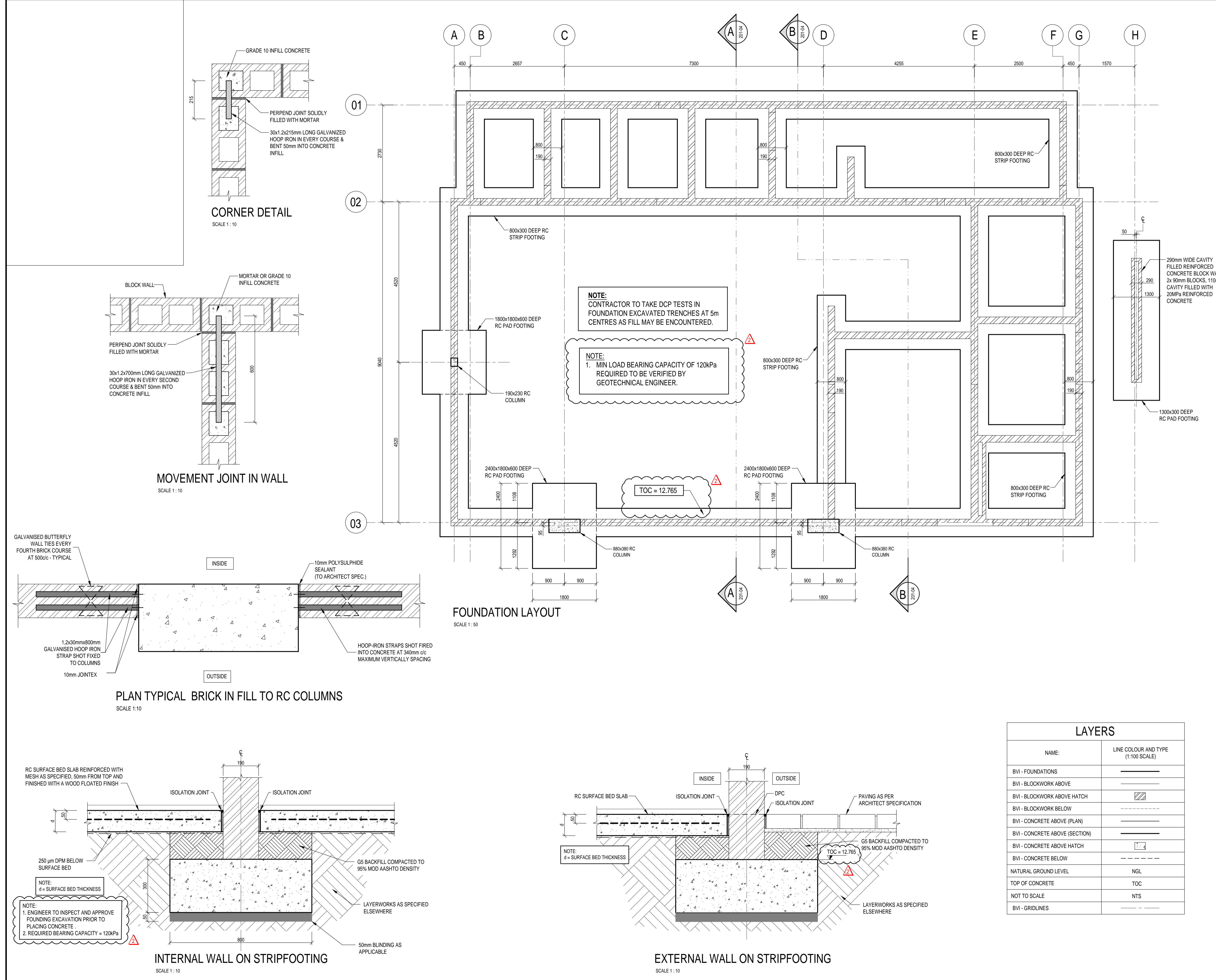
SERVICE STATION BUILDING FOUNDATION LAYOUT, SECTIONS & DETAILS

APPROVED BY BVI

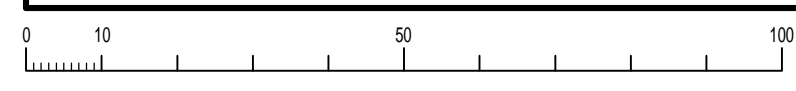
ENGINEER/TECHNOLOGIST 201570219 12/10/2018
 REG. NO. DATE

SCALE AS SHOWN DRAWN N.JAPPIE
 DESIGNED N.FREDERICKS CHECKED E.SCHEEPPERS

PLAN NUMBER 33423.00-201-01 REVISION NO. 2 DATE SAVED 12 October 2018



| LAYERS | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| NAME: | LINE COLOUR AND TYPE (1:100 SCALE) |
| BVI - FOUNDATIONS | — |
| BVI - BLOCKWORK ABOVE | — |
| BVI - BLOCKWORK ABOVE HATCH | ▨ |
| BVI - BLOCKWORK BELOW | ▨ |
| BVI - CONCRETE ABOVE (PLAN) | — |
| BVI - CONCRETE ABOVE (SECTION) | — |
| BVI - CONCRETE ABOVE HATCH | ▨ |
| BVI - CONCRETE BELOW | — |
| NATURAL GROUND LEVEL | NGL |
| TOP OF CONCRETE | TOC |
| NOT TO SCALE | NTS |
| BVI - GRIDLINES | — |



NOTES / LEGEND

- GENERAL NOTES:
FOR COMPLETE STRUCTURAL NOTES REFER TO DRAWING NR: 33423.00-200-01
- THIS SET OF DRAWINGS IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH THE RELEVANT DRAWINGS FROM OTHER DISCIPLINES AND ANY DISCREPANCIES BETWEEN THEM SHALL BE REPORTED TO THE ENGINEER IMMEDIATELY.
 - NO SCALING OF DIMENSIONS IS PERMITTED ON THESE DRAWINGS. ONLY WRITTEN DIMENSIONS WHICH, UNLESS OTHERWISE STATED (u.n.o), ARE GIVEN IN MILLIMETERS, MAY BE DEEMED TO BE CORRECT. IF ANY DIMENSION SEEMS DOUBTFUL, THE ENGINEER SHALL BE CONSULTED.
 - ALL EXISTING DIMENSIONS AND LEVELS ARE TO BE CHECKED ON SITE AND CORRELATED WITH THE ARCHITECT'S DRAWINGS BY THE CONTRACTOR. ANY DISCREPANCIES OR VARIATIONS FROM THE DRAWINGS SHALL BE REPORTED TO THE ENGINEER IMMEDIATELY. NO WORK SHALL COMMENCE NOR ANY MATERIAL BE ORDERED UNTIL THE ENGINEER IS NOTIFIED ACCORDINGLY.
 - IT IS THE CONTRACTOR'S RESPONSIBILITY TO ENSURE THAT ALL MATERIAL SHALL COMPLY AND ALL WORKMANSHIP SHALL BE EXECUTED IN STRICT ACCORDANCE WITH THE DETAILS AND SPECIFICATIONS SHOWN ON THESE DRAWINGS, THE LATEST REVISIONS OF SANS 10400, SANS 1200, THE NATIONAL BUILDING REGULATIONS (NBR) AND THE LATEST EDITIONS OF THE RELEVANT SANS CODES OF PRACTICE AND STANDARDS METHODS, IRRESPECTIVE WHETHER THE ENGINEER HAS INSPECTED THE WORKS ON SITE OR NOT. WHERE A SANS CODE HAS BEEN REPLACED BY A SANS CODE IT IS DEEMED THAT THE LATEST VERSION OF THE RELEVANT CODE IS APPLICABLE.
 - ALL WATERPROOFING DETAILS TO BE IN CONJUNCTION WITH THE ARCHITECT'S SPECIFICATIONS AND INSTRUCTIONS, U.N.O.
 - ALL BRICKWORK SETTING OUT TO BE DONE ACCORDING TO THE ARCHITECT'S DRAWINGS.
 - ALL CONCRETE SETTING OUT TO BE DONE ACCORDING TO THE ENGINEER'S DRAWINGS.

APPROVED BY COUNCIL / CLIENT

CITY ENGINEER / CLIENT REG. NO. DATE

AMENDMENTS CODE

| | | | |
|------------|----------------|----|-----------------------------|
| A.B.C. / . | BEFORE TENDER | /A | BY CLIENT |
| T | TENDER DRAWING | /B | BY ARCHITECT |
| 0.1.2. / . | AFTER TENDER | /C | BY MECHANICAL OR ELECTRICAL |
| Z | AS BUILT | /D | BY BVI |
| | | /E | BY OTHER () |

| DATE | INITIAL | No./CODE | REVISION DESCRIPTION |
|------------|---------|----------|---|
| 24/07/2018 | N.J | 0/D | FOR CONSTRUCTION |
| 29/08/2018 | N.J | 1/D | ANTI-CRACKING BARS & SCREEN WALL GL H102-03 REVISED |
| 12/10/2018 | A.T | 2/D | LAYERWORKS NOTE UPDATED |

COPYRIGHT VESTS IN THIS DOCUMENT AND NO USE OR REPRODUCTION OR DUPLICATION THEREOF MAY OCCUR WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF BVI CONSULTING ENGINEERS

OFFICES

| PROVINCE | OFFICE | PHONE | EMAIL |
|---------------|----------------|----------------|---------------|
| Gauteng | Townville | (011) 840-1111 | ps@bvi.co.za |
| | Pretoria | (011) 201-5400 | pb@bvi.co.za |
| Free State | Beaufort West | (053) 447-2127 | pb@bvi.co.za |
| | Worcester | (053) 353-3498 | we@bvi.co.za |
| Northern Cape | Upington | (054) 337-6800 | up@bvi.co.za |
| | Springs | (027) 712-9996 | sp@bvi.co.za |
| North West | Kimberley | (053) 366-8362 | kb@bvi.co.za |
| Western Cape | Engelmanns | (052) 772-4112 | eng@bvi.co.za |
| | Port Elizabeth | (041) 375-4343 | pe@bvi.co.za |
| | East London | (043) 726-1444 | el@bvi.co.za |
| Western Cape | Cape Town | (021) 527-7000 | cp@bvi.co.za |

• ENGINEERING • PROCUREMENT • MANAGEMENT

Registration no. 198800012017

CLIENT



PROJECT

COS DE SOL SERVICE STATION, MOZAMBIQUE

DRAWING TITLE

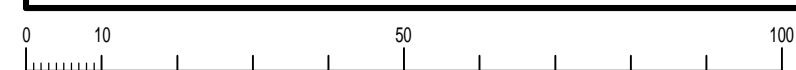
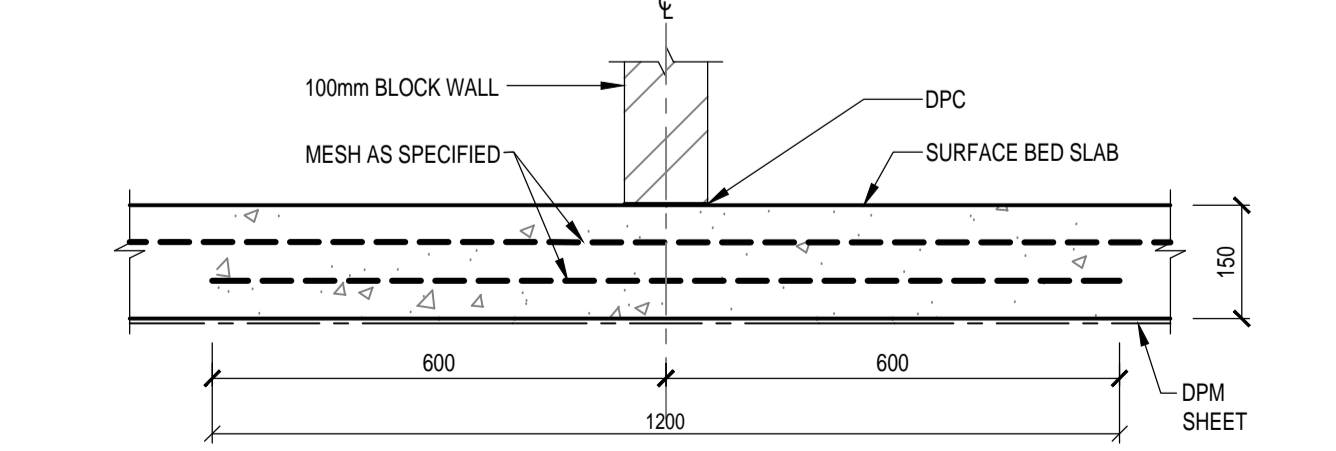
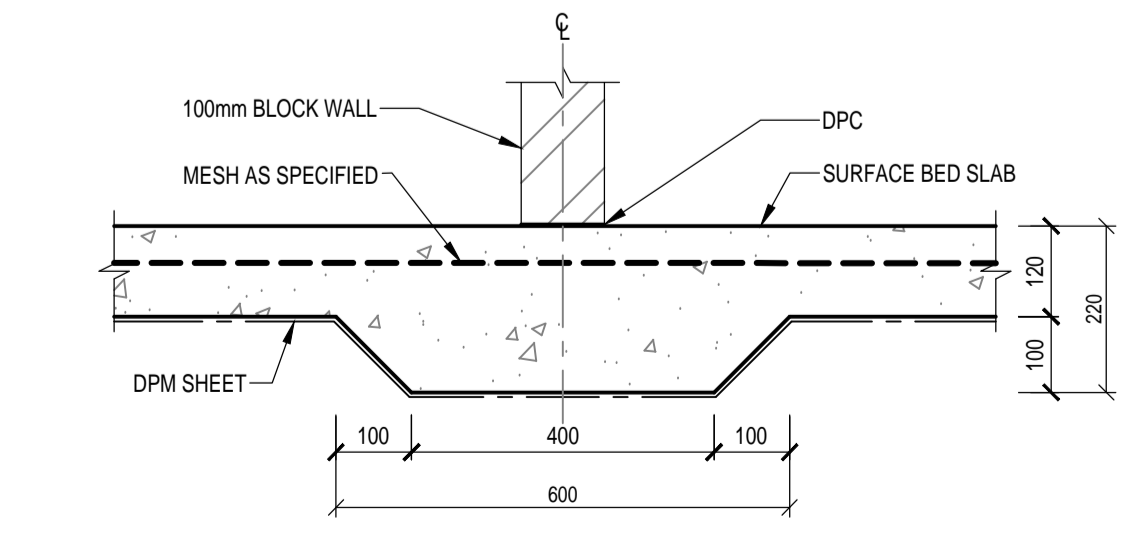
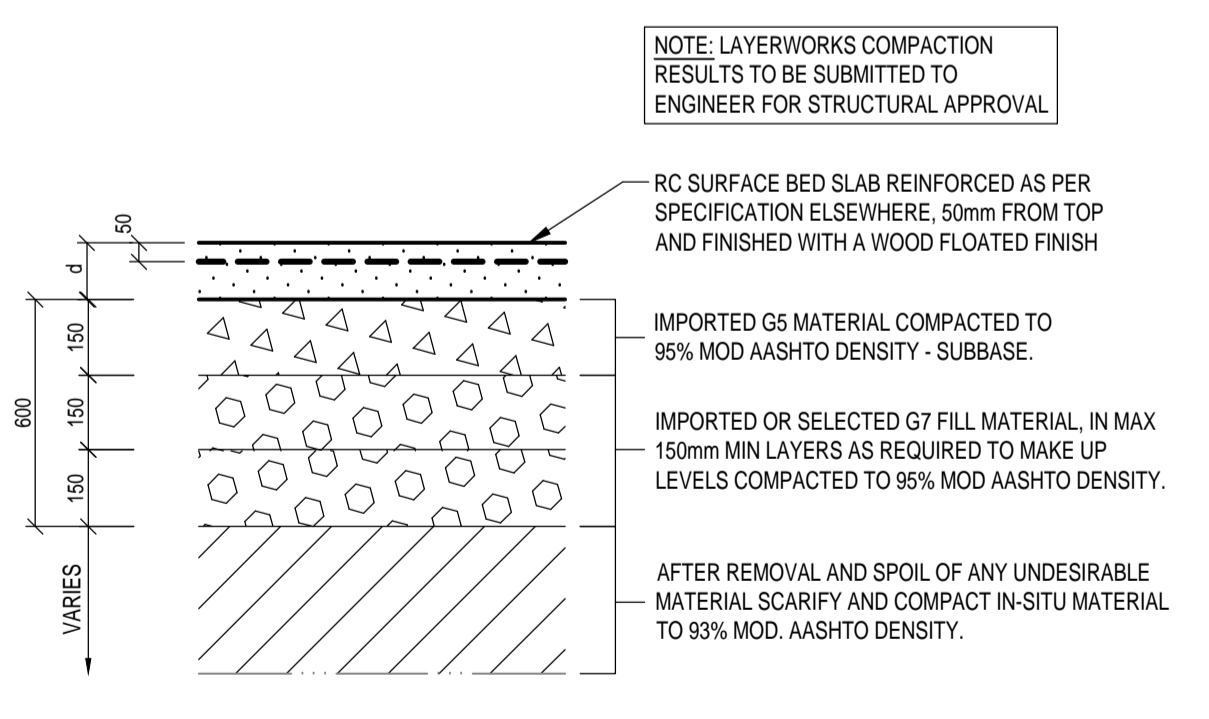
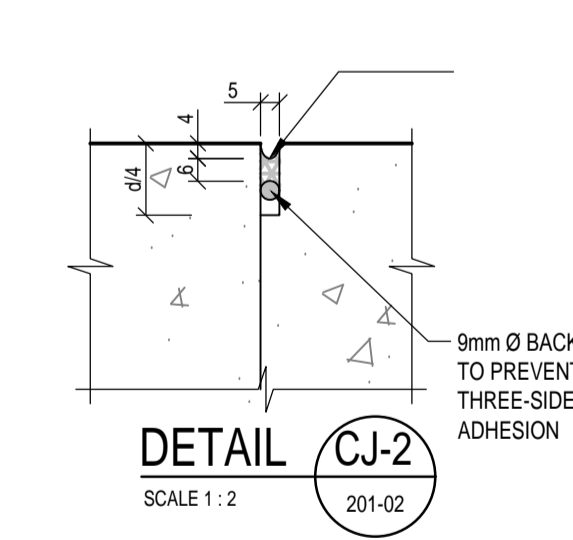
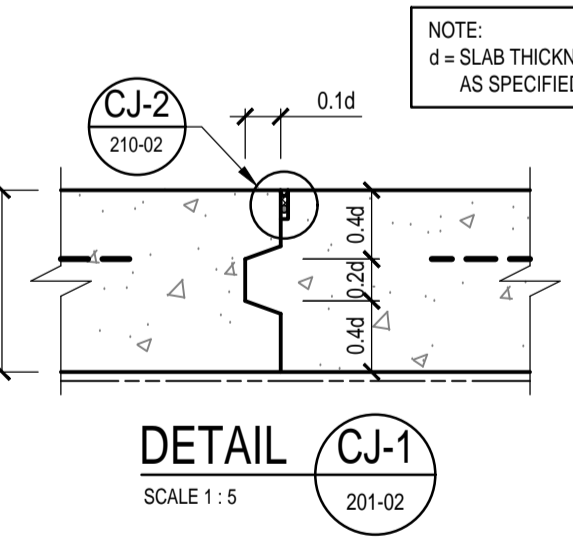
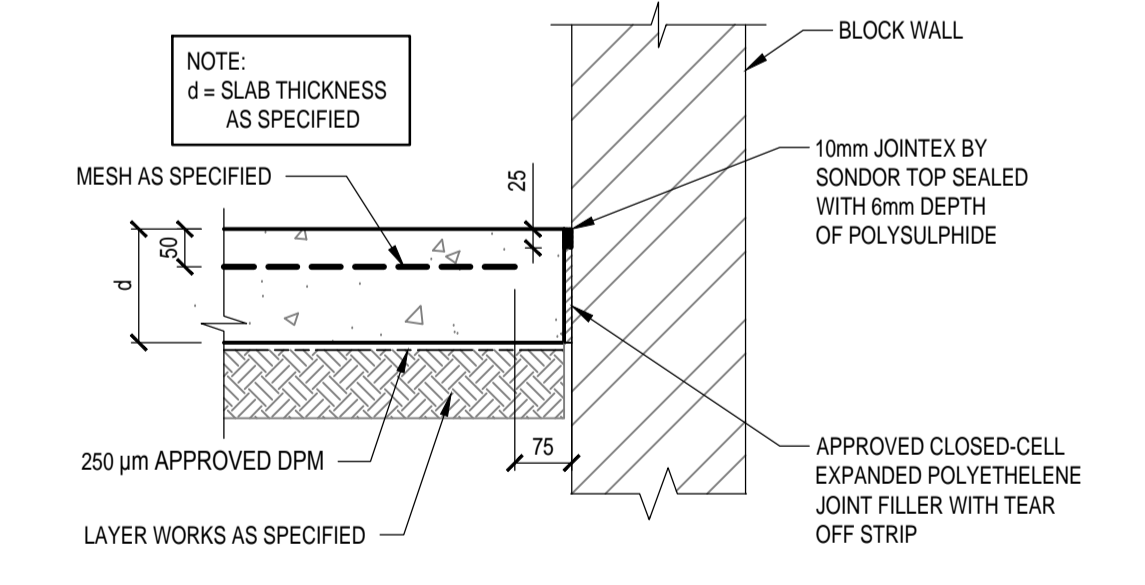
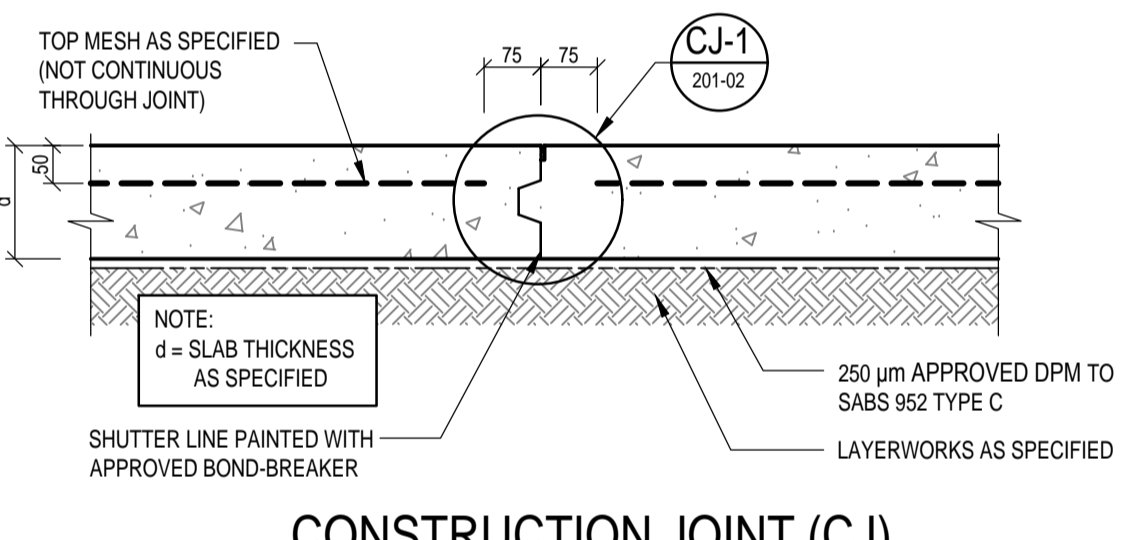
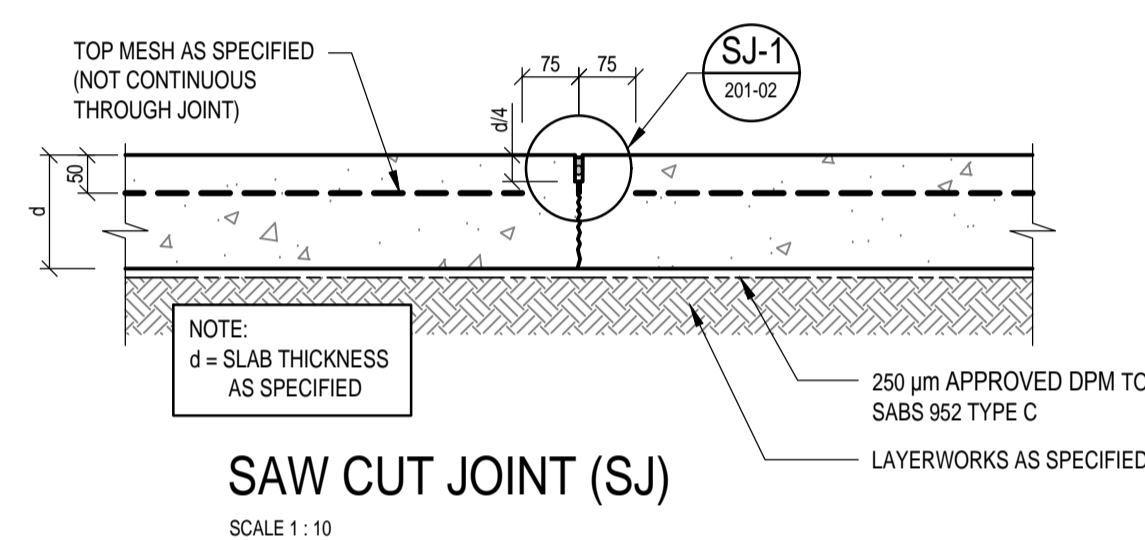
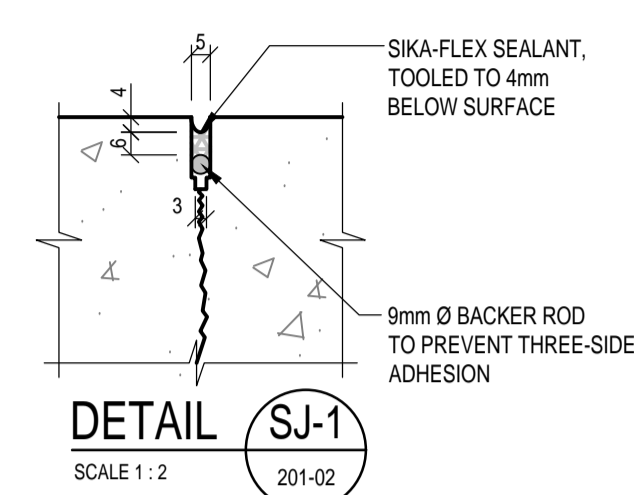
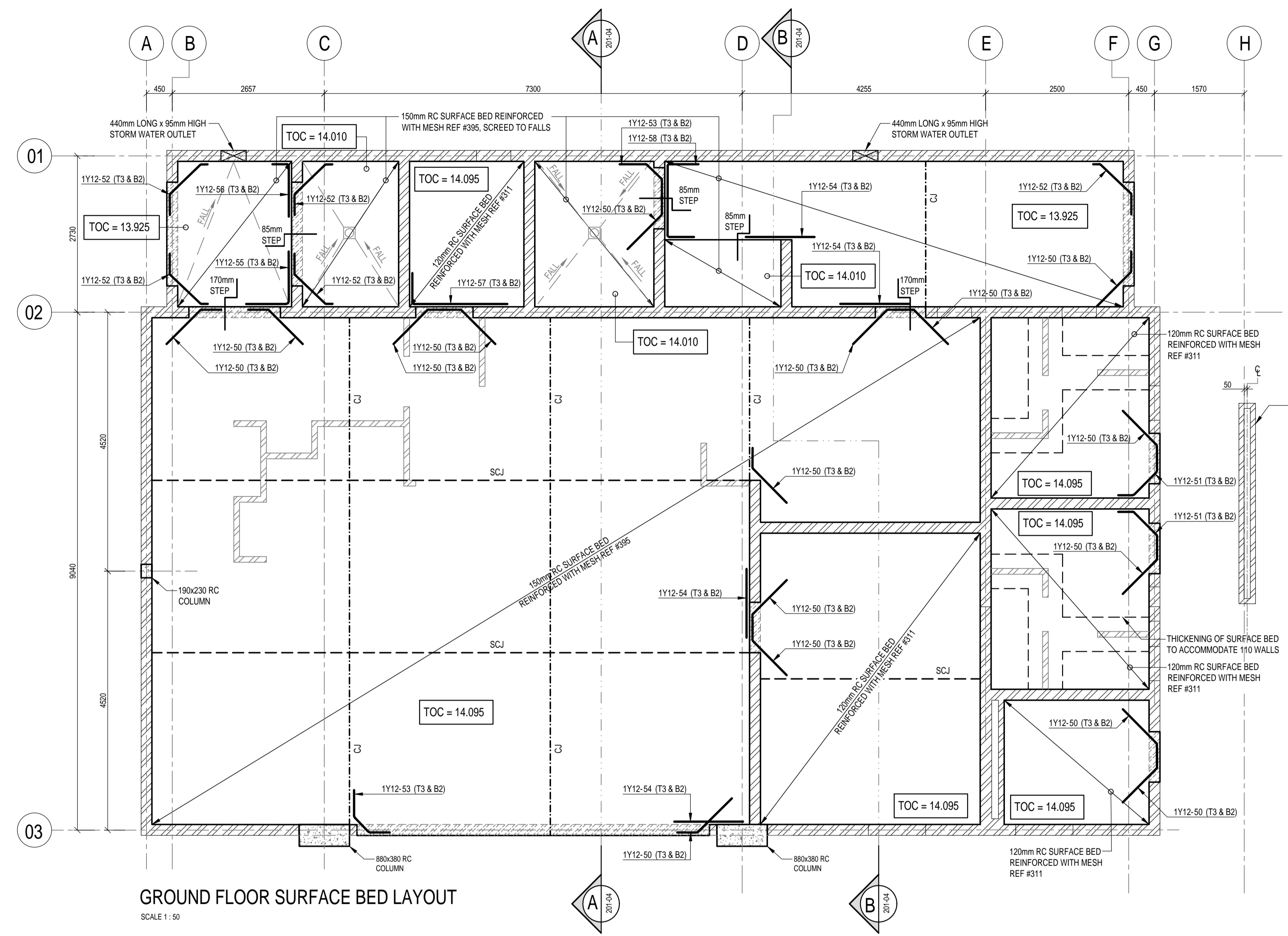
SERVICE STATION BUILDING GROUND FLOOR SURFACE BED LAYOUT & DETAILS

APPROVED BY BVI

ENGINEER/TECHNOLOGIST 201570219 12/10/2018
REG. NO. DATE

| | | | |
|-------------|--------------|------------|-------------|
| SCALE | AS SHOWN | DRAWN | N.JAPPIE |
| DESIGNED | N.FREDERICKS | CHECKED | E.SCHEEPERS |
| PLAN NUMBER | REVISION NO. | DATE SAVED | |

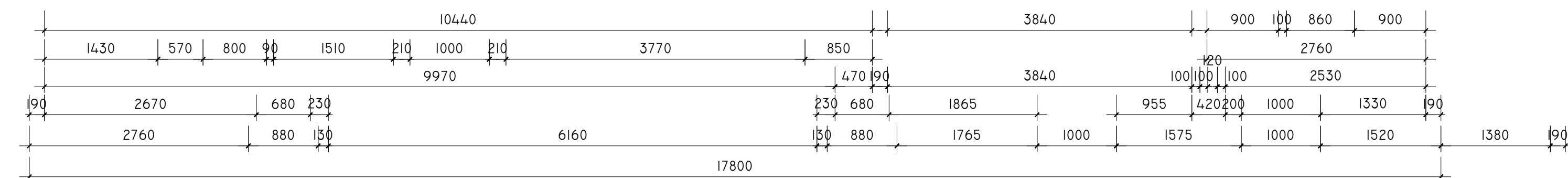
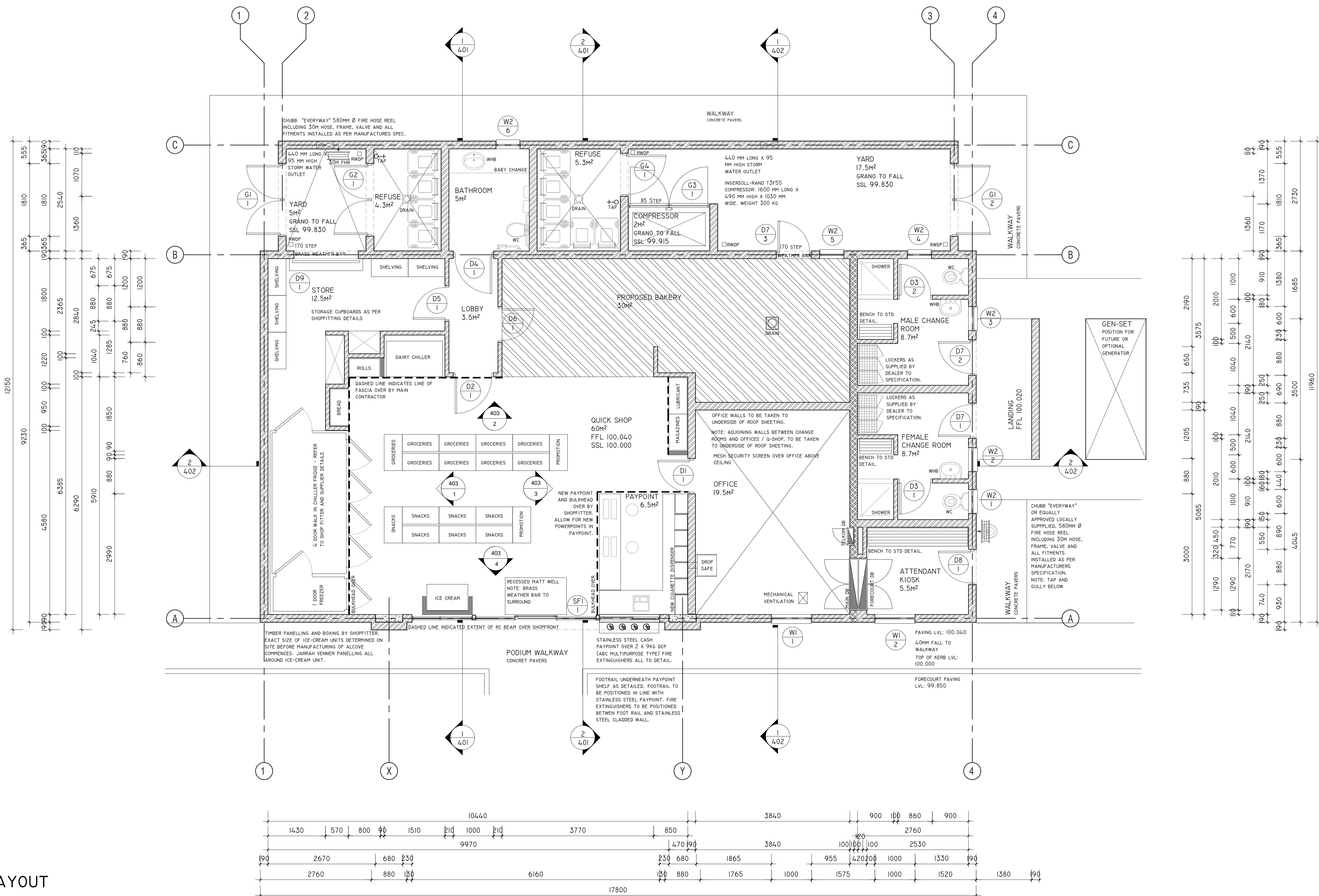
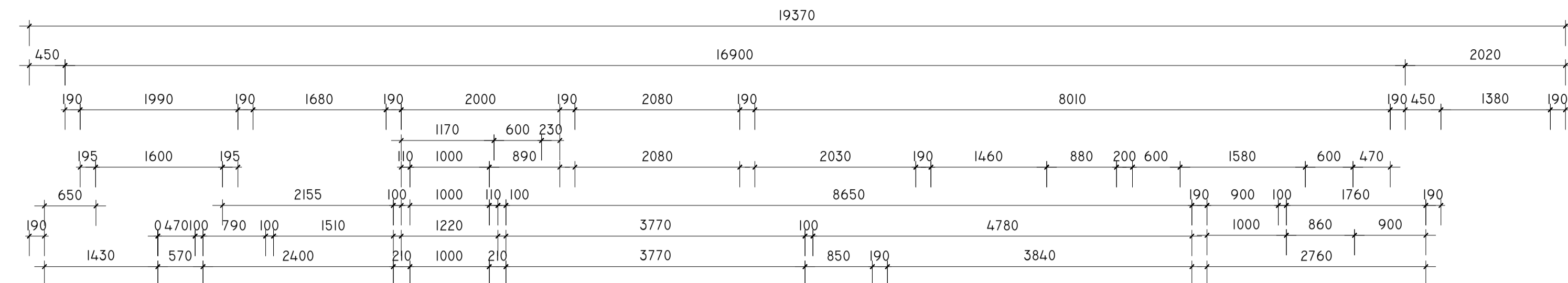
33423.00-201-02 2 12 October 2018



CONTRACTOR TO NOTE:

REFER TO 4.00 SERIES DRAWINGS FOR TYPICAL WALL ELEVATION, SECTIONS AND DETAILS

EXPANSION JOINTS TO ALL WALLS NOT TO EXCEED 6000MM. POSITION AND DETAILS OF REINFORCED BUTT CONTROL JOINTS (TO PROVIDE FOR MOVEMENT AND LATERAL STABILITY) TO BE AS PER ENGINEERS DETAILS. EXPANSION JOINTS TO BE 10MM TO STRUCTURAL ENGINEERS DETAILS. TO BE SEALED WITH DOW COMING 795 NEUTRAL CURING SILICONE SEALANT WITH POLYCORD BACKING CORD, 10MM DEEP TO VERTICAL AND HORIZONTAL EXPANSION JOINTS WHERE SHOWN. COLOUR TO MATCH FINISHES.



NOTES
 ALL DIMENSIONS AND LEVELS ARE TO BE VERIFIED ON SITE PRIOR TO COMMENCING, SETTING OUT, WORKSHOP DRAWINGS OR CONSTRUCTION
 FIGURED DIMENSIONS ONLY TO BE USED. DRAWINGS ARE NOT TO BE SCALED
 DISCREPANCIES, ERRORS AND OMISSIONS ARE TO BE BROUGHT TO THE ARCHITECTS ATTENTION IMMEDIATELY THEY BECOME EVIDENT
 SHOP DRAWINGS TO BE SUBMITTED FOR APPROVAL PRIOR TO MANUFACTURE OR INSTALLATION
 COPYRIGHT AND RIGHT OF REPRODUCTION OF THIS DRAWING OR ANY PORTION THEREOF IS RESERVED BY THE ARCHITECTS

| DATE | REVISIONS |
|------|---|
| A | 2018-09-21 WALKWAY CHANGED TO CONCRETE PAVERS |

APPROVAL



THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ENGEN PETROLEUM LTD AND REPRODUCTION, DISTRIBUTION, ALTERATION OR ISSUING THEREOF WITHOUT PERMISSION IS PROHIBITED UNDER THE COPYRIGHT ACT

PROJECT
COS DE SOL SERVICE STATION MOZAMBIQUE

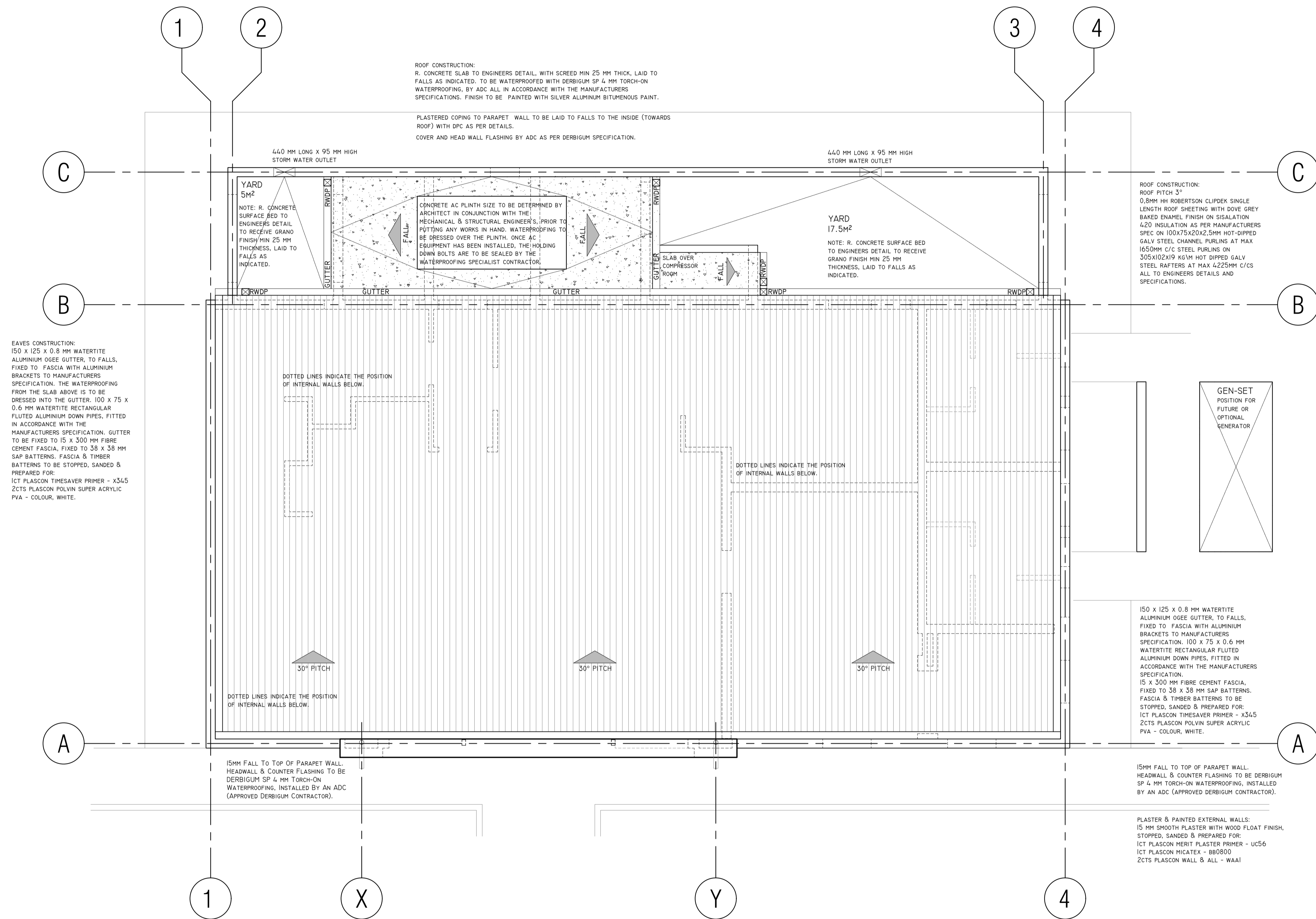
TITLE
Floor Layout

ADDRESS
 Proposed New Service Station for Engen Petroleum Ltd
 Cos De Sol
 Maputo
 Mozambique

| SCALE | DATE | DRAWN |
|--------------------------|------------|----------|
| 1:50 | 2018-06-05 | LB |
| CHECKED | | APPROVED |
| | | |
| DRAWING No | | REVISION |
| Cos De Sol-WD-100 | | A |

FLOOR LAYOUT
 1:50

ROOF LAYOUT
1:50



NOTES
ALL DIMENSIONS AND LEVELS ARE TO BE VERIFIED ON SITE PRIOR TO COMMENCING, SETTING OUT, WORKSHOP DRAWINGS OR CONSTRUCTION
DRAWINGS ARE NOT TO BE SCALED
FIGURED DIMENSIONS ONLY TO BE USED.
DISCREPANCIES, ERRORS AND OMISSIONS ARE TO BE BROUGHT TO THE ARCHITECTS ATTENTION IMMEDIATELY THEY BECOME EVIDENT
SHOP DRAWINGS TO BE SUBMITTED FOR APPROVAL PRIOR TO MANUFACTURE OR INSTALLATION
COPYRIGHT AND RIGHT OF REPRODUCTION OF THIS DRAWING OR ANY PORTION THEREOF IS RESERVED BY THE ARCHITECTS

| DATE | REVISIONS |
|------|-----------|
| | |
| | |
| | |

| APPROVAL |
|----------|
| |
| |



THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ENGEN PETROLEUM LTD AND REPRODUCTION, DISTRIBUTION, ALTERATION OR ISSUING THEREOF WITHOUT PERMISSION IS PROHIBITED UNDER THE COPYRIGHT ACT

PROJECT
COS DE SOL SERVICE STATION MOZAMBIQUE

TITLE
ROOF LAYOUT

ADDRESS
Proposed New Service Station for Engen Petroleum Ltd
Cos De Sol
Maputo
Mozambique

| SCALE | DATE | DRAWN |
|--------------------------|------------|----------|
| 1:50 | 2018-06-07 | LB |
| CHECKED | | APPROVED |
| - | | - |
| DRAWING No | | REVISION |
| Cos De Sol-WD-105 | | - |

ROOF CONSTRUCTION:
 ROOF PITCH 3°
 KLIP-LOCK SINGLE LENGTH ROOF SHEETING WITH DOVE GREY BAKED ENAMEL FINISH ON 100X75X20X2.5MM GALV. STEEL CHANNEL PURLINS AT MAX 1650MM C/C ON SISALATION 420 INSULATION ON 305X102X19 KG/M GALV. STEEL RAFTERS AT MAX 4225MM C/CS

CEILING CONSTRUCTION:
 BPB GYPREX FISSURED WHITE VINYL FINISHED GYPSUM CEILING TILES SIZE 600X1200MM X 12.5MM THICK LAID ON AND INCLUDING DONN SQ/138 WHITE PRE-PAINTED MAIN TEES, CROSS TEES, HOLDING DOWN CLIPS, WEDGES, ETC, ALL SUSPENDED WITH GALVANIZED HANGERS FROM TRUSSES. HANGER CENTERS NOT EXCEEDING 1200MM
 NOTE: DONN WHITE PRE-PAINTED ALUMINUM SHADOW LINE CORNICE TO ENTIRE WALL PERIMETER.

15MM FALL TO TOP OF PARAPET WALL, WITH HEADWALL & COUNTER FLASHING AS PER SPEC.

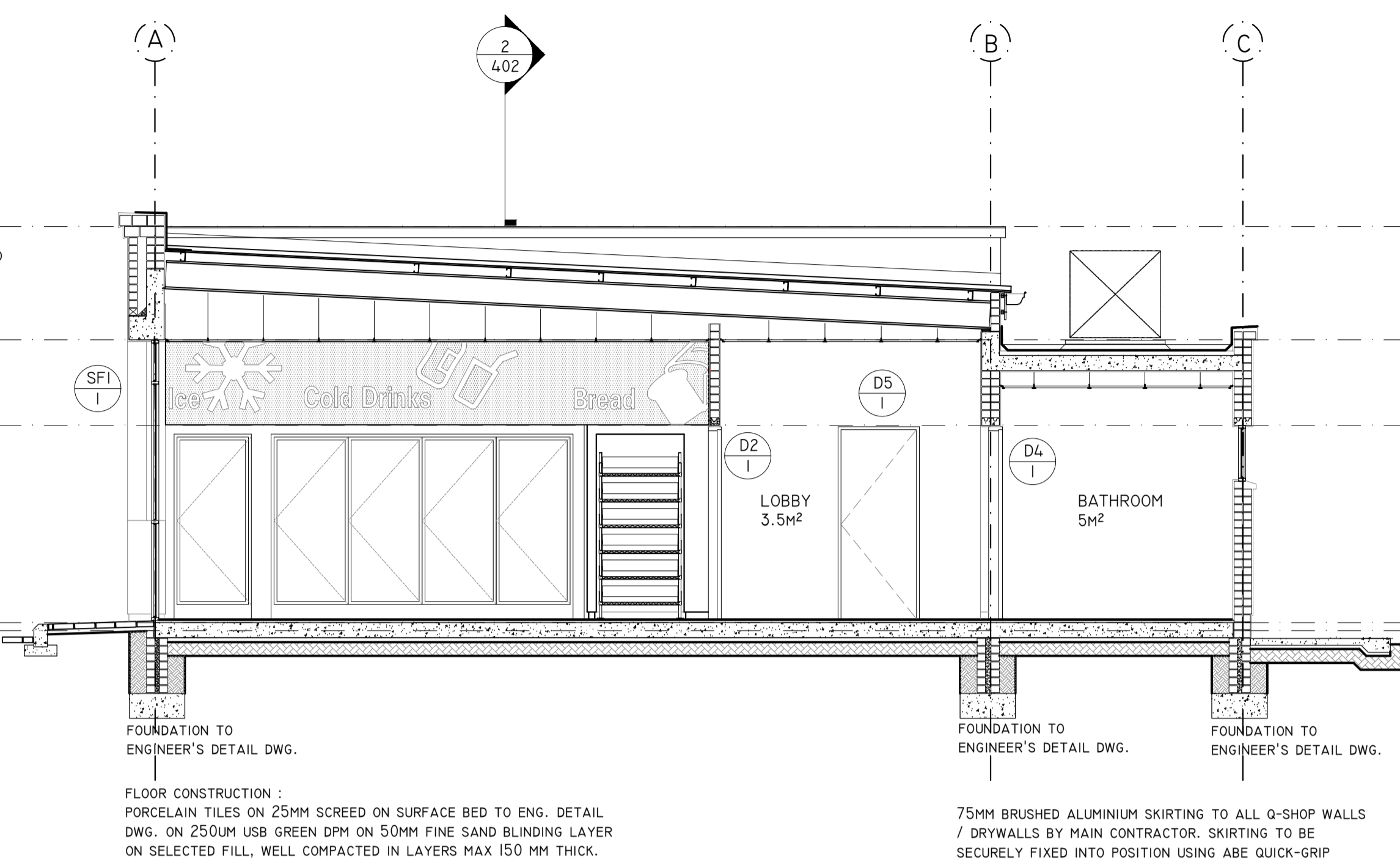
230 x 755 MM REINFORCED CONCRETE BEAM WITH 245 MM HIGH TOE AS PER ENGINEERS DETAIL
 WEEP HOLES AT 1000 MM C/C

PARTITIONS - TO BE FORMED WITH 58 MM RHINOWALL STUDS AT MAX 600 MM CENTRES, SCREW FIXED AT FLOOR AND CEILING INTO ULTRASTEEL TRACK. SINGLE LAYER 15 MM TAPER-EDGE RHINOBOARD SCREW FIXED TO EACH SIDE OF STUD. JOINTS TO BE FINISHED WITH 48 MM WIDE RHINOTAPE, RHINOGLIDE PLASTER TO BE APPLIED AS PER MANUFACTURERS SPEC. STOP, SAND SMOOTH AND APPLY FINAL COAT RHINOGLIDE. SAND SMOOTH FOR PAINT FINISH AS PER SPEC. DRY WALL FINIS / RETURNS TO RECEIVE FULL HEIGHT NATURAL ANODIZED ALUMINIUM WALL CHANNEL WITH 20MM RETURN.

PRE-CAST CONCRETE KERB TO ENGINEER'S DETAIL.
 40 MM FALL TO WALKWAY PAVING. TO BE COROBRICK DE HOOP PAVERS ON 50 MM FINE SAND BLINDING LAYER ON SELECTED FILL, WELL COMPACTED IN LAYERS MAX 150 MM THICK.

FOUNDATION WALLS TO BE RECESSED 15 MM AT SLAB LEVEL.

FORECOURT PAVERS TO BE 80 MM DOUBLE ZIGZAG INTERLOCKING PAVERS, MIN 25 MPA, COLOUR MULTIBLEND, ON 50 MM FINE SAND BLINDING LAYER, ON FILL COMPACTED TO ENGINEER'S SPECIFICATION. FALLS & STORMWATER TO ENGINEER'S DETAILS.



ROOF CONSTRUCTION:
 R. CONCRETE SLAB TO ENGINEERS DETAIL, WITH SCREED MIN 25 MM THICK, LAID TO FALLS AS INDICATED. TO BE WATERPROOFED WITH DERBIGUM SP 4 MM TORCH-ON WATERPROOFING, BY ADC ALL IN ACCORDANCE WITH THE MANUFACTURERS SPECIFICATIONS. FINISH TO BE PAINTED WITH SILVER ALUMINUM BITUMENOUS PAINT.

150 x 125 x 0.8 MM WATERTITE ALUMINIUM OGEE GUTTER, FIXED TO 15 x 300MM FIBRE CEMENT FASCIA ON 38 x 38 MM SAP BATTERNS, WITH 100 x 75 x 0.6 MM WATERTITE RECTANGULAR FLUTED ALUMINIUM DOWN PIPES, FITTED IN ACCORDANCE WITH THE MANUFACTURERS SPECIFICATION.

12 MM CEMENT PLASTER TO UNDERSIDE R. CONCRETE SLAB / BOX GUTTER. DRIP FORMED INTO SMOOTH PLASTER FINISH 50 MM BACK FROM VERTICAL FACE OF PARAPET WALL. PLASTER TO BE STEEL TROWELED TO SMOOTH FINISH FOR PAINTED FINISH. PREPARE, STOP, SAND SMOOTH AND FINISH AS PER EXTERNAL PAINT SPECIFICATION.

BLACK ANODIZED ALUM. WINDOWS AS PER SCHEDULE.
 NOTE: CONTRACTOR TO ENSURE DPC TO ALL ALUMINIUM WINDOWS IS BUILT INTO BRICKWORK & TUCKED INTO WINDOW FRAME.

PLASTERED COPING TO DETAIL. NOTE: DRIP FORMED INTO PLASTER MOULDING

ABLUTION AREA WALL AND SKIRTING FINISH AS PER DETAILED INTERNAL ELEVATIONS - SEE DRWG 614, 615 & 616. WALLS TO BE TILED TO 2240MM AFFL WITH REMAINDER PAINTED PLASCON DOUBLE VELVET - COLOUR: WHITE

EXTERNAL WALLS TO BE STOPPED, SANDED & PREPARED FOR:
 1CT PLASCON MERIT PLASTER PRIMER - UC56
 1CT PLASCON MICATEX - BB0800
 2CTS PLASCON WALL & ALL - WAA1
 CONCRETE WALKWAY TO ENGINEER'S DETAIL.
 FOUNDATION WALLS TO BE RECESSED 15 MM AT SLAB LEVEL.

SECTION 1
 1:50

ROOF CONSTRUCTION:
 R. CONCRETE SLAB TO ENGINEERS DETAIL, WITH SCREED MIN 25 MM THICK, LAID TO FALLS AS INDICATED. TO BE WATERPROOFED WITH DERBIGUM SP 4 MM TORCH-ON WATERPROOFING, BY ADC ALL IN ACCORDANCE WITH THE MANUFACTURERS SPECIFICATIONS. FINISH TO BE PAINTED WITH SILVER ALUMINUM BITUMENOUS PAINT.

CEILING CONSTRUCTION:
 BPB GYPREX FISSURED WHITE VINYL FINISHED GYPSUM CEILING TILES SIZE 600X1200MM X 12.5MM THICK LAID ON AND INCLUDING DONN SQ/138 WHITE PRE-PAINTED MAIN TEES, CROSS TEES, HOLDING DOWN CLIPS, WEDGES, ETC, ALL SUSPENDED WITH GALVANIZED HANGERS FROM TRUSSES. HANGER CENTERS NOT EXCEEDING 1200MM
 NOTE: DONN WHITE PRE-PAINTED ALUMINUM SHADOW LINE CORNICE TO ENTIRE WALL PERIMETER.

15MM FALL TO TOP OF PARAPET WALL, WITH HEADWALL & COUNTER FLASHING AS PER SPEC.

230 x 755 MM REINFORCED CONCRETE BEAM WITH 245 MM HIGH TOE AS PER ENGINEERS DETAIL

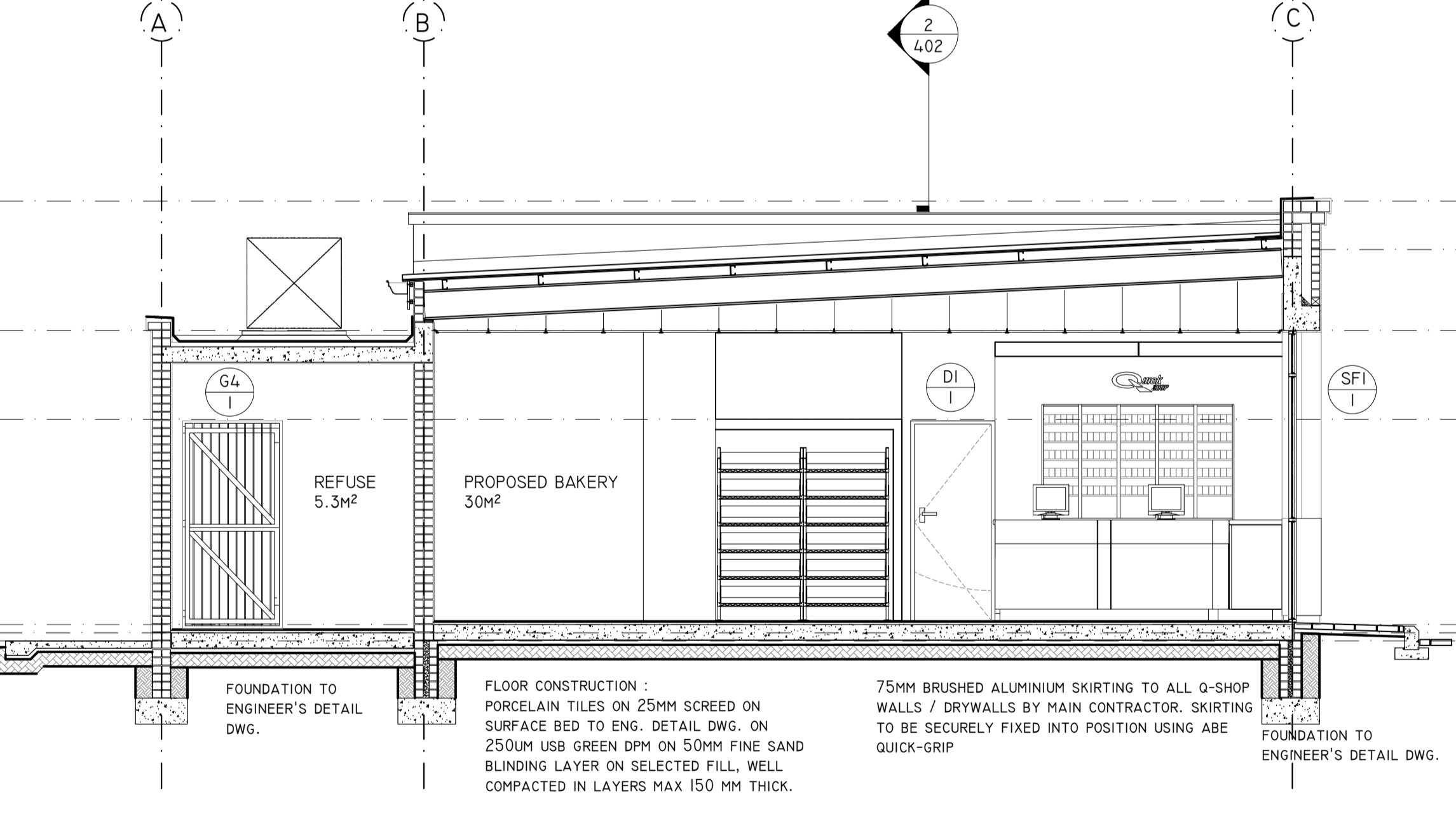
PARTITIONS - TO BE FORMED WITH 58 MM RHINOWALL STUDS AT MAX 600 MM CENTRES, SCREW FIXED AT FLOOR AND CEILING INTO ULTRASTEEL TRACK. SINGLE LAYER 15 MM TAPER-EDGE RHINOBOARD SCREW FIXED TO EACH SIDE OF STUD. JOINTS TO BE FINISHED WITH 48 MM WIDE RHINOTAPE, RHINOGLIDE PLASTER TO BE APPLIED AS PER MANUFACTURERS SPEC. STOP, SAND SMOOTH AND APPLY FINAL COAT RHINOGLIDE. SAND SMOOTH FOR PAINT FINISH AS PER SPEC. DRY WALL FINIS / RETURNS TO RECEIVE FULL HEIGHT NATURAL ANODIZED ALUMINIUM WALL CHANNEL WITH 20MM RETURN.

PRE-CAST CONCRETE KERB TO ENGINEER'S DETAIL.
 40 MM FALL TO WALKWAY PAVING. TO BE COROBRICK DE HOOP PAVERS ON 50 MM FINE SAND BLINDING LAYER ON SELECTED FILL, WELL COMPACTED IN LAYERS MAX 150 MM THICK.

FOUNDATION WALLS TO BE RECESSED 15 MM AT SLAB LEVEL.

ALL EXTERNAL THRESHOLDS TO HAVE 50X50 MM ANGLE CORNER PROTECTORS, WITH FISH TAIL LUGS WELDED ON AT 500MM CENTRES. ALL TO BE HOT DIPPED GALV. TO BE CAST INTO CONCRETE WHEN FORMING THRESHOLD.

FLOOR CONSTRUCTION:
 PORCELAIN TILES ON 25MM SCREED ON SURFACE BED TO ENG. DETAIL DWG. ON 250UM USB GREEN DPM ON 50MM FINE SAND BLINDING LAYER ON SELECTED FILL, WELL COMPACTED IN LAYERS MAX 150 MM THICK.



ROOF CONSTRUCTION:
 R. CONCRETE SLAB TO ENGINEERS DETAIL, WITH SCREED MIN 25 MM THICK, LAID TO FALLS AS INDICATED. TO BE WATERPROOFED WITH DERBIGUM SP 4 MM TORCH-ON WATERPROOFING, BY ADC ALL IN ACCORDANCE WITH THE MANUFACTURERS SPECIFICATIONS. FINISH TO BE PAINTED WITH SILVER ALUMINUM BITUMENOUS PAINT.

CEILING CONSTRUCTION:
 BPB GYPREX FISSURED WHITE VINYL FINISHED GYPSUM CEILING TILES SIZE 600X1200MM X 12.5MM THICK LAID ON AND INCLUDING DONN SQ/138 WHITE PRE-PAINTED MAIN TEES, CROSS TEES, HOLDING DOWN CLIPS, WEDGES, ETC, ALL SUSPENDED WITH GALVANIZED HANGERS FROM TRUSSES. HANGER CENTERS NOT EXCEEDING 1200MM
 NOTE: DONN WHITE PRE-PAINTED ALUMINUM SHADOW LINE CORNICE TO ENTIRE WALL PERIMETER.

15MM FALL TO TOP OF PARAPET WALL, WITH HEADWALL & COUNTER FLASHING AS PER SPEC.

230 x 755 MM REINFORCED CONCRETE BEAM WITH 245 MM HIGH TOE AS PER ENGINEERS DETAIL

PARTITIONS - TO BE FORMED WITH 58 MM RHINOWALL STUDS AT MAX 600 MM CENTRES, SCREW FIXED AT FLOOR AND CEILING INTO ULTRASTEEL TRACK. SINGLE LAYER 15 MM TAPER-EDGE RHINOBOARD SCREW FIXED TO EACH SIDE OF STUD. JOINTS TO BE FINISHED WITH 48 MM WIDE RHINOTAPE, RHINOGLIDE PLASTER TO BE APPLIED AS PER MANUFACTURERS SPEC. STOP, SAND SMOOTH AND APPLY FINAL COAT RHINOGLIDE. SAND SMOOTH FOR PAINT FINISH AS PER SPEC. DRY WALL FINIS / RETURNS TO RECEIVE FULL HEIGHT NATURAL ANODIZED ALUMINIUM WALL CHANNEL WITH 20MM RETURN.

PRE-CAST CONCRETE KERB TO ENGINEER'S DETAIL.
 40 MM FALL TO WALKWAY PAVING. TO BE COROBRICK DE HOOP PAVERS ON 50 MM FINE SAND BLINDING LAYER ON SELECTED FILL, WELL COMPACTED IN LAYERS MAX 150 MM THICK.

FOUNDATION WALLS TO BE RECESSED 15 MM AT SLAB LEVEL.

FORECOURT PAVERS TO BE 80 MM DOUBLE ZIGZAG INTERLOCKING PAVERS, MIN 25 MPA, COLOUR MULTIBLEND, ON 50 MM FINE SAND BLINDING LAYER, ON FILL COMPACTED TO ENGINEER'S SPECIFICATION. FALLS & STORMWATER TO ENGINEER'S DETAILS.

SECTION 2
 1:50

NOTES

ALL DIMENSIONS AND LEVELS ARE TO BE VERIFIED ON SITE PRIOR TO COMMENCING, SETTING OUT, WORKSHOP DRAWINGS OR CONSTRUCTION

FIGURED DIMENSIONS ONLY TO BE USED. DRAWINGS ARE NOT TO BE SCALED

DISCREPANCIES, ERRORS AND OMISSIONS ARE TO BE BROUGHT TO THE ARCHITECTS ATTENTION IMMEDIATELY THEY BECOME EVIDENT

SHOP DRAWINGS TO BE SUBMITTED FOR APPROVAL PRIOR TO MANUFACTURE OR INSTALLATION

COPYRIGHT AND RIGHT OF REPRODUCTION OF THIS DRAWING OR ANY PORTION THEREOF IS RESERVED BY THE ARCHITECTS

| DATE | REVISIONS |
|------|-----------|
| | |
| | |

APPROVAL



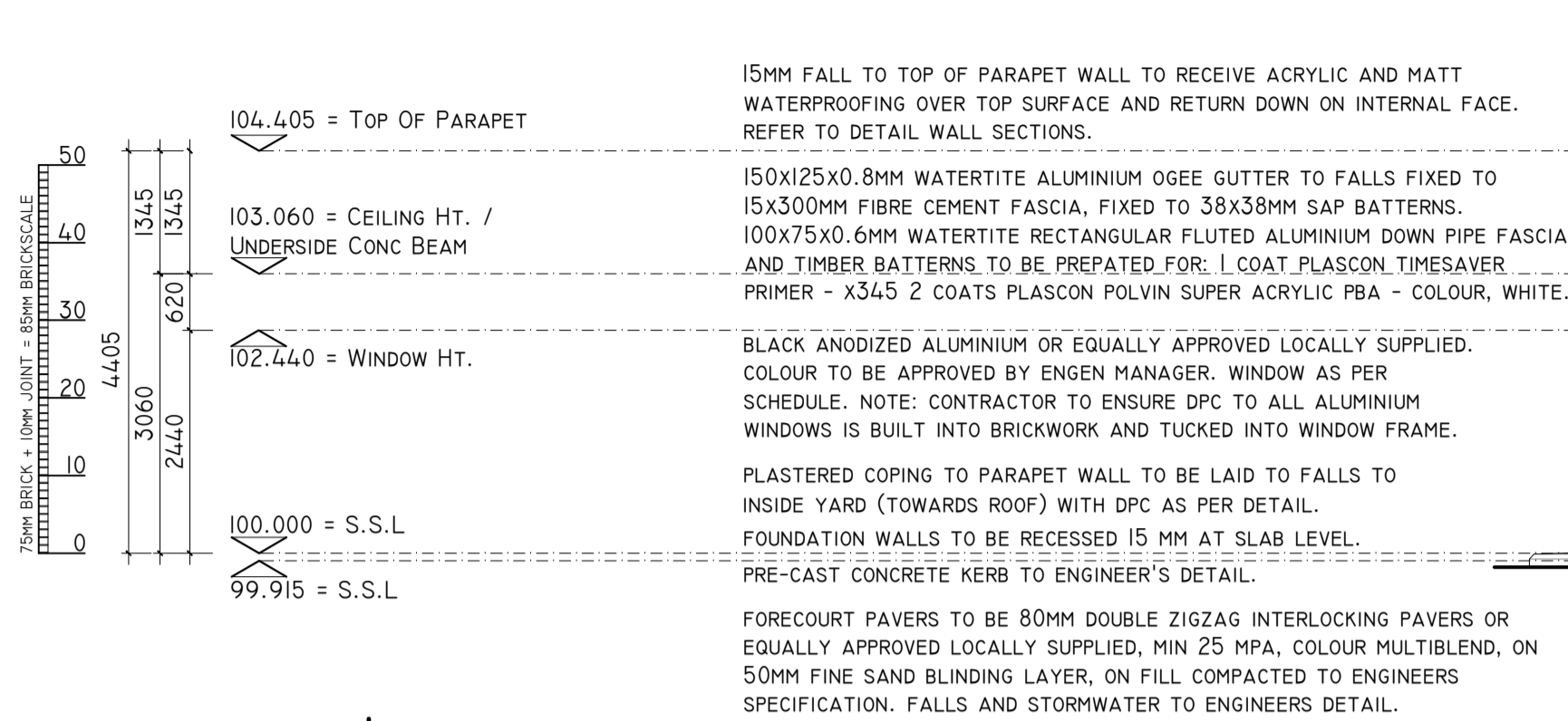
THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ENGEN PETROLEUM LTD AND REPRODUCTION, DISTRIBUTION, ALTERATION OR ISSUING THEREOF WITHOUT PERMISSION IS PROHIBITED UNDER THE COPYRIGHT ACT

PROJECT
COS DE SOL SERVICE STATION MOZAMBIQUE

TITLE
SECTIONS

ADDRESS
 Proposed New Service Station for Engen Petroleum Ltd
 Cos De Sol
 Maputo
 Mozambique

| SCALE | DATE | DRAWN |
|--------------------------|------------|----------|
| 1:50 | 2018-06-25 | LB |
| CHECKED | | APPROVED |
| - | | - |
| DRAWING No | | REVISION |
| Cos De Sol-WD-401 | | - |



ELEVATION 1

1:75

15MM FALL TO TOP OF PARAPET WALL TO RECEIVE ACRYLIC AND MATT WATERPROOFING OVER TOP SURFACE AND RETURN DOWN ON INTERNAL FACE. REFER TO DETAIL WALL SECTIONS.

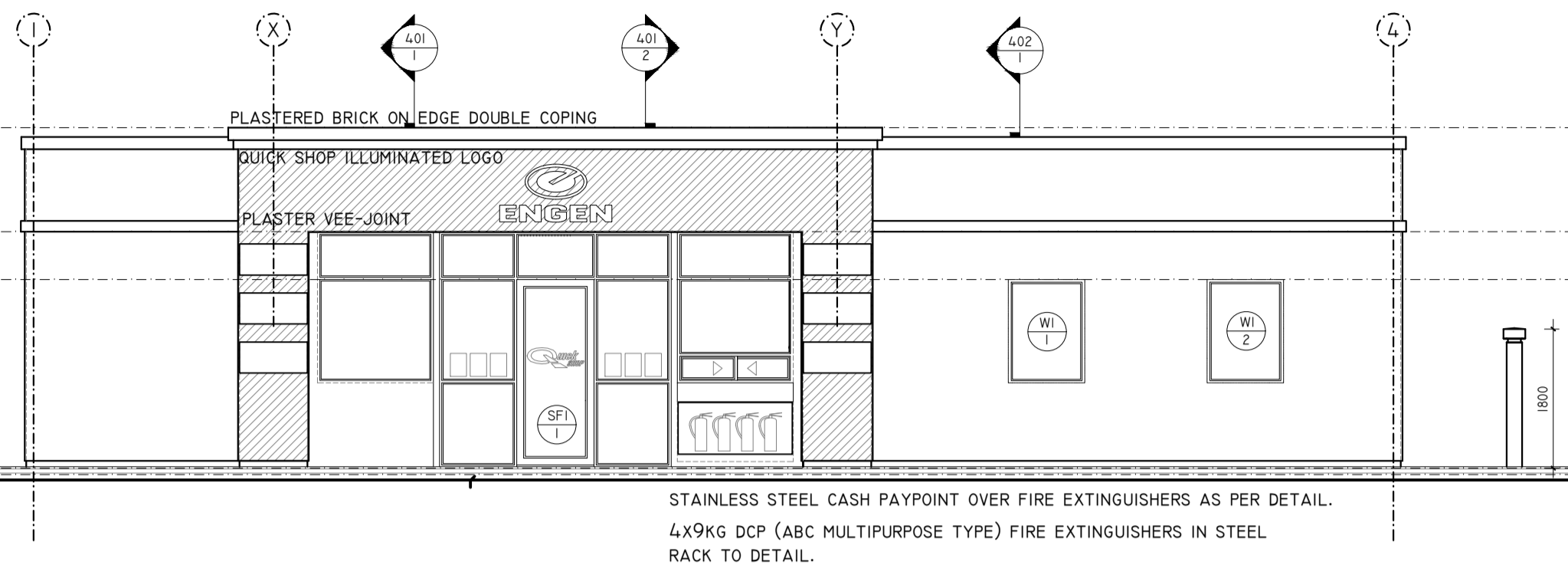
150X125X0.8MM WATERTITE ALUMINIUM OGEE GUTTER TO FALLS FIXED TO 15X300MM FIBRE CEMENT FASCIA, FIXED TO 38X38MM SAP BATTERNS. 100X75X0.6MM WATERTITE RECTANGULAR FLUTED ALUMINIUM DOWN PIPE FASCIA AND TIMBER BATTERNS TO BE PREPARED FOR: 1 COAT PLASCON TIMESAVER PRIMER - X345 2 COATS PLASCON POLVIN SUPER ACRYLIC PBA - COLOUR, WHITE.

BLACK ANODIZED ALUMINIUM OR EQUALLY APPROVED LOCALLY SUPPLIED. COLOUR TO BE APPROVED BY ENGEN MANAGER. WINDOW AS PER SCHEDULE. NOTE: CONTRACTOR TO ENSURE DPC TO ALL ALUMINIUM WINDOWS IS BUILT INTO BRICKWORK AND TUCKED INTO WINDOW FRAME.

PLASTERED COPING TO PARAPET WALL TO BE LAID TO FALLS TO INSIDE YARD (TOWARDS ROOF) WITH DPC AS PER DETAIL.

FOUNDATION WALLS TO BE RECESSED 15 MM AT SLAB LEVEL. PRE-CAST CONCRETE KERB TO ENGINEER'S DETAIL.

FORECOURT PAVERS TO BE 80MM DOUBLE ZIGZAG INTERLOCKING PAVERS OR EQUALLY APPROVED LOCALLY SUPPLIED, MIN 25 MPA, COLOUR MULTIBLEND, ON 50MM FINE SAND BLINDING LAYER, ON FILL COMPACTED TO ENGINEERS SPECIFICATION. FALLS AND STORMWATER TO ENGINEERS DETAIL.



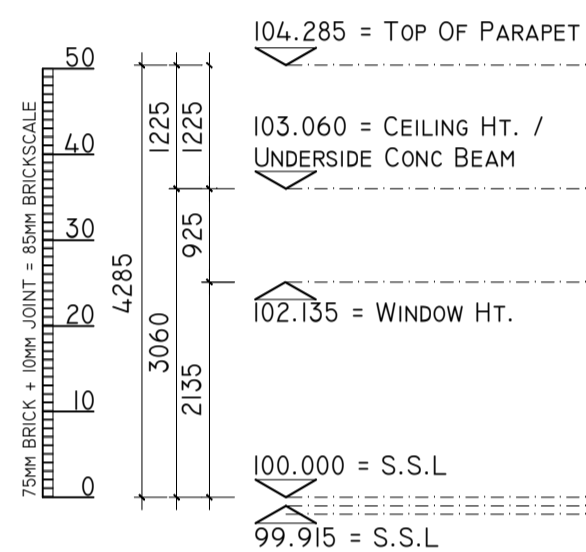
PODIUM ARCHWAY TO BE PLASTERED AND PREPARED FOR: 1 COAT PLASCON MERIT PLASTER PRIMER - UC56, 1 COAT PLASCON MICATEX - BB0800, 2 COATS PLASCON POLVIN - REFLEX BLUE REF 160UV. OR EQUALLY APPROVED LOCALLY SUPPLIED. COLOUR TO MATCH AND TO BE APPROVED BY ENGEN MANAGER.

150X125X0.8MM WATERTITE ALUMINIUM OGEE GUTTER TO FALLS FIXED TO 15X300MM FIBRE CEMENT FASCIA, FIXED TO 38X38MM SAP BATTERNS. 100X75X0.6MM WATERTITE RECTANGULAR FLUTED ALUMINIUM DOWN PIPE FASCIA AND TIMBER BATTERNS TO BE PREPARED FOR: 1 COAT PLASCON TIMESAVER PRIMER - X345 2 COATS PLASCON POLVIN SUPER ACRYLIC PBA - COLOUR, WHITE.

PLASTER AND PAINTED EXTERNAL FINISH: 15MM SMOOTH PLASTER WITH WOOD FLOAT FINISH: 1CT PLASCON MERIT PLASTER PRIMER - UC56 1CT PLASCON MICATEX - BB0800 2CTS PLASCON WALL & ALL - WAAI

REFER TO ENGINEERS DETAIL DRAWINGS FOR EXTERNAL ROOFING DETAILS AND SPECIFICATIONS

100X100X3MM RHS PROFILE GALVANIZED AND PAINTED STEEL BOX COLUMN WITH BASE PLATE BUILT BOLTED BRICKWORK COLUMN



ELEVATION 2

1:75

150X125X0.8MM WATERTITE ALUMINIUM OGEE GUTTER TO FALLS FIXED TO 15X300MM FIBRE CEMENT FASCIA, FIXED TO 38X38MM SAP BATTERNS. 100X75X0.6MM WATERTITE RECTANGULAR FLUTED ALUMINIUM DOWN PIPE FASCIA AND TIMBER BATTERNS TO BE PREPARED FOR: 1 COAT PLASCON TIMESAVER PRIMER - X345 2 COATS PLASCON POLVIN SUPER ACRYLIC PBA - COLOUR, WHITE. 15MM FALL TO TOP OF PARAPET WALL TO RECEIVE ACRYLIC AND MATT WATERPROOFING OVER TOP SURFACE AND RETURN DOWN ON INTERNAL FACE. REFER TO DETAIL WALL SECTIONS.

PLASTERED BRICK ON EDGE DOUBLE COPING

BLACK ANODIZED ALUM. WINDOWS AS PER SCHEDULE. NOTE: CONTRACTOR TO ENSURE DPC TO ALL ALUMINIUM WINDOWS IS BUILT INTO BRICKWORK & TUCKED INTO WINDOW FRAME.

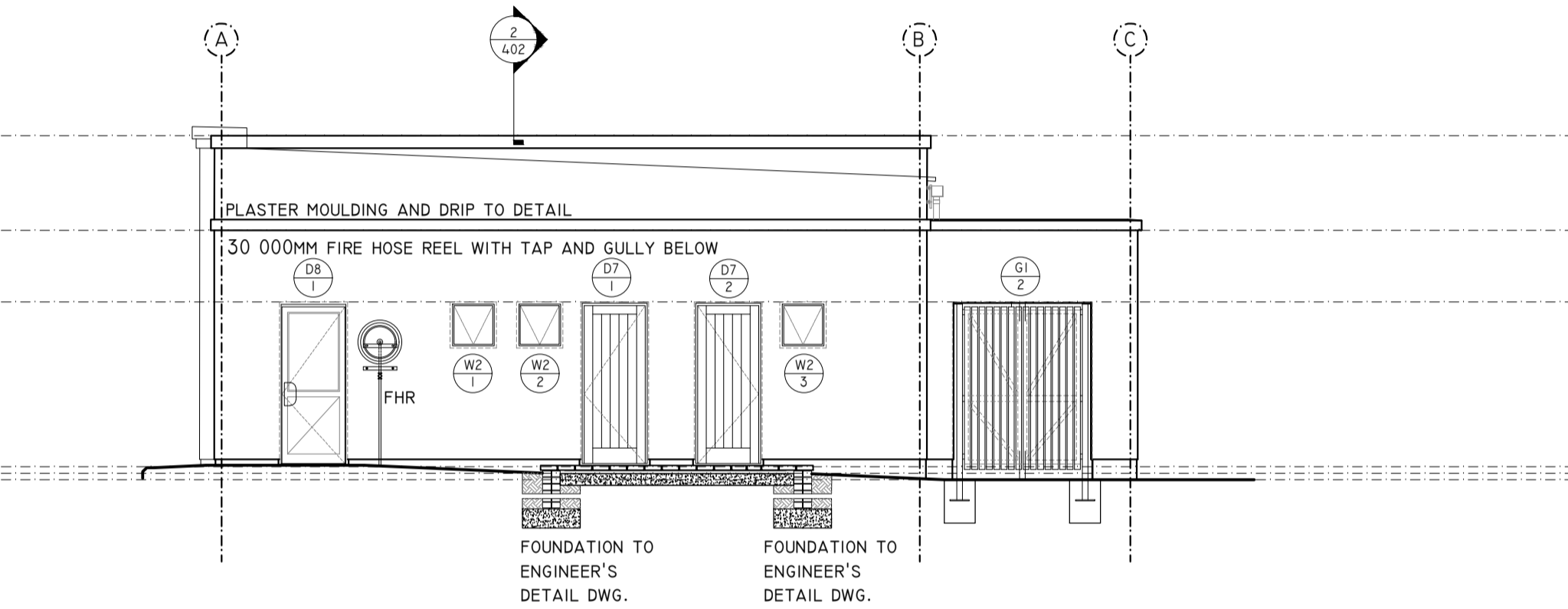
BLACK ANODIZED ALUMINIUM SINGLE DOOR WITH BLACK ANODIZED ALUMINIUM LOWER INFILL PANEL AS INDICATED. GLAZED UPPER PORTION TO RECEIVE SAFETY GLASS CHUBB "EVERYWAY" OR EQUALLY APPROVED LOCALLY SUPPLIED, 580MM Ø FIRE HOSE REEL INCLUDING 30M HOSE, FRAME, VALVE AND ALL FITMENTS INSTALLED AS PER MANUFACTURERS SPECIFICATION.

NOTE: TAP AND GULLY BELOW

FOUNDATION WALLS TO BE RECESSED 15 MM AT SLAB LEVEL. PRE-CAST CONCRETE KERB TO ENGINEER'S DETAIL.

40 MM FALL TO WALKWAY PAVING. TO BE COROBRICK DE HOOP PAVERS ON 50 MM FINE SAND BLINDING LAYER ON SELECTED FILL, WELL COMPACTED IN LAYERS MAX 150 MM THICK.

FORECOURT PAVERS TO BE 80 MM DOUBLE ZIGZAG INTERLOCKING PAVERS, MIN 25 MPA, COLOUR MULTIBLEND, ON 50 MM FINE SAND BLINDING LAYER, ON FILL COMPACTED TO ENGINEER'S SPECIFICATION. FALLS & STORMWATER TO ENGINEER'S DETAILS.



ROOF CONSTRUCTION: ROOF PITCH 3° KLIP-LOCK SINGLE LENGTH ROOF SHEETING WITH DOVE GREY BAKED ENAMEL FINISH ON 100X75X20X2.5MM GALV. STEEL CHANNEL PURLINS AT MAX 1650MM C/C ON SISALATION 420 INSULATION ON 305X102X19 KG/M GALV. STEEL RAFTERS AT MAX 4225MM C/C

PLASTERED COPING TO PARAPET WALL TO BE LAID TO FALLS TO INSIDE YARD (TOWARDS ROOF) WITH DPC AS PER DETAILS.

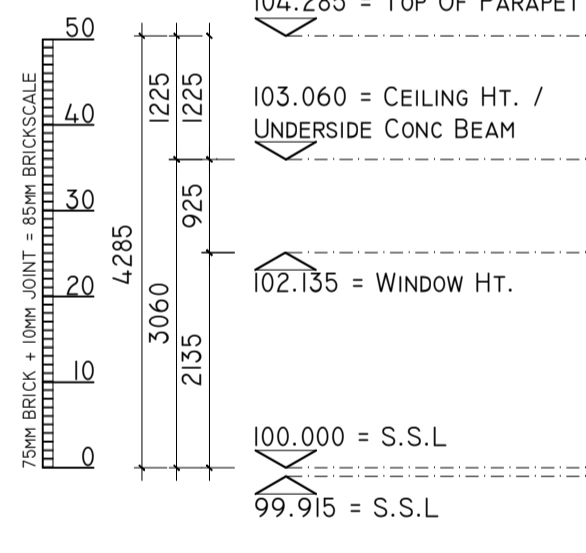
PLASTER AND PAINTED EXTERNAL FINISH: 15MM SMOOTH PLASTER WITH WOOD FLOAT FINISH: 1CT PLASCON MERIT PLASTER PRIMER - UC56 1CT PLASCON MICATEX - BB0800 2CTS PLASCON WALL & ALL - WAAI

75X25MM CHAMFERED MERANTI SLATED GATE AND HUNG FROM 75X75X5MM BOX COLUMN FILLED WITH CONCRETE AS PER DETAILS. GATE PAINTED AS PER SPECIFICATION. COLOUR MINESHAFT GREY - U84-3. EQUALLY APPROVED LOCALLY SUPPLIED TO BE UTILIZED SHOULD SUPPLY OF ABOVE BE LIMITED OR UNAVAILABLE.

FOUNDATION WALLS TO BE RECESSED 15 MM AT SLAB LEVEL.

ALL EXTERNAL THRESHOLDS TO HAVE 50X50 MM ANGLE CORNER PROTECTORS, WITH FISH TAIL LUGS WELDED ON AT 500MM CENTRES. ALL TO BE HOT DIPPED GALV. TO BE CAST INTO CONCRETE WHEN FORMING THRESHOLD.

LANDING PAVING TO BE COROBRICK DE HOOP PAVERS ON 50 MM FINE SAND BLINDING LAYER ON SELECTED FILL, WELL COMPACTED IN LAYERS MAX 150 MM THICK.



ELEVATION 3

1:75

150X125X0.8MM WATERTITE ALUMINIUM OGEE GUTTER TO FALLS FIXED TO 15X300MM FIBRE CEMENT FASCIA, FIXED TO 38X38MM SAP BATTERNS. 100X75X0.6MM WATERTITE RECTANGULAR FLUTED ALUMINIUM DOWN PIPE FASCIA AND TIMBER BATTERNS TO BE PREPARED FOR: 1 COAT PLASCON TIMESAVER PRIMER - X345 2 COATS PLASCON POLVIN SUPER ACRYLIC PBA - COLOUR, WHITE.

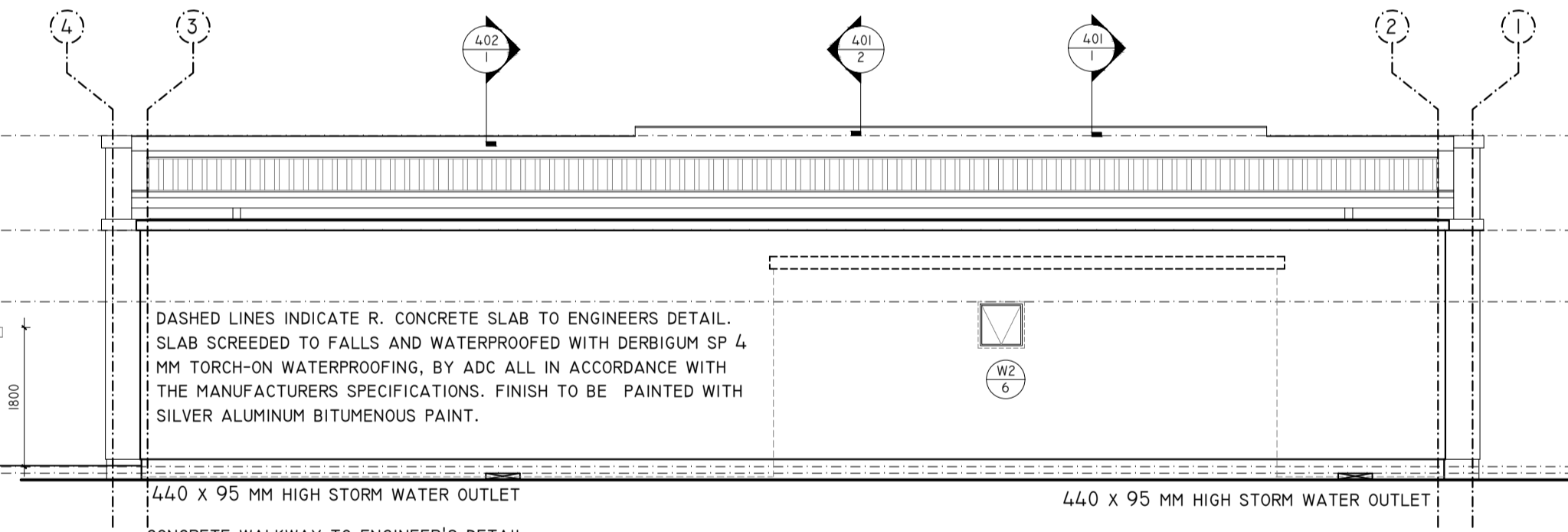
PLASTERED COPING TO PARAPET WALL TO BE LAID TO FALLS TO INSIDE YARD (TOWARDS ROOF) WITH DPC AS PER DETAILS.

PLASTER & PAINTED EXTERNAL FINISH: 15 MM SMOOTH PLASTER WITH WOOD FLOAT FINISH: 1CT PLASCON MERIT PLASTER PRIMER - UC56 1CT PLASCON MICATEX - BB0800 2CTS PLASCON WALL & ALL - WAAI

FOUNDATION WALLS TO BE RECESSED 15 MM AT SLAB LEVEL.

ALL EXTERNAL THRESHOLDS TO HAVE 50X50MM ANGLE CORNER PROTECTORS, WITH FISH TAIL LUGS WELDED ON AT 500MM CENTRES. ALL TO BE HOT DIPPED GALVANIZED TO BE CAST INTO CONCRETE WHEN FORMING THRESHOLD.

FORECOURT PAVERS TO BE 80MM DOUBLE ZIGZAG INTERLOCKING PAVERS OR EQUALLY APPROVED LOCALLY SUPPLIED, MIN 25 MPA, COLOUR MULTIBLEND, ON 50MM FINE SAND BLINDING LAYER, ON FILL COMPACTED TO ENGINEERS SPECIFICATION. FALLS AND STORMWATER TO ENGINEERS DETAIL.



ROOF CONSTRUCTION: ROOF PITCH 3° KLIP-LOCK SINGLE LENGTH ROOF SHEETING WITH DOVE GREY BAKED ENAMEL FINISH ON 100X75X20X2.5MM GALV. STEEL CHANNEL PURLINS AT MAX 1650MM C/C ON SISALATION 420 INSULATION ON 305X102X19 KG/M GALV. STEEL RAFTERS AT MAX 4225MM C/C

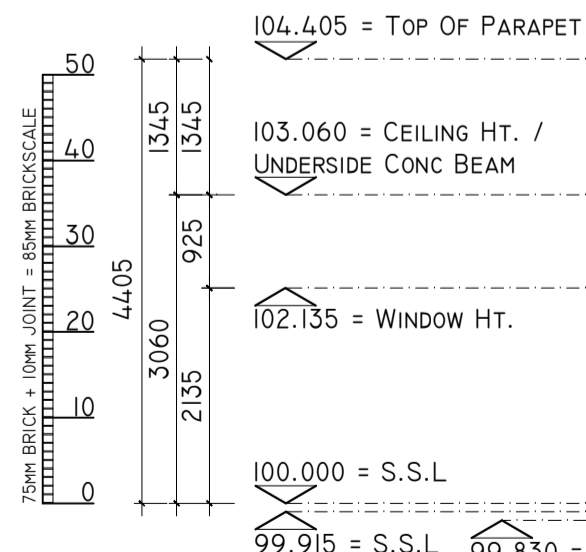
PLASTERED BRICK ON EDGE DOUBLE COPING

BLACK ANODIZED ALUMINIUM WINDOWS AS PER SCHEDULE. NOTE: CONTRACTOR TO ENSURE DPC TO ALL ALUMINIUM WINDOS IS BUILT INTO BRICKWORK AND TUCKED INTO WINDOW FRAME.

40MM FALL TO WALKWAY PAVING. TO BE COROBRICK DE HOOP CLAY PAVERS OR EQUALLY APPROVED LOCALLY SUPPLIED, ON 50MM FINE SAND BLINDING LAYER ON SELECTED FILL, WELL COMPACTED IN LAYERS MAX 150MM THICK.

PRE-CAST CONCRETE KERB TO ENGINEER'S DETAIL.

FOUNDATION WALLS TO BE RECESSED 15 MM AT SLAB LEVEL.



ELEVATION 4

1:75

150X125X0.8MM WATERTITE ALUMINIUM OGEE GUTTER TO FALLS FIXED TO 15X300MM FIBRE CEMENT FASCIA, FIXED TO 38X38MM SAP BATTERNS. 100X75X0.6MM WATERTITE RECTANGULAR FLUTED ALUMINIUM DOWN PIPE FASCIA AND TIMBER BATTERNS TO BE PREPARED FOR: 1 COAT PLASCON TIMESAVER PRIMER - X345 2 COATS PLASCON POLVIN SUPER ACRYLIC PBA - COLOUR, WHITE.

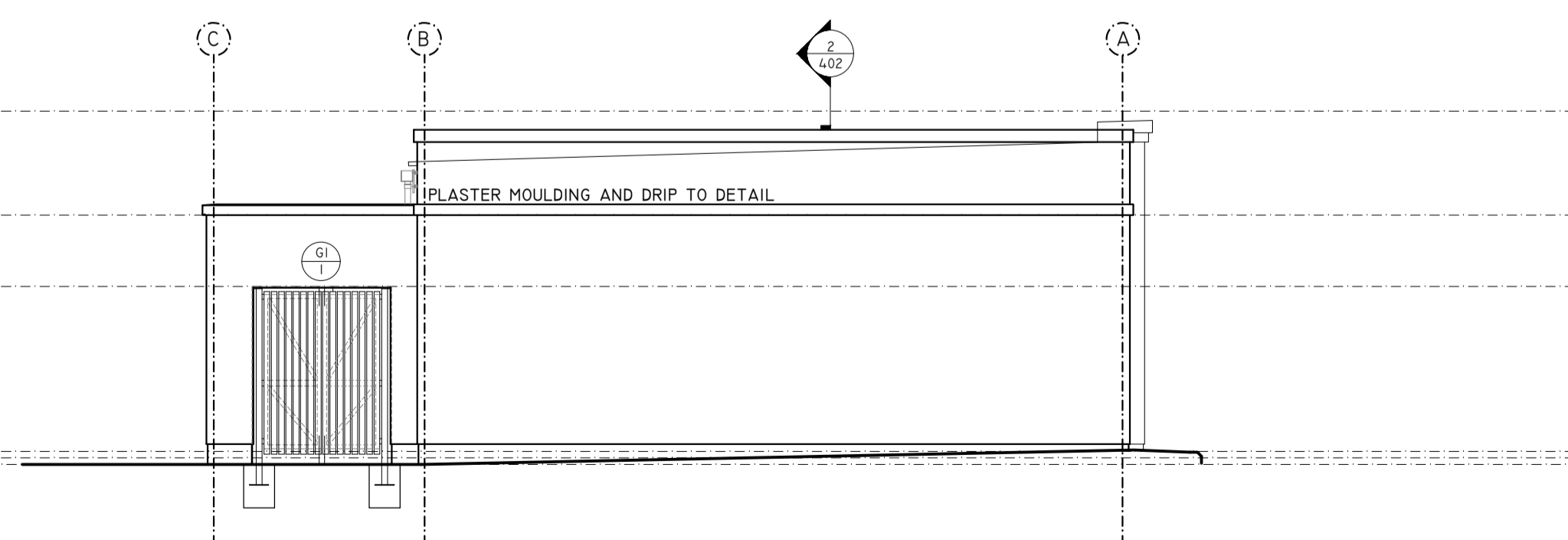
PLASTERED COPING TO PARAPET WALL TO BE LAID TO FALLS TO INSIDE YARD (TOWARDS ROOF) WITH DPC AS PER DETAIL.

FOUNDATION WALLS TO BE RECESSED 15 MM AT SLAB LEVEL.

PLASTER AND PAINTED EXTERNAL FINISH: 15MM SMOOTH PLASTER WITH WOOD FLOAT FINISH: 1CT PLASCON MERIT PLASTER PRIMER - UC56 1CT PLASCON MICATEX - BB0800 2CTS PLASCON WALL & ALL - WAAI

75 x 25 MM CHAMFERED MERANTI SLATED GATE AND HUNG FROM 75 x 75 x 5 MM BOX COLUMN FILLED WITH CONCRETE AS PER DETAILS. GATE PAINTED AS PER SPECIFICATION COLOUR: MINESHAFT GREY - U84-3

ALL EXTERNAL THRESHOLDS TO HAVE 50X50MM ANGLE CORNER PROTECTORS, WITH FISH TAIL LUGS WELDED ON AT 500MM CENTRES. ALL TO BE HOT DIPPED GALVANIZED TO BE CAST INTO CONCRETE WHEN FORMING THRESHOLD.



ROOF CONSTRUCTION: ROOF PITCH 3° KLIP-LOCK SINGLE LENGTH ROOF SHEETING WITH DOVE GREY BAKED ENAMEL FINISH ON 100X75X20X2.5MM GALV. STEEL CHANNEL PURLINS AT MAX 1650MM C/C ON SISALATION 420 INSULATION ON 305X102X19 KG/M GALV. STEEL RAFTERS AT MAX 4225MM C/C

PLASTERED BRICK ON EDGE DOUBLE COPING

PLASTER AND PAINTED EXTERNAL FINISH: 15MM SMOOTH PLASTER WITH WOOD FLOAT FINISH: 1CT PLASCON MERIT PLASTER PRIMER - UC56 1CT PLASCON MICATEX - BB0800 2CTS PLASCON WALL & ALL - WAAI

40MM FALL TO WALKWAY PAVING. TO BE COROBRICK DE HOOP CLAY PAVERS OR EQUALLY APPROVED LOCALLY SUPPLIED, ON 50MM FINE SAND BLINDING LAYER ON SELECTED FILL, WELL COMPACTED IN LAYERS MAX 150MM THICK.

FOUNDATION WALLS TO BE RECESSED 15 MM AT SLAB LEVEL. PRE-CAST CONCRETE KERB TO ENGINEER'S DETAIL.

FORECOURT PAVERS TO BE 80 MM DOUBLE ZIGZAG INTERLOCKING PAVERS, MIN 25 MPA, COLOUR MULTIBLEND, ON 50 MM FINE SAND BLINDING LAYER, ON FILL COMPACTED TO ENGINEER'S SPECIFICATION. FALLS & STORMWATER TO ENGINEER'S DETAILS.

NOTES

ALL DIMENSIONS AND LEVELS ARE TO BE VERIFIED ON SITE PRIOR TO COMMENCING, SETTING OUT, WORKSHOP DRAWINGS OR CONSTRUCTION

FIGURED DIMENSIONS ONLY TO BE USED. DRAWINGS ARE NOT TO BE SCALED

DISCREPANCIES, ERRORS AND OMISSIONS ARE TO BE BROUGHT TO THE ARCHITECTS ATTENTION IMMEDIATELY THEY BECOME EVIDENT

SHOP DRAWINGS TO BE SUBMITTED FOR APPROVAL PRIOR TO MANUFACTURE OR INSTALLATION

COPYRIGHT AND RIGHT OF REPRODUCTION OF THIS DRAWING OR ANY PORTION THEREOF IS RESERVED BY THE ARCHITECTS

| DATE | REVISIONS |
|------|-----------|
| | |
| | |

| APPROVAL |
|----------|
| |



THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ENGEN PETROLEUM LTD AND REPRODUCTION, DISTRIBUTION, ALTERATION OR ISSUING THEREOF WITHOUT PERMISSION IS PROHIBITED UNDER THE COPYRIGHT ACT

PROJECT
COS DE SOL SERVICE STATION MOZAMBIQUE

TITLE
ELEVATIONS

ADDRESS
Proposed New Service Station for Engen
Petroleum Ltd
Cos De Sol
Maputo
Mozambique

| SCALE | DATE | DRAWN |
|--------------------------|------------|-------|
| 1:75 | 2018-06-22 | LB |
| CHECKED | APPROVED | |
| - | - | |
| DRAWING No | REVISION | |
| Cos De Sol-WD-400 | - | |



COSTA DO SOL SERVICE STATION
MAPUTO – MOZAMBIQUE

GEOTECHNICAL STUDY
JOB N. 39718

OCTOBER 2018

CONTENTS

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | INTRODUCTION | 3 |
| 2 | SOIL INVESTIGATION METHODOLOGY | 4 |
| 2.1 | TRIAL PITS | 6 |
| 2.2 | DYNAMIC PENETROMETER LIGHT | 7 |
| 2.3 | LABORATORY | 9 |
| 3 | GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL FRAMEWORK | 10 |
| 4 | GEOTECHNICAL RECOMMENDATIONS – FOUNDATION ASSESSMENT | 13 |

ANNEXES

ANNEX I – FIELD GEOTECHNICAL INVESTIGATION

- Trial Pits: TP1 to TP5
- Dynamic Penetrometer Light: DPL1 to DPL4

ANNEX II – LABORATORY

- Disturbed Soil samples

ANNEX III – DRAWINGS

- Figure CPG001 – Location of the geotechnical investigation points

1 INTRODUCTION

By way of a decision from ENGEN Petroleum Moçambique Limitada, GEOCONTROLE Lda was charged with carrying out the Costa do Sol Service Station Geotechnical Study, in Maputo, Mozambique.



Figure 1.1 – Location of the Costa do Sol Service Station (*in* Google Earth, approximate scale 1:90.000).

This report substantiates the work that has been performed and detail the methodology that led to its pursuit, whereby the obtained results are presented in a systematic way.

Moreover, the emerging considerations related to the prudent analysis of co-linked information are presented, in view of the geotechnical zoning and parameterization of the geological conditions, in order to the foundation assessment of the structures and to inform the earthworks-paving-drainage design.

2 SOIL INVESTIGATION METHODOLOGY

In view of the study objectives, a geotechnical investigation campaign was established in accordance with the client, involving the following field and laboratory works:

- Trial Pits (TP) with collection of representative samples (N=5);
- DPL - Dynamic Penetrometer Light (N=4);
- Laboratory tests.

Table 2.1 – Field investigation works.

| Investigated point | Coordinates WGS 84 UTM (*) | | Investigated depth (m) | Water level depth (m) |
|--------------------|----------------------------|---------|------------------------|-----------------------|
| | East | North | | |
| TP1 | 463853 | 7134512 | 1.2 | Dry |
| TP2 | 463885 | 7134504 | 1.3 | Dry |
| TP3 | 463865 | 7134495 | 1.3 | 0.9 |
| TP4 | 463848 | 7134486 | 1.2 | 0.6 |
| TP5 | 463880 | 7134473 | 1.3 | 0.8 |
| DPL1 | 463849 | 7134504 | 8.0 | 2.1 |
| DPL2 | 463875 | 7134496 | 8.0 | 1.2 |
| DPL3 | 463854 | 7134479 | 8.0 | 0.8 |
| DPL4 | 463867 | 7134468 | 8.0 | 1.0 |

(*) – Not accurate coordinates: determined with pocket Garmin GPS.

In carrying out the site investigation tests, it was sought to meet the recommendations of *'Eurocode 7 - Part 3 | ENV 1997-3 – Geotechnical Design'* and the *'Site Investigation in Construction, Site Investigation Steering Group, UK Specification for Ground Investigation, 2 Edition, 2012 (aka 'Yellow Book')*.

The field intervention was preceded and conveniently framed by indicators gathered by previous recognition work, which included a geological acknowledgment of the surface geological conditions and consultation of bibliographic elements of regional geology and geotechnical information available, in particular the numerous geotechnical studies carried out by Geocontrole in correlated geological conditions, namely in Maputo region.



Figure 2.1 - Location of the investigated points; *in Google Earth*; approximate scales 1:32.000 (above) and 1:900 (below).

2.1 TRIAL PITS

At the points located in Figures 2.1 and CPG001 (Annex) and referenced in Table 2.1, five trial pits (TP1 to TP5) were opened with a TLB excavator machine kindly provided by the constructor.



Figure 2.2 – Aspects of the trial pits implementation.

These were aimed to verify the subsurface geological conditions, up to about 1.3 meter depth, identify the position of the water table and, above all, promote the collecting of representative soil samples for laboratory analysis.

Individual trial pit diagrams are presented in Annex 1, providing the lithostratigraphy and description of the investigated soils, the position of the water level and the laboratory results summary; also includes illustrative photographs recorded during the opening.

2.2 DYNAMIC PENETROMETER LIGHT

In order to measure the relative density of the sandy occurring soils, four Dynamic Penetrometer Light tests (DPL1 to DPL4) were carried out, referenced in Table 2.1 and located in Figures 2.1 and CPG001 (Annex).

The DPL consist in a wheel mounted percussion hammer with interchangeable and graduated probing rods.

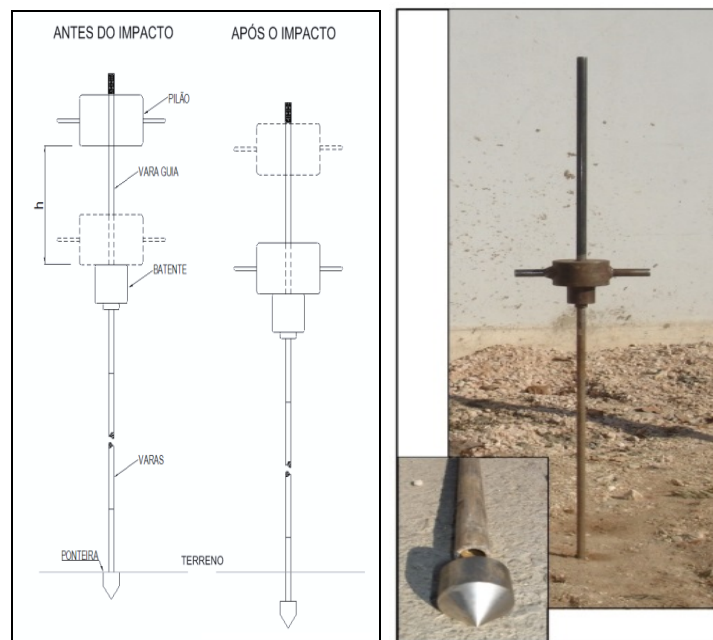


Figure 2.3 – Scheme of the DPL.



Figure 2.4 – Aspects of the DPL implementation.

Dynamic penetration results are expressed in Dynamic Point Resistance (q_d) obtained from the (so-called) Dutch expression:

$$q_d = \frac{M^2 h}{S(M + \phi)} \cdot \frac{N}{P}$$

where:

| | | |
|--------|-------------------------------|--------------------|
| M | Hammer Mass | 10 Kg |
| H | Height of fall | 0.5 m |
| S | Cone Tip Section | 10 cm ² |
| ϕ | Weight of Driven Rod and Rods | 4.4 + 3.79 / rod |
| P | Unit Penetration | 10 cm |
| N | Number of blows | |

DPL test guarantees the continuous vertical characterization of geological terrains, in terms of dynamic resistance (q_d), allowing to establish correlations with the NSPT values, being common to admit the matches presented in Tables 2.2 and 2.3, also grounded by the extensive experience accumulated by Geocontrole in similar geotechnical conditions.

Table 2.2 – Relative density of granular soils (BS 5930:1999).

| q_d (MPa) | NSPT | Compactness | Relative Density (%) |
|----------------|---------|---------------------|-------------------------|
| <1 | 0 - 4 | <i>very loose</i> | 15 |
| 1 - 2 | 4 - 10 | <i>loose</i> | 15 - 35 |
| 2 - 6 | 10 - 30 | <i>medium dense</i> | 35 - 65 |
| 6 - 10 | 30 - 50 | <i>dense</i> | 65 - 85 |
| >10 | >50 | <i>very dense</i> | 85 - 100 |

Table 2.3 – Consistency terms for cohesive soils (BS 5930:1999).

| q_d (MPa) | NSPT | Consistency | Untrained shear strength (kPa) |
|----------------|---------|-------------------|-----------------------------------|
| <0.5 | 0 - 2 | <i>Very soft</i> | < 25 |
| 0.5 - 1 | 2 - 4 | <i>Soft</i> | 25 - 50 |
| 1 - 2 | 4 - 8 | <i>Medium</i> | 50- 100 |
| 2 - 3 | 8 - 15 | <i>Stiff</i> | 100- 200 |
| 3 - 6 | 15 - 30 | <i>Very stiff</i> | 200 - 400 |
| >6 | >30 | <i>Hard</i> | > 400 |

The results of penetration tests are synthesized in individual log sheets, presented in Annex I. In each log sheet is represented the variation of q_d with depth and the number of blows (N) corresponding to 10 cm of penetration.

2.3 LABORATORY

Representative soil samples, collected in the trial pits, were submitted to the following laboratory tests, in the Geocontrole Soils and Rock Mechanic Laboratory, in Matola - Maputo:

- Grain size analysis (sieve);
- Atterberg consistency limits LL, PL, IP;
- Natural water content;
- Modify Compaction Proctor Test;
- CBR.

The results of the laboratory tests are presented in Annex II: synthesised tables and the respective bulletins and diagrams are grouped per sample and organised in accordance to the mentioned tables; the following table repeat the synthesis of the laboratory results.

Table 2.4 – Summary of the Laboratory results.

| Sample | | Classification | | Moisture content (%) | Atterberg limits | | Sieve Analysis | | | Modified Proctor | | CBR (%) | |
|--------|-----------|----------------|--------------|----------------------|------------------|--------|----------------|----------|-----------|--------------------------------------|----------|---------|-----|
| TP | Depth (m) | ASTM (D2487) | ASTM (D3282) | | LL (%) | IP (%) | <2.0 mm | <0.42 mm | <0.074 mm | γ_{dmax} (Kg/m ³) | Wopt (%) | 93% | 95% |
| TP1 | 0.3 - 1.2 | SP | A- 1- b (0) | 9.5 | N/P | N/P | 100 | 36 | 4 | - | - | - | - |
| TP2 | 0.2 - 1.3 | SP- SM | A- 1- b (0) | 13.6 | N/P | N/P | 99 | 44 | 6 | 1800 | 13.3 | 24 | 28 |
| TP3 | 0.3 - 1.3 | SP | A- 1- b (0) | 16.2 | N/P | N/P | 100 | 40 | 2 | 1753 | 13.2 | 19 | 25 |
| TP4 | 0.2 - 1.2 | SP | A- 2- 4 (0) | 4.4 | N/P | N/P | 100 | 51 | 1 | 1705 | 14.2 | 11 | 12 |
| TP5 | 0.3 - 1.3 | SP- SM | A- 3 (0) | 8.8 | N/P | N/P | 100 | 55 | 6 | - | - | - | - |

3 GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL FRAMEWORK

The geological environment prevailing on the investigated area marks the occurrence of sedimentary formations from the Quaternary Era, representing the *Xefina Formation - QXF*, as described in the Mozambique Geological Map scale 1:50.000.

These are sands of ancient dunes, typically poor graded, without cohesion and with low percentage of non-plastic fine fraction (1 to 6%), classified in the laboratory within the groups SP and SP-SM of the Unified Classification Systems (ASTM D 2487 – 00) and the groups A-1-b, A-2-4 and A-3 of the AASHTO classification (Table 2.4).

With a regular character, a sandy-silty horizon with organic component and distinct dark coloration is established superficially, with about 20 to 30 cm thicknesses, whose removal (stripping) should be considered in the context of earthworks.

The granular Quaternary soils showed a reasonable pavement support capacity, indicated by CBR values varying between 12 and 28%.

The DPL results, expressed by *qd* values (Dynamic Point Resistance), indicated relatively uncompressed geotechnical behaviour until the 8 meters investigated depth, characterized by more representative values of the order of 2 to 4 MPa (Figure 3.3), in the domain of the loose to medium loose granular soils (BS 5930:1999).

At the time of the prospecting campaign (September 28 and October 3, 2018), it was reported the occurrence of the near-surface water table, at depths ranging from 0.6 and 2.1 meters, corresponding to levels Z of the order of 11 to 12.5.

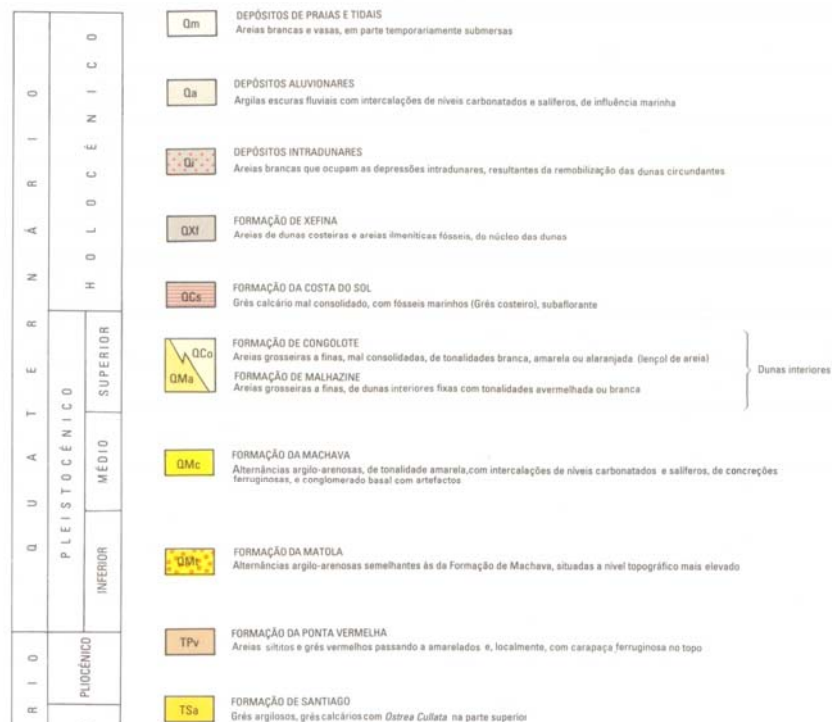
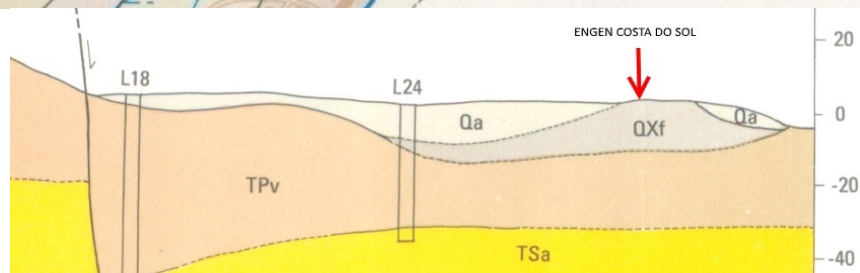
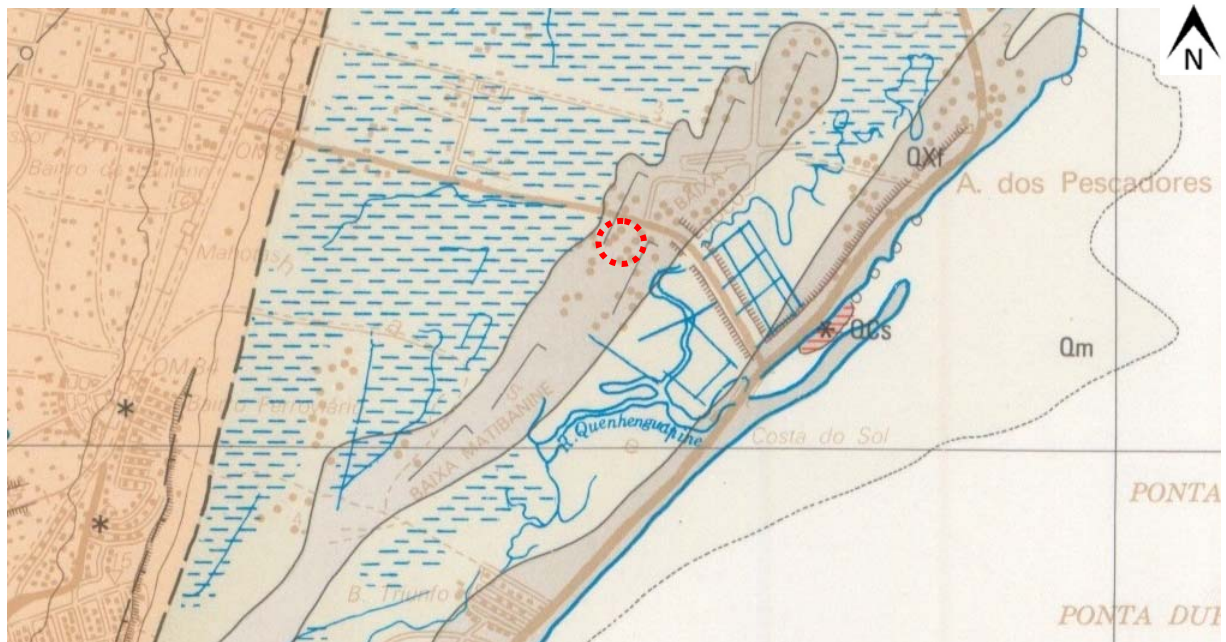


Figure 3.1 – Geological setting of the investigated area (excerpt from the Mozambique Geological Map; scale 1: 50.000).

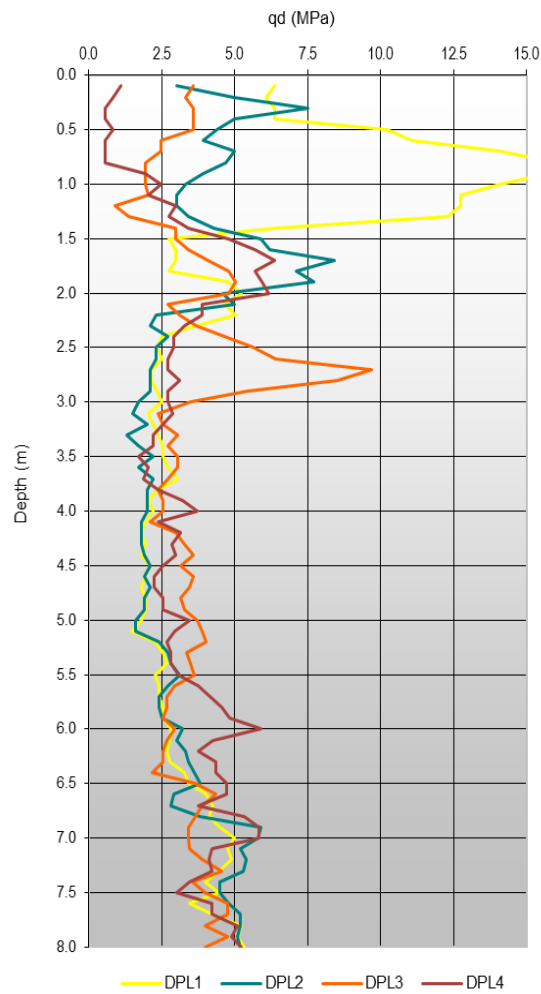


Figure 3.3 - Variation of qd values in depth.

4 GEOTECHNICAL RECOMMENDATIONS – FOUNDATION ASSESSMENT

The integrated and weighted analysis of the results of the geotechnical investigation (4 DPL tests and 5 trial pits with collection of representative soil samples for laboratory analysis), appropriately put into context by the information collated by the geological recognition work, allowed simulating the average geotechnical behaviour associated with the geological terrains occurring in the future Costa do Sol Service Station and subsequently assess the foundation conditions of the structures and inform the earthwork and pavement design.

Local geological and geotechnical conditions are characterized by the occurrence of Quaternary ancient dunes, typically poor graded sands, without cohesion and with low percentage of non-plastic fine fraction (1 to 6%), representing the groups SP and SP-SM of the Unified Classification Systems (ASTM D 2487 – 00) and the groups A-1-b, A-2-4 and A-3 of the AASHTO classification (Table 2.4).

The top sandy-silty organic soil, with distinct dark coloration and about 20 to 30 cm thicknesses, should be removed (stripping) in the context of earthworks.

The granular Quaternary soils showed a reasonable pavements support capacity, indicated by CBR values varying between 12 and 28%.

The DPL results, expressed by qd values (Dynamic Point Resistance), indicated relatively uncompressed geotechnical behaviour until the 8 meters investigated depth, characterized by more representative values of the order of 2 to 4 MPa (Figure 3.3), in the domain of the loose to medium loose granular soils (BS 5930:1999).

The bearing capacity of the dune sands can be assessed with the empirical expression proposed by Samuel AMAR (*Séminaire sur les essais en place, 1992*) – which relates directly the *dynamic point resistance* (qd) of the dynamic penetrometers with the admissible bearing capacity (qa), for shallow foundations, considering a safety factor of 3:

$$qa = qd/21$$

The described geological and geotechnical conditions allows the practice of shallow direct foundations, but only with low bearing capacity, limited to 120 kPa.

It must be stressed however that this is an approximate value, because the bearing capacity is not an intrinsic parameter of the soil, depending namely on the geometry and depth of the footing and the load type.

Notwithstanding the presented foundation solution, the foundations must be subject to a careful and experienced inspection with a view to looking into the occurrence of singular geological features not referred by the inexorably scattered information of the DPL and trial pits.

In order to the structures foundation design, the following characteristic geotechnical parameters are proposed, extrapolated from the qd values (taking into account the respective representation), considering the correlations suggested in the literature, namely Terzaghi-Peck and Osaki, also pondering the geological nature of the geological formations. These were also conveniently seconded by Geocontrole experience accumulated over more than 4 decades, in several studies and geotechnical works developed in correlated geotechnical conditions, namely in Maputo region.

Table 4.1 – Geotechnical parameters.

| qd characteristic value (MPa) | Density γ_t (kN/m ³) | Internal Friction angle ϕ' | Cohesion C' (kPa) | Static Deformation Module Es (MPa) |
|--|---|--|-------------------------|---|
| 2.5 | 17 | 30° | 0 | 12 |

Particular attention should be given to the difficulties imposed by the subsurface positioning of the water table (between 0.6 and 2.1 meters depth), which should require pumping work with a view to creating dry working conditions in the foundation footings.

Maputo, October 8, 2018

**GEOCONTROLE - Geotecnia e Estruturas
de Fundação Moçambique, Lda.**
NUIIT 400 326 819
Rua Xavier Matola, 362 - Célula C
Cidade de Matola - Cx. Postal 15
Maputo - Moçambique

Carlos Sacadura



COSTA DO SOL SERVICE STATION
MAPUTO - MOZAMBIQUE
GEOTECHNICAL STUDY
JOB N. 39718
OCTOBER 2018

ANNEXES



COSTA DO SOL SERVICE STATION
MAPUTO - MOZAMBIQUE
GEOTECHNICAL STUDY
JOB N. 39718
OCTOBER 2018

TRIAL PITS

GEOTECHNICAL SURVEY

Client : **ENGEN PETROLEUM MOÇAMBIQUE LIMITADA**

Project : **COSTA DO SOL SERVICE STATION – MAPUTO – MOZAMBIQUE**

Trial Pit No.

TP-1

Process

39718

Page

1 of 1

| Date | Water Level (m) | System | Coordinates | | | Elevation (m) | | | Technician | | |
|--------------|-----------------|------------|----------------------------------|------------|---------------------|---------------|------------------|----------------|---------------|------------------|--------------|
| 28/09/2018 | Dry | WGS 84 UTM | M= 463853 | P= 7134512 | Z= ? | PN | | | | | |
| DEPTH (m) | STRATIGRAPHY | SYMBOL | MATERIAL MACROSCOPIC DESCRIPTION | Sample N. | Classif. | Mc (w) (%) | Atterberg Limits | Sieve Analysis | CBR and Swell | Modified Proctor | DEPTH (m) |
| | | | | | AASHTO | | LL IP (%) | % < 0,075 mm | 95% | Wopt (%) | |
| | | | | | ASTM | | | | | | |
| 0,0 | | | Organic soil | | | | | | | | 0,0 |
| 0,3 | | | Gray, medium SAND | 14314 | SP A-1-b (0) | 9,5 | N/P | 3,6 | - | - | 0,3 |
| 1,0 | | | | | | | | | | | 1,0 |
| 1,2 | | | Final depth: 1,20m | | | | | | | | 1,2 |
| 2,0 | | | | | | | | | | | 2,0 |
| 3,0 | | | | | | | | | | | 3,0 |
| 3,5 | | | | | | | | | | | 3,5 |

PICTURES OF THE TRIAL PIT



Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS.

GEOTECHNICAL SURVEY

Client : **ENGEN PETROLEUM MOÇAMBIQUE LIMITADA**

Project : **COSTA DO SOL SERVICE STATION – MAPUTO – MOZAMBIQUE**

Trial Pit No.

TP-2

Process

39718

Page
of

1 of 1

| Date | | Water Level (m) | | System | | Coordinates | | | Elevation (m) | | Technician | | |
|--------------|--------------|-----------------|--|------------|----------|-------------|------------------|--------------------|---------------|------------------|--------------|----------------|--|
| 28/09/2018 | | Dry | | WGS 84 UTM | | M= | 463885 | P= | 7134504 | Z= | ? | PN | |
| DEPTH (m) | STRATIGRAPHY | SYMBOL | MATERIAL MACROSCOPIC DESCRIPTION | Sample N. | Classif. | Mc (w) (%) | Atterberg Limits | Sieve Analysis | CBR and Swell | Modified Proctor | DEPTH (m) | | |
| | | | | | AASHTO | | LL IP (%) | % < 0,075 mm | 95% | Wopt (%) | | | |
| | | | | | ASTM | | | | | | | Ydm (g/cm3) | |
| 0,0 | | | Organic soil | | | | | | | | 0,0 | | |
| 0,2 | | | Grayish brown, medium SAND with gray clayey sand parts | 14315 | SP-SM | 13,6 | N/P | 5,7 | 28 | 13,3 | 0,2 | | |
| 1,0 | | A-1-b (0) | | | 1,800 | | | | | | | | |
| 1,3 | | | Final depth: 1,30m | | | | | | | | 1,3 | | |
| 2,0 | | | | | | | | | | | 2,0 | | |
| 3,0 | | | | | | | | | | | 3,0 | | |
| 3,5 | | | | | | | | | | | 3,5 | | |

PICTURES OF THE TRIAL PIT



Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS.

GEOTECHNICAL SURVEY

Client : **ENGEN PETROLEUM MOÇAMBIQUE LIMITADA**

Project : **COSTA DO SOL SERVICE STATION – MAPUTO – MOZAMBIQUE**

Trial Pit No.

TP-3

Process

39718

Page

1 of 1

| Date | Water Level (m) | System | Coordinates | | | Elevation (m) | | | Technician | | |
|--------------|-----------------|------------|----------------------------------|------------|-----------|---------------|------------------|----------------|---------------|------------------|--------------|
| 28/09/2018 | 0,90 | WGS 84 UTM | M= 463865 | P= 7134495 | Z= ? | PN | | | | | |
| DEPTH (m) | STRATIGRAPHY | SYMBOL | MATERIAL MACROSCOPIC DESCRIPTION | Sample N. | Classif. | Mc (w) (%) | Atterberg Limits | Sieve Analysis | CBR and Swell | Modified Proctor | DEPTH (m) |
| | | | | | AASHTO | | LL IP (%) | % < 0,075 mm | 95% | Wopt (%) | |
| | | | | | ASTM | | | | | | |
| 0,0 | | | Organic soil | | | | | | | | 0,0 |
| 0,3 | | | Light grayish brown, medium SAND | 14316 | SP | 16,2 | N/P | 2,2 | 25 | 13,2 | 0,3 |
| ----- | | | | | | | | | | | |
| 1,0 | | | Water Level - Depth: 0,90 m | | A-1-b (0) | | | | | 1,753 | 1,0 |
| 1,3 | | | Final depth: 1,30m | | | | | | | | 1,3 |
| 2,0 | | | | | | | | | | | 2,0 |
| 3,0 | | | | | | | | | | | 3,0 |
| 3,5 | | | | | | | | | | | 3,5 |

PICTURES OF THE TRIAL PIT



Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS.

GEOTECHNICAL SURVEY

Client : **ENGEN PETROLEUM MOÇAMBIQUE LIMITADA**

Project : **COSTA DO SOL SERVICE STATION – MAPUTO – MOZAMBIQUE**

Trial Pit No.

TP-4

Process

39718

Page

1 of 1

Tecnician

PN

| Date | Water Level (m) | System | Coordinates | | | Elevation (m) | | Tecnician | | | |
|--------------|-----------------|------------|----------------------------------|------------|-----------|---------------|------------------|----------------|---------------|------------------|--------------|
| 28/09/2018 | 0,60 | WGS 84 UTM | M= 463848 | P= 7134486 | Z= ? | PN | | | | | |
| DEPTH (m) | STRATIGRAPHY | SYMBOL | MATERIAL MACROSCOPIC DESCRIPTION | Sample N. | Classif. | Mc (w) (%) | Atterberg Limits | Sieve Analysis | CBR and Swell | Modified Proctor | DEPTH (m) |
| | | | | | AASHTO | | LL IP (%) | % < 0,075 mm | 95% | Wopt (%) | |
| | | | | | ASTM | | | | | | |
| 0,0 | | | Organic soil | | | | | | | | 0,0 |
| 0,2 | | | Dark gray, medium SAND | 14317 | SP | 5,7 | N/P | 1,1 | 12 | 14,2 | 0,2 |
| | | | Water Level - Depth: 0,60 m | | | | | | | | |
| 1,0 | | | | | A-2-4 (0) | | | | | 1,705 | 1,0 |
| 1,2 | | | Final depth: 1,20m | | | | | | | | 1,2 |
| 2,0 | | | | | | | | | | | 2,0 |
| 3,0 | | | | | | | | | | | 3,0 |
| 3,5 | | | | | | | | | | | 3,5 |

PICTURES OF THE TRIAL PIT



Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS.

GEOTECHNICAL SURVEY

Client : **ENGEN**



Project : **GAS STATION - BAIRRO COSTA DO SOL - MAPUTO**

Trial Pit No.

TP-5

Process

39718

Page

1 of 1

| Date | Water Level (m) | System | Coordinates | | | Elevation (m) | | | Technician | | |
|--------------|-----------------|------------|----------------------------------|--------------|----------|---------------|------------------|----------------|---------------|------------------|--------------|
| 28/09/2018 | 0,80 | WGS 84 UTM | M= 463880 | P= 7134473 | Z= ? | PN | | | | | |
| DEPTH (m) | STRATIGRAPHY | SYMBOL | MATERIAL MACROSCOPIC DESCRIPTION | Sample N. | Classif. | Mc (w) (%) | Atterberg Limits | Sieve Analysis | CBR and Swell | Modified Proctor | DEPTH (m) |
| | | | | | AASHTO | | LL IP (%) | % < 0,075 mm | 95% | Wopt (%) | |
| | | | | | ASTM | | | | | | |
| 0,0 | | | Organic soil | | | | | | | | 0,0 |
| 0,3 | | | Brownish gray, medium SAND | 14318 | SP-SM | 8,8 | N/P | 6,4 | | | 0,3 |
| | | | Water Level - Depth: 0,80 m | | | | | | | | |
| 1,0 | | | | | A-3 (0) | | | | | | 1,0 |
| 1,3 | | | Final depth: 1,30m | | | | | | | | 1,3 |
| 2,0 | | | | | | | | | | | 2,0 |
| 3,0 | | | | | | | | | | | 3,0 |
| 3,5 | | | | | | | | | | | 3,5 |

PICTURES OF THE TRIAL PIT



Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS.



COSTA DO SOL SERVICE STATION
MAPUTO - MOZAMBIQUE
GEOTECHNICAL STUDY
JOB N. 39718
OCTOBER 2018

LIGHT DYNAMIC PENETROMETER

GEOTECHNICAL SURVEY

Client : **ENGEN PETROLEUM MOÇAMBIQUE LIMITADA**

Job : **COSTA DO SOL SERVICE STATION – MAPUTO – MOZAMBIQUE**

DPL

1

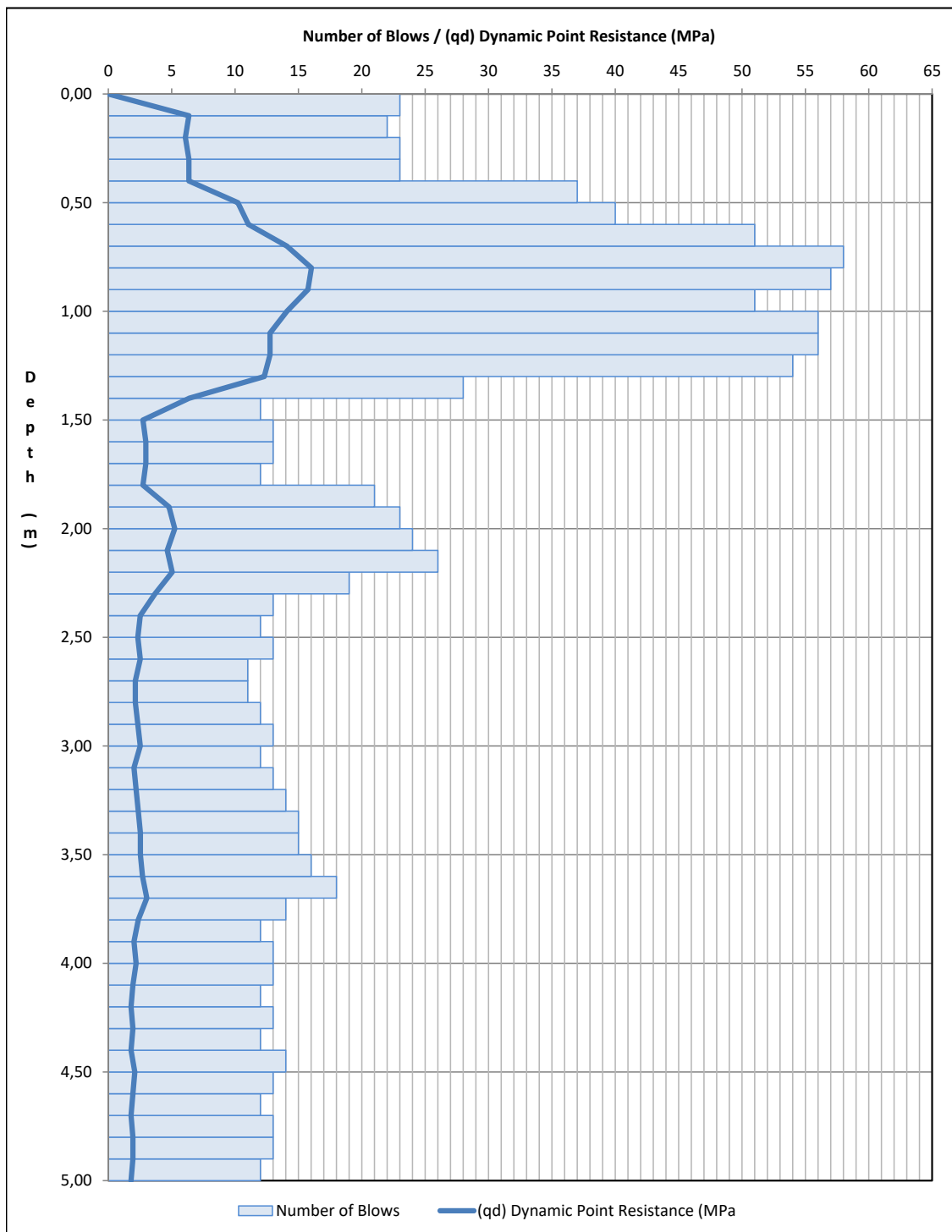
Job Number
39718

Page
1 of 2

| | | | | | | |
|------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|-----------|-----------|
| Date | Water Level (m) | System | Coordinates | | Elevation | Tecnician |
| 03/10/2018 | 2,10 | UTM 36J (WGS84) | M= 463849 | P= 7134504 | Z= - | MS |

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 | 23 | 6,4 |
| 0,10 - 0,20 | 22 | 6,1 |
| 0,20 - 0,30 | 23 | 6,4 |
| 0,30 - 0,40 | 23 | 6,4 |
| 0,40 - 0,50 | 37 | 10,2 |
| 0,50 - 0,60 | 40 | 11,1 |
| 0,60 - 0,70 | 51 | 14,1 |
| 0,70 - 0,80 | 58 | 16,0 |
| 0,80 - 0,90 | 57 | 15,7 |
| 0,90 - 1,00 | 51 | 14,1 |
| 1,00 - 1,10 | 56 | 12,8 |
| 1,10 - 1,20 | 56 | 12,8 |
| 1,20 - 1,30 | 54 | 12,3 |
| 1,30 - 1,40 | 28 | 6,4 |
| 1,40 - 1,50 | 12 | 2,7 |
| 1,50 - 1,60 | 13 | 3,0 |
| 1,60 - 1,70 | 13 | 3,0 |
| 1,70 - 1,80 | 12 | 2,7 |
| 1,80 - 1,90 | 21 | 4,8 |
| 1,90 - 2,00 | 23 | 5,2 |
| 2,00 - 2,10 | 24 | 4,7 |
| 2,10 - 2,20 | 26 | 5,0 |
| 2,20 - 2,30 | 19 | 3,7 |
| 2,30 - 2,40 | 13 | 2,5 |
| 2,40 - 2,50 | 12 | 2,3 |
| 2,50 - 2,60 | 13 | 2,5 |
| 2,60 - 2,70 | 11 | 2,1 |
| 2,70 - 2,80 | 11 | 2,1 |
| 2,80 - 2,90 | 12 | 2,3 |
| 2,90 - 3,00 | 13 | 2,5 |
| 3,00 - 3,10 | 12 | 2,0 |
| 3,10 - 3,20 | 13 | 2,2 |
| 3,20 - 3,30 | 14 | 2,4 |
| 3,30 - 3,40 | 15 | 2,5 |
| 3,40 - 3,50 | 15 | 2,5 |
| 3,50 - 3,60 | 16 | 2,7 |
| 3,60 - 3,70 | 18 | 3,0 |
| 3,70 - 3,80 | 14 | 2,4 |
| 3,80 - 3,90 | 12 | 2,0 |
| 3,90 - 4,00 | 13 | 2,2 |
| 4,00 - 4,10 | 13 | 1,9 |
| 4,10 - 4,20 | 12 | 1,8 |
| 4,20 - 4,30 | 13 | 1,9 |
| 4,30 - 4,40 | 12 | 1,8 |
| 4,40 - 4,50 | 14 | 2,1 |
| 4,50 - 4,60 | 13 | 1,9 |
| 4,60 - 4,70 | 12 | 1,8 |
| 4,70 - 4,80 | 13 | 1,9 |
| 4,80 - 4,90 | 13 | 1,9 |
| 4,90 - 5,00 | 12 | 1,8 |

Data from Equipment

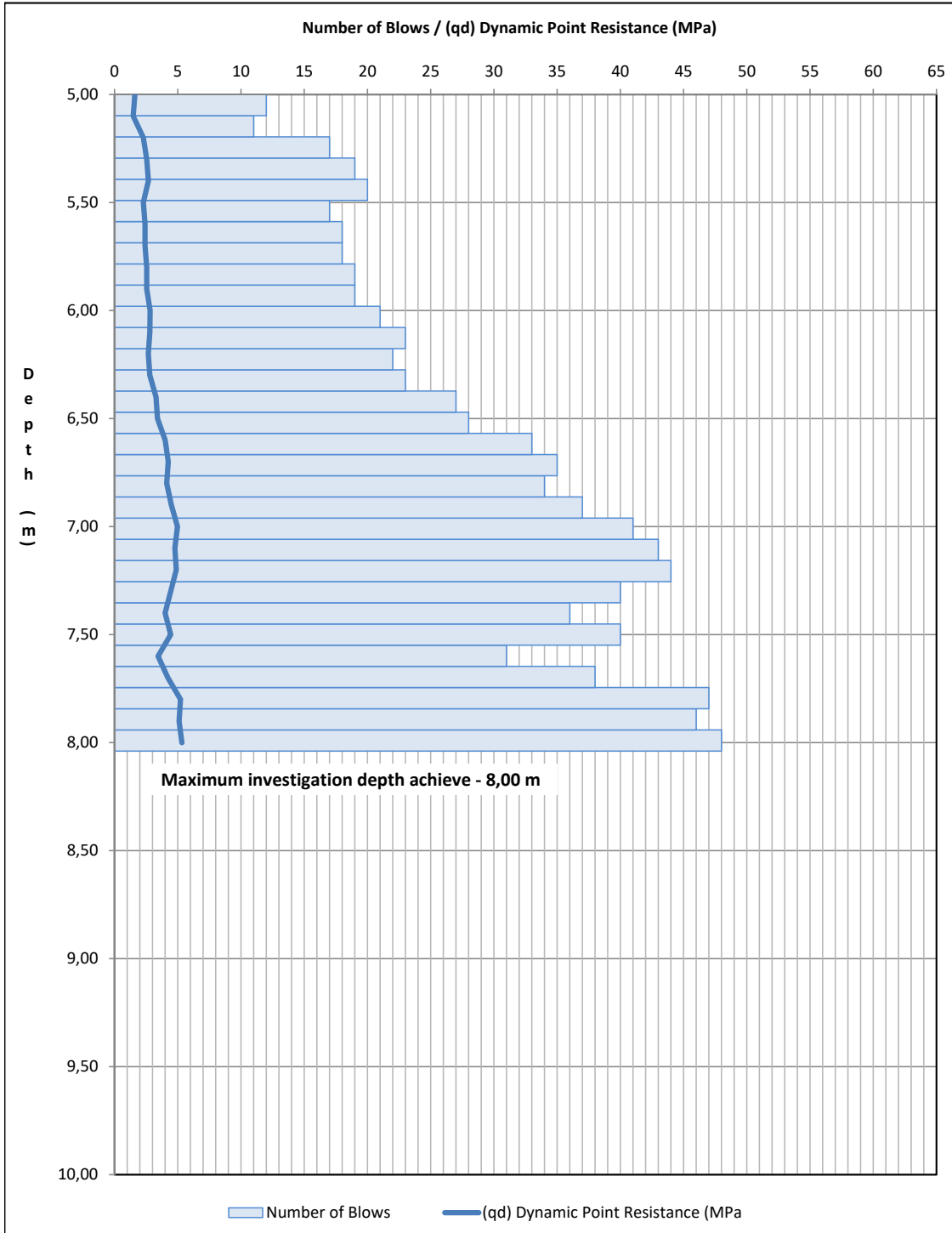
| | | | | | |
|-----------------------|-------|---------------------|---------|----------------|---------|
| Base diameter of cone | 36 mm | Top assembly weight | 4,15 Kg | Hammer weight | 10,1 Kg |
| Rod diameter | 25 mm | Rod weight | 3,85 Kg | Falling height | 50 cm |

Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS

| | | | | | |
|-------------------|-----------------|------------------------|------------------------------------|-------------|-----------|
| Date | Water Level (m) | System | Coordinates | Elevation | Tecnician |
| 03/10/2018 | 2,10 | UTM 36J (WGS84) | M= 463849 P= 7134504 | Z= - | MS |

**DYNAMIC PROBING LIGHT (DPL)
DYNAMIC PENETRATION TEST**

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



| Depth (m) | Blows | qd (Mpa) |
|-------------|-------|----------|
| 5,00 - 5,10 | 11 | 1,5 |
| 5,10 - 5,20 | 17 | 2,3 |
| 5,20 - 5,30 | 19 | 2,5 |
| 5,30 - 5,40 | 20 | 2,7 |
| 5,40 - 5,50 | 17 | 2,3 |
| 5,50 - 5,60 | 18 | 2,4 |
| 5,60 - 5,70 | 18 | 2,4 |
| 5,70 - 5,80 | 19 | 2,5 |
| 5,80 - 5,90 | 19 | 2,5 |
| 5,90 - 6,00 | 21 | 2,8 |
| 6,00 - 6,10 | 23 | 2,8 |
| 6,10 - 6,20 | 22 | 2,7 |
| 6,20 - 6,30 | 23 | 2,8 |
| 6,30 - 6,40 | 27 | 3,3 |
| 6,40 - 6,50 | 28 | 3,4 |
| 6,50 - 6,60 | 33 | 4,0 |
| 6,60 - 6,70 | 35 | 4,2 |
| 6,70 - 6,80 | 34 | 4,1 |
| 6,80 - 6,90 | 37 | 4,5 |
| 6,90 - 7,00 | 41 | 5,0 |
| 7,00 - 7,10 | 43 | 4,8 |
| 7,10 - 7,20 | 44 | 4,9 |
| 7,20 - 7,30 | 40 | 4,4 |
| 7,30 - 7,40 | 36 | 4,0 |
| 7,40 - 7,50 | 40 | 4,4 |
| 7,50 - 7,60 | 31 | 3,4 |
| 7,60 - 7,70 | 38 | 4,2 |
| 7,70 - 7,80 | 47 | 5,2 |
| 7,80 - 7,90 | 46 | 5,1 |
| 7,90 - 8,00 | 48 | 5,3 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Data from Equipment

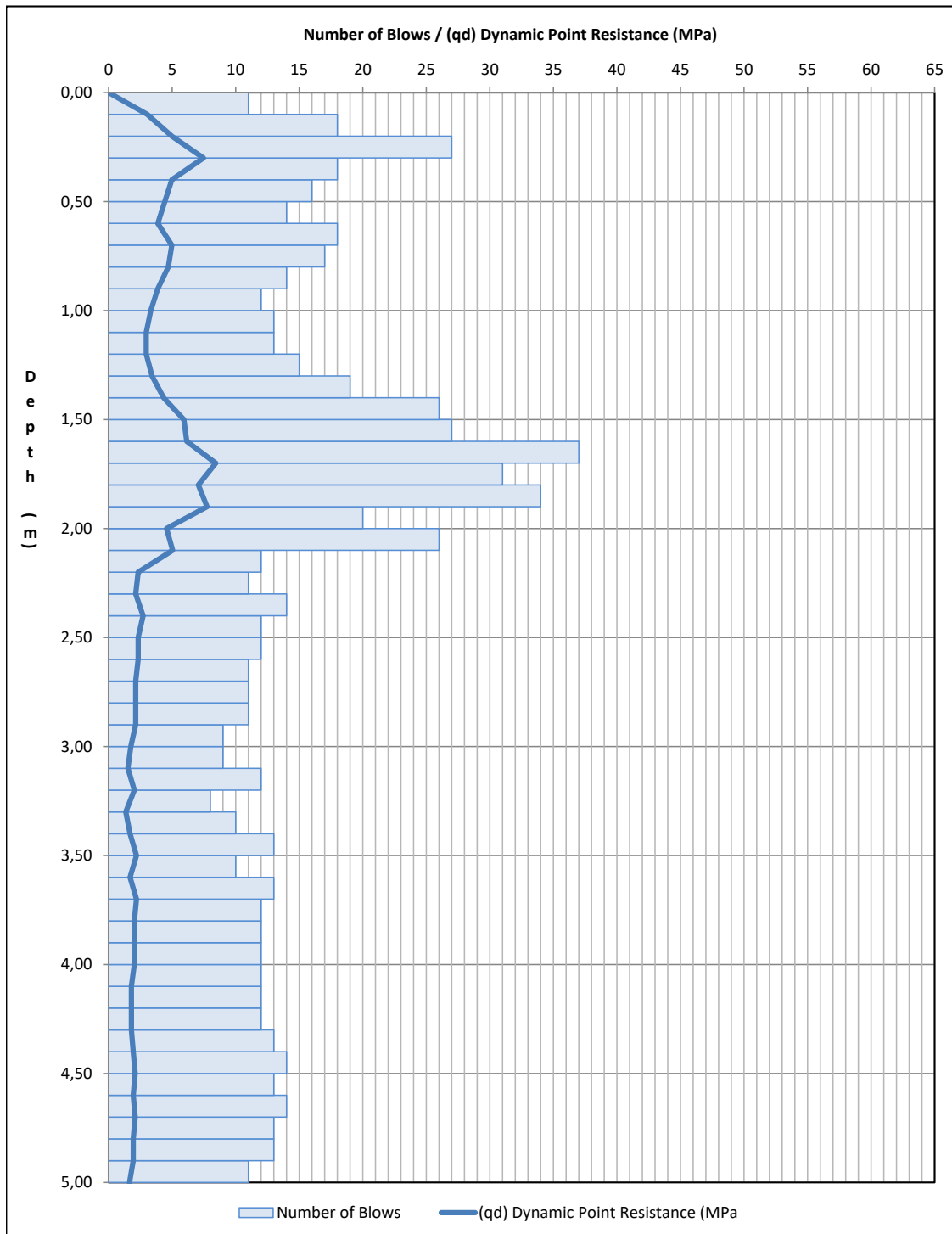
| | | | | | |
|------------------------------|--------------|----------------------------|----------------|-----------------------|----------------|
| Base diameter of cone | 36 mm | Top assembly weight | 4,15 Kg | Hammer weight | 10,1 Kg |
| Rod diameter | 25 mm | Rod weight | 3,85 Kg | Falling height | 50 cm |

Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS

| | | | | | | |
|------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|-----------|-----------|
| Date | Water Level (m) | System | Coordinates | | Elevation | Tecnician |
| 03/10/2018 | 1,20 | UTM 36J (WGS84) | M= 463875 | P= 7134496 | Z= - | MS |

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 | 11 | 3,0 |
| 0,10 - 0,20 | 18 | 5,0 |
| 0,20 - 0,30 | 27 | 7,5 |
| 0,30 - 0,40 | 18 | 5,0 |
| 0,40 - 0,50 | 16 | 4,4 |
| 0,50 - 0,60 | 14 | 3,9 |
| 0,60 - 0,70 | 18 | 5,0 |
| 0,70 - 0,80 | 17 | 4,7 |
| 0,80 - 0,90 | 14 | 3,9 |
| 0,90 - 1,00 | 12 | 3,3 |
| 1,00 - 1,10 | 13 | 3,0 |
| 1,10 - 1,20 | 13 | 3,0 |
| 1,20 - 1,30 | 15 | 3,4 |
| 1,30 - 1,40 | 19 | 4,3 |
| 1,40 - 1,50 | 26 | 5,9 |
| 1,50 - 1,60 | 27 | 6,2 |
| 1,60 - 1,70 | 37 | 8,4 |
| 1,70 - 1,80 | 31 | 7,1 |
| 1,80 - 1,90 | 34 | 7,7 |
| 1,90 - 2,00 | 20 | 4,6 |
| 2,00 - 2,10 | 26 | 5,0 |
| 2,10 - 2,20 | 12 | 2,3 |
| 2,20 - 2,30 | 11 | 2,1 |
| 2,30 - 2,40 | 14 | 2,7 |
| 2,40 - 2,50 | 12 | 2,3 |
| 2,50 - 2,60 | 12 | 2,3 |
| 2,60 - 2,70 | 11 | 2,1 |
| 2,70 - 2,80 | 11 | 2,1 |
| 2,80 - 2,90 | 11 | 2,1 |
| 2,90 - 3,00 | 9 | 1,7 |
| 3,00 - 3,10 | 9 | 1,5 |
| 3,10 - 3,20 | 12 | 2,0 |
| 3,20 - 3,30 | 8 | 1,3 |
| 3,30 - 3,40 | 10 | 1,7 |
| 3,40 - 3,50 | 13 | 2,2 |
| 3,50 - 3,60 | 10 | 1,7 |
| 3,60 - 3,70 | 13 | 2,2 |
| 3,70 - 3,80 | 12 | 2,0 |
| 3,80 - 3,90 | 12 | 2,0 |
| 3,90 - 4,00 | 12 | 2,0 |
| 4,00 - 4,10 | 12 | 1,8 |
| 4,10 - 4,20 | 12 | 1,8 |
| 4,20 - 4,30 | 12 | 1,8 |
| 4,30 - 4,40 | 13 | 1,9 |
| 4,40 - 4,50 | 14 | 2,1 |
| 4,50 - 4,60 | 13 | 1,9 |
| 4,60 - 4,70 | 14 | 2,1 |
| 4,70 - 4,80 | 13 | 1,9 |
| 4,80 - 4,90 | 13 | 1,9 |
| 4,90 - 5,00 | 11 | 1,6 |

Data from Equipment

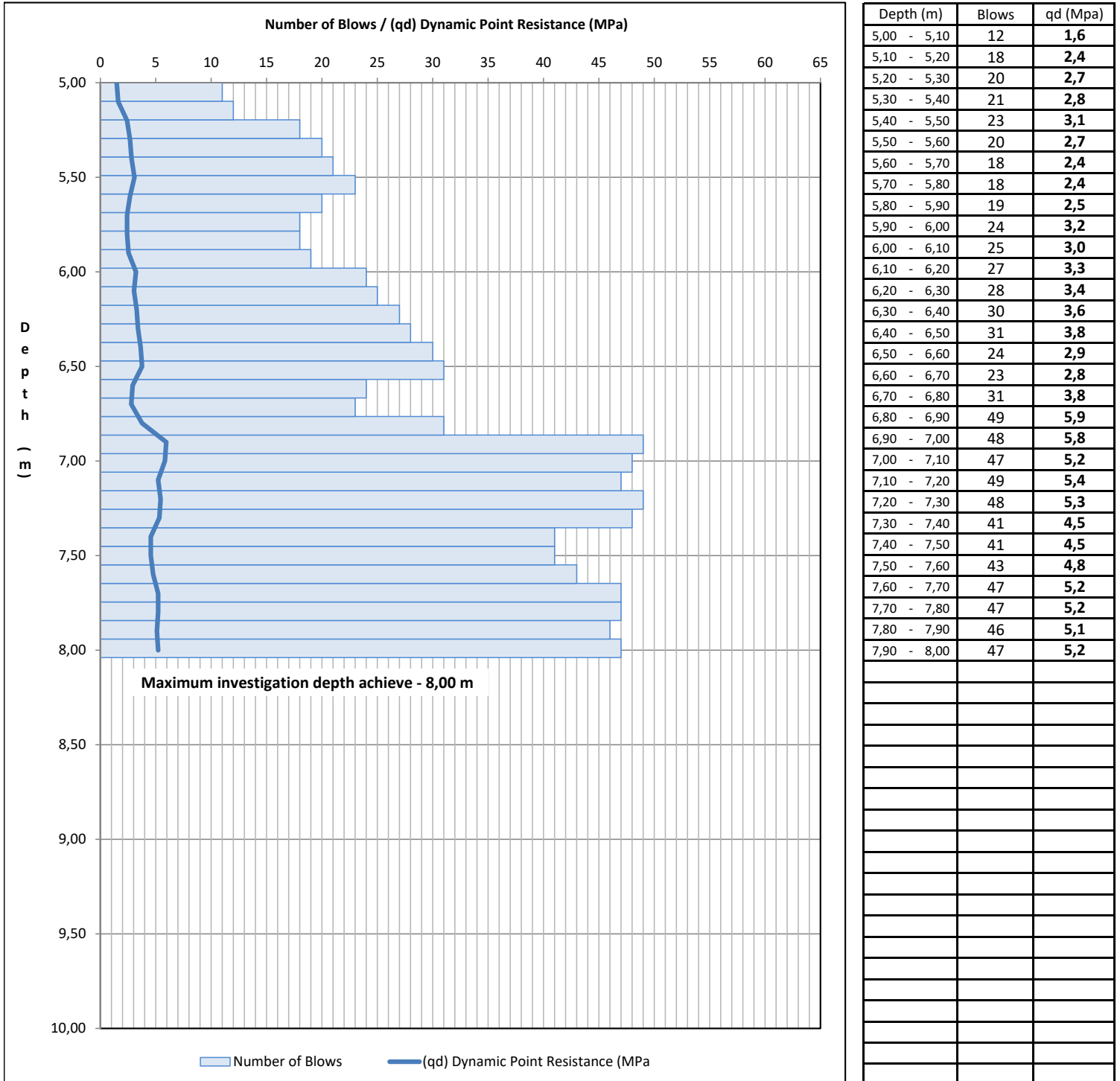
| | | | | | |
|-----------------------|-------|---------------------|---------|----------------|---------|
| Base diameter of cone | 36 mm | Top assembly weight | 4,15 Kg | Hammer weight | 10,1 Kg |
| Rod diameter | 25 mm | Rod weight | 3,85 Kg | Falling height | 50 cm |

Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS

| | | | | | |
|--|--------------------------------|---|---|--------------------------|----------------------------|
|  | | GEOTECHNICAL SURVEY | | | DPL |
| | | Client : ENGEN PETROLEUM MOÇAMBIQUE LIMITADA | | 2 | Job Number 39718 |
| Job : COSTA DO SOL SERVICE STATION – MAPUTO – MOZAMBIQUE | | Page 2 of 2 | | | |
| Date 03/10/2018 | Water Level (m) 1,20 | System UTM 36J (WGS84) | Coordinates M= 463875 P= 7134496 | Elevation Z= - | Tecnician MS |

DYNAMIC PROBING LIGHT (DPL) DYNAMIC PENETRATION TEST

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



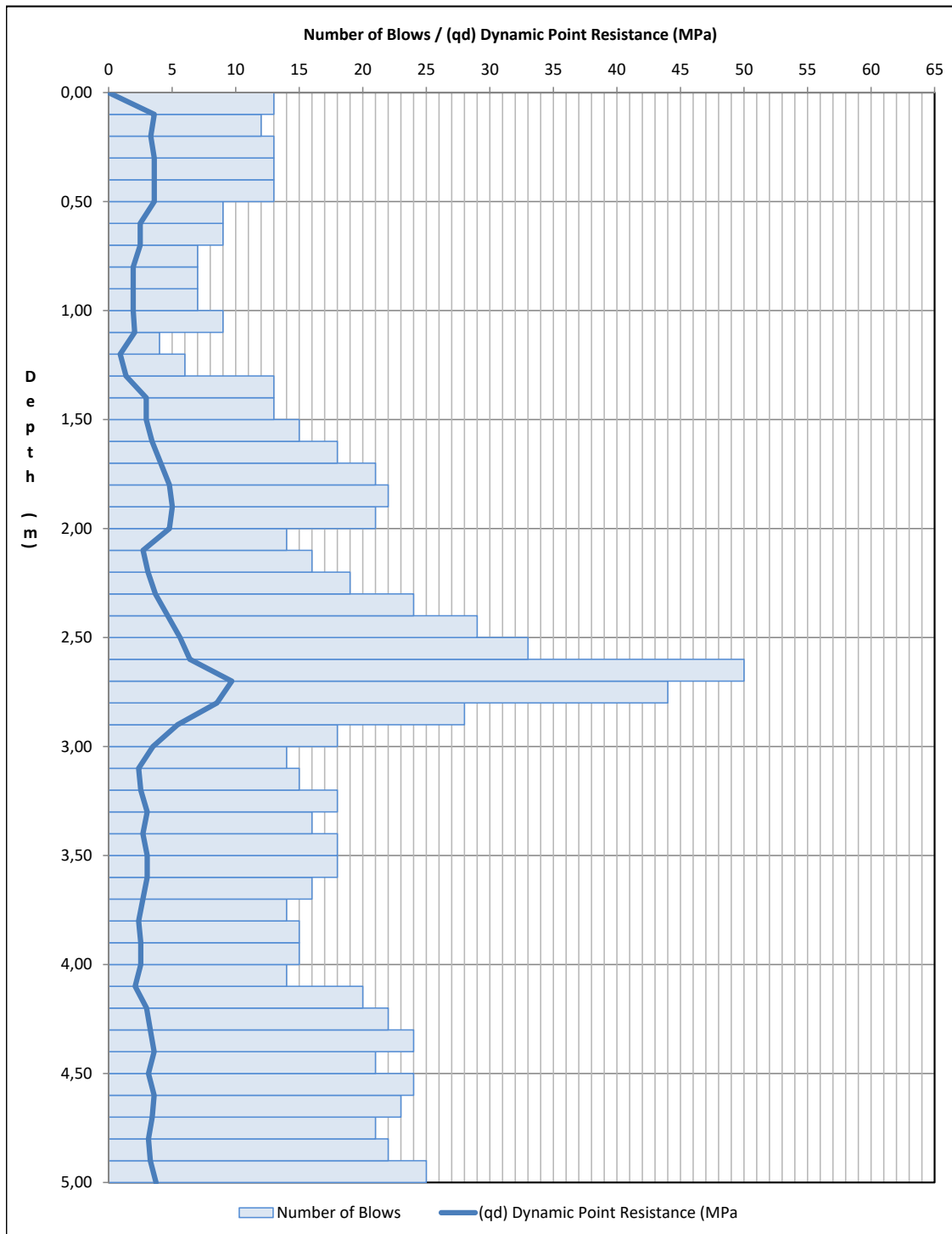
| Data from Equipment | | | |
|-----------------------|-------|---------------------|---------|
| Base diameter of cone | 36 mm | Top assembly weight | 4,15 Kg |
| Rod diameter | 25 mm | Hammer weight | 10,1 Kg |
| | | Rod weight | 3,85 Kg |
| | | Falling height | 50 cm |

Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS

| | | | | | | |
|-------------------|-----------------|------------------------|------------------|-------------------|-------------|-----------|
| Date | Water Level (m) | System | Coordinates | | Elevation | Tecnician |
| 02/10/2018 | 0,80 | UTM 36J (WGS84) | M= 463854 | P= 7134479 | Z= - | MS |

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 | 13 | 3,6 |
| 0,10 - 0,20 | 12 | 3,3 |
| 0,20 - 0,30 | 13 | 3,6 |
| 0,30 - 0,40 | 13 | 3,6 |
| 0,40 - 0,50 | 13 | 3,6 |
| 0,50 - 0,60 | 9 | 2,5 |
| 0,60 - 0,70 | 9 | 2,5 |
| 0,70 - 0,80 | 7 | 1,9 |
| 0,80 - 0,90 | 7 | 1,9 |
| 0,90 - 1,00 | 7 | 1,9 |
| 1,00 - 1,10 | 9 | 2,1 |
| 1,10 - 1,20 | 4 | 0,9 |
| 1,20 - 1,30 | 6 | 1,4 |
| 1,30 - 1,40 | 13 | 3,0 |
| 1,40 - 1,50 | 13 | 3,0 |
| 1,50 - 1,60 | 15 | 3,4 |
| 1,60 - 1,70 | 18 | 4,1 |
| 1,70 - 1,80 | 21 | 4,8 |
| 1,80 - 1,90 | 22 | 5,0 |
| 1,90 - 2,00 | 21 | 4,8 |
| 2,00 - 2,10 | 14 | 2,7 |
| 2,10 - 2,20 | 16 | 3,1 |
| 2,20 - 2,30 | 19 | 3,7 |
| 2,30 - 2,40 | 24 | 4,7 |
| 2,40 - 2,50 | 29 | 5,6 |
| 2,50 - 2,60 | 33 | 6,4 |
| 2,60 - 2,70 | 50 | 9,7 |
| 2,70 - 2,80 | 44 | 8,5 |
| 2,80 - 2,90 | 28 | 5,4 |
| 2,90 - 3,00 | 18 | 3,5 |
| 3,00 - 3,10 | 14 | 2,4 |
| 3,10 - 3,20 | 15 | 2,5 |
| 3,20 - 3,30 | 18 | 3,0 |
| 3,30 - 3,40 | 16 | 2,7 |
| 3,40 - 3,50 | 18 | 3,0 |
| 3,50 - 3,60 | 18 | 3,0 |
| 3,60 - 3,70 | 16 | 2,7 |
| 3,70 - 3,80 | 14 | 2,4 |
| 3,80 - 3,90 | 15 | 2,5 |
| 3,90 - 4,00 | 15 | 2,5 |
| 4,00 - 4,10 | 14 | 2,1 |
| 4,10 - 4,20 | 20 | 3,0 |
| 4,20 - 4,30 | 22 | 3,3 |
| 4,30 - 4,40 | 24 | 3,6 |
| 4,40 - 4,50 | 21 | 3,1 |
| 4,50 - 4,60 | 24 | 3,6 |
| 4,60 - 4,70 | 23 | 3,4 |
| 4,70 - 4,80 | 21 | 3,1 |
| 4,80 - 4,90 | 22 | 3,3 |
| 4,90 - 5,00 | 25 | 3,7 |

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 |

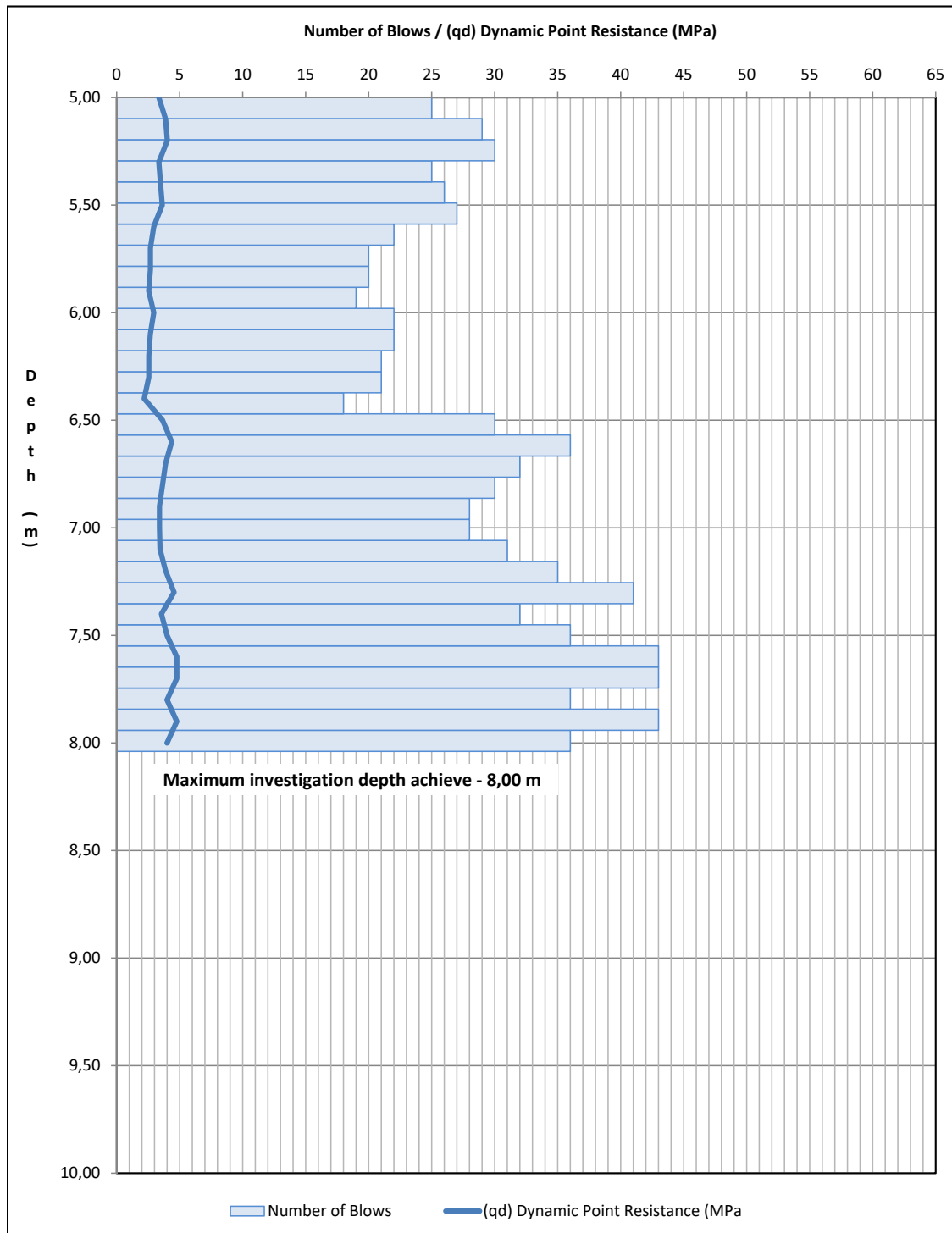
Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS

| | | | | | |
|------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------|-----------|
| Date | Water Level (m) | System | Coordinates | Elevation | Tecnician |
| 02/10/2018 | 0,80 | UTM 36J (WGS84) | M= 463854 P= 7134479 | Z= - | MS |

DYNAMIC PROBING LIGHT (DPL)

DYNAMIC PENETRATION TEST

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



| Depth (m) | Blows | qd (Mpa) |
|-------------|-------|----------|
| 5,00 - 5,10 | 29 | 3,9 |
| 5,10 - 5,20 | 30 | 4,0 |
| 5,20 - 5,30 | 25 | 3,3 |
| 5,30 - 5,40 | 26 | 3,5 |
| 5,40 - 5,50 | 27 | 3,6 |
| 5,50 - 5,60 | 22 | 2,9 |
| 5,60 - 5,70 | 20 | 2,7 |
| 5,70 - 5,80 | 20 | 2,7 |
| 5,80 - 5,90 | 19 | 2,5 |
| 5,90 - 6,00 | 22 | 2,9 |
| 6,00 - 6,10 | 22 | 2,7 |
| 6,10 - 6,20 | 21 | 2,5 |
| 6,20 - 6,30 | 21 | 2,5 |
| 6,30 - 6,40 | 18 | 2,2 |
| 6,40 - 6,50 | 30 | 3,6 |
| 6,50 - 6,60 | 36 | 4,4 |
| 6,60 - 6,70 | 32 | 3,9 |
| 6,70 - 6,80 | 30 | 3,6 |
| 6,80 - 6,90 | 28 | 3,4 |
| 6,90 - 7,00 | 28 | 3,4 |
| 7,00 - 7,10 | 31 | 3,4 |
| 7,10 - 7,20 | 35 | 3,9 |
| 7,20 - 7,30 | 41 | 4,5 |
| 7,30 - 7,40 | 32 | 3,6 |
| 7,40 - 7,50 | 36 | 4,0 |
| 7,50 - 7,60 | 43 | 4,8 |
| 7,60 - 7,70 | 43 | 4,8 |
| 7,70 - 7,80 | 36 | 4,0 |
| 7,80 - 7,90 | 43 | 4,8 |
| 7,90 - 8,00 | 36 | 4,0 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

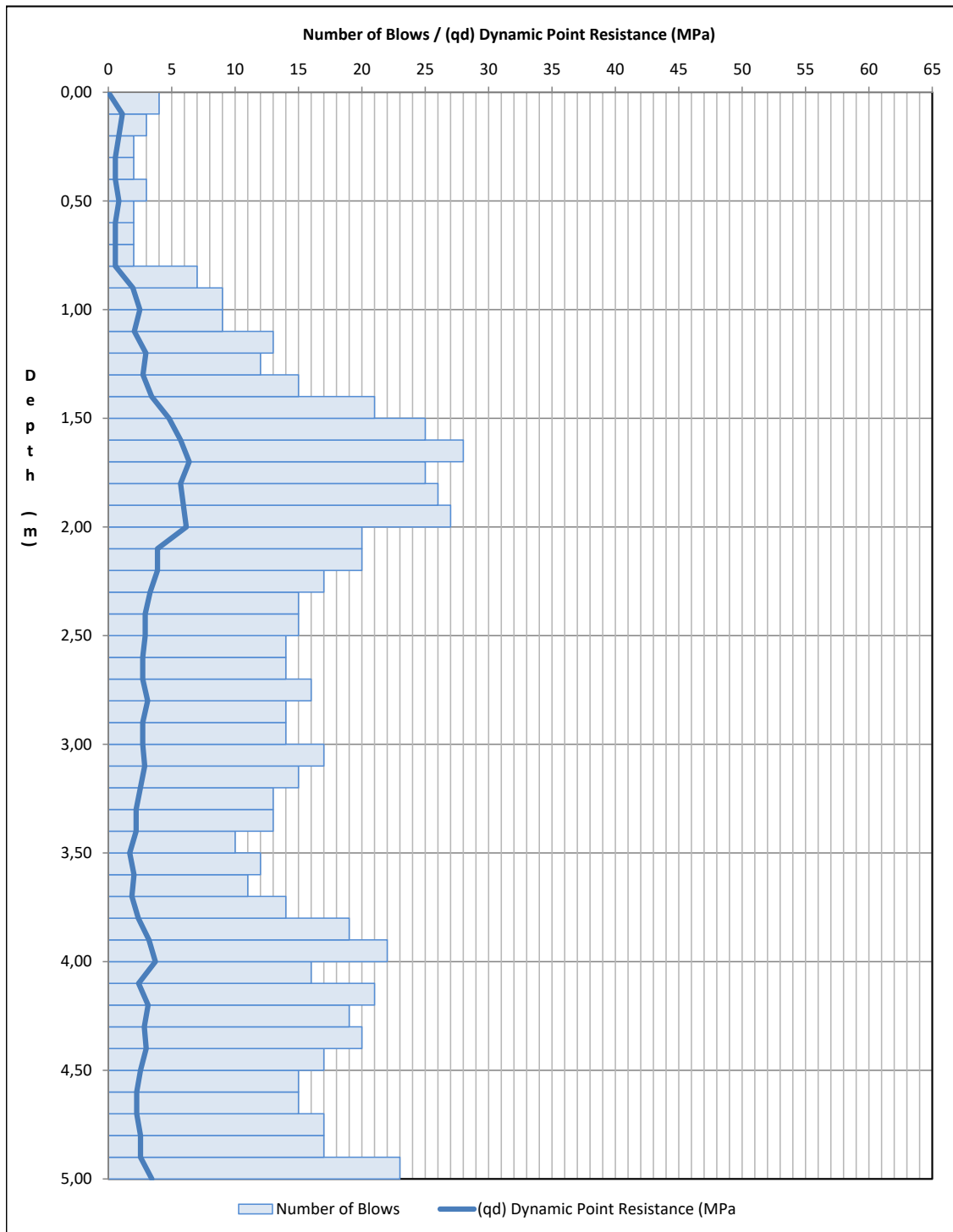
| Data from Equipment | | | | | |
|-----------------------|-------|---------------------|---------|----------------|---------|
| Base diameter of cone | 36 mm | Top assembly weight | 4,15 Kg | Hammer weight | 10,1 Kg |
| Rod diameter | 25 mm | Rod weight | 3,85 Kg | Falling height | 50 cm |

Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS

| | | | | | | |
|------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|-----------|-----------|
| Date | Water Level (m) | System | Coordinates | | Elevation | Tecnician |
| 03/10/2018 | 1,00 | UTM 36J (WGS84) | M= 463867 | P= 7134468 | Z= - | MS |

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 | 4 | 1,1 |
| 0,10 - 0,20 | 3 | 0,8 |
| 0,20 - 0,30 | 2 | 0,6 |
| 0,30 - 0,40 | 2 | 0,6 |
| 0,40 - 0,50 | 3 | 0,8 |
| 0,50 - 0,60 | 2 | 0,6 |
| 0,60 - 0,70 | 2 | 0,6 |
| 0,70 - 0,80 | 2 | 0,6 |
| 0,80 - 0,90 | 7 | 1,9 |
| 0,90 - 1,00 | 9 | 2,5 |
| 1,00 - 1,10 | 9 | 2,1 |
| 1,10 - 1,20 | 13 | 3,0 |
| 1,20 - 1,30 | 12 | 2,7 |
| 1,30 - 1,40 | 15 | 3,4 |
| 1,40 - 1,50 | 21 | 4,8 |
| 1,50 - 1,60 | 25 | 5,7 |
| 1,60 - 1,70 | 28 | 6,4 |
| 1,70 - 1,80 | 25 | 5,7 |
| 1,80 - 1,90 | 26 | 5,9 |
| 1,90 - 2,00 | 27 | 6,2 |
| 2,00 - 2,10 | 20 | 3,9 |
| 2,10 - 2,20 | 20 | 3,9 |
| 2,20 - 2,30 | 17 | 3,3 |
| 2,30 - 2,40 | 15 | 2,9 |
| 2,40 - 2,50 | 15 | 2,9 |
| 2,50 - 2,60 | 14 | 2,7 |
| 2,60 - 2,70 | 14 | 2,7 |
| 2,70 - 2,80 | 16 | 3,1 |
| 2,80 - 2,90 | 14 | 2,7 |
| 2,90 - 3,00 | 14 | 2,7 |
| 3,00 - 3,10 | 17 | 2,9 |
| 3,10 - 3,20 | 15 | 2,5 |
| 3,20 - 3,30 | 13 | 2,2 |
| 3,30 - 3,40 | 13 | 2,2 |
| 3,40 - 3,50 | 10 | 1,7 |
| 3,50 - 3,60 | 12 | 2,0 |
| 3,60 - 3,70 | 11 | 1,9 |
| 3,70 - 3,80 | 14 | 2,4 |
| 3,80 - 3,90 | 19 | 3,2 |
| 3,90 - 4,00 | 22 | 3,7 |
| 4,00 - 4,10 | 16 | 2,4 |
| 4,10 - 4,20 | 21 | 3,1 |
| 4,20 - 4,30 | 19 | 2,8 |
| 4,30 - 4,40 | 20 | 3,0 |
| 4,40 - 4,50 | 17 | 2,5 |
| 4,50 - 4,60 | 15 | 2,2 |
| 4,60 - 4,70 | 15 | 2,2 |
| 4,70 - 4,80 | 17 | 2,5 |
| 4,80 - 4,90 | 17 | 2,5 |
| 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 |

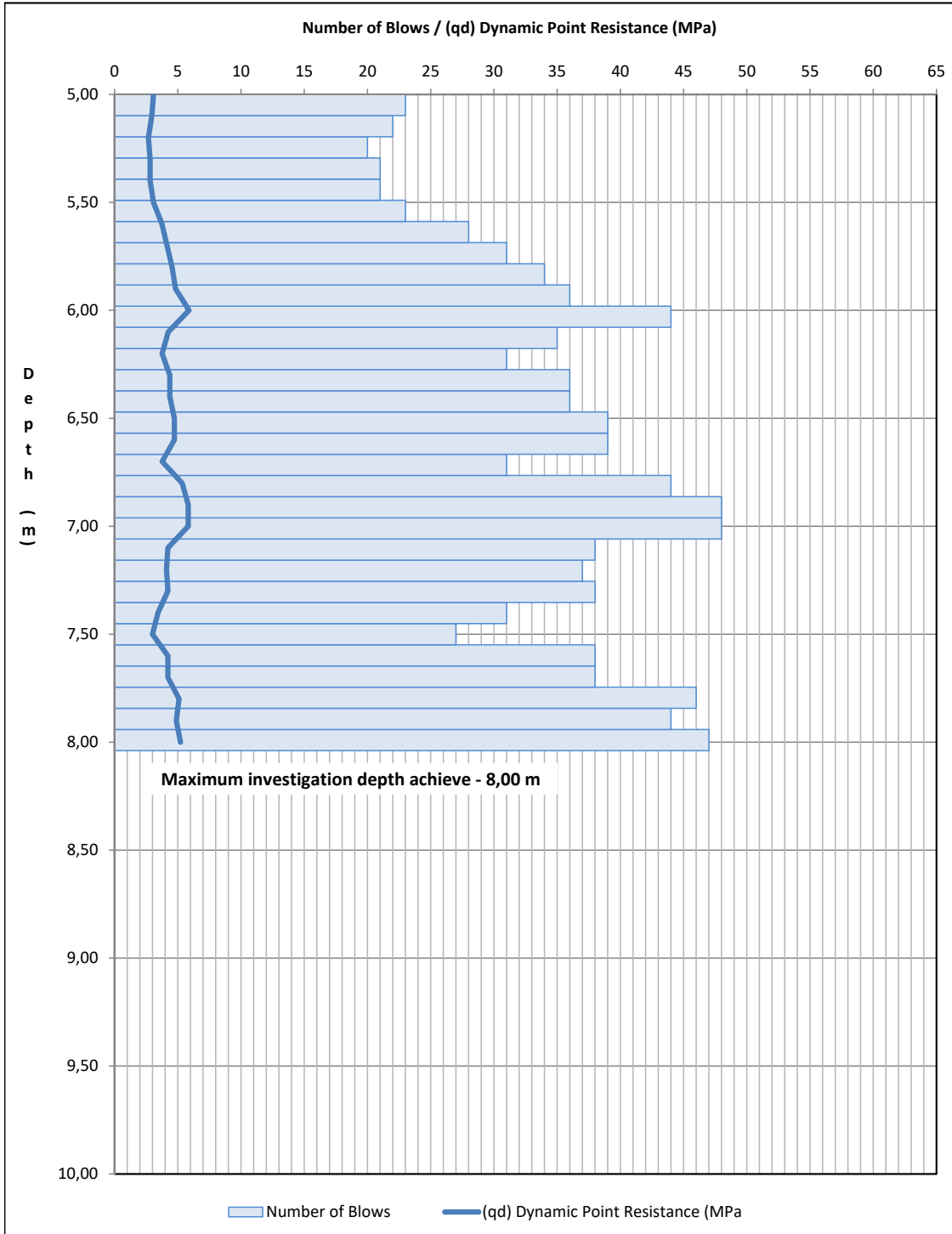
Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS

| | | | | | | |
|---|-----------------|---|--|---|-------------------|------------------------|
|  Geocontrole <small>Geotecnia e Estruturas de Fundação Lda</small> Moçambique | | GEOTECHNICAL SURVEY | | | | DPL |
| | | Client : ENGEN PETROLEUM MOÇAMBIQUE LIMITADA | | Job : COSTA DO SOL SERVICE STATION – MAPUTO – MOZAMBIQUE | | 4 |
| Date | Water Level (m) | System | | Coordinates | | Job Number |
| 03/10/2018 | 1,00 | UTM 36J (WGS84) | | M= 463867 | P= 7134468 | 39718 |
| | | | | Z= | | Page 2 of 2 |
| | | | | | | Tecnician MS |

DYNAMIC PROBING LIGHT (DPL)

DYNAMIC PENETRATION TEST

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



| Depth (m) | Blows | qd (Mpa) |
|-------------|-------|------------|
| 5,00 - 5,10 | 22 | 2,9 |
| 5,10 - 5,20 | 20 | 2,7 |
| 5,20 - 5,30 | 21 | 2,8 |
| 5,30 - 5,40 | 21 | 2,8 |
| 5,40 - 5,50 | 23 | 3,1 |
| 5,50 - 5,60 | 28 | 3,7 |
| 5,60 - 5,70 | 31 | 4,1 |
| 5,70 - 5,80 | 34 | 4,6 |
| 5,80 - 5,90 | 36 | 4,8 |
| 5,90 - 6,00 | 44 | 5,9 |
| 6,00 - 6,10 | 35 | 4,2 |
| 6,10 - 6,20 | 31 | 3,8 |
| 6,20 - 6,30 | 36 | 4,4 |
| 6,30 - 6,40 | 36 | 4,4 |
| 6,40 - 6,50 | 39 | 4,7 |
| 6,50 - 6,60 | 39 | 4,7 |
| 6,60 - 6,70 | 31 | 3,8 |
| 6,70 - 6,80 | 44 | 5,3 |
| 6,80 - 6,90 | 48 | 5,8 |
| 6,90 - 7,00 | 48 | 5,8 |
| 7,00 - 7,10 | 38 | 4,2 |
| 7,10 - 7,20 | 37 | 4,1 |
| 7,20 - 7,30 | 38 | 4,2 |
| 7,30 - 7,40 | 31 | 3,4 |
| 7,40 - 7,50 | 27 | 3,0 |
| 7,50 - 7,60 | 38 | 4,2 |
| 7,60 - 7,70 | 38 | 4,2 |
| 7,70 - 7,80 | 46 | 5,1 |
| 7,80 - 7,90 | 44 | 4,9 |
| 7,90 - 8,00 | 47 | 5,2 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| Data from Equipment | | | |
|-----------------------|-------|---------------------|---------|
| Base diameter of cone | 36 mm | Top assembly weight | 4,15 Kg |
| Rod diameter | 25 mm | Rod weight | 3,85 Kg |
| | | Hammer weight | 10,1 Kg |
| | | Falling height | 50 cm |

Remarks : Not accurate coordinates; determined with pocket Garmin GPS



COSTA DO SOL SERVICE STATION
MAPUTO - MOZAMBIQUE
GEOTECHNICAL STUDY
JOB N. 39718
OCTOBER 2018

ANNEX II – LABORATORY



SUMMARY TABLE

JOB :

COSTA DO SOL SERVICE STATION – MAPUTO – MOZAMBIQUE

Job N.

39718 - lot 1

| Sample information | | | | Identification tests | | | | | | | Compaction tests | | | | | Mechanical tests | | | | | | Chemical tests | | | | | | |
|--------------------|--------------|-----------|---|----------------------|------------------|------------------|--------|----------------|-----------|-----------------------------------|------------------|--------------------------|--|----------|----------------------|-------------------------------|-----------|--------------|----------|---------------------------|----------------------|----------------------|---------|----------------------------------|----|---|-----------------------------|----------------------|
| Sample Nº | Trial Pit Nº | Depth (m) | Sample description following ASTM D2487 | Classf. ASTM (D2487) | Moist. Cont. (%) | Atterberg Limits | | Sieve Analysis | | Sieve Analysis (after compaction) | | Specific Gravity (g/cm3) | Compaction | | CBR | | | Direct Shear | | Triaxial Compression Test | | | | Permeability K m.s ⁻¹ | pH | Soluble Salts EC mmhos cm ⁻¹ | Sulphate Content as SO3 (%) | Chloride Content (%) |
| | | | | | | LL IP (%) | LR (%) | <2.0 mm | <0.074 mm | <2.0 mm | <0.074 mm | | γ _{dmax} (Kg/m ³) | Wopt (%) | Relative Compac. (%) | Penetration 2.54 mm / 5.08 mm | Swell (%) | C (Kpa) | C' (Kpa) | qu E (kPa) | σ ₃ (kPa) | σ ₁ (kPa) | C (Kpa) | | | | | |
| 14314 | TP-01 | 0,30-1,20 | Gray, poorly graded SAND | SP | 9,5 | N/P | - | 99,6 | 3,6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | A-1-b (0) | | N/P | - | 35,8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 14315 | TP-02 | 0,20-1,30 | Grayish brown, poorly graded SAND with silt | SP-SM | 13,6 | N/P | - | 99,2 | 5,7 | - | - | - | 1800 | 13,3 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | A-1-b (0) | | N/P | - | 43,8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 93 | 24 | 12 | 0,0 | - | - | - | - | - | - | - |
| 14316 | TP-03 | 0,30-1,30 | Grayish brown, poorly graded SAND | SP | 16,2 | N/P | - | 100,0 | 2,2 | - | - | - | 1753 | 13,2 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | A-1-b (0) | | N/P | - | 39,5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 93 | 19 | 8 | 0,0 | - | - | - | - | - | - | - |
| 14317 | TP-04 | 0,20-1,20 | Dark gray, poorly graded SAND | SP | 4,4 | N/P | - | 100,0 | 1,1 | - | - | - | 1705 | 14,2 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | A-2-4 (0) | | N/P | - | 50,7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 93 | 11 | 14 | 0,0 | - | - | - | - | - | - | - |
| 14318 | TP-05 | 0,30-1,30 | Brownish gray, poorly graded SAND with silt | SP-SM | 8,8 | N/P | - | 99,6 | 6,4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | A-3 (0) | | N/P | - | 54,6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Verified by :

Date : 03/10/2018

Remarks :

DETERMINATION OF WATER CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS

Standard method: ASTM D 2216 - 05

Sample Register date : **28/09/2018**

Sample N° : **14314**

Material description : -

Borehole or Pit : **TP-01**

Depth (m) : **0,30-1,20**

| Specimen number | | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| Container number | | 13 | 12 | 39 |
| m^{w+c} | Mass of wet soil + container (0,01g) | 347,09 | 347,68 | 345,70 |
| m^{d+c} | Mass of dry soil + container (0,01g) | 324,21 | 322,95 | 323,48 |
| m^c | Mass of container (0,01g) | 78,99 | 78,80 | 80,26 |
| $m^{ml} = m^{w+c} - m^{d+c}$ | Mass of moisture loss (0,01g) | 22,88 | 24,73 | 22,22 |
| $m^d = m^{d+c} - m^c$ | Mass of dry soil (0,01g) | 245,22 | 244,15 | 243,22 |
| $MC = m^{ml} / m^d \times 100$ | Moisture content (0,1 %) | 9,3 | 10,1 | 9,1 |

MOISTURE CONTENT $M_c = \underline{9,5} \quad (0.1\%)$

REMARKS : _____

Tested by :



Verified by :

Date : **28/09/2018**

Date :

Page **1** of **3**

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE - SIZE ANALYSIS OF SOILS

Standard method : ASTM D 6913 & ASTM D 422

Sample Register date : 28/09/2018

Sample Nº 14314

Material description : -

Borehole or Pit : TP-01

Depth (m): 0,30-1,20

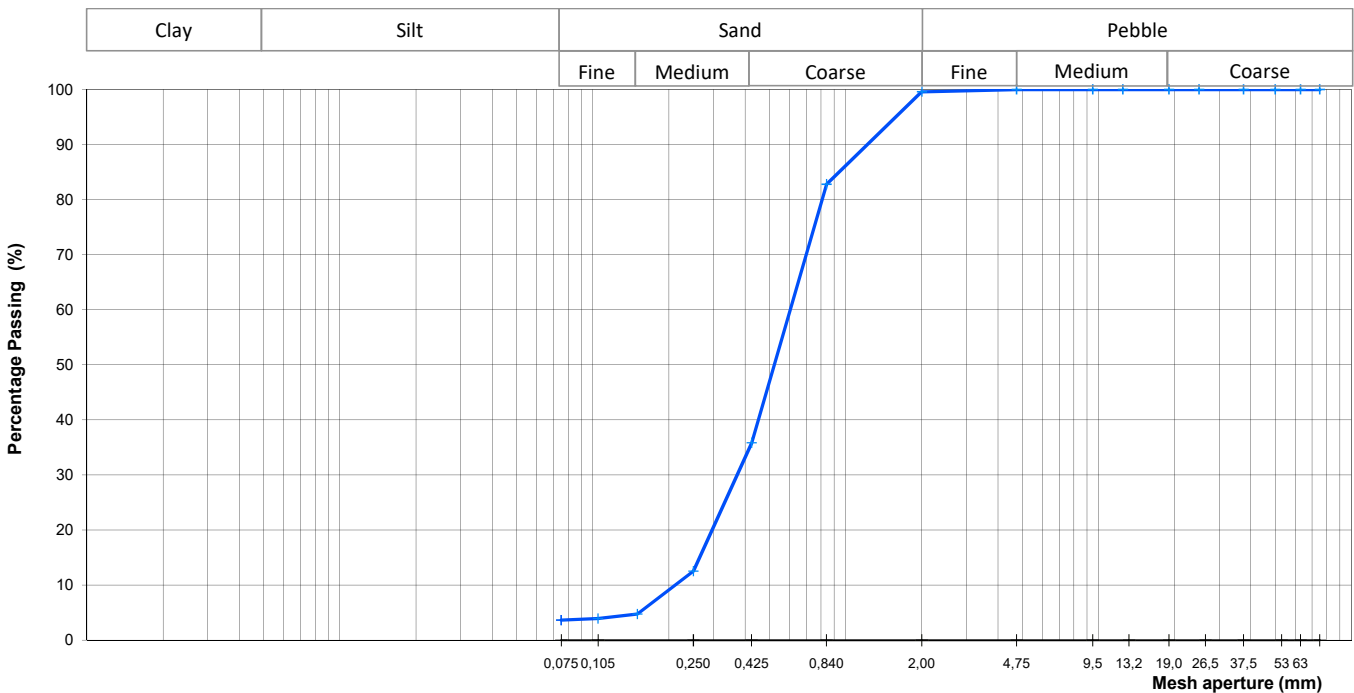
| | |
|--|--------------|
| TOTAL WEIGHT OF SAMPLE (g) | p1= 356,77 g |
| TOTAL ACCUMULATED WEIGHT RETAINED BY SIEVE Nº 10 (g) | p2= 1,51 g |
| TOTAL WEIGHT OF SAMPLE BELOW SIEVE Nº 10 (g) | p3= 355,26 g |
| TOTAL WEIGHT USED IN TEST BELOW SIEVE Nº 10 (g) | p4= 356,77 g |

| Sieve designation (ASTM) | Mesh aperture (mm) | Mass accumulated in sieve | | % Passing | Sieve designation (ASTM) | Mesh aperture (mm) | Mass accumulated in sieve | | %Passing (Referred to the total weight) |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|-----|--------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|------|---|
| | | Mass (g) | % | | | | Mass (g) | % | |
| 3" | 75,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 20 | 0,840 | 60,19 | 16,9 | 82,8 |
| 2 1/2" | 63,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 40 | 0,425 | 228,45 | 64,0 | 35,8 |
| 2" | 50,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 60 | 0,250 | 311,75 | 87,4 | 12,6 |
| 1 1/2" | 37,5 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 100 | 0,150 | 339,65 | 95,2 | 4,8 |
| 1" | 25,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 140 | 0,105 | 342,69 | 96,1 | 3,9 |
| 3/4" | 19,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | nº 200 | 0,075 | 343,70 | 96,3 | 3,6 |
| 1/2" | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| 3/8" | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| nº 4 | 4,75 | 0,00 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| nº 10 | 2,00 | 1,51 | 0,4 | 99,6 | | | | | |

Hydrometer (151H) nº _____
Specific gravity of soil _____
Correction dispersing agent _____
Correction meniscus _____

| Time (min) | Temp. (°) | Readings (L) | Composite correction | Height read. (L) | Reading corrected | Particle diameter (D) | % of particles referred to the total |
|------------|-----------|--------------|----------------------|------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Curve Particle Size Distribution



REMARKS :

Tested by :



Verified by :

Date : 01/10/2018

Date :

Page 2 of 3

LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, LINEAR SHRINKAGE AND PLASTICITY INDEX OF SOILS

Standard method: ASTM D 4318 for LL/PL and TMH1-A4 for LS

Sample Register date : 28/09/2018

Sample N° : 14314

Material description : -

Borehole or Pit : TP-01

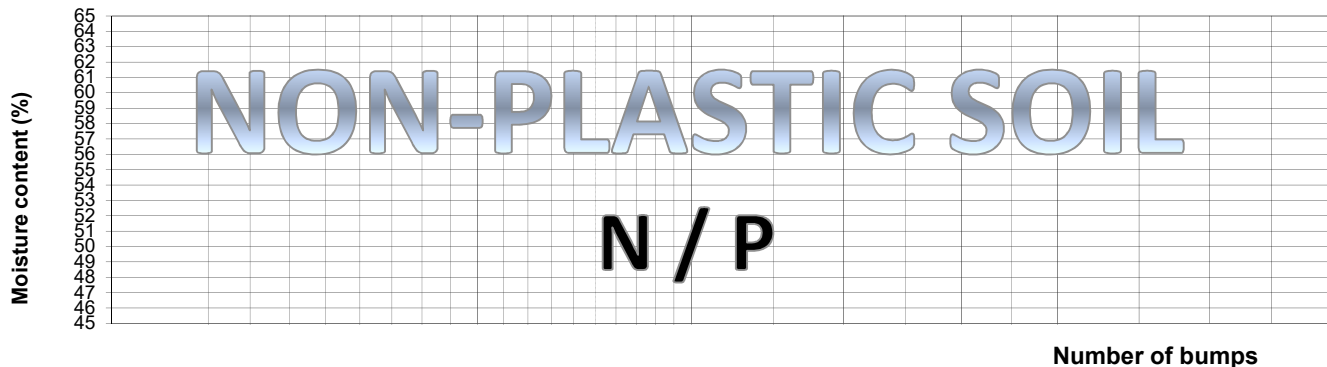
Depth (m): 0,30-1,20

LIQUID LIMIT (LL)

Wet preparation / Method A - multipoint test

| Container n.º | | | | | |
|-----------------|------------------------------|-----|--|--|--|
| m2 | Mass of wet soil + container | (g) | | | |
| m3 | Mass of dry soil + container | (g) | | | |
| m1 | Mass of container | (g) | | | |
| md=m3-m1 | Mass of dry soil | (g) | | | |
| mw=m2-m3 | Mass of moisture loss | (g) | | | |
| w=100*mw/md | Moisture content | (%) | | | |
| Number of bumps | | | | | |

LL= N / P %



PLASTIC LIMIT (PL)

| Container n.º | | | | | |
|---------------|------------------------------|-----|--|--|--|
| m2 | Mass of wet soil + container | (g) | | | |
| m3 | Mass of dry soil + container | (g) | | | |
| m1 | Mass of container | (g) | | | |
| md=m3-m1 | Mass of dry soil | (g) | | | |
| mw=m2-m3 | Mass of moisture loss | (g) | | | |
| w=100*mw/md | Moisture content | (%) | | | |

PL= N / P %

PLASTICITY INDEX (PI)

$$PI = (LL - PL) = N / P - N / P = N / P \%$$

LINEAR SHRINKAGE (LS)

| Mould n° | | | |
|-----------------|--|------|---------------|
| c1 | Length of the mould | (mm) | LS = - |
| c2 | Length of the specimen dried | (mm) | |
| LS _N | Linear shrinkage corresponding to N taps in LL value | (%) | |
| LS | Linear Shrinkage | (%) | |

Tested by :



Verified by :

Date : 01/10/2018

Date :

Page 3 of 3

DETERMINATION OF WATER CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS

Standard method: ASTM D 2216 - 05

Sample Register date : **28/09/2018**

Sample N° : **14315**

Material description : -

Borehole or Pit : **TP-02**

Depth (m) : **0,20-1,30**

| Specimen number | | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| Container number | | 3 | 318 | 529 |
| m^{w+c} | Mass of wet soil + container (0,01g) | 340,93 | 310,11 | 328,70 |
| m^{d+c} | Mass of dry soil + container (0,01g) | 311,04 | 283,01 | 298,17 |
| m^c | Mass of container (0,01g) | 89,45 | 79,03 | 79,52 |
| $m^{ml}=m^{w+c} - m^{d+c}$ | Mass of moisture loss (0,01g) | 29,89 | 27,10 | 30,53 |
| $m^d=m^{d+c} - m^c$ | Mass of dry soil (0,01g) | 221,59 | 203,98 | 218,65 |
| $MC=m^{ml}/m^d \times 100$ | Moisture content (0,1 %) | 13,5 | 13,3 | 14,0 |

MOISTURE CONTENT $M_c = \underline{13,6}$ (0.1%)

REMARKS : _____

Tested by :



Verified by :

Date : **28/09/2018**

Date :

Page **1** of **7**

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE - SIZE ANALYSIS OF SOILS

Standard method : ASTM D 6913 & ASTM D 422

Sample Register date : 28/09/2018

Sample Nº 14315

Material description : -

Borehole or Pit : TP-02

Depth (m): 0,20-1,30

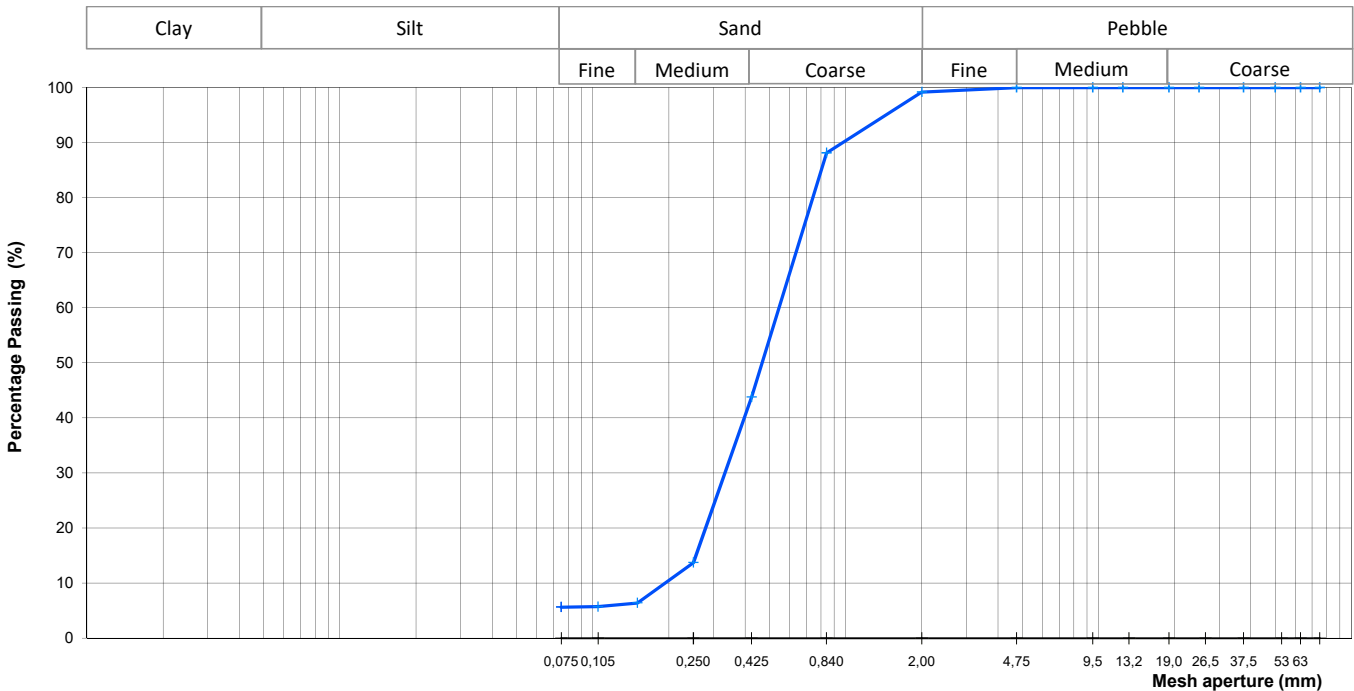
| | |
|--|--------------|
| TOTAL WEIGHT OF SAMPLE (g) | p1= 477,99 g |
| TOTAL ACCUMULATED WEIGHT RETAINED BY SIEVE Nº 10 (g) | p2= 3,93 g |
| TOTAL WEIGHT OF SAMPLE BELOW SIEVE Nº 10 (g) | p3= 474,06 g |
| TOTAL WEIGHT USED IN TEST BELOW SIEVE Nº 10 (g) | p4= 477,99 g |

| Sieve designation (ASTM) | Mesh aperture (mm) | Mass accumulated in sieve | | % Passing | Sieve designation (ASTM) | Mesh aperture (mm) | Mass accumulated in sieve | | %Passing (Referred to the total weight) |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|-----|--------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------|------|---|
| | | Mass (g) | % | | | | Mass (g) | % | |
| 3" | 75,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 20 | 0,840 | 53,28 | 11,1 | 88,1 |
| 2 1/2" | 63,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 40 | 0,425 | 266,84 | 55,8 | 43,8 |
| 2" | 50,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 60 | 0,250 | 411,78 | 86,1 | 13,7 |
| 1 1/2" | 37,5 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 100 | 0,150 | 447,11 | 93,5 | 6,4 |
| 1" | 25,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 140 | 0,105 | 450,29 | 94,2 | 5,7 |
| 3/4" | 19,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | nº 200 | 0,075 | 450,74 | 94,3 | 5,7 |
| 1/2" | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| 3/8" | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| nº 4 | 4,75 | 0,00 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| nº 10 | 2,00 | 3,93 | 0,8 | 99,2 | | | | | |

Hydrometer (151H) nº _____
Specific gravity of soil _____
Correction dispersing agent _____
Correction meniscus _____

| Time (min) | Temp. (°) | Readings (L) | Composite correction | Height read. (L) | Reading corrected | Particle diameter (D) | % of particles referred to the total |
|------------|-----------|--------------|----------------------|------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Curve Particle Size Distribution



REMARKS :

Tested by :



Verified by :

Date : 01/10/2018

Date :

Page 2 of 7

LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, LINEAR SHRINKAGE AND PLASTICITY INDEX OF SOILS

Standard method: ASTM D 4318 for LL/PL and TMH1-A4 for LS

Sample Register date : 28/09/2018

Sample N° : 14315

Material description : -

Borehole or Pit : TP-02

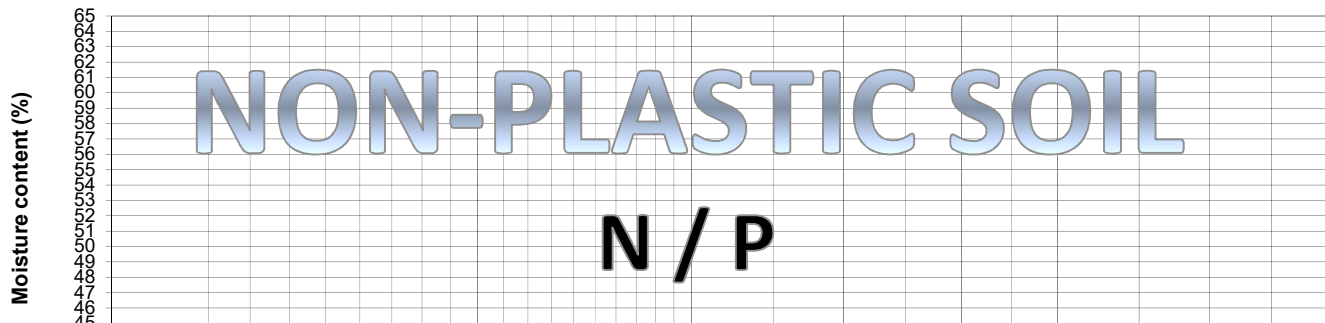
Depth (m): 0,20-1,30

LIQUID LIMIT (LL)

Wet preparation / Method A - multipoint test

| Container n.º | | | | | |
|-----------------|------------------------------|-----|--|--|--|
| m2 | Mass of wet soil + container | (g) | | | |
| m3 | Mass of dry soil + container | (g) | | | |
| m1 | Mass of container | (g) | | | |
| md=m3-m1 | Mass of dry soil | (g) | | | |
| mw=m2-m3 | Mass of moisture loss | (g) | | | |
| w=100*mw/md | Moisture content | (%) | | | |
| Number of bumps | | | | | |

LL= N / P %



PLASTIC LIMIT (PL)

| Container n.º | | | | | |
|---------------|------------------------------|-----|--|--|--|
| m2 | Mass of wet soil + container | (g) | | | |
| m3 | Mass of dry soil + container | (g) | | | |
| m1 | Mass of container | (g) | | | |
| md=m3-m1 | Mass of dry soil | (g) | | | |
| mw=m2-m3 | Mass of moisture loss | (g) | | | |
| w=100*mw/md | Moisture content | (%) | | | |

PL= N / P %

PLASTICITY INDEX (PI)

$$PI = (LL - PL) = N / P - N / P = N / P \%$$

LINEAR SHRINKAGE (LS)

| Mould n° | | | |
|-----------------|--|------|---------------|
| c1 | Length of the mould | (mm) | LS = - |
| c2 | Length of the specimen dried | (mm) | |
| LS _N | Linear shrinkage corresponding to N taps in LL value | (%) | |
| LS | Linear Shrinkage | (%) | |

Tested by :



Verified by :

Date : 01/10/2018

Date :

Page 3 of 7

LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2,700 kN-m/m³)

Standard method: ASTM D 1557 - 07

Sample Register date : 28/09/2018

Sample Nº : 14315

Material description : -

Borehole Nº : TP-02

Depth (m) : 0,20-1,30

COMPACTION

| Number blows per layer | | 5x55 | 5x55 | 5x55 | 5x55 | 5x55 |
|------------------------|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Mould number | | 104 | 115 | 104 | 115 | 104 |
| mm | Mass of mould (g) | 5027 | 4972 | 5027 | 4972 | 5027 |
| mwm | Mass of wet soil + Mass of mould (g) | 9401 | 9469 | 9681 | 9707 | 9792 |
| mws = mwm - mm | Mass of wet soil | 4374 | 4497 | 4654 | 4735 | 4765 |
| vm | Volume of mould (cm ³) | 2323 | 2323 | 2323 | 2323 | 2323 |
| wd = msw/vm | Wet density | 1,883 | 1,936 | 2,004 | 2,039 | 2,052 |

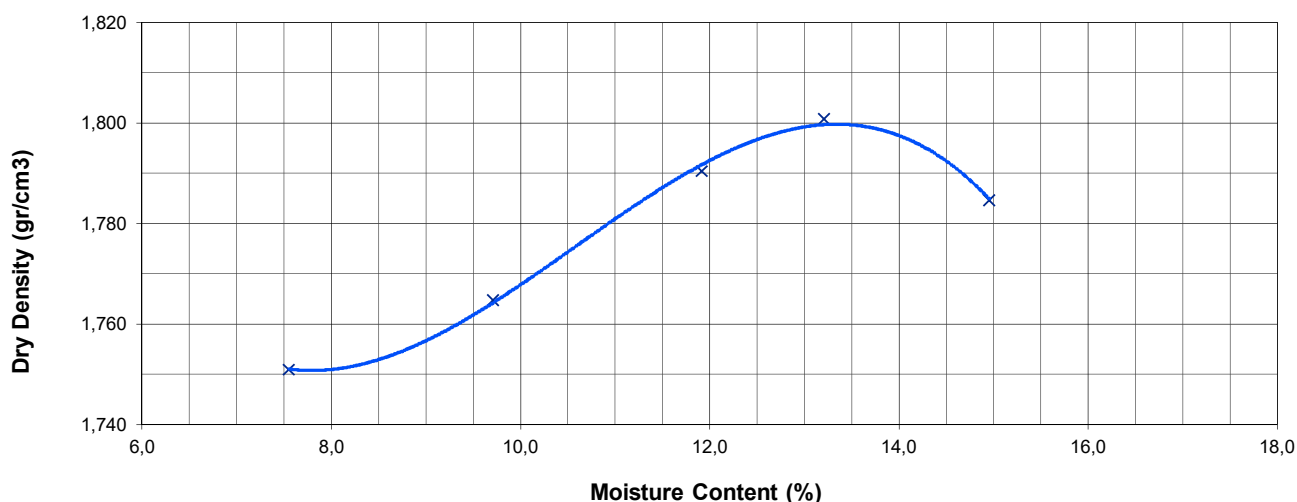
MOISTURE CONTENT

| Container n.º | | 523 | 51 | 577 | 7 | 9 | 29 | 8 | 35 | 533 | 110 |
|--------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| mwc | Mass of wet soil + container | 237,9 | 220,6 | 270,9 | 257,6 | 293,2 | 273,7 | 284,4 | 273,7 | 135,9 | 123,6 |
| mdc | Mass of dry soil + container | 226,8 | 211,4 | 254,7 | 242,0 | 271,8 | 252,5 | 261,3 | 251,1 | 119,9 | 108,9 |
| mc | Mass of container | 80,1 | 89,6 | 90,7 | 79,3 | 88,7 | 78,8 | 89,6 | 76,9 | 10,6 | 11,9 |
| mml = mwc - mdc | Mass of moisture loss | 11,1 | 9,2 | 16,1 | 15,6 | 21,4 | 21,2 | 23,1 | 22,6 | 16,1 | 14,8 |
| mds = mdc - mc | Mass of dry soil | 146,7 | 121,8 | 164,1 | 162,7 | 183,2 | 173,8 | 171,7 | 174,2 | 109,2 | 97,0 |
| %c = mml/mds x 100 | Moisture content | 7,6 | 7,5 | 9,8 | 9,6 | 11,7 | 12,2 | 13,5 | 13,0 | 14,7 | 15,2 |

DRY DENSITY - AVERAGE MOISTURE

| | | | | | | |
|---------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| % c | Moisture content | 7,6 | 9,7 | 11,9 | 13,2 | 15,0 |
| (Wd x 100)/(100+%c) | Dry density | 1,751 | 1,765 | 1,790 | 1,801 | 1,785 |

Curve Moisture Content / Dry Density



Maximum dry density = **1800** (Kg/m³) Optimum Moisture Content = **13,3** (0,1%)
 Maximum dry density after correction = **1800** (Kg/m³) Optimum Moisture Content after correction = **13,3** (0,1%)

REMARKS : **1800** Kg/m³ = **17,65** Kn/m³

Tested by :



Dat 29/09/2018

Verified by :

Date :

Page 4 of 7

CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS

Standard method: ASTM D 1883

Sample Register date : 28/09/2018

Sample N° : 14315

Material : -

Borehole or Pit : TP-02

Depth (m) : 0,20-1,30

Sheet N° 1

COMPACTION

| Mould n.º | | 102 | 111 | 116 |
|---------------------------------------|--|-------|-------|-------|
| Number blows per layer | | 10x5 | 25x5 | 55x5 |
| h | height of soil (mm) | 128 | 127 | 128 |
| V= | Volume of soil (cm ³) | 2323 | 2305 | 2323 |
| p1 | Mass of mould w/ no base (g) | 4913 | 4995 | 4999 |
| p2 | Mass of mould + mass of soil (g) | 9267 | 9471 | 9729 |
| p2-p1 | Mass of soil (g) | 4354 | 4476 | 4730 |
| gh=(p2-p1)/V | Wet density (0,001 g/cm ³) | 1,875 | 1,942 | 2,036 |
| H (Sheet 2) | Moisture content (0,1%) | 13,1 | 13,1 | 13,1 |
| $\gamma_s = 100 \cdot gh / (100 + H)$ | Dry density (0,001 g/cm ³) | 1,658 | 1,718 | 1,800 |
| γ_m | Dry density (max) (0,001 g/cm ³) | 1,800 | 1,800 | 1,800 |
| γ_s / γ_m | Compaction degree (%) | 92 | 95 | 100 |

SOAKING

| | | | | | |
|--------------------------------|--|-------|-------|-------|------|
| Dial indicators (Initial) | | (mm) | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Dial indicators (Day one) | | (mm) | --- | --- | --- |
| Dial indicators (Day two) | | (mm) | --- | --- | --- |
| Dial indicators (Day three) | | (mm) | --- | --- | --- |
| Dial indicators (Day four) | | (mm) | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| p4 | Mass of mould w/ plate base (g) | 8313 | 8568 | 8338 | |
| Δh | Maximum swelling (mm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| $e = (\Delta h / h) \cdot 100$ | Specific swelling (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| p3 | Mass of mould + soil after soaking (g) | 12994 | 13296 | 13242 | |
| p3-p2 | Mass of water absorbed (g) | 327 | 252 | 174 | |
| p3-p1 | Mass of soil after soaking (g) | 4681 | 4728 | 4904 | |
| $\gamma' h = (p3 - p1) / v$ | Wet density after soaking (0,001 g/cm ³) | 2,015 | 2,052 | 2,111 | |
| H' (v.fl.2) | Moisture content after soaking (0,1%) | 16,2 | 15,4 | 13,7 | |

REMARKS : _____

Tested by :



Verified by :

Page

5

of

7

Date : 29/09/2018

Date :

CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS

Standard method: ASTM D 1883

Sample Register date : 28/09/2018

Sample N° : 14315

Material : -

Borehole or Pit : TP-02

Depth (m) : 0,20-1,30

Sheet N° 2

MOISTURE CONTENT

| Mould n° | 102 | | | 111 | | | 116 | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | H | H' | | H | H' | | H | H' | |
| Container n° | 22 | 543 | 178 | 529 | 331 | 573 | 6 | 551 | 321 |
| p^t Mass of container (0,1g) | 79,94 | 10,77 | 11,19 | 79,52 | 11,24 | 10,92 | 79,98 | 10,63 | 12,03 |
| p^{a+s+t} Mass of container + wet soil (0,1g) | 268,91 | 123,07 | 112,05 | 273,81 | 147,96 | 152,41 | 264,54 | 140,01 | 148,44 |
| p^{s+t} Mass of container + dry soil (0,1g) | 247,08 | 107,87 | 97,62 | 251,36 | 129,83 | 133,39 | 243,14 | 124,55 | 131,83 |
| $p^a = p^{a+s+t} - p^{s+t}$ Mass of water (0,1g) | 21,83 | 15,20 | 14,43 | 22,45 | 18,13 | 19,02 | 21,40 | 15,46 | 16,61 |
| $p^s = p^{s+t} - p^t$ Mass of dry soil (0,1g) | 167,14 | 97,10 | 86,43 | 171,84 | 118,59 | 122,47 | 163,16 | 113,92 | 119,80 |
| $H = p^a / p^s * 100$ Moisture content (0,1%) | 13,1 | 15,7 | 16,7 | 13,1 | 15,3 | 15,5 | 13,1 | 13,6 | 13,9 |
| Moisture content H e H' (average) (0,1%) | 13,1 | 16,2 | | 13,1 | 15,4 | | 13,1 | 13,7 | |

PENETRATION

| Forces (f) | Penetration | Kg | MPa | Kg | MPa | Kg | MPa |
|-------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| f0,5 | 0,64 mm | 67 | 0,3 | 121 | 0,6 | 157 | 0,8 |
| f1,0 | 1,27 mm | 152 | 0,8 | 243 | 1,2 | 323 | 1,6 |
| f1,5 | 1,91 mm | 270 | 1,4 | 346 | 1,7 | 511 | 2,6 |
| f2,0 | 2,54 mm | 349 | 1,6 | 400 | 2,1 | 665 | 3,3 |
| f2,5 | 3,18 mm | 295 | 1,5 | 439 | 2,2 | 727 | 3,7 |
| f5,0 | 3,81 mm | 267 | 1,3 | 444 | 2,2 | 619 | 3,1 |
| f7,5 | 4,45 mm | 246 | 1,2 | 409 | 2,1 | 559 | 2,8 |
| f10,0 | 5,08 mm | 231 | 1,0 | 364 | 1,9 | 505 | 2,4 |
| f12,5 | 7,62 mm | 234 | 1,2 | 351 | 1,8 | 434 | 2,2 |
| f10,1 | 10,16 mm | 262 | 1,3 | 364 | 1,8 | 396 | 2,0 |
| f12,6 | 12,70 mm | 267 | 1,3 | 320 | 1,6 | 376 | 1,9 |
| C.B.R.z=fz/Fz*100 | C.B.R.z 2,54 mm (%) | 23 | | 30 | | 47 | |
| C.B.R.z=fz/Fz*101 | C.B.R.z 5,08mm (%) | 9 | | 18 | | 24 | |

Tested by:



Verified by :

Page 6 of 7

Date : 03/10/2018

Date :

CBR GRAPHICS

Standard method: ASTM D 1883

Sample Register date : 28/09/2018

Sample N° : 14315

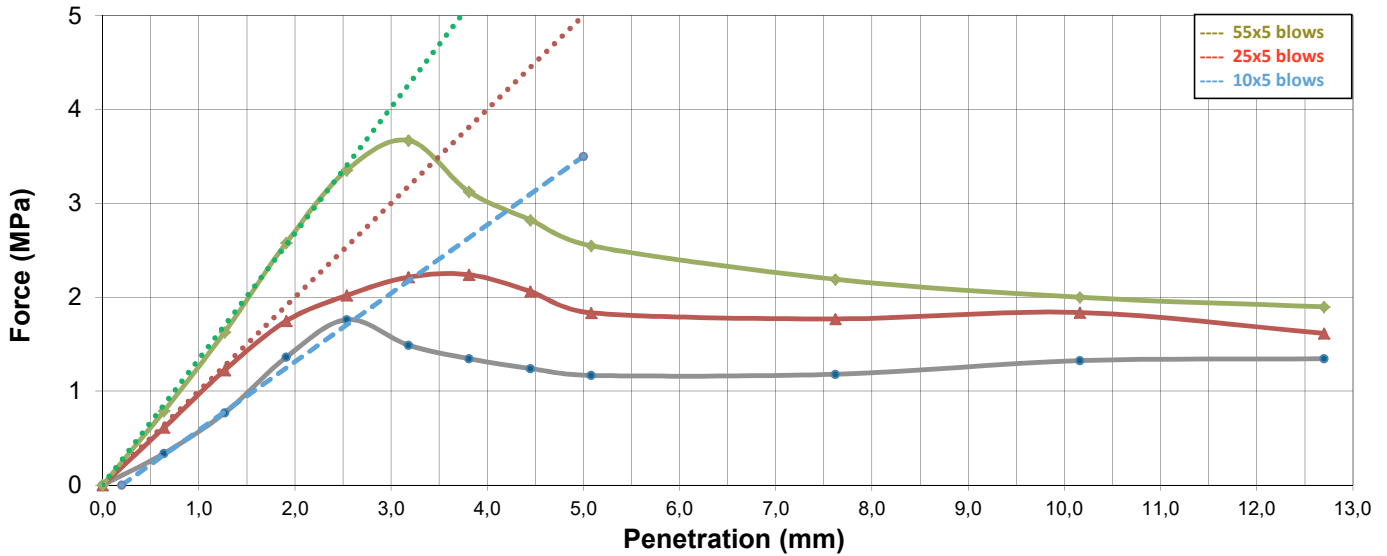
Material : -

Borehole /Pit : TP-02

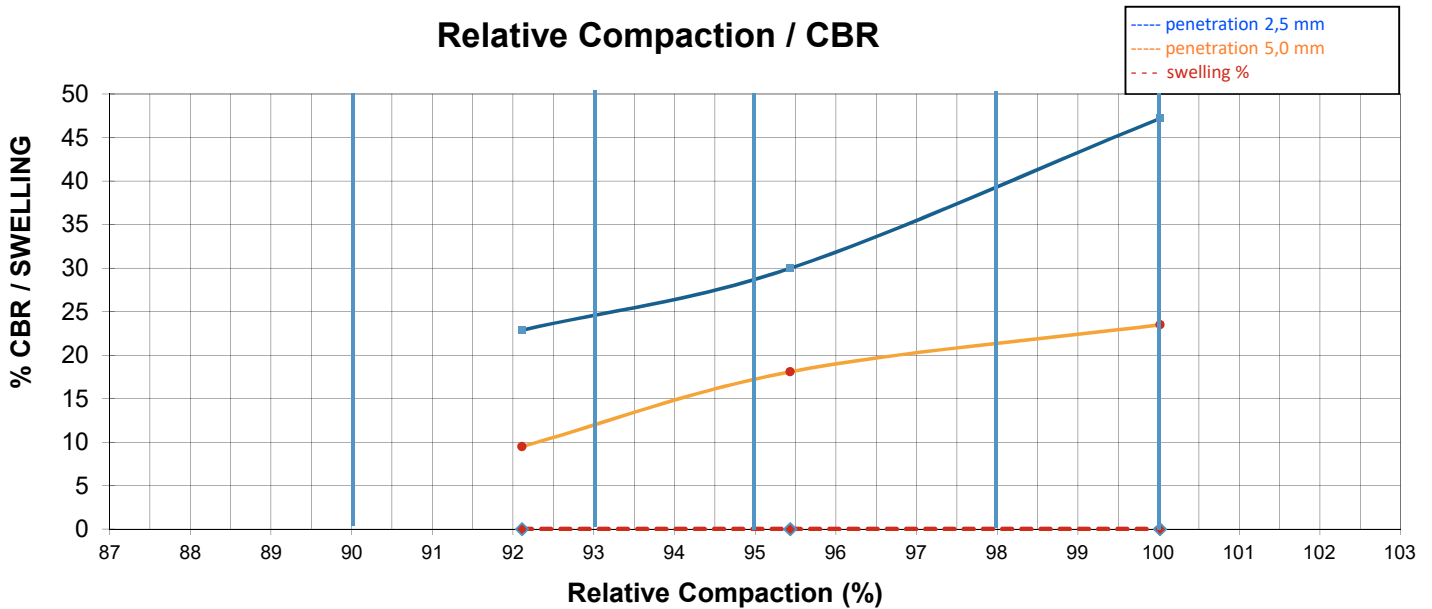
Depth (m) : 0,20-1,30

Sheet N° 3

Curve Force / Penetration



Relative Compaction / CBR



TEST RESULTS

| Relativ. Comp. | 92% | 95% | 100% |
|----------------|------|------|------|
| CBR 2,54mm | 23 | 30 | 47 |
| CBR 5,08mm | 9 | 18 | 24 |
| Swelling (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

SUMMARY OF RESULTS

| Relativ. Comp. | 90% | 93% | 95% | 98% | 100% |
|----------------|-----|------|------|------|------|
| CBR 2,54mm | - | 24 | 28 | 39 | 47 |
| CBR 5,08mm | - | 12 | 17 | 22 | 24 |
| Swelling (%) | - | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Tested by :

[Signature]

Verified by :

Date : 03/10/2018

Date :

Page 7 of 7

DETERMINATION OF WATER CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS

Standard method: ASTM D 2216 - 05

Sample Register date : **28/09/2018**

Sample N° : **14316**

Material description : -

Borehole or Pit : **TP-03**

Depth (m) : **0,30-1,30**

| Specimen number | | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| Container number | | 41 | 43 | 345 |
| m^{w+c} | Mass of wet soil + container (0,01g) | 321,70 | 337,71 | 327,43 |
| m^{d+c} | Mass of dry soil + container (0,01g) | 287,71 | 302,03 | 292,05 |
| m^c | Mass of container (0,01g) | 77,56 | 79,36 | 78,24 |
| $m^{ml} = m^{w+c} - m^{d+c}$ | Mass of moisture loss (0,01g) | 33,99 | 35,68 | 35,38 |
| $m^d = m^{d+c} - m^c$ | Mass of dry soil (0,01g) | 210,15 | 222,67 | 213,81 |
| $MC = m^{ml} / m^d \times 100$ | Moisture content (0,1 %) | 16,2 | 16,0 | 16,5 |

MOISTURE CONTENT $M_c = \underline{16,2}$ (0.1%)

REMARKS : _____

Tested by :



Verified by :

Date : **28/09/2018**

Date :

Page **1** of **7**

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE - SIZE ANALYSIS OF SOILS

Standard method : ASTM D 6913 & ASTM D 422

Sample Register date : 28/09/2018

Sample Nº 14316

Material description : -

Borehole or Pit : TP-03

Depth (m): 0,30-1,30

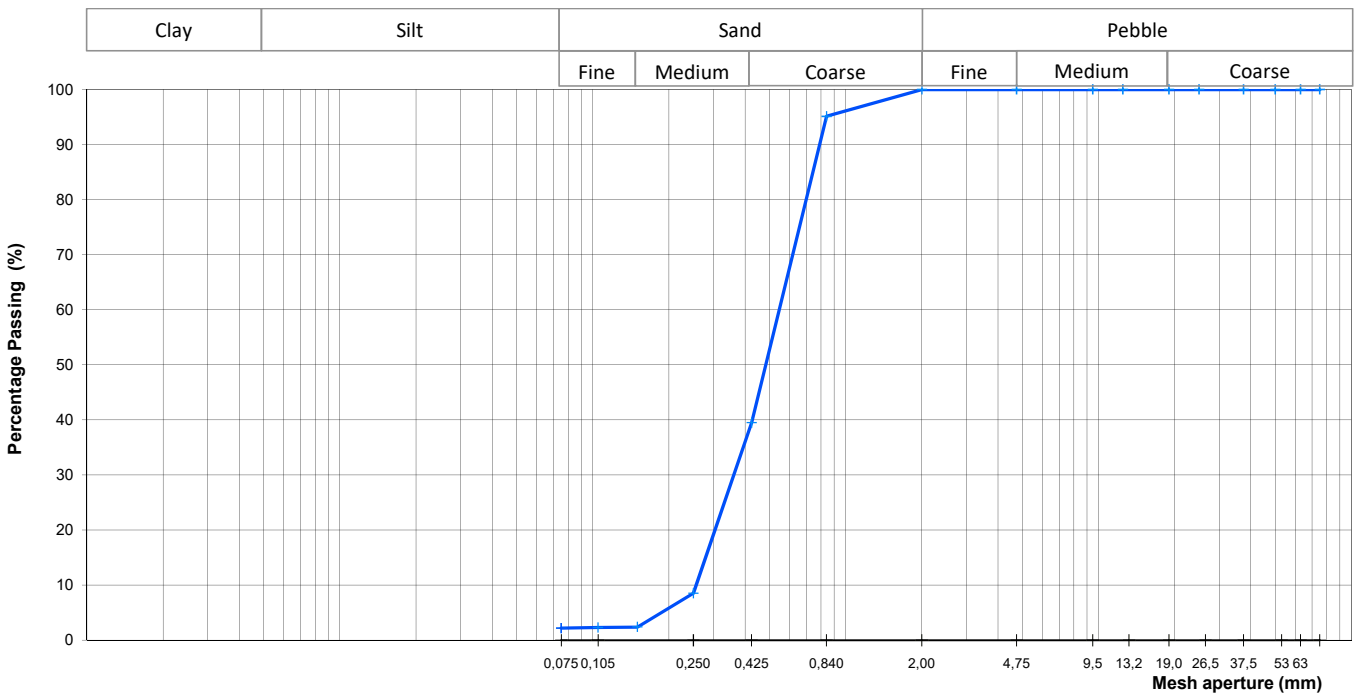
| | |
|--|--------------|
| TOTAL WEIGHT OF SAMPLE (g) | p1= 418,87 g |
| TOTAL ACCUMULATED WEIGHT RETAINED BY SIEVE Nº 10 (g) | p2= 0,00 g |
| TOTAL WEIGHT OF SAMPLE BELOW SIEVE Nº 10 (g) | p3= 418,87 g |
| TOTAL WEIGHT USED IN TEST BELOW SIEVE Nº 10 (g) | p4= 418,87 g |

| Sieve designation (ASTM) | Mesh aperture (mm) | Mass accumulated in sieve | | % Passing | Sieve designation (ASTM) | Mesh aperture (mm) | Mass accumulated in sieve | | %Passing (Referred to the total weight) |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|-----|-----------|------------------------------|-----------------------|---------------------------|------|--|
| | | Mass (g) | % | | | | Mass (g) | % | |
| 3" | 75,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 20 | 0,840 | 20,34 | 4,9 | 95,1 |
| 2 1/2" | 63,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 40 | 0,425 | 253,30 | 60,5 | 39,5 |
| 2" | 50,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 60 | 0,250 | 383,12 | 91,5 | 8,5 |
| 1 1/2" | 37,5 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 100 | 0,150 | 408,83 | 97,6 | 2,4 |
| 1" | 25,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 140 | 0,105 | 409,22 | 97,7 | 2,3 |
| 3/4" | 19,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | nº 200 | 0,075 | 409,66 | 97,8 | 2,2 |
| 1/2" | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| 3/8" | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| nº 4 | 4,75 | 0,00 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| nº 10 | 2,00 | 0,00 | 0,0 | 100,0 | | | | | |

Hydrometer (151H) nº _____
Specific gravity of soil _____
Correction dispersing agent _____
Correction meniscus _____

| Time (min) | Temp. (°) | Readings (L) | Composite correction | Height read. (L) | Reading corrected | Particle diameter (D) | % of particles referred to the total |
|------------|-----------|--------------|----------------------|------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Curve Particle Size Distribution



REMARKS :

Tested by :



Verified by :

Date : 01/10/2018

Date :

Page 2 of 7

LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, LINEAR SHRINKAGE AND PLASTICITY INDEX OF SOILS

Standard method: ASTM D 4318 for LL/PL and TMH1-A4 for LS

Sample Register date : 28/09/2018

Sample N° : 14316

Material description : -

Borehole or Pit : TP-03

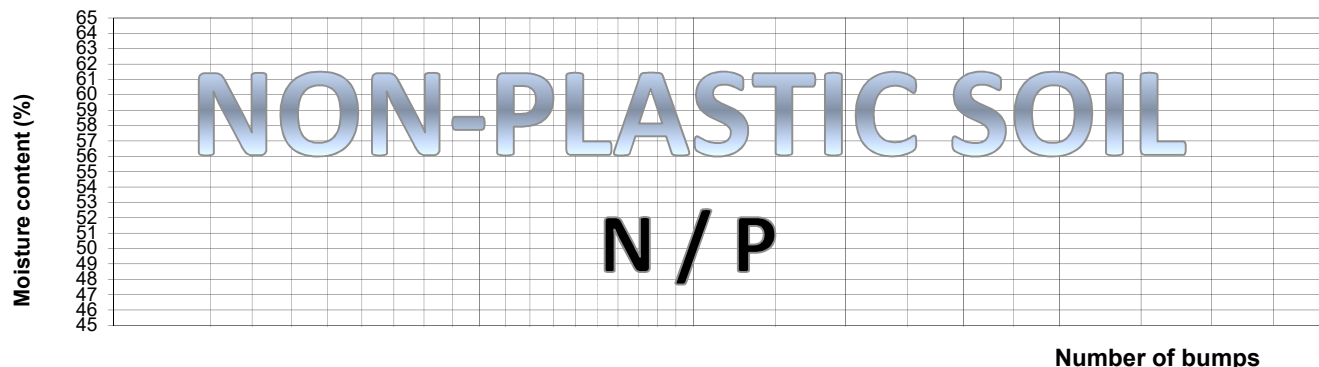
Depth (m): 0,30-1,30

LIQUID LIMIT (LL)

Wet preparation / Method A - multipoint test

| Container n.º | | | | | |
|-----------------|------------------------------|-----|--|--|--|
| m2 | Mass of wet soil + container | (g) | | | |
| m3 | Mass of dry soil + container | (g) | | | |
| m1 | Mass of container | (g) | | | |
| md=m3-m1 | Mass of dry soil | (g) | | | |
| mw=m2-m3 | Mass of moisture loss | (g) | | | |
| w=100*mw/md | Moisture content | (%) | | | |
| Number of bumps | | | | | |

LL= N / P %



PLASTIC LIMIT (PL)

| Container n.º | | | | | |
|---------------|------------------------------|-----|--|--|--|
| m2 | Mass of wet soil + container | (g) | | | |
| m3 | Mass of dry soil + container | (g) | | | |
| m1 | Mass of container | (g) | | | |
| md=m3-m1 | Mass of dry soil | (g) | | | |
| mw=m2-m3 | Mass of moisture loss | (g) | | | |
| w=100*mw/md | Moisture content | (%) | | | |

PL= N / P %

PLASTICITY INDEX (PI)

$$PI = (LL - PL) = N / P - N / P = N / P \%$$

LINEAR SHRINKAGE (LS)

| Mould n° | | | |
|-----------------|--|------|--|
| c1 | Length of the mould | (mm) | |
| c2 | Length of the specimen dried | (mm) | |
| LS _N | Linear shrinkage corresponding to N taps in LL value | (%) | |
| LS | Linear Shrinkage | (%) | |

LS = -

Tested by :



Verified by :

Date : 01/10/2018

Date :

Page 3 of 7

LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2,700 kN-m/m³)

Standard method: ASTM D 1557 - 07

Sample Register date : 28/09/2018

Sample Nº : 14316

Material description : -

Borehole Nº : TP-03

Depth (m) : 0,30-1,30

COMPACTION

| Number blows per layer | | 5x55 | 5x55 | 5x55 | 5x55 | 5x55 |
|------------------------|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Mould number | | 104 | 115 | 104 | 115 | 104 |
| mm | Mass of mould (g) | 5027 | 4972 | 5027 | 4972 | 5027 |
| mwm | Mass of wet soil + Mass of mould (g) | 9285 | 9423 | 9637 | 9563 | 9165 |
| mws = mwm - mm | Mass of wet soil | 4258 | 4451 | 4610 | 4591 | 4138 |
| vm | Volume of mould (cm ³) | 2323 | 2323 | 2323 | 2323 | 2323 |
| wd = msw/vm | Wet density | 1,833 | 1,916 | 1,985 | 1,977 | 1,782 |

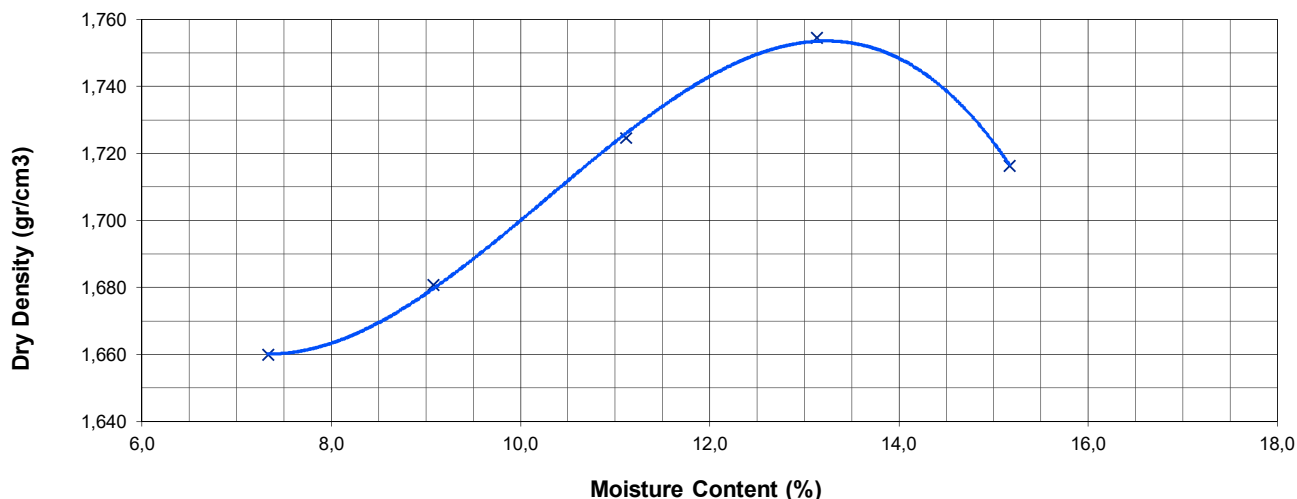
MOISTURE CONTENT

| Container n.º | | 43 | 24 | 37 | 17 | 345 | 318 | 3 | 31 | 607 | 34 |
|--------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| mwc | Mass of wet soil + container | 280,8 | 315,6 | 307,8 | 304,1 | 323,8 | 281,0 | 303,2 | 281,1 | 274,3 | 266,9 |
| mdc | Mass of dry soil + container | 263,7 | 297,2 | 284,9 | 281,6 | 295,1 | 257,7 | 275,0 | 254,7 | 261,7 | 254,3 |
| mc | Mass of container | 79,4 | 90,0 | 78,3 | 79,7 | 78,2 | 79,0 | 89,5 | 80,3 | 90,9 | 80,2 |
| mml = mwc - mdc | Mass of moisture loss | 17,1 | 18,4 | 22,9 | 22,5 | 28,7 | 23,3 | 28,2 | 26,4 | 12,7 | 12,6 |
| mds = mdc - mc | Mass of dry soil | 184,3 | 207,2 | 206,5 | 201,9 | 216,9 | 178,7 | 185,5 | 174,4 | 170,7 | 174,1 |
| %c = mml/mds x 100 | Moisture content | 9,3 | 8,9 | 11,1 | 11,2 | 13,2 | 13,0 | 15,2 | 15,1 | 7,4 | 7,2 |

DRY DENSITY - AVERAGE MOISTURE

| | | | | | | |
|---------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| % c | Moisture content | 9,1 | 11,1 | 13,1 | 15,2 | 7,3 |
| (Wd x 100)/(100+%c) | Dry density | 1,681 | 1,725 | 1,754 | 1,716 | 1,660 |

Curve Moisture Content / Dry Density



Maximum dry density = **1753** (Kg/m³) Optimum Moisture Content = **13,2** (0,1%)
 Maximum dry density after correction = **1753** (Kg/m³) Optimum Moisture Content after correction = **13,2** (0,1%)

REMARKS : **1753** Kg/m³ = **17,19** Kn/m³

Tested by :



Verified by :

Dat 29/09/2018

Date :

Page 4 of 7

CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS

Standard method: ASTM D 1883

Sample Register date : 28/09/2018

Sample Nº : 14316

Material : -

Borehole or Pit : TP-03

Depth (m) : 0,30-1,30

Sheet Nº 1

COMPACTION

| Mould n.º | | 115 | 104 | 117 |
|-----------------------------------|--|-------|-------|-------|
| Number blows per layer | | 10x5 | 25x5 | 55x5 |
| h | height of soil (mm) | 128 | 128 | 128 |
| V= | Volume of soil (cm ³) | 2323 | 2323 | 2323 |
| p1 | Mass of mould w/ no base (g) | 4972 | 5027 | 4976 |
| p2 | Mass of mould + mass of soil (g) | 9205 | 9387 | 9587 |
| p2-p1 | Mass of soil (g) | 4233 | 4360 | 4611 |
| gh=(p2-p1)/V | Wet density (0,001 g/cm ³) | 1,822 | 1,877 | 1,985 |
| H (Sheet 2) | Moisture content (0,1%) | 13,2 | 13,2 | 13,2 |
| $\gamma_s = 100 * gh / (100 + H)$ | Dry density (0,001 g/cm ³) | 1,610 | 1,659 | 1,754 |
| γ_m | Dry density (max) (0,001 g/cm ³) | 1,753 | 1,753 | 1,753 |
| γ_s / γ_m | Compaction degree (%) | 92 | 95 | 100 |

SOAKING

| | | | | | |
|------------------------------|--|-------|-------|-------|------|
| Dial indicators (Initial) | | (mm) | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Dial indicators (Day one) | | (mm) | --- | --- | --- |
| Dial indicators (Day two) | | (mm) | --- | --- | --- |
| Dial indicators (Day three) | | (mm) | --- | --- | --- |
| Dial indicators (Day four) | | (mm) | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| p4 | Mass of mould w/ plate base (g) | 8438 | 8458 | 8335 | |
| Δh | Maximum swelling (mm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| $e = (\Delta h / h) * 100$ | Specific swelling (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| p3 | Mass of mould + soil after soaking (g) | 12934 | 13019 | 13079 | |
| p3-p2 | Mass of water absorbed (g) | 263 | 201 | 133 | |
| p3-p1 | Mass of soil after soaking (g) | 4496 | 4561 | 4744 | |
| $\gamma' h = (p3 - p1) / v$ | Wet density after soaking (0,001 g/cm ³) | 1,936 | 1,964 | 2,042 | |
| H' (v.fl.2) | Moisture content after soaking (0,1%) | 16,2 | 15,8 | 14,7 | |

REMARKS : _____

Tested by :



Verified by :

Page **5** of **7**

Date : 29/09/2018

Date :

CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS

Standard method: ASTM D 1883

Sample Register date : 28/09/2018

Sample Nº : 14316

Material : -

Borehole or Pit : TP-03

Depth (m) : 0,30-1,30

Sheet Nº 2

MOISTURE CONTENT

| Mould nº | 115 | | | 104 | | | 117 | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | H | H' | | H | H' | | H | H' | |
| Container nº | 35 | 41 | 39 | 577 | 18 | 359 | 523 | 14 | 2 |
| p^t Mass of container (0,1g) | 76,91 | 77,56 | 80,26 | 90,67 | 79,86 | 90,00 | 80,08 | 80,68 | 78,77 |
| p^{a+s+t} Mass of container + wet soil (0,1g) | 290,93 | 262,18 | 203,54 | 260,97 | 289,34 | 290,21 | 297,21 | 278,61 | 239,83 |
| p^{s+t} Mass of container + dry soil (0,1g) | 266,03 | 236,70 | 186,18 | 241,17 | 260,38 | 263,18 | 271,96 | 253,08 | 219,33 |
| $p^a = p^{a+s+t} - p^{s+t}$ Mass of water (0,1g) | 24,90 | 25,48 | 17,36 | 19,80 | 28,96 | 27,03 | 25,25 | 25,53 | 20,50 |
| $p^s = p^{s+t} - p^t$ Mass of dry soil (0,1g) | 189,12 | 159,14 | 105,92 | 150,50 | 180,52 | 173,18 | 191,88 | 172,40 | 140,56 |
| $H = p^a / p^s * 100$ Moisture content (0,1%) | 13,2 | 16,0 | 16,4 | 13,2 | 16,0 | 15,6 | 13,2 | 14,8 | 14,6 |
| Moisture content H e H' (average) (0,1%) | 13,2 | 16,2 | | 13,2 | 15,8 | | 13,2 | 14,7 | |

PENETRATION

| Forces (f) | Penetration | Kg | MPa | Kg | MPa | Kg | MPa |
|-------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| f0,5 | 0,64 mm | 143 | 0,7 | 144 | 0,7 | 171 | 0,9 |
| f1,0 | 1,27 mm | 192 | 1,0 | 236 | 1,2 | 310 | 1,6 |
| f1,5 | 1,91 mm | 201 | 1,0 | 305 | 1,5 | 390 | 2,0 |
| f2,0 | 2,54 mm | 182 | 0,9 | 356 | 1,7 | 411 | 2,0 |
| f2,5 | 3,18 mm | 160 | 0,8 | 337 | 1,7 | 372 | 1,9 |
| f5,0 | 3,81 mm | 140 | 0,7 | 294 | 1,5 | 327 | 1,7 |
| f7,5 | 4,45 mm | 123 | 0,6 | 260 | 1,3 | 298 | 1,5 |
| f10,0 | 5,08 mm | 115 | 0,6 | 239 | 1,1 | 276 | 1,3 |
| f12,5 | 7,62 mm | 77 | 0,4 | 189 | 1,0 | 236 | 1,2 |
| f10,1 | 10,16 mm | 43 | 0,2 | 153 | 0,8 | 275 | 1,4 |
| f12,6 | 12,70 mm | 52 | 0,3 | 172 | 0,9 | 286 | 1,4 |
| C.B.R.z=fz/Fz*100 | C.B.R.z 2,54 mm (%) | 13 | | 25 | | 29 | |
| C.B.R.z=fz/Fz*101 | C.B.R.z 5,08mm (%) | 6 | | 11 | | 13 | |

Tested by:



Verified by :

Page 6 of 7

Date : 03/10/2018

Date :

CBR GRAPHICS

Standard method: ASTM D 1883

Sample Register date : 28/09/2018

Sample N° : 14316

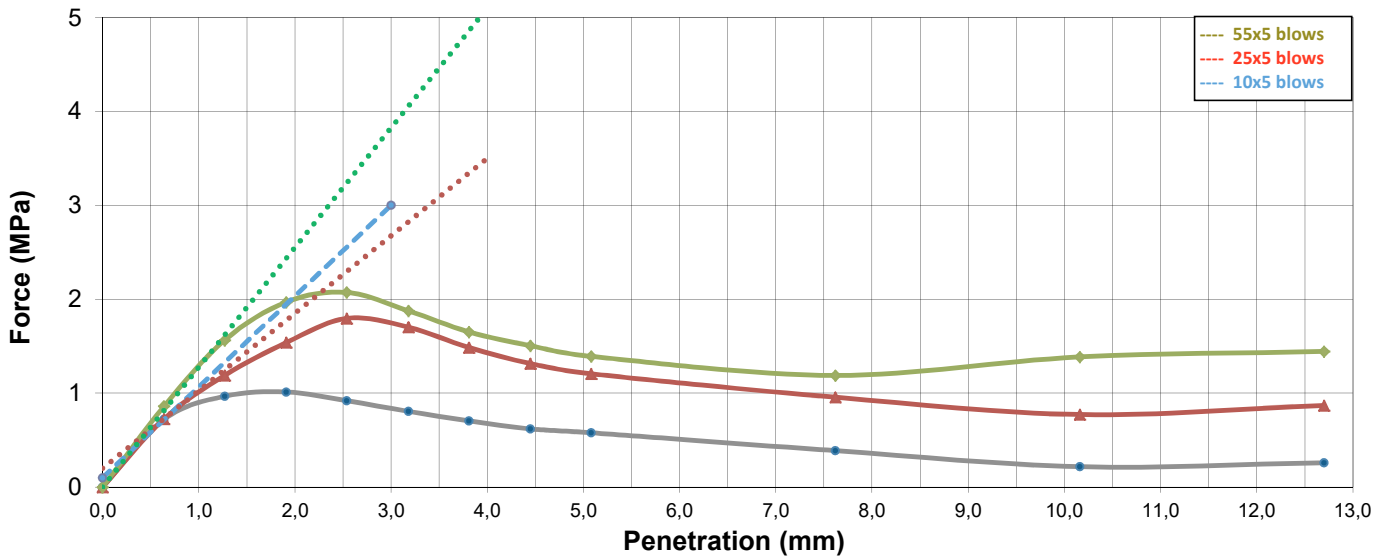
Material : -

Borehole /Pit : TP-03

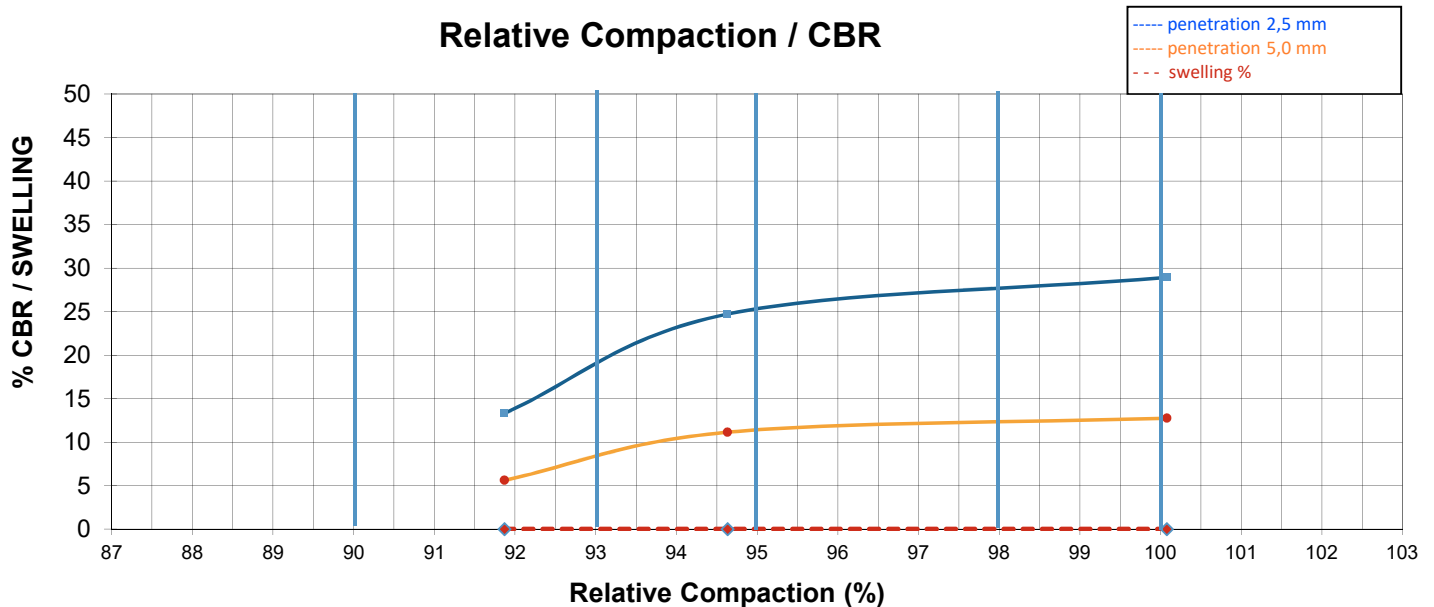
Depth (m) : 0,30-1,30

Sheet N° 3

Curve Force / Penetration



Relative Compaction / CBR



TEST RESULTS

| Relativ. Comp. | 92% | 95% | 100% |
|----------------|------|------|------|
| CBR 2,54mm | 13 | 25 | 29 |
| CBR 5,08mm | 6 | 11 | 13 |
| Swelling (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

SUMMARY OF RESULTS

| Relativ. Comp. | 90% | 93% | 95% | 98% | 100% |
|----------------|-----|------|------|------|------|
| CBR 2,54mm | - | 19 | 25 | 27 | 29 |
| CBR 5,08mm | - | 8 | 11 | 12 | 13 |
| Swelling (%) | - | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Tested by :



Verified by :

Date : 03/10/2018

Date :

Page 7 of 7

DETERMINATION OF WATER CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS

Standard method: ASTM D 2216 - 05

Sample Register date : **28/09/2018**

Sample N° : **14317**

Material description : -

Borehole or Pit : **TP-04**

Depth (m) : **0,20-1,20**

| Specimen number | | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| Container number | | 577 | 14 | 25 |
| m^{w+c} | Mass of wet soil + container (0,01g) | 283,43 | 304,56 | 311,06 |
| m^{d+c} | Mass of dry soil + container (0,01g) | 280,31 | 292,36 | 299,12 |
| m^c | Mass of container (0,01g) | 90,67 | 80,68 | 91,30 |
| $m^{ml} = m^{w+c} - m^{d+c}$ | Mass of moisture loss (0,01g) | 3,12 | 12,20 | 11,94 |
| $m^d = m^{d+c} - m^c$ | Mass of dry soil (0,01g) | 189,64 | 211,68 | 207,82 |
| $MC = m^{ml} / m^d \times 100$ | Moisture content (0,1 %) | 1,6 | 5,8 | 5,7 |

MOISTURE CONTENT $M_c = \underline{4,4}$ (0.1%)

REMARKS : _____

Tested by :



Verified by :

Date : 28/09/2018

Date :

Page 1 of 7

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE - SIZE ANALYSIS OF SOILS

Standard method : ASTM D 6913 & ASTM D 422

Sample Register date : 28/09/2018

Sample Nº 14317

Material description : -

Borehole or Pit : TP-04

Depth (m): 0,20-1,20

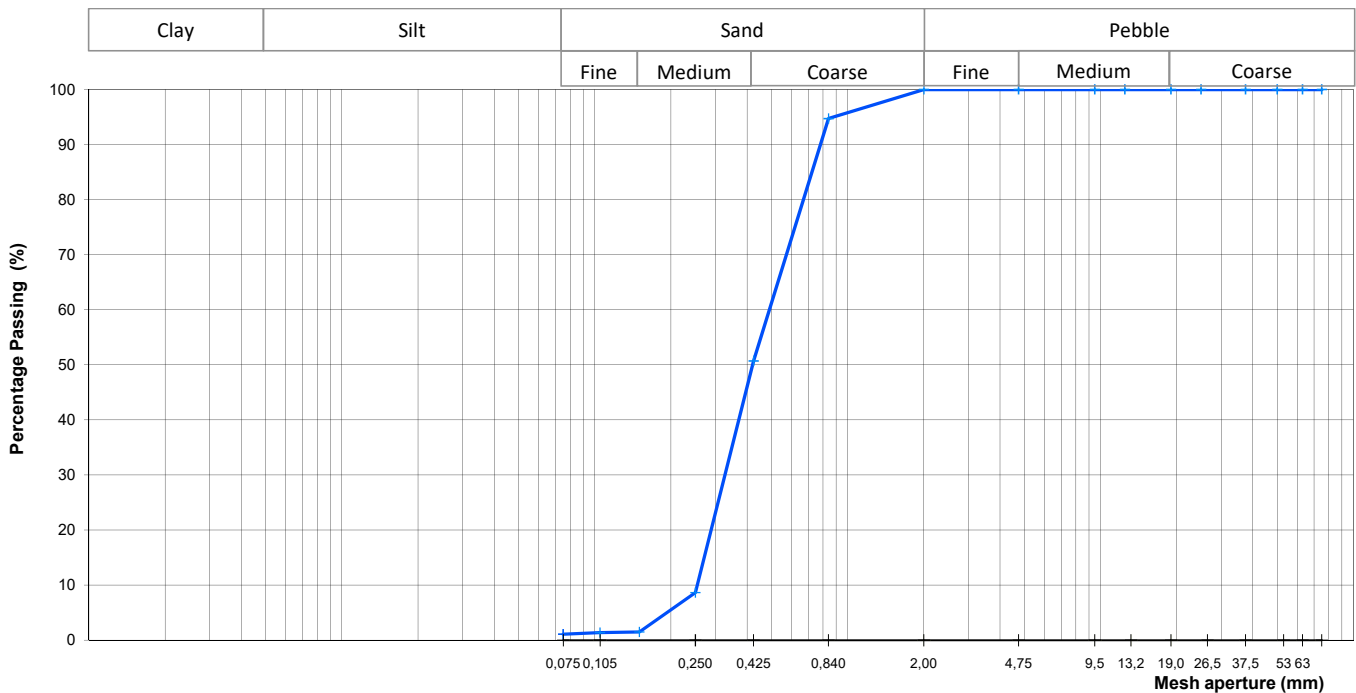
| | |
|--|--------------|
| TOTAL WEIGHT OF SAMPLE (g) | p1= 321,67 g |
| TOTAL ACCUMULATED WEIGHT RETAINED BY SIEVE Nº 10 (g) | p2= 0,00 g |
| TOTAL WEIGHT OF SAMPLE BELOW SIEVE Nº 10 (g) | p3= 321,67 g |
| TOTAL WEIGHT USED IN TEST BELOW SIEVE Nº 10 (g) | p4= 321,67 g |

| Sieve designation (ASTM) | Mesh aperture (mm) | Mass accumulated in sieve | | % Passing | Sieve designation (ASTM) | Mesh aperture (mm) | Mass accumulated in sieve | | %Passing (Referred to the total weight) |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|-----|--------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|------|---|
| | | Mass (g) | % | | | | Mass (g) | % | |
| 3" | 75,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 20 | 0,840 | 16,99 | 5,3 | 94,7 |
| 2 1/2" | 63,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 40 | 0,425 | 158,43 | 49,3 | 50,7 |
| 2" | 50,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 60 | 0,250 | 293,84 | 91,3 | 8,7 |
| 1 1/2" | 37,5 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 100 | 0,150 | 316,91 | 98,5 | 1,5 |
| 1" | 25,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 140 | 0,105 | 317,26 | 98,6 | 1,4 |
| 3/4" | 19,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | nº 200 | 0,075 | 318,11 | 98,9 | 1,1 |
| 1/2" | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| 3/8" | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| nº 4 | 4,75 | 0,00 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| nº 10 | 2,00 | 0,00 | 0,0 | 100,0 | | | | | |

Hydrometer (151H) nº _____
Specific gravity of soil _____
Correction dispersing agent _____
Correction meniscus _____

| Time (min) | Temp. (°) | Readings (L) | Composite correction | Height read. (L) | Reading corrected | Particle diameter (D) | % of particles referred to the total |
|------------|-----------|--------------|----------------------|------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Curve Particle Size Distribution



REMARKS :

Tested by :



Verified by :

Date : 01/10/2018

Date :

Page 2 of 7

LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, LINEAR SHRINKAGE AND PLASTICITY INDEX OF SOILS

Standard method: ASTM D 4318 for LL/PL and TMH1-A4 for LS

Sample Register date : 28/09/2018

Sample N° : 14317

Material description : -

Borehole or Pit : TP-04

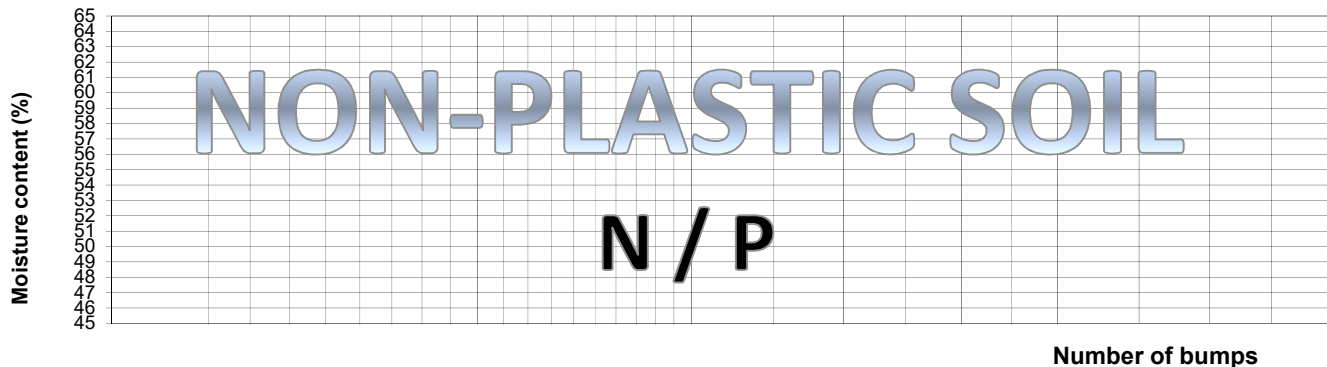
Depth (m): 0,20-1,20

LIQUID LIMIT (LL)

Wet preparation / Method A - multipoint test

| Container n.º | | | | | |
|-----------------|------------------------------|-----|--|--|--|
| m2 | Mass of wet soil + container | (g) | | | |
| m3 | Mass of dry soil + container | (g) | | | |
| m1 | Mass of container | (g) | | | |
| md=m3-m1 | Mass of dry soil | (g) | | | |
| mw=m2-m3 | Mass of moisture loss | (g) | | | |
| w=100*mw/md | Moisture content | (%) | | | |
| Number of bumps | | | | | |

LL= N / P %



PLASTIC LIMIT (PL)

| Container n.º | | | | | |
|---------------|------------------------------|-----|--|--|--|
| m2 | Mass of wet soil + container | (g) | | | |
| m3 | Mass of dry soil + container | (g) | | | |
| m1 | Mass of container | (g) | | | |
| md=m3-m1 | Mass of dry soil | (g) | | | |
| mw=m2-m3 | Mass of moisture loss | (g) | | | |
| w=100*mw/md | Moisture content | (%) | | | |

PL= N / P %

PLASTICITY INDEX (PI)

$$PI = (LL - PL) = N / P - N / P = N / P \%$$

LINEAR SHRINKAGE (LS)

| Mould n° | | | |
|-----------------|--|------|---------------|
| c1 | Length of the mould | (mm) | LS = - |
| c2 | Length of the specimen dried | (mm) | |
| LS _N | Linear shrinkage corresponding to N taps in LL value | (%) | |
| LS | Linear Shrinkage | (%) | |

Tested by :



Verified by :

Date : 01/10/2018

Date :

Page 3 of 7

LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2,700 kN-m/m³)

Standard method: ASTM D 1557 - 07

Sample Register date : 28/09/2018

Sample Nº : 14317

Material description : -

Borehole Nº : TP-04

Depth (m) : 0,20-1,20

COMPACTION

| Number blows per layer | | 5x55 | 5x55 | 5x55 | 5x55 | 5x55 |
|------------------------|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Mould number | | 115 | 104 | 115 | 104 | 115 |
| mm | Mass of mould (g) | 4972 | 5027 | 4972 | 5027 | 4972 |
| mwm | Mass of wet soil + Mass of mould (g) | 8995 | 9099 | 9250 | 9462 | 9514 |
| mws = mwm - mm | Mass of wet soil | 4023 | 4072 | 4278 | 4435 | 4542 |
| vm | Volume of mould (cm ³) | 2323 | 2323 | 2323 | 2323 | 2323 |
| wd = msw/vm | Wet density | 1,732 | 1,753 | 1,842 | 1,909 | 1,956 |

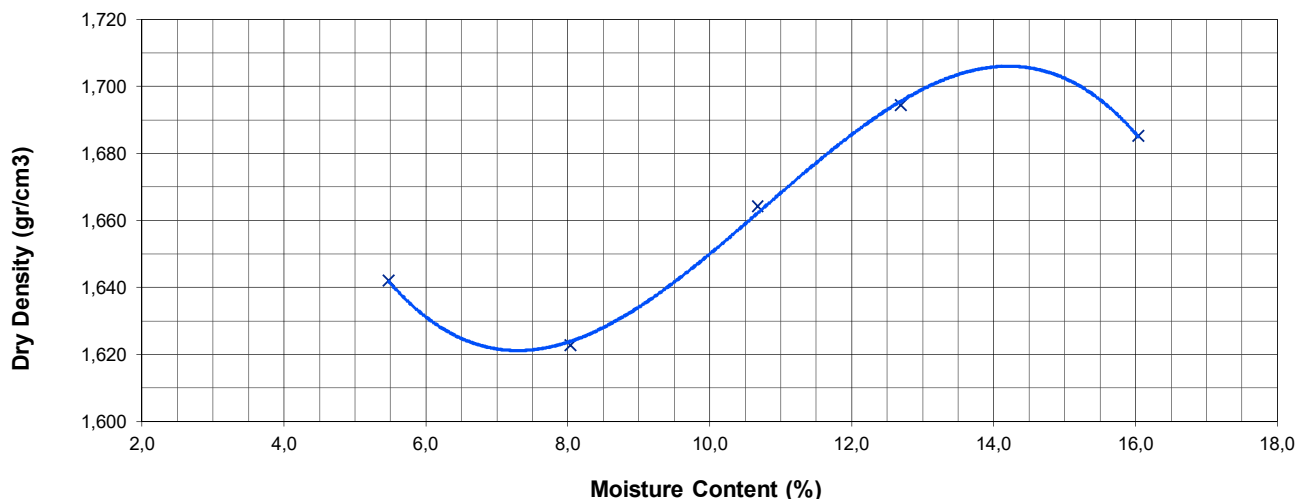
MOISTURE CONTENT

| Container n.º | | 573 | 321 | 551 | 509 | 106 | 178 | 331 | 543 | 9 | 29 |
|--------------------|------------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| mwc | Mass of wet soil + container | 119,1 | 127,1 | 91,5 | 112,5 | 100,0 | 109,9 | 89,5 | 110,1 | 238,2 | 244,9 |
| mdc | Mass of dry soil + container | 113,5 | 121,2 | 85,0 | 105,4 | 91,4 | 100,4 | 80,7 | 98,9 | 216,9 | 222,6 |
| mc | Mass of container | 10,9 | 12,0 | 10,6 | 10,8 | 10,9 | 11,2 | 11,2 | 10,8 | 88,7 | 78,8 |
| mml = mwc - mdc | Mass of moisture loss | 5,6 | 6,0 | 6,4 | 7,0 | 8,6 | 9,5 | 8,8 | 11,3 | 21,3 | 22,2 |
| mds = mdc - mc | Mass of dry soil | 102,6 | 109,1 | 74,4 | 94,7 | 80,5 | 89,2 | 69,5 | 88,1 | 128,2 | 143,8 |
| %c = mml/mds x 100 | Moisture content | 5,5 | 5,5 | 8,6 | 7,4 | 10,7 | 10,6 | 12,6 | 12,8 | 16,6 | 15,5 |

DRY DENSITY - AVERAGE MOISTURE

| | | | | | | |
|---------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| % c | Moisture content | 5,5 | 8,0 | 10,7 | 12,7 | 16,0 |
| (Wd x 100)/(100+%c) | Dry density | 1,642 | 1,623 | 1,664 | 1,694 | 1,685 |

Curve Moisture Content / Dry Density



Maximum dry density = **1705** (Kg/m³)
Maximum dry density after correction = **1705** (Kg/m³)

Optimum Moisture Content = **14,2** (0,1%)
Optimum Moisture Content after correction = **14,2** (0,1%)

REMARKS : **1705** Kg/m³ = **16,72** Kn/m³

Tested by :



Dat 29/09/2018

Verified by :

Date :

Page

4

of

7

CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS

Standard method: ASTM D 1883

Sample Register date : 28/09/2018

Sample N° : 14317

Material : -

Borehole or Pit : TP-04

Depth (m) : 0,20-1,20

Sheet N° 1

COMPACTION

| Mould n.º | | 113 | 109 | 107 |
|-----------------------------------|--|-------|-------|-------|
| Number blows per layer | | 10x5 | 25x5 | 55x5 |
| h | height of soil (mm) | 127 | 128 | 128 |
| V= | Volume of soil (cm ³) | 2305 | 2323 | 2323 |
| p1 | Mass of mould w/ no base (g) | 4989 | 4975 | 4934 |
| p2 | Mass of mould + mass of soil (g) | 9052 | 9285 | 9491 |
| p2-p1 | Mass of soil (g) | 4063 | 4310 | 4557 |
| gh=(p2-p1)/V | Wet density (0,001 g/cm ³) | 1,763 | 1,856 | 1,962 |
| H (Sheet 2) | Moisture content (0,1%) | 14,1 | 14,1 | 14,1 |
| $\gamma_s = 100 * gh / (100 + H)$ | Dry density (0,001 g/cm ³) | 1,546 | 1,627 | 1,720 |
| γ_m | Dry density (max) (0,001 g/cm ³) | 1,705 | 1,705 | 1,705 |
| γ_s / γ_m | Compaction degree (%) | 91 | 95 | 101 |

SOAKING

| | | | | | |
|------------------------------|--|-------|-------|-------|------|
| Dial indicators (Initial) | | (mm) | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Dial indicators (Day one) | | (mm) | --- | --- | --- |
| Dial indicators (Day two) | | (mm) | --- | --- | --- |
| Dial indicators (Day three) | | (mm) | --- | --- | --- |
| Dial indicators (Day four) | | (mm) | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| p4 | Mass of mould w/ plate base (g) | 8391 | 8514 | 8404 | |
| Δh | Maximum swelling (mm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| $e = (\Delta h / h) * 100$ | Specific swelling (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| p3 | Mass of mould + soil after soaking (g) | 12608 | 12966 | 13054 | |
| p3-p2 | Mass of water absorbed (g) | 154 | 142 | 93 | |
| p3-p1 | Mass of soil after soaking (g) | 4217 | 4452 | 4650 | |
| $\gamma' h = (p3 - p1) / v$ | Wet density after soaking (0,001 g/cm ³) | 1,830 | 1,917 | 2,002 | |
| H' (v.fl.2) | Moisture content after soaking (0,1%) | 15,2 | 14,7 | 14,3 | |

REMARKS : _____

Tested by :



Verified by :

Page

5

of

7

Date : 29/09/2018

Date :

CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS

Standard method: ASTM D 1883

Sample Register date : 28/09/2018

Sample Nº : 14317

Material : -

Borehole or Pit : TP-04

Depth (m) : 0,20-1,20

Sheet Nº 2

MOISTURE CONTENT

| Mould nº | 113 | | | 109 | | | 107 | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | H | H' | | H | H' | | H | H' | |
| Container nº | 149 | 314 | 143 | 571 | 539 | 133 | 176 | 128 | 349 |
| p^t Mass of container (0,1g) | 11,36 | 11,34 | 10,95 | 10,72 | 10,94 | 12,05 | 11,04 | 11,94 | 11,80 |
| p^{a+s+t} Mass of container + wet soil (0,1g) | 118,12 | 133,20 | 148,48 | 116,63 | 133,90 | 130,01 | 113,94 | 139,70 | 136,18 |
| p^{s+t} Mass of container + dry soil (0,1g) | 104,95 | 117,05 | 130,46 | 103,58 | 118,21 | 114,78 | 101,24 | 123,68 | 120,62 |
| $p^a = p^{a+s+t} - p^{s+t}$ Mass of water (0,1g) | 13,17 | 16,15 | 18,02 | 13,05 | 15,69 | 15,23 | 12,70 | 16,02 | 15,56 |
| $p^s = p^{s+t} - p^t$ Mass of dry soil (0,1g) | 93,59 | 105,71 | 119,51 | 92,86 | 107,27 | 102,73 | 90,20 | 111,74 | 108,82 |
| $H = p^a / p^s * 100$ Moisture content (0,1%) | 14,1 | 15,3 | 15,1 | 14,1 | 14,6 | 14,8 | 14,1 | 14,3 | 14,3 |
| Moisture content H e H' (average) (0,1%) | 14,1 | 15,2 | | 14,1 | 14,7 | | 14,1 | 14,3 | |

PENETRATION

| Forces (f) | Penetration | Kg | MPa | Kg | MPa | Kg | MPa |
|-------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| f0,5 | 0,64 mm | 28 | 0,1 | 64 | 0,3 | 105 | 0,5 |
| f1,0 | 1,27 mm | 37 | 0,2 | 68 | 0,3 | 235 | 1,2 |
| f1,5 | 1,91 mm | 56 | 0,3 | 104 | 0,5 | 329 | 1,7 |
| f2,0 | 2,54 mm | 94 | 0,8 | 147 | 0,9 | 387 | 1,9 |
| f2,5 | 3,18 mm | 136 | 0,7 | 188 | 0,9 | 398 | 2,0 |
| f5,0 | 3,81 mm | 177 | 0,9 | 229 | 1,2 | 372 | 1,9 |
| f7,5 | 4,45 mm | 212 | 1,1 | 260 | 1,3 | 349 | 1,8 |
| f10,0 | 5,08 mm | 238 | 1,4 | 286 | 1,6 | 332 | 1,6 |
| f12,5 | 7,62 mm | 301 | 1,5 | 331 | 1,7 | 258 | 1,3 |
| f10,1 | 10,16 mm | 302 | 1,5 | 305 | 1,5 | 243 | 1,2 |
| f12,6 | 12,70 mm | 256 | 1,3 | 237 | 1,2 | 267 | 1,3 |
| C.B.R.z=fz/Fz*100 | C.B.R.z 2,54 mm (%) | 11 | | 12 | | 28 | |
| C.B.R.z=fz/Fz*101 | C.B.R.z 5,08mm (%) | 14 | | 15 | | 16 | |

Tested by:



Verified by :

Date : 03/10/2018

Date :

Page 6 of 7

CBR GRAPHICS

Standard method: ASTM D 1883

Sample Register date : 28/09/2018

Sample N° : 14317

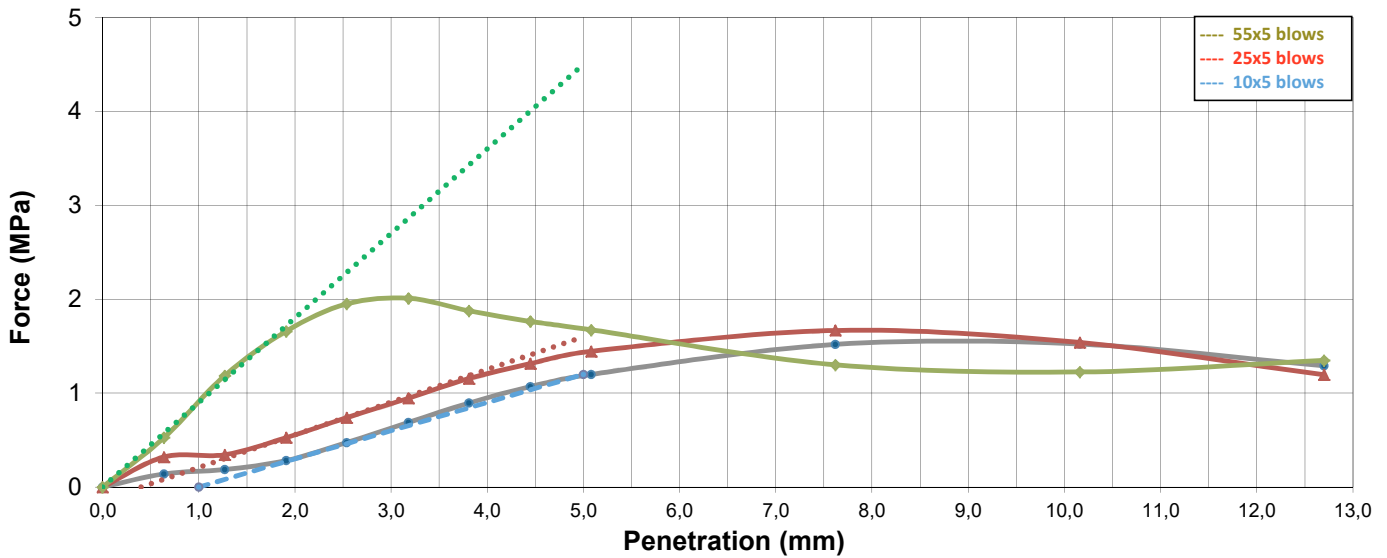
Material : -

Borehole /Pit : TP-04

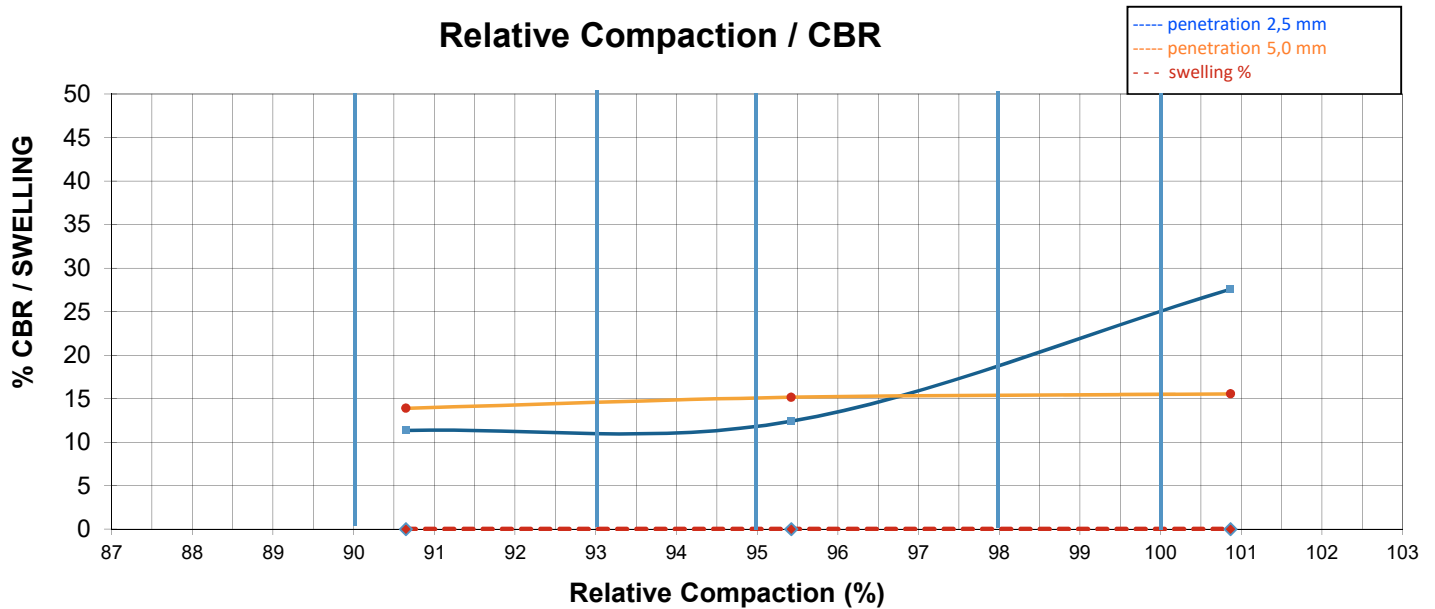
Depth (m) : 0,20-1,20

Sheet N° 3

Curve Force / Penetration



Relative Compaction / CBR



TEST RESULTS

| Relativ. Comp. | 91% | 95% | 101% |
|----------------|------|------|------|
| CBR 2,54mm | 11 | 12 | 28 |
| CBR 5,08mm | 14 | 15 | 16 |
| Swelling (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

SUMMARY OF RESULTS

| Relativ. Comp. | 90% | 93% | 95% | 98% | 100% |
|----------------|-----|------|------|------|------|
| CBR 2,54mm | - | 11 | 12 | 19 | 25 |
| CBR 5,08mm | - | 14 | 15 | 15 | 16 |
| Swelling (%) | - | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Tested by :

[Signature]

Verified by :

Date : 03/10/2018

Date :

Page 7 of 7

DETERMINATION OF WATER CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS

Standard method: ASTM D 2216 - 05

Sample Register date : **28/09/2018**

Sample N° : **14318**

Material description : -

Borehole or Pit : **TP-05**

Depth (m) : **0,30-1,30**

| Specimen number | | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| Container number | | 34 | 35 | 29 |
| m^{w+c} | Mass of wet soil + container (0,01g) | 321,65 | 322,41 | 314,95 |
| m^{d+c} | Mass of dry soil + container (0,01g) | 302,15 | 301,95 | 296,44 |
| m^c | Mass of container (0,01g) | 80,18 | 76,91 | 78,78 |
| $m^{ml} = m^{w+c} - m^{d+c}$ | Mass of moisture loss (0,01g) | 19,50 | 20,46 | 18,51 |
| $m^d = m^{d+c} - m^c$ | Mass of dry soil (0,01g) | 221,97 | 225,04 | 217,66 |
| $MC = m^{ml} / m^d \times 100$ | Moisture content (0,1 %) | 8,8 | 9,1 | 8,5 |

MOISTURE CONTENT $M_c = \underline{8,8} \quad (0.1\%)$

REMARKS : _____

Tested by :



Verified by :

Date : **28/09/2018**

Date :

Page **1** of **3**

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE - SIZE ANALYSIS OF SOILS

Standard method : ASTM D 6913 & ASTM D 422

Sample Register date : 28/09/2018

Sample Nº 14318

Material description : -

Borehole or Pit : TP-05

Depth (m): 0,30-1,30

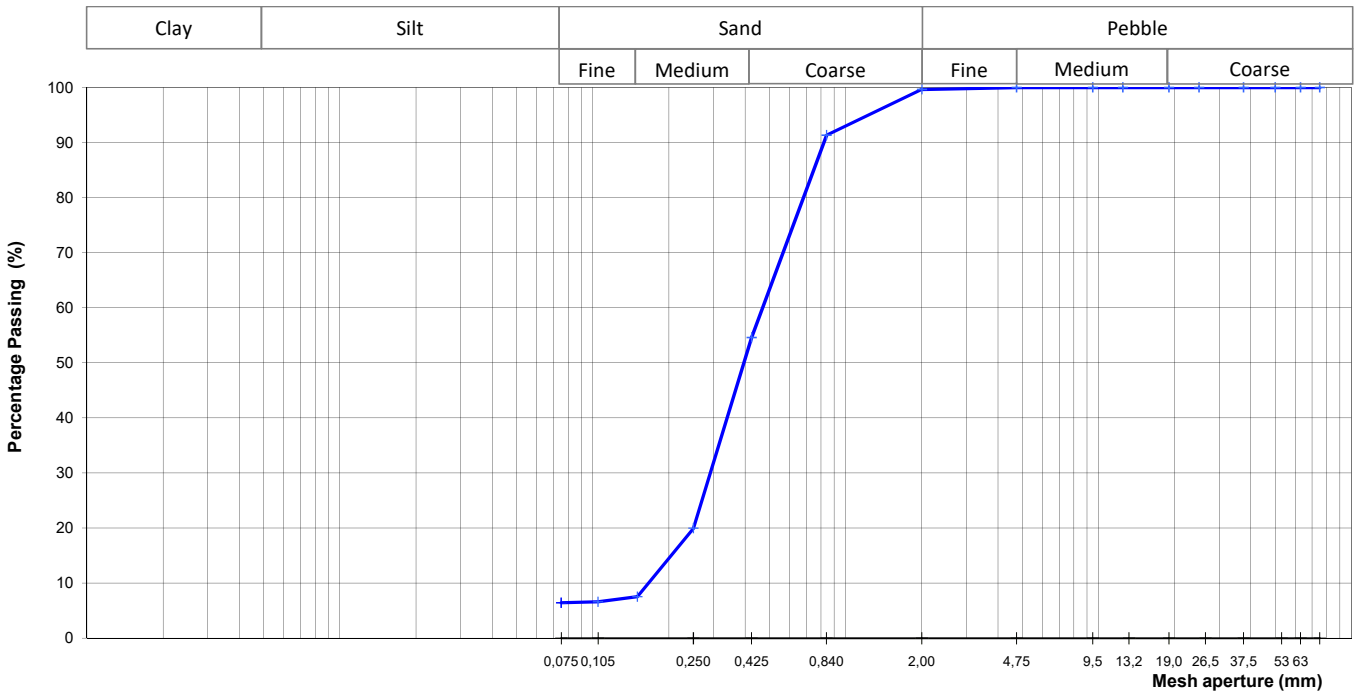
| | |
|--|--------------|
| TOTAL WEIGHT OF SAMPLE (g) | p1= 373,85 g |
| TOTAL ACCUMULATED WEIGHT RETAINED BY SIEVE Nº 10 (g) | p2= 1,33 g |
| TOTAL WEIGHT OF SAMPLE BELOW SIEVE Nº 10 (g) | p3= 372,52 g |
| TOTAL WEIGHT USED IN TEST BELOW SIEVE Nº 10 (g) | p4= 373,85 g |

| Sieve designation (ASTM) | Mesh aperture (mm) | Mass accumulated in sieve | | % Passing | Sieve designation (ASTM) | Mesh aperture (mm) | Mass accumulated in sieve | | %Passing (Referred to the total weight) |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|-----|--------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------|------|---|
| | | Mass (g) | % | | | | Mass (g) | % | |
| 3" | 75,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 20 | 0,840 | 31,16 | 8,3 | 91,3 |
| 2 1/2" | 63,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 40 | 0,425 | 168,96 | 45,2 | 54,6 |
| 2" | 50,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 60 | 0,250 | 298,99 | 80,0 | 20,0 |
| 1 1/2" | 37,5 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 100 | 0,150 | 345,62 | 92,4 | 7,5 |
| 1" | 25,0 | 0 | 0,0 | 100,0 | nº 140 | 0,105 | 349,01 | 93,4 | 6,6 |
| 3/4" | 19,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | nº 200 | 0,075 | 349,73 | 93,5 | 6,4 |
| 1/2" | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| 3/8" | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| nº 4 | 4,75 | 0,00 | 0,0 | 100,0 | | | | | |
| nº 10 | 2,00 | 1,33 | 0,4 | 99,6 | | | | | |

Hydrometer (151H) nº _____
Specific gravity of soil _____
Correction dispersing agent _____
Correction meniscus _____

| Time (min) | Temp. (°) | Readings (L) | Composite correction | Height read. (L) | Reading corrected | Particle diameter (D) | % of particles referred to the total |
|------------|-----------|--------------|----------------------|------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Curve Particle Size Distribution



REMARKS :

Tested by :



Verified by :

Date : 01/10/2018

Date :

Page 2 of 3



COSTA DO SOL SERVICE STATION
MAPUTO - MOZAMBIQUE
GEOTECHNICAL STUDY
JOB N. 39718
OCTOBER 2018

ANNEX IV – DRAWINGS

FIGURE GPG001 – LOCATION OF THE GEOTECHNICAL INVESTIGATION POINTS



LABORATORIO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE

DEPARTAMENTO DE VIAS DE COMUNICAÇÃO
SECTOR TERRAPLENAGENS

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCP) -TMH06-METHOD ST6

Requisitante: 7 Mares
Data do ensaio: 06-09-2018
Projecto: CONSTRUÇÃO DE COMBUSTIVEL DA ENGEN
Local: Maputo Referência: Ponto nº1
Registo Nº: 36,120

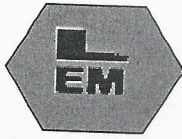
| Nº pancadas | Penetração (mm) | DN (mm/pancada) | C.B.R (%) | camada (mm) | profundidade (mm) |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| 0 | 85 | 28,8 | 6,0 | 305,0 | 1010,0 |
| 5 | 280 | | | | |
| 10 | 390 | | | | |
| 15 | 462 | 13,4 | 15,0 | 389,0 | |
| 20 | 521 | | | | |
| 25 | 580 | | | | |
| 30 | 642 | | | | |
| 35 | 708 | | | | |
| 40 | 779 | | | | |
| 45 | 855 | 15,4 | 13,0 | 316,0 | |
| 50 | 945 | | | | |
| 55 | 945 | | | | |
| 60 | 1025 | | | | |
| 65 | 1095 | | | | |

Ensaiou

Gaspar E. Cumbane
Gaspar Cumbane
(Assistente Técnico)

Visto

Carlos R. Cumbane
Carlos Rodrigues Cumbane
(Chefe do Departamento)



LABORATORIO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE

DEPARTAMENTO DE VIAS DE COMUNICAÇÃO
SECTOR TERRAPLENAGENS

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCP) -TMH06-METHOD ST6

Requisitante: 7 Mares
Data do ensaio: 06-09-2018
Projecto: CONSTRUÇÃO DE COMBUSTIVEL DA ENGEN
Local: Maputo Referência: Ponto nº2
Registo Nº: 36,120

| Nº pancadas | Penetração (mm) | DN (mm/pancada) | C.B.R (%) | camada (mm) | profundidade (mm) |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| 0 | 80 | 10,1 | 20,0 | 645,0 | 1070,0 |
| 5 | 135 | | | | |
| 10 | 170 | | | | |
| 15 | 210 | | | | |
| 20 | 260 | | | | |
| 25 | 315 | | | | |
| 30 | 360 | | | | |
| 35 | 415 | | | | |
| 40 | 455 | | | | |
| 45 | 505 | | | | |
| 50 | 555 | | | | |
| 55 | 610 | | | | |
| 60 | 670 | | | | |
| 65 | 670 | | | | |
| 70 | 725 | | | | |
| 75 | 805 | | | | |
| 80 | 990 | 31,1 | 5,0 | 425,0 | |
| 85 | 1150 | | | | |

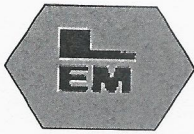
Ensaiou

Gaspar E. Cumbane

Gaspar Cumbane
(Assistente Técnico)

Visto

Carlos Rodrigues Cumbane
(Chefe do Departamento)



LABORATORIO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE

DEPARTAMENTO DE VIAS DE COMUNICAÇÃO
SECTOR TERRAPLENAGENS

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCP) -TMH06-METHOD ST6


Requisitante: 7 Mares
Data do ensaio: 06-09-2018
Projecto: CONSTRUÇÃO DE COMBUSTIVEL DA ENGEN
Local: Maputo Refêrencia: Ponto nº3
Registo Nº: 36,120

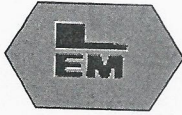
| Nº pancadas | Penetração (mm) | DN (mm/pancada) | C.B.R (%) | camada (mm) | profundidade (mm) |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| 0 | 90 | 26,9 | 6,0 | 440,0 | 1035,0 |
| 5 | 250 | | | | |
| 10 | 385 | | | | |
| 15 | 530 | | | | |
| 20 | 605 | | | | |
| 25 | 650 | 10,0 | 22,0 | 410,0 | |
| 30 | 690 | | | | |
| 35 | 725 | | | | |
| 40 | 800 | | | | |
| 45 | 845 | | | | |
| 50 | 895 | 20,0 | 9,0 | 185,0 | |
| 55 | 940 | | | | |
| 60 | 985 | | | | |
| 65 | 1025 | | | | |
| 70 | 1125 | | | | |

Ensaiou


Gaspar Cumbane
(Assistente Técnico)

Visto


Carlos Rodrigues Cumbane
(Chefe do Departamento)



LABORATORIO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE

DEPARTAMENTO DE VIAS DE COMUNICAÇÃO

SECTOR TERRAPLENAGENS

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCP) -TMH06-METHOD ST6

Requisitante: 7 Mares
Data do ensaio: 06-09-2018
Projecto: CONSTRUÇÃO DE COMBUSTIVEL DA ENGEN
Local: Maputo
Registo Nº: 36,120

Refêrencia Ponto nº4

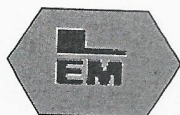
| Nº pancadas | Penetração (mm) | DN (mm/pancada) | C.B.R (%) | camada (mm) | profundidade (mm) |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| 0 | 110 | 12,5 | 17,0 | 340,0 | 1000,0 |
| 5 | 215 | | | | |
| 10 | 280 | | | | |
| 15 | 335 | | | | |
| 20 | 375 | | | | |
| 25 | 415 | | | | |
| 30 | 450 | | | | |
| 35 | 490 | | | | |
| 40 | 540 | 5,1 | 52,0 | 255,0 | |
| 45 | 560 | | | | |
| 50 | 585 | | | | |
| 55 | 610 | | | | |
| 60 | 635 | | | | |
| 65 | 660 | | | | |
| 70 | 680 | | | | |
| 75 | 705 | | | | |
| 80 | 730 | 8,6 | 27,0 | 405,0 | |
| 85 | 760 | | | | |
| 90 | 785 | | | | |
| 95 | 815 | | | | |
| 100 | 845 | | | | |
| 105 | 875 | | | | |
| 110 | 910 | | | | |
| 115 | 950 | | | | |
| 120 | 985 | | | | |
| 125 | 1020 | | | | |
| 130 | 1065 | | | | |
| 135 | 1110 | | | | |

Ensaiau

Gaspar E. Cumbane
Gaspar Cumbane
(Assistente Técnico)

Visto

Carlos R. Cumbane
Carlos Rodrigues Cumbane
(Chefe do Departamento)



LABORATORIO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE

DEPARTAMENTO DE VIAS DE COMUNICAÇÃO

SECTOR TERRAPLENAGENS

DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCP) -TMH06-METHOD ST6

Requisitante: 7 Mares
Data do ensaio: 06-09-2018
Projecto: CONSTRUÇÃO DE COMBUSTIVEL DA ENGEN
Local: Maputo
Registo Nº: 36,120

Refêrencia Ponto nº5

| Nº pancadas | Penetração (mm) | DN (mm/pancada) | C.B.R (%) | camada (mm) | profundidade (mm) |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| 0 | 85 | 32,0 | 6,0 | 925,0 | 925,0 |
| 5 | 270 | | | | |
| 10 | 360 | | | | |
| 15 | 445 | | | | |
| 20 | 595 | | | | |
| 25 | 705 | | | | |
| 30 | 840 | | | | |
| 35 | 1010 | | | | |
| 40 | 1145 | | | | |

Ensaiou

Gaspar E. Cumbane
Gaspar Cumbane
(Assistente Técnico)

Visto

Carlos R. Cumbane
Carlos Rodrigues Cumbane
(Chefe do Departamento)