



Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da
Região dos Lagos, do Rio São João e Zona Costeira.
CNPJ nº 03.612.270/0001-41

SISTEMA BIODIGESTOR

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA TEMPO SECO DE

ESGOTAMENTO SANITÁRIO

ARARUAMA - RJ

“SOBARA_SÍTIO JAQUEIRA”

MEMORIAL DESCRITIVO E DE

CÁLCULO ESTRUTURAL

Maio-2021 – rev. 0

ÍNDICE

1.	OBJETIVO	4
2.	NORMAS APLICÁVEIS	4
3.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
4.	DOCUMENTOS GERADOS PARA O PROJETO.....	4
5.	LOCALIZAÇÃO DO BIODIGESTOR.....	5
6.	MATERIAIS UTILIZADOS	5
7.	CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO	6
7.1.	TIPO DE ESTRUTURA	6
7.2.	TIPO DE FUNDAÇÃO	7
7.3.	SOBRECARGA DE VEÍCULO.....	8
7.4.	VERIFICAÇÃO DA TENSÃO ADMISSÍVEL	8
8.	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA À FLUTUAÇÃO.....	9
9.	TOPOLOGIA DA ESTRUTURA.....	10
9.1.	POÇO DE CHEGADA	10
9.2.	POÇO DE GRADEAMENTO	10
9.3.	POÇO DE SUCÇÃO.....	Erro! Indicador não definido.
9.4.	CAIXA DE MANOBRAS	Erro! Indicador não definido.
9.5.	POÇO DE MACROMEDIÇÃO	Erro! Indicador não definido.
10.	MODELAGEM ESTRUTURAL	13
11.	CARREGAMENTOS	13
11.1.	POÇO DE CHEGADA	13
11.2.	POÇO DE GRADEAMENTO.....	14
11.3.	POÇO DE SUCÇÃO	16
11.4.	CAIXA DE MANOBRAS.....	Erro! Indicador não definido.
11.5.	POÇO DE MACROMEDIÇÃO	23
11.6.	COMBINAÇÕES DOS CARREGAMENTOS	26
12.	SISTEMA DE UNIDADES.....	27
13.	SISTEMA DE COORDENADAS	28
14.	ESFORÇOS ATUANTES E DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO COMPOSTA	28
14.1.	POÇO DE CHEGADA	28
14.2.	POÇO DE GRADEAMENTO	31
14.3.	POÇO DE SUCÇÃO	29
14.4.	POÇO DE MACROMEDIÇÃO	37



Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da
Região dos Lagos, do Rio São João e Zona Costeira.
CNPJ nº 03.612.270/0001-41

14.5.	CAIXA DE MANOBRAS.....	Erro! Indicador não definido.
14.6.	BLOCOS DE ANCORAGEM.....	40
15.	CONCLUSÕES.....	41
16.	ANEXOS.....	41

1. OBJETIVO

O presente documento apresenta a descrição do projeto de um Sistema Biodigestor para Tratamento de Efluente Sanitário na localidade conhecida como Sítio Jaqueira no Bairro Sobara na cidade de Araruama. A unidade de tratamento apresenta característica de um Biossistema Integrado de digestão de dejetos humanos a partir da retenção de material grosseiro e areia, posteriormente a remoção de nutriente a

partir das reações anaeróbicas e filtração biológica. Apresenta controle de vazão de entrada e saída com o objetivo de garantir a eficiência no tratamento e respeitar as normas ambientais estabelecidas.

Este documento tem como objetivo apresentar os cálculos, verificações necessárias e dimensionamento estrutural o Sistema Biodigestor.

A seguir são apresentados todos os dados e considerações utilizados, assim como, todas as análises, verificações e critérios normativos e de boa prática assumidos para o dimensionamento desta estrutura.

2. NORMAS APLICÁVEIS

ABNT:

- NBR-6118/2014 – Projetos de Estruturas de Concreto - Procedimento;
- NBR-6122/2010 – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR 14931/2004 – Execução de Estruturas de Concreto;
- NBR 14931/2004 – Execução de Estruturas de Concreto;
- NBR 6120:2019 – Ações para cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 9062/2017 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- DE-ROMA.PLG.ARSB-BIO.001– 01/02 SISTEMA BIODIGESTOR – PLANTAS BAIXAS E CORTES;
- DE-ROMA.PLG.ARSB-BIO.001– 02/02 SISTEMA BIODIGESTOR – DETALHES DO CESTO;
- RELATÓRIO DE SONDAGEM Nº SP-50 da MCS SONDAS, datado de 12/2020

4. DOCUMENTOS GERADOS PARA O PROJETO

DE-ROMA.PLG.ARSJ-ES.001- 01/07- SISTEMA BIODIGESTOR - PROJETO EXECUTIVO ESTRUTURAL
POÇO DE CHEGADA: PLANTA, CORTES E DETALHES " FORMA E ARMADURA";

DE-ROMA.PLG.ARSJ-ES.002- 02/07- SISTEMA BIODIGESTOR - PROJETO EXECUTIVO ESTRUTURAL
POÇO DE GRADEAMENTO: PLANTA, CORTES E DETALHES " FORMA E ARMADURA";

DE-ROMA.PLG.ARSJ-ES.003- 03/07- SISTEMA BIODIGESTOR - PROJETO EXECUTIVO ESTRUTURAL
POÇO DESARENADOR E MEDIDOR DE VAZÃO, CORTES E DETALHES " FORMA E ARMADURA";

DE-ROMA.PLG.ARSJ-ES.004- 04/07- SISTEMA BIODIGESTOR - PROJETO EXECUTIVO ESTRUTURAL

POÇO DE SEDIMENTAÇÃO DO LODO: PLANTA, CORTES E DETALHES " FORMA E ARMADURA";

DE-ROMA.PLG.ARSJ-ES.005- 05/07- SISTEMA BIODIGESTOR - PROJETO EXECUTIVO ESTRUTURAL
BIODIGESTORES "1, 2 E 3": PLANTA, CORTES E DETALHES " FORMA E ARMADURA";

DE-ROMA.PLG.ARSJ-ES.006- 06/07- SISTEMA BIODIGESTOR - PROJETO EXECUTIVO ESTRUTURAL
FILTRO: PLANTA, CORTES E DETALHES " FORMA E ARMADURA";

DE-ROMA.PLG.ARSJ-ES.007- 07/07- SISTEMA BIODIGESTOR - PROJETO EXECUTIVO ESTRUTURAL
ZONA DE RAÍZES: PLANTA, CORTES E DETALHES " FORMA E ARMADURA";

5. LOCALIZAÇÃO DO BIODIGESTOR

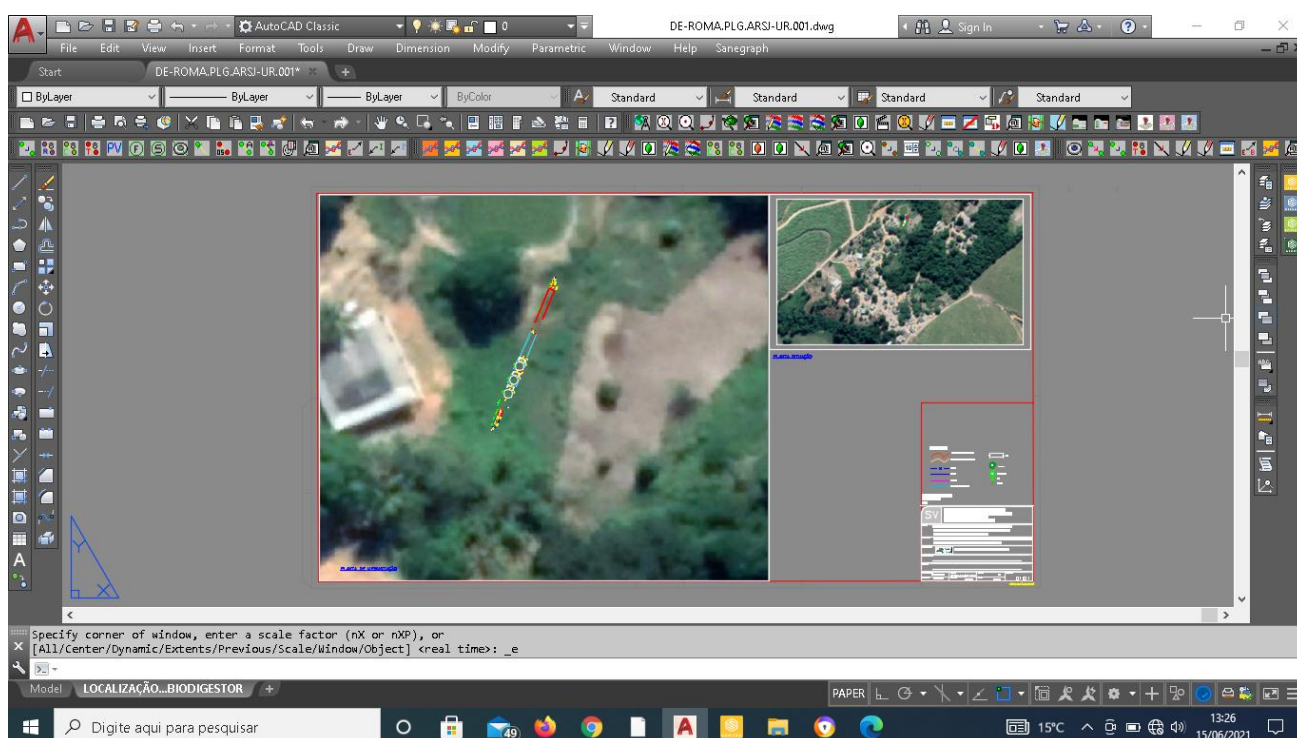


Figura 1 – LOCALIZAÇÃO DO BIODIGESTOR

6. MATERIAIS UTILIZADOS

- Concreto (Classe de agressividade ambiental→IV):

Peso específico	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
Peso específico submerso	$\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$
Resistência a compressão	$f_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$
Módulo de elasticidade secante	$E_c = 0,85.5600.\sqrt{f_{ck}} = 30.104,88 \text{ MPa}$

- Aço (Armadura Passiva):

Peso específico:	$\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3 = 78,50 \text{ kN/m}^3$
Tensão de Escoamento	$f_{yk} \geq 500 \text{ Mpa}$
Módulo de elasticidade:	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Tipo:	CA-50
Cobrimento das armaduras:	Elementos em contato com o solo > 4,5 cm

- Solo:

Peso específico saturado	$\gamma_{\text{solo}} = 19 \text{ kN/m}^3$
Peso específico submerso	$\gamma_{\text{solo}} = 9 \text{ kN/m}^3$
Coeficiente de Empuxo no repouso :	$k_0 = 0,50$
Coeficiente de Empuxo ativo :	$k_a = 0,33$
Coeficiente de Empuxo passivo :	$k_p = 1,00$
Coeficiente de Reação Vertical :	$k_v = 20.000 \text{ kN/m}^3$

- Água:

Peso específico	$\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$
-----------------	------------------------------

7. CRITÉRIOS BÁSICOS DE PROJETO

7.1. TIPO DE ESTRUTURA

Trata-se de Sistema Biodigestor composta de cinco unidades totalmente enterradas, listadas a seguir: Poço de Chegada, Poço de Gradeamento, Poço Desarenador e Medidor de Vazão, Poço de Sedimentação do Lodo, Biodigestores, Filtro e Zona de Raízes.

Poço de Gradeamento e Poço de Chegada, foram projetados em anéis pré-moldados;

O Poço Desarenador e Medidor de Vazão, Poço de Sedimentação do Lodo, Biodigestores, Filtro e Zona de Raízes foram projetados em módulos de concreto moldados “in loco” com sucessivas escavações internas;

A Caixa de Manobras foi projetada em blocos de concreto simples com preenchimento em concreto estrutural.

Nos elementos pré-moldados a ligação entre os anéis será por aderência através de rejuntamento com argamassa de cimento e areia, com espessura de 1,5cm.

Para garantir a segurança a não flutuação, foram projetadas abas na laje de fundo.

No caso do Poço de Sucção a ligação entre o 1º módulo e a laje do fundo será feita por ponte de aderência entre as superfícies.

Devido à natureza do solo e a elevada profundidade, no Poço de Sedimentação do Lodo foi adotado um processo construtivo de execução em módulos com sucessivas escavações internas até a cota de fundo.

A confecção dos módulos e suas escavações internas poderão ser executadas em paralelo com as outras duas estruturas;

Concluídas as estruturas, colocados os tubos e acessórios, será executado o reaterro compactado, e somente após o rebaixamento do lençol poderá ser desligado.

As outras estruturas deverão ser executadas posteriormente também com escoramento de vala e rebaixamento do lençol.

7.2. TIPO DE FUNDAÇÃO

De acordo com o boletim de sondagem, adotou-se fundação do tipo direta para todas as estruturas.

7.3. SOBRECARGA DE VEÍCULO

Para todas as estruturas foi considerada uma sobrecarga de veículo:

Caminhão Tipo: TB-450

7.4. VERIFICAÇÃO DA TENSÃO ADMISSÍVEL

Considerando a sondagem SP-01, considerando a menor profundidade das unidades, nesse caso, de 2,00 m abaixo do NT. Tomando-se uma média dos 3 valores de SPT abaixo temos:

$SPT \text{ (médio)} = (2+4+7) / 3 = 4,3 \text{ (solo arenoso)}$

- Peso específico de Solo Saturado:

Tabela 1 Peso específico de solos arenosos (Godoy, 1972)
(correlações empíricas – uso limitado a estudos preliminares).

N (golpes)	Consistência	Peso específico (KN/m ³)		
		Areia seca	Úmida	Saturada
< 5	Fofa	16	18	19
5 - 8	Pouco compacta			
9 - 18	Medianamente compacta	17	19	20
19 - 40	Compacta	18	20	21
> 40	Muito compacta			

P/ NSPT = 4,3 → $\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^2$

- Ângulo de Atrito interno

TAB 3 – Avaliação dos Parâmetros de Resistência e de deformabilidade em Função do SPT (correlações empíricas – uso limitado a estudos preliminares).

Areias e Solos Arenosos					
Compacidade	γ (t/m ³)	C (t/m ²)	ϕ °	E (t/m ²)	ν
Fofa	1,6	0	25 - 30	100 - 500	0,3 a 0,4
Pouco Compacta	1,8	0	30 - 35	500 - 1400	
Medianamente Compacta	1,9	0	35 - 40	1400 - 4000	
Compacta	2,0	0	40 - 45	4000 - 7000	
Muito Compacta	> 2,0	0	> 45	> 7000	

P/ NSPT = 4,3 → $\phi = 30^\circ$:

- Coesão:

$c = 0$

4 - CAPACIDADE DE CARGA

Tipo de Ruptura do solo -->

Localizada

- γ solo sat. (KN/m ³) - Superior	19	(Consultar Tabelas de Peso Específico Solo)		
- γ solo sub. (KN/m ³) - Inferior	9			
- Dados: - b	1,60			
- l	1,60			
- h	2,00			
- C (coesão) (KPa)	0	c* =	0,00	kPa
- q (KN/m ²)	38,00			
- θ (grau)	30	θ^* =	21,05	Grau
- θ (rad)	0,52		0,3674	
- SPT	0			

$$\sigma_r = c N_c S_c + q N_q S_q + 0,5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

$$\sigma_r = 0,45 \text{ MPa}$$

Fatores de Carga:		Fatores de Forma:	
Nc	15,82	Sc	1,45
Nq	7,07	Sq	1,58
N γ	6,2	S γ	0,60

$$\text{Logo: } \begin{matrix} \text{(MPa)} & 0,15 \\ \text{(kg/cm}^2\text{)} & 1,50 \end{matrix}$$

Adotado $\sigma_{adm\text{médio}} = 0,08 \text{ MPa}$ (para todas as unidades)

8. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA À FLUTUAÇÃO

Fator de Segurança mínima à Flutuação = 1,1 (NBR 6122_2019)(NA=NT)

POÇOS	PESO CONCRETO	PESO SOLO	EMPUXO	FLUTUAÇÃO
CHEGADA	31	18	39	1,26
GRADEAMENTO	49	32	73	1,11
MACROMEDIÇÃO	21	17	31	1,23
SUCÇÃO	116	-	103	1,13
CAIXAS	PESO CONCRETO	PESO SOLO	EMPUXO	FLUTUAÇÃO
MANOBRA	88	59	131	1,12

9. TOPOLOGIA DA ESTRUTURA

9.1. POÇO DE CHEGADA

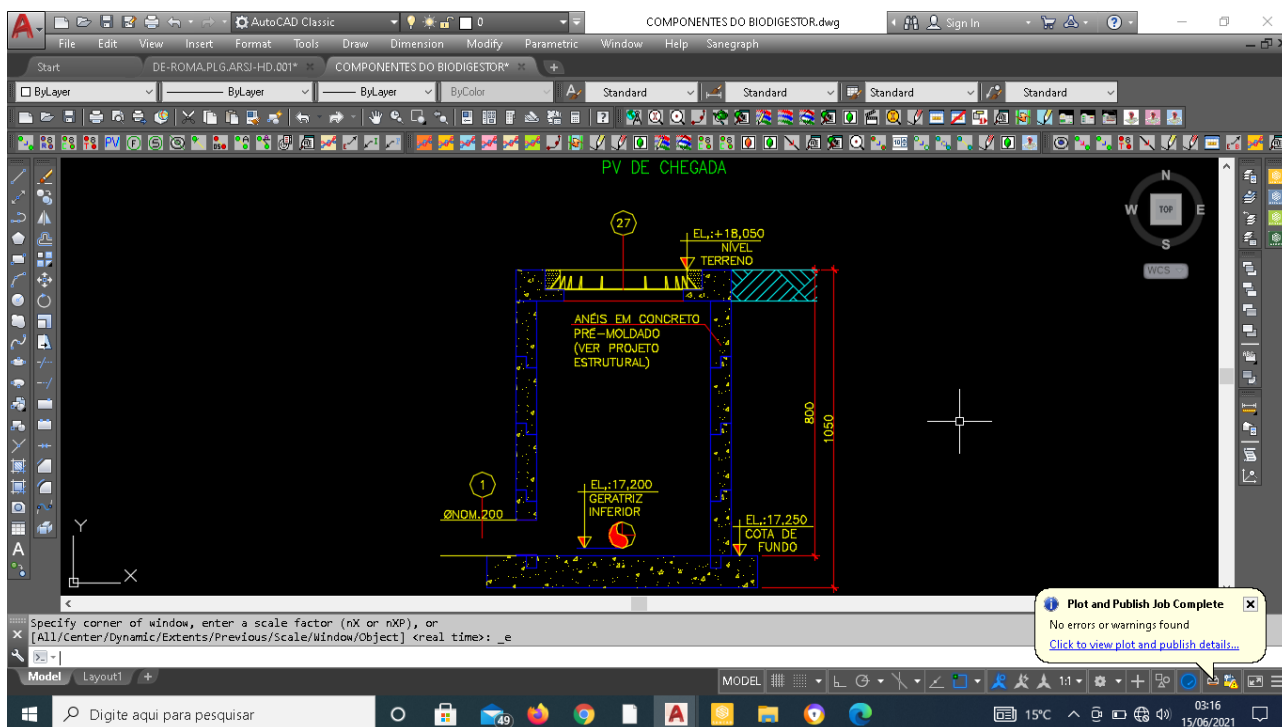


Figura 2 – CORTE A-A

9.2. POÇO DE GRADEAMENTO

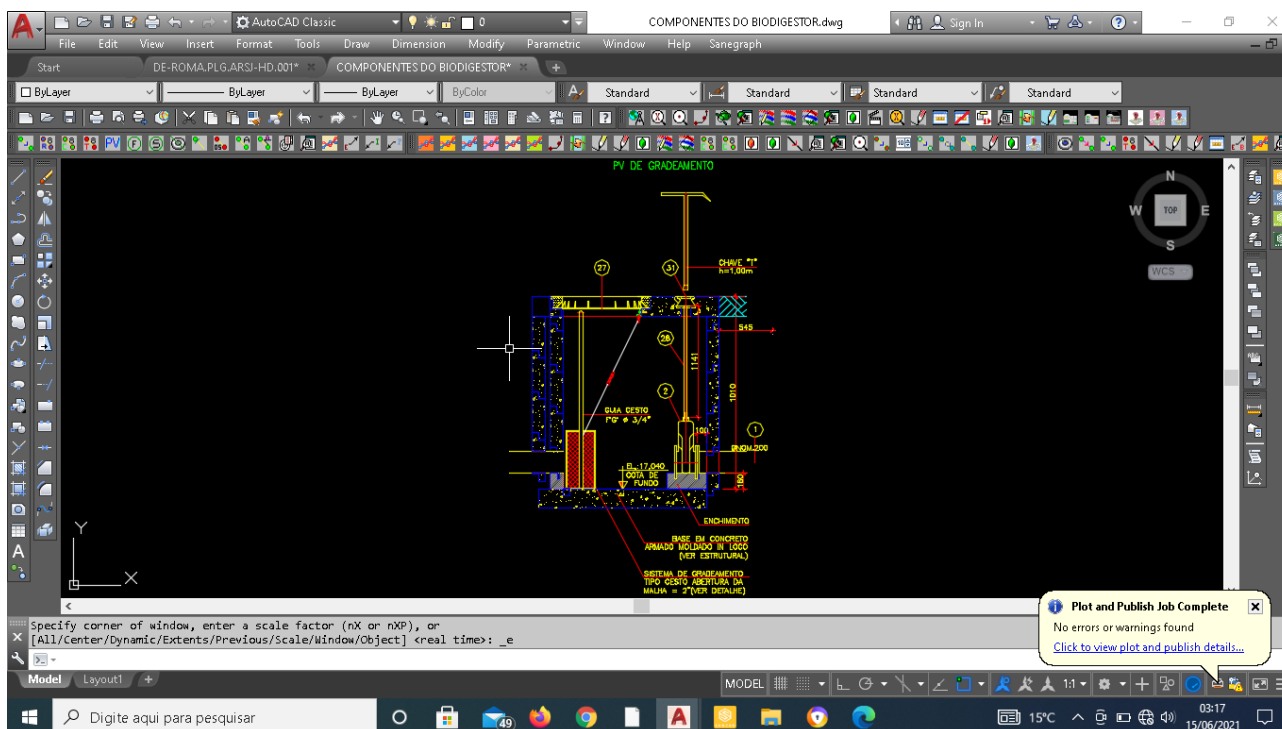


Figura 3- CORTE A-A

9.3. DESARENADOR E MEDIDOR DE VAZÃO

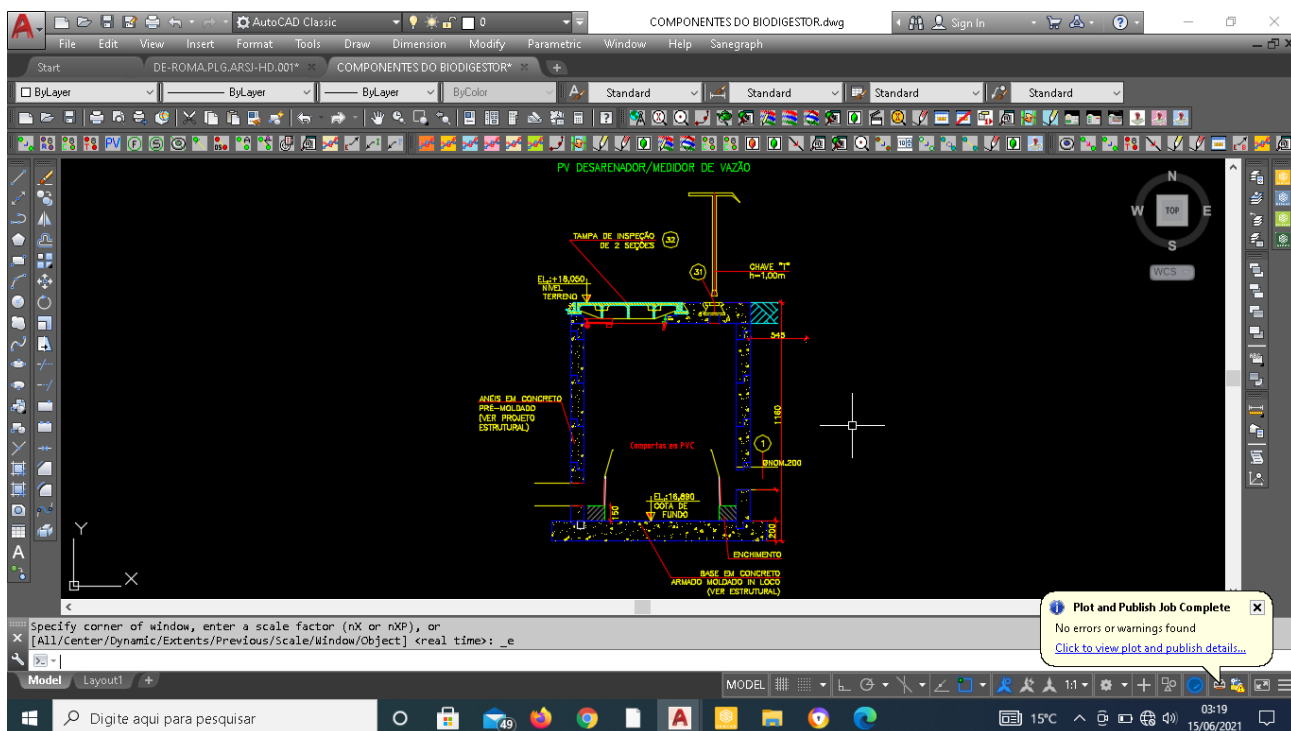


Figura 4 – CORTE A-A

9.4. POÇO DE SEDIMENTAÇÃO DO LODO

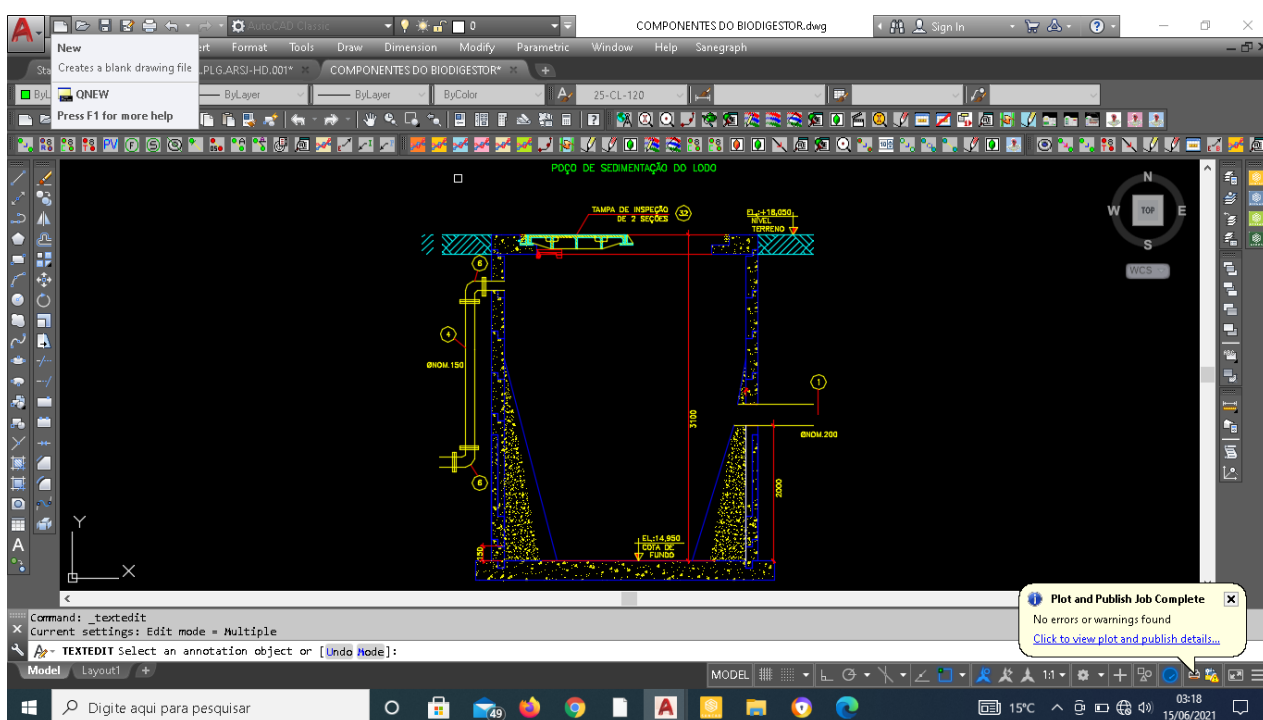


Figura 5 – CORTE A-A CAIXA DE MANOBRA

9.5. FILTRO

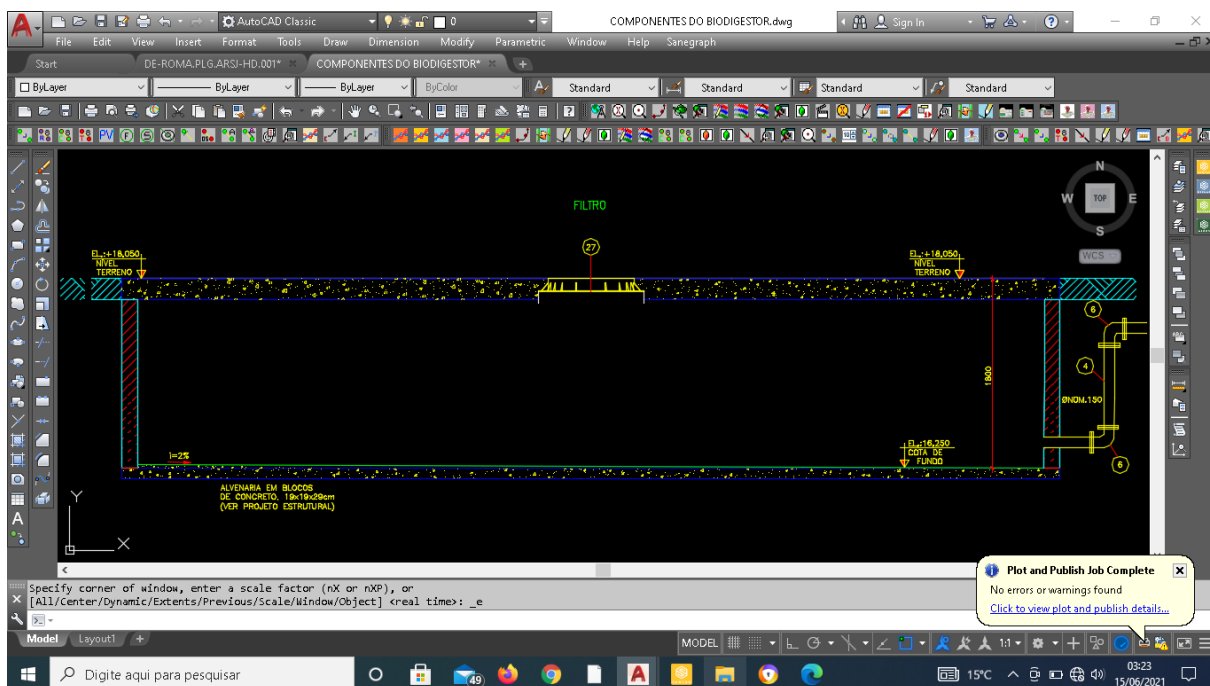


Figura 6 – CORTE A-A

9.6. ZONA DE RAÍZES

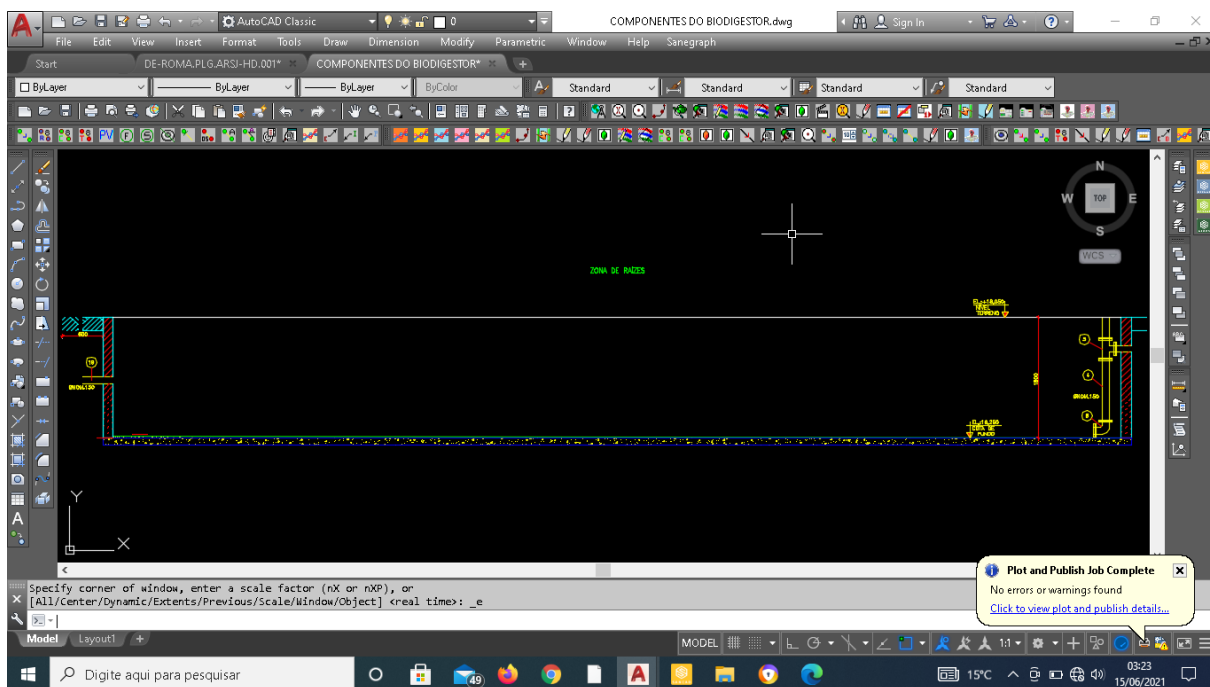


Figura 6 – CORTE A-A

Figura 5 – CORTE A-A CAIXA DE MANOBRA

9.7. MACROMEDIÇÃO

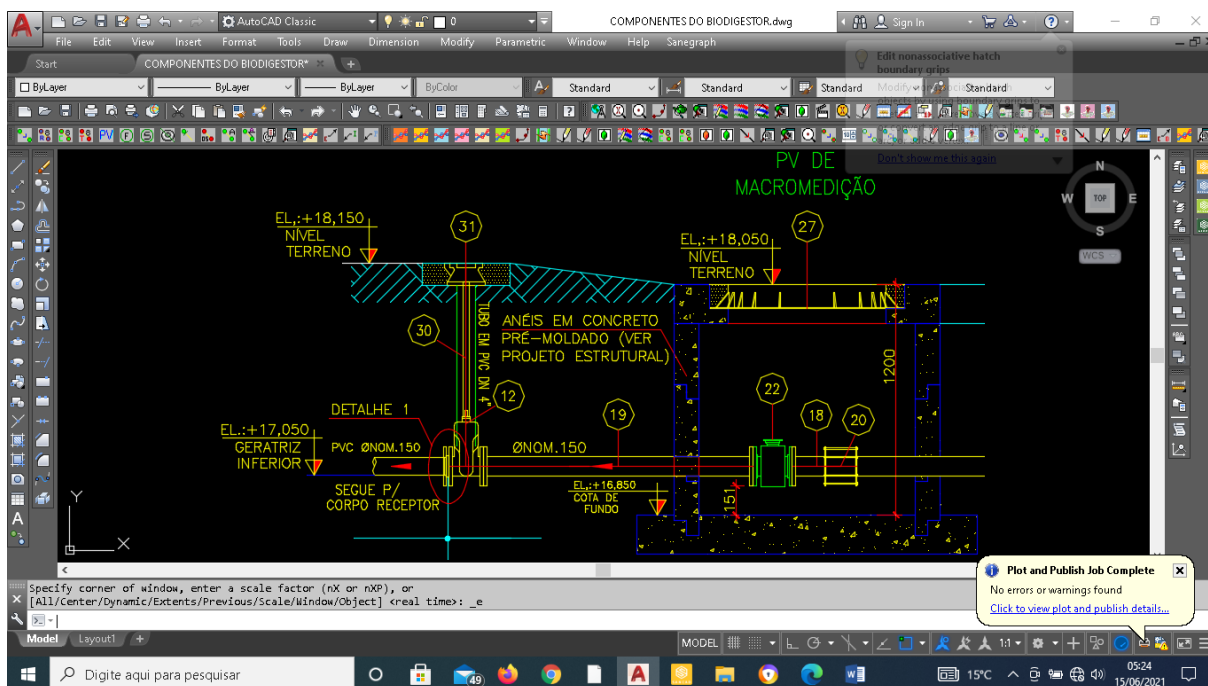


Figura 6 – CORTE A-A

10. MODELAGEM ESTRUTURAL

Para este projeto, todos os elementos da estrutura foram verificados pelo software de análise estrutural por elementos finitos, SAP-2000– versão v21, desenvolvido pela empresa americana Computer and Structure Inc., utilizando-se a NBR-6118 para o cálculo das armaduras;

Este software calcula o peso próprio dos elementos estruturais de acordo com as características geométricas e mecânicas de cada elemento informadas na modelagem.

Para os dimensionamentos foi utilizado o seguinte programa:

Obliqua- verifica as armaduras adotadas para flexão composta;

11. CARREGAMENTOS

11.1. POÇO DE CHEGADA

- Laje Superior (h=15)

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,15 \times 25,00 = 3,75 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

Solo Saturado: $0,125 \times 19,00 = 2,38 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,125 \times 9,00 = 1,125 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

Carga Móvel – Trem-Tipo TR-45 aplicado em 1 roda sobre o tampão metálico, no sentido longitudinal posicionada no centro e junto a borda.

Carga da Roda: $P = 75 \text{ kN}$

CIV = 1,35 (coeficiente de Impacto vertical)

$P \cdot CIV = 1,35 \times 75 = 101,35 \text{ kN}$

- Projeção da área da roda sobre o tampão



- Carga distribuída sobre a laje do tampão:

$$q = \frac{101,35}{(0,20 \times 0,5)} = 1013,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- **Laje do Fundo (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

-Cargas Variáveis:

- Água fundo = $0,20 \times 10,00 = 2,00 \text{ kN/m}^2$

- Subpressão: $2,03 \times 10,00 = 20,30 \text{ kN/m}^2$

- **Parede (h=13)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,13 \times 25,00 = 3,25 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

Solo Saturado: $0,33 \times 19,00 \times 2,03 = 12,86 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,50 \times 9,00 \times 2,03 = 9,14 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

Água externa: $1,00 \times 10,00 \times 2,03 = 20,30 \text{ kN/m}^2$

Água interna: $1,00 \times 10,00 \times 0,20 = 2,00 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga: $q = 0,50 \times 25 = 12,50 \text{ kN/m}^2$

11.2. POÇO DE GRADEAMENTO

- **Laje Superior (h=15)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,15 \times 25,00 = 3,75 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

Solo Saturado: $0,125 \times 19,00 = 2,38 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,125 \times 9,00 = 1,125 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

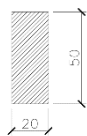
Carga Móvel – Trem-Tipo TR-45 aplicado em 1 roda sobre o tampão metálico, no sentido longitudinal posicionada no centro e junto a borda.

Carga da Roda: $P = 75 \text{ kN}$

$CIV = 1,35$ (coeficiente de Impacto vertical)

$P.CIV = 1,35 \times 75 = 101,35 \text{ kN}$

- Projecção da área da roda sobre o tampão



- Carga distribuída sobre a laje do tampão:

$$q = \frac{101,35}{(0,20 \times 0,5)} = 1013,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- **Laje do Fundo (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente)

-Cargas Variáveis:

Água fundo: $0,20 \times 10,00 = 2,00 \text{ kN/m}^2$

Subpressão: $2,18 \times 10,00 = 21,80 \text{ kN/m}^2$

- **Parede (h=13)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,13 \times 25,00 = 3,25 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente)

Solo Saturado: $0,33 \times 19,00 \times 2,18 = 13,81 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,50 \times 9,00 \times 2,18 = 9,81 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

Água externa: $1,00 \times 10,00 \times 2,18 = 21,80 \text{ kN/m}^2$

Água interna: $1,00 \times 10,00 \times 0,20 = 2,00 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga: $q = 0,5 \times 25 = 12,50 \text{ kN/m}^2$

11.3. POÇO DESARENADOR E MEDIDOR DE VAZÃO

- **Laje Superior (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

Solo Saturado: $0,11 \times 19,00 = 2,09 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,11 \times 9,00 = 0,99 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

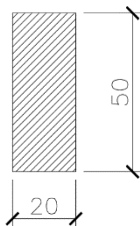
Carga Móvel – Trem-Tipo TR-45 aplicado em 1 roda sobre o tampão metálico, no sentido longitudinal posicionada no centro e junto a borda.

Carga da Roda: $P = 75 \text{ kN}$

CIV = 1,35 (coeficiente de Impacto vertical)

$P \cdot CIV = 1,35 \times 75 = 101,35 \text{ kN}$

- Projecção da área da roda sobre o tampão



- Carga distribuída sobre a laje do tampão:

$$q = \frac{101,35}{(0,20 \times 0,5)} = 1013,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- **Laje do Fundo (h=50)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,50 \times 25,00 = 12,50 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

-Cargas Variáveis:

Água fundo: $0,85 \times 10,00 = 8,50 \text{ kN/m}^2$

- Subpressão: $3,63 \times 10,00 = 36,30 \text{ kN/m}^2$

- **Paredes laterais (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,25 \times 25,00 = 6,25 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

Solo Saturado: $0,33 \times 19,00 \times 3,63 = 22,76 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,50 \times 9,00 \times 3,63 = 16,34 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

Água externa: $1,00 \times 10,00 \times 3,63 = 36,30 \text{ kN/m}^2$

Água interna: $1,00 \times 10,00 \times 0,85 = 8,50 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga: $q = 0,5 \times 25,00 = 12,5 \text{ kN/m}^2$

11.4. POÇO DE SEDIMENTAÇÃO DO LODO

- **Laje Superior (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

Solo Saturado: $0,125 \times 19,00 = 2,38 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,125 \times 9,00 = 1,125 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

Carga Móvel – Trem-Tipo TR-45 aplicado em 1 roda sobre o tampão metálico, no sentido longitudinal posicionada no centro e junto a borda.

Carga da Roda: $P = 75 \text{ kN}$

CIV = 1,35 (coeficiente de Impacto vertical)

P.CIV = $1,35 \times 75 = 101,35 \text{ kN}$

- Projeção da área da roda sobre o tampão



- Carga distribuída sobre a laje do tampão:

$$q = \frac{101,35}{(0,20 \times 0,5)} = 1013,50 \frac{kN}{m^2}$$

- **Laje do Fundo (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

- Enchimento: $0,02 \times 21,00 = 0,42 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

- Subpressão: $1,54 \times 10,00 = 15,40 \text{ kN/m}^2$

- **Parede (h=19)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $2,70 \text{ kN/m}^2$ (extraído da NBR 6120)

Solo Saturado: $0,33 \times 19,00 \times 0,125 = 0,78 \text{ kN/m}^2$

$$0,33 \times 19,00 \times 1,54 = 9,66 \text{ kN/m}^2$$

Solo Submerso: $0,50 \times 9,00 \times 0,125 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

$$0,50 \times 9,00 \times 1,64 = 6,93 \text{ kN/m}^2$$

-Cargas Variáveis:

- Água externa: $1,00 \times 10,00 \times 0,125 = 1,25 \text{ kN/m}^2$

$$1,00 \times 10,00 \times 1,54 = 15,40 \text{ kN/m}^2$$

- Sobrecarga: $q = 0,5 \times 25 = 12,50 \text{ kN/m}^2$

11.5. BIODIGESTOR

- **Laje Superior (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

Solo Saturado: $0,125 \times 19,00 = 2,38 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,125 \times 9,00 = 1,125 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

Carga Móvel – Trem-Tipo TR-45 aplicado em 1 roda sobre o tampão metálico, no sentido longitudinal posicionada no centro e junto a borda.

Carga da Roda: $P = 75 \text{ kN}$

CIV = 1,35 (coeficiente de Impacto vertical)

$P \cdot CIV = 1,35 \times 75 = 101,35 \text{ kN}$

- Projecção da área da roda sobre o tampão



- Carga distribuída sobre a laje do tampão:

$$q = \frac{101,35}{(0,20 \times 0,5)} = 1013,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- **Laje do Fundo (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

- Enchimento: $0,02 \times 21,00 = 0,42 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

- Subpressão: $1,54 \times 10,00 = 15,40 \text{ kN/m}^2$

- **Parede (h=19)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $2,70 \text{ kN/m}^2$ (extraído da NBR 6120)

Solo Saturado: $0,33 \times 19,00 \times 0,125 = 0,78 \text{ kN/m}^2$

$0,33 \times 19,00 \times 1,54 = 9,66 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,50 \times 9,00 \times 0,125 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

$0,50 \times 9,00 \times 1,64 = 6,93 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

- Água externa: $1,00 \times 10,00 \times 0,125 = 1,25 \text{ kN/m}^2$

$1,00 \times 10,00 \times 1,54 = 15,40 \text{ kN/m}^2$

- Sobrecarga: $q = 0,5 \times 25 = 12,50 \text{ kN/m}^2$

11.6. FILTRO

- **Laje Superior (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

Solo Saturado: $0,125 \times 19,00 = 2,38 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,125 \times 9,00 = 1,125 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

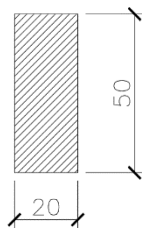
Carga Móvel – Trem-Tipo TR-45 aplicado em 1 roda sobre o tampão metálico, no sentido longitudinal posicionada no centro e junto a borda.

Carga da Roda: $P = 75 \text{ kN}$

CIV = 1,35 (coeficiente de Impacto vertical)

$P.CIV = 1,35 \times 75 = 101,35 \text{ kN}$

- Projeção da área da roda sobre o tampão



- Carga distribuída sobre a laje do tampão:

$$q = \frac{101,35}{(0,20 \times 0,5)} = 1013,50 \frac{kN}{m^2}$$

- **Laje do Fundo (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

- Enchimento: $0,02 \times 21,00 = 0,42 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

- Subpressão: $1,54 \times 10,00 = 15,40 \text{ kN/m}^2$

- **Parede (h=19)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $2,70 \text{ kN/m}^2$ (extraído da NBR 6120)

Solo Saturado: $0,33 \times 19,00 \times 0,125 = 0,78 \text{ kN/m}^2$

$$0,33 \times 19,00 \times 1,54 = 9,66 \text{ kN/m}^2$$

Solo Submerso: $0,50 \times 9,00 \times 0,125 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

$$0,50 \times 9,00 \times 1,64 = 6,93 \text{ kN/m}^2$$

-Cargas Variáveis:

- Água externa: $1,00 \times 10,00 \times 0,125 = 1,25 \text{ kN/m}^2$

$$1,00 \times 10,00 \times 1,54 = 15,40 \text{ kN/m}^2$$

- Sobrecarga: $q = 0,5 \times 25 = 12,50 \text{ kN/m}^2$

11.7. ZONA DE RAÍZES

- **Laje Superior (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

Solo Saturado: $0,125 \times 19,00 = 2,38 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,125 \times 9,00 = 1,125 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

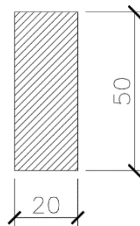
Carga Móvel – Trem-Tipo TR-45 aplicado em 1 roda sobre o tampão metálico, no sentido longitudinal posicionada no centro e junto a borda.

Carga da Roda: $P = 75 \text{ kN}$

CIV = 1,35 (coeficiente de Impacto vertical)

P.CIV = $1,35 \times 75 = 101,35 \text{ kN}$

- Projecção da área da roda sobre o tampão



- Carga distribuída sobre a laje do tampão:

$$q = \frac{101,35}{(0,20 \times 0,5)} = 1013,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- **Laje do Fundo (h=20)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

- Enchimento: $0,02 \times 21,00 = 0,42 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

- Subpressão: $1,54 \times 10,00 = 15,40 \text{ kN/m}^2$

- **Parede (h=19)**

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $2,70 \text{ kN/m}^2$ (extraído da NBR 6120)

Solo Saturado: $0,33 \times 19,00 \times 0,125 = 0,78 \text{ kN/m}^2$

$0,33 \times 19,00 \times 1,54 = 9,66 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,50 \times 9,00 \times 0,125 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

$0,50 \times 9,00 \times 1,64 = 6,93 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

- Água externa: $1,00 \times 10,00 \times 0,125 = 1,25 \text{ kN/m}^2$

$1,00 \times 10,00 \times 1,54 = 15,40 \text{ kN/m}^2$

- Sobrecarga: $q = 0,5 \times 25 = 12,50 \text{ kN/m}^2$

11.8. POÇO DE MACROMEDIÇÃO

- Laje Superior (h=15)

- Cargas Permanentes:

Peso Próprio: $0,15 \times 25,00 = 3,75 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente)

Solo Saturado: $0,125 \times 19,00 = 2,38 \text{ kN/m}^2$

Solo Submerso: $0,125 \times 9,00 = 1,125 \text{ kN/m}^2$

-Cargas Variáveis:

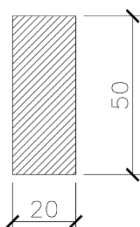
Carga Móvel – Trem-Tipo TR-45 aplicado em 1 roda sobre o tampão metálico, no sentido longitudinal posicionada no centro e junto a borda.

Carga da Roda: $P = 75 \text{ kN}$

CIV = 1,35 (coeficiente de Impacto vertical)

$P.CIV = 1,35 \times 75 = 101,35 \text{ kN}$

- Projeção da área da roda sobre o tampão



- Carga distribuída sobre a laje do tampão:

$$q = \frac{101,35}{(0,20 \times 0,5)} = 1013,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- **Laje do Fundo (h=20)**

- Cargas Permanentes:

- Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

- Cargas Variáveis:

- Subpressão: $1,54 \times 10,00 = 15,40 \text{ kN/m}^2$

- **Aba da Laje do Fundo (h=20)**

- Cargas Permanentes:

- Peso Próprio: $0,20 \times 25,00 = 5,00 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

- Solo Saturado: $19,00 \times 1,34 = 25,46 \text{ kN/m}^2$

- Solo Submerso: $9,00 \times 1,34 = 12,06 \text{ kN/m}^2$

- Cargas Variáveis:

- Subpressão: $1,54 \times 10,00 = 15,40 \text{ kN/m}^2$

- Sobrecarga: 25 kN/m^2

- **Parede (h=10)**

- Cargas Permanentes:

- Peso Próprio: $0,10 \times 25,00 = 2,50 \text{ kN/m}^2$ (calculado automaticamente pelo software)

- Solo Saturado: $0,33 \times 19,00 \times 0,125 = 0,79 \text{ kN/m}^2$

- $0,33 \times 19,00 \times 1,54 = 9,67 \text{ kN/m}^2$

- Solo Submerso: $0,50 \times 9,00 \times 0,125 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

- $0,50 \times 9,00 \times 1,54 = 6,93 \text{ kN/m}^2$

- Cargas Variáveis:

- Água externa: $1,00 \times 10,00 \times 1,54 = 15,40 \text{ kN/m}^2$

- Sobrecarga: $q = 0,5 \times 25 = 12,50 \text{ kN/m}^2$

Os carregamentos foram criados no programa de análise estrutural (SAP2000) para aplicação das cargas atuantes e obtenção dos esforços solicitantes:

1	TABLE:		
2	LoadPat	DesignType	SelfWtMult
3			
4	DEAD	Dead	1
5	SOLO_TAMPA	Super Dead	0
6	SC_TAMPA_1	Live	0
7	SC_TAMPA_2	Live	0
8	SOLO_SAT_PAR_Ka	Other	0
9	SC_PAR	Live	0
10	SOLO_SUB_PAR_K0	Other	0
11	SUBPRESSAO	Live	0
12	SC_PAR_2A	Live	0
13	SOLO_SAT_ABA	Other	0
14	SOLO_SUB_ABA	Other	0
15	SC_ABA	Live	0

- DEAD: peso próprio dos elementos calculados automaticamente pelo programa, exceto a laje Superior;
- DEAD1: peso próprio da laje Superior;
- SOLO_TAMPA: peso de solo sobre a laje Superior;
- SOLO_SAT_PAR_Ka: empuxo do solo saturado sobre a Parede do gradeamento para a 1ª Hipótese de carga;
- SOLO_SUB_PAR_K0: empuxo do solo submerso sobre a Parede do poço para a 2ª e 3ª Hipóteses de carga;
- SC_TAMPA_1: carga móvel do trem tipo aplicada em posição centrada sobre a laje Superior para a 1ª Hipótese de carga;
- SC_TAMPA_2: carga móvel do trem tipo aplicada em posição de 1/3 da borda sobre a laje Superior para a 2ª Hipótese de carga;
- ÁGUA_PAR_INT: empuxo interno da água sobre a Parede para a 1ª Hipótese de carga;
- ÁGUA_PAR_EXT: empuxo externo de água sobre a Parede para a 1ª e 2ª Hipótese de carga;
- SUBPRESSÃO: empuxo de supressão sob a laje do fundo para a 2ª e 3ª Hipóteses de carga;
- SC_PAR: empuxo da sobrecarga do trem tipo sobre a Parede para as cargas da roda atuando externamente na direção do eixo longitudinal da unidade para a 2ª Hipótese (rodas a esquerda do eixo longitudinal do caminhão);

- SC_PAR_2A: empuxo da sobrecarga do trem tipo sobre a Parede para as cargas da roda atuando externamente na direção do eixo longitudinal da unidade para a 3ª Hipótese ((rodas a direita do eixo longitudinal do caminhão);

11.9. COMBINAÇÕES DOS CARREGAMENTOS

- ELU (Estado Limite Último)

- Coeficiente de Ponderação para as ações Cargas Permanentes:
 $\gamma_g = 1,35$ (desfavorável)
 $\gamma_g = 1,00$ (favorável)
- Coeficiente de Ponderação para as ações Cargas Variáveis:
 $\gamma_q = 1,50$ (sobrecargas)
Fatores de combinação de carga
Sobrecarga: $\phi_0 = 0,7$
Água: $\phi_0 = 1,$

- Combinações Últimas Normais:

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j} F_{Qj,k})$$

• HÍPÓTESES DE CARGA:

- 1ª Hipótese: Unidades cheias, carga móvel centrada na laje Superior, paredes com solo saturado, sem N.A. externo, e sem carga móvel;
- 2ª Hipótese: Unidades vazias, carga móvel na posição de 1/3 do vão da laje tampa, paredes com solo submerso, N.A. externo no topo do terreno, e com carga móvel;
- 3ª Hipótese: Unidades vazias, sem carga móvel na laje Superior, paredes com solo submerso, N.A. externo no topo do terreno, e com carga móvel nas paredes laterais;
- 1ª Hipótese

		C1_ELU (1ª HIP.)				C2_ELU (1ª HIP.)			
		γ_g	γ_q	ϕ_o	$\gamma_q \cdot \phi_o$	γ_g	γ_q	ϕ_o	$\gamma_q \cdot \phi_o$
DEAD	Dead	1,35				1,35			
DEAD1	Dead	1,35				1,35			
SOLO_TAMPA	Super Dead	1,35				1,35			
SC_TAMPA_1	Live		1,5	1	1,5		1,5	0,7	1,05
SC_TAMPA_2	Live								
SOLO_SAT_PAR_Ka	Other	1				1			
SC_PAR_2	Live								
SC_PAR_2A									
SC_PAR_3	Live								
ENCH_FUNDO	Super Dead	1,35				1,35			
SOLO_SUB_PAR_K0	Other								
AGUA_FUNDO	Live		1,2	1	1,2		1,2	1	1,2
AGUA_PAR_INT	Live		1,2	1	1,2		1,2	1	1,2
AGUA_PAR_EXT	Live								
SUBPRESSAO	Live								

• 2ª Hipótese

		C3_ELU (2ª HIP.)				C4_ELU (2ª HIP.)			
		γ_g	γ_q	ϕ_o	$\gamma_q \cdot \phi_o$	γ_g	γ_q	ϕ_o	$\gamma_q \cdot \phi_o$
DEAD	Dead	1,35				1,35			
DEAD1	Dead	1,35				1,35			
SOLO_TAMPA	Super Dead	1,35				1,35			
SC_TAMPA_1	Live								
SC_TAMPA_2	Live		1,5	1	1,5		1,5	0,7	1,05
SOLO_SAT_PAR_Ka	Other								
SC_PAR_2	Live		1,5	1	1,5		1,5	0,7	1,05
SC_PAR_2A			1,5	1	1,5		1,5	0,7	1,05
SC_PAR_3	Live								
ENCH_FUNDO	Super Dead	1,35				1,35			
SOLO_SUB_PAR_K0	Other	1,35				1,35			
AGUA_FUNDO	Live								
AGUA_PAR_INT	Live								
AGUA_PAR_EXT	Live		1,2	1	1,2		1,2	1	1,2
SUBPRESSAO	Live		1,2	1	1,2		1,2	1	1,2

• 3ª Hipótese

		C5_ELU (3ª HIP.)				C6_ELU (3ª HIP.)			
		γ_g	γ_q	ϕ_o	$\gamma_q \cdot \phi_o$	γ_g	γ_q	ϕ_o	$\gamma_q \cdot \phi_o$
DEAD	Dead	1				1			
DEAD1	Dead	1				1			
SOLO_TAMPA	Super Dead	1				1			
SC_TAMPA_1	Live								
SC_TAMPA_2	Live								
SOLO_SAT_PAR_Ka	Other								
SC_PAR_2	Live								
SC_PAR_2A									
SC_PAR_3	Live		1,5	1	1,5		1,5	0,7	1,05
ENCH_FUNDO	Super Dead	1				1			
SOLO_SUB_PAR_K0	Other	1,35				1,35			
AGUA_FUNDO	Live								
AGUA_PAR_INT	Live								
AGUA_PAR_EXT	Live		1,2	1	1,2		1,2	1	1,2
SUBPRESSAO	Live		1,2	1	1,2		1,2	1	1,2

12. SISTEMA DE UNIDADES

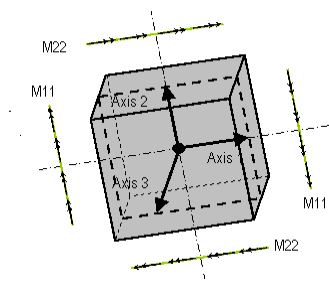
Foi adotado o Sistema o Sistema Internacional de Unidades (SI), tendo como unidades básicas:

- Forças: kN (quilnewton).
- Momentos: kN.m (quilnewton.metro).

- Comprimento: m (metro).

13. SISTEMA DE COORDENADAS

O sistema de coordenadas globais do modelo estrutural são os eixos GLOBAIS X, Y e Z nas direções transversal, longitudinal e vertical, respectivamente, e o local 1, 2 e 3.



M11 → momento na direção X
F11 → (+) esforço axial na direção X de tração
F11 → (-) esforço axial na direção X de compressão
M22 → momento na direção Y
F22 → (+) esforço axial na direção Y de tração
F22 → (-) esforço axial na direção Y de compressão

14. ESFORÇOS ATUANTES E DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO COMPOSTA

14.1. POÇO DE CHEGADA

- Esforços na Laje Superior (h=15)

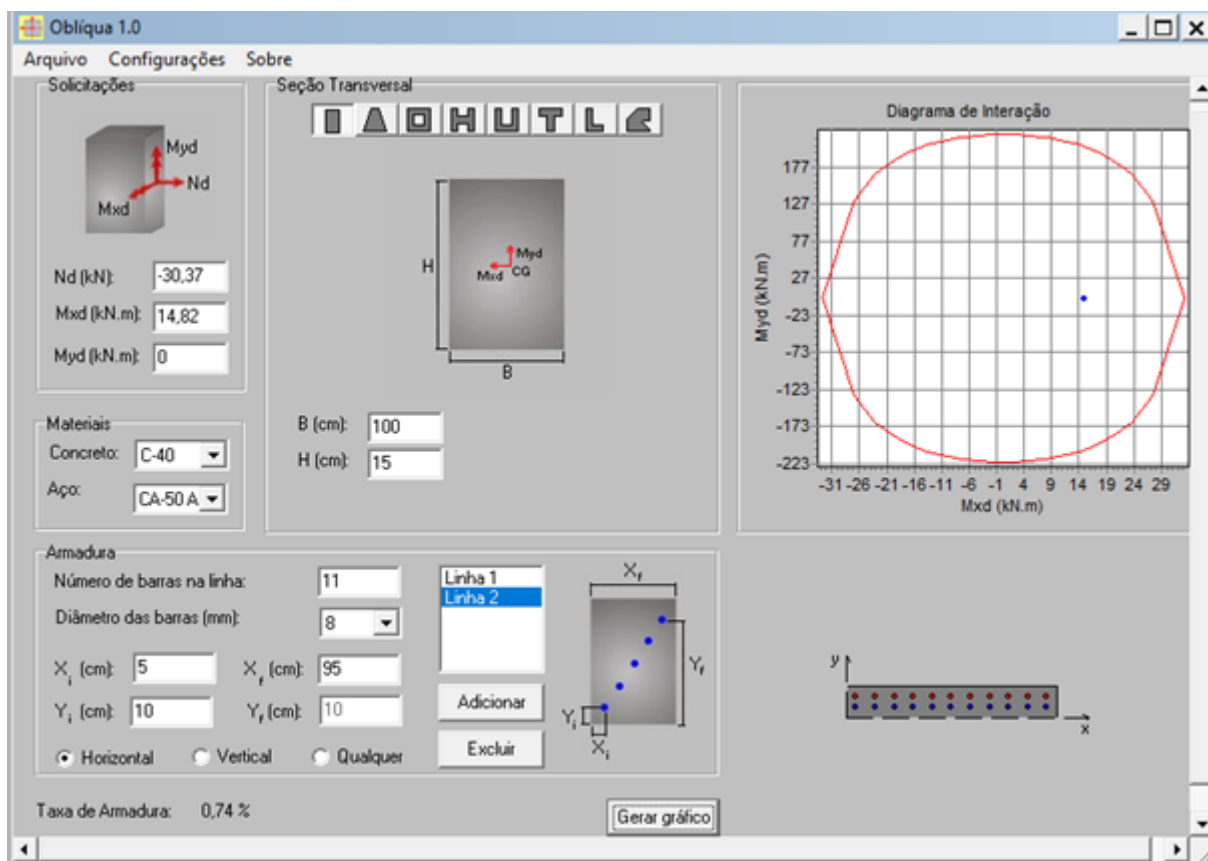
LAJE SUPERIOR				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB1 ELU	-30,37		14,82	
COMB3 ELU	-3,98		-4,96	
COMB3 ELU		-30,37		14,82
COMB3 ELU		-3,98		-4,96

- Direções x e y:

$$A_{smin} = 0,179 \times 15 = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado → ϕ 8 mm c.10

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):



- Esforços na Laje Inferior(h=20)

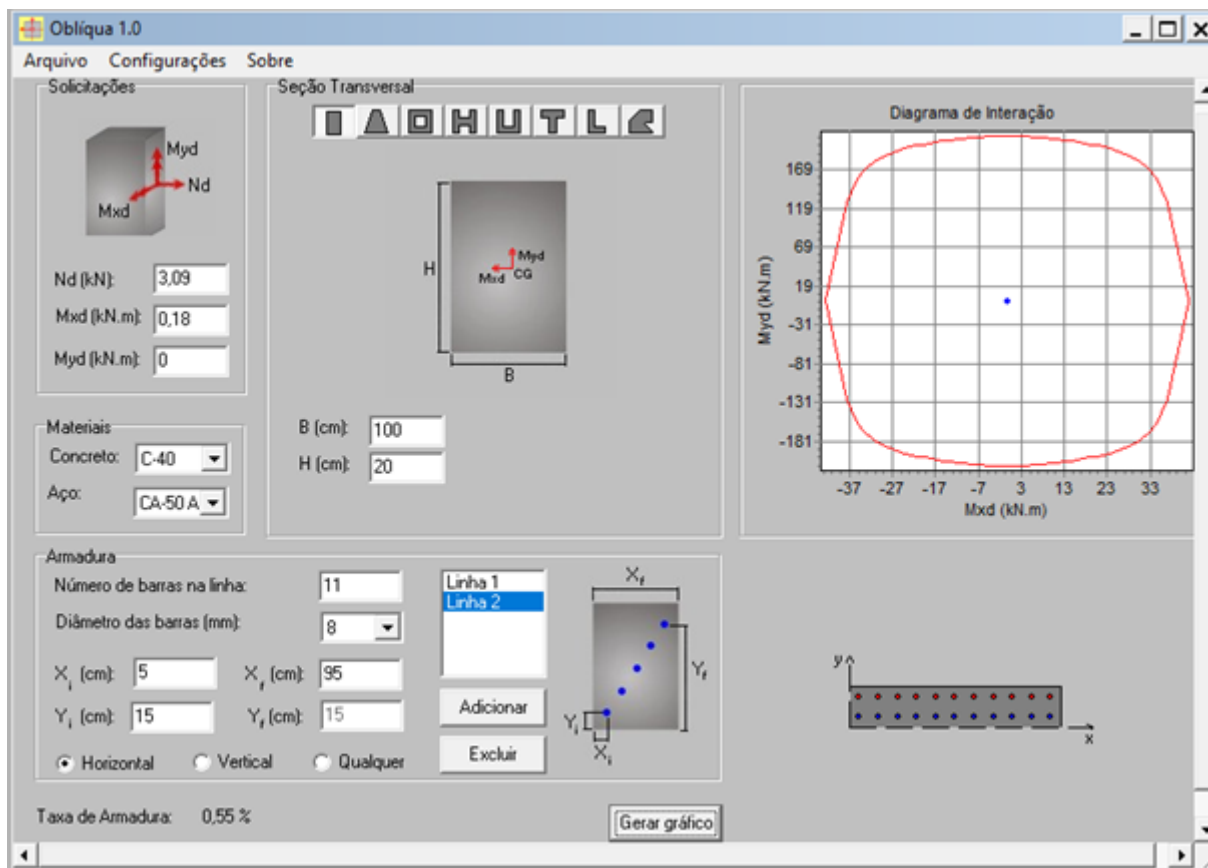
LAJE INFERIOR				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB3 ELU	0,00		2,67	
COMB3 ELU	-0,54		-4,05	
COMB3 ELU	3,09		0,17	
COMB3 ELU		0,00		2,75
COMB3 ELU		-0,54		-4,16
COMB3 ELU		3,09		0,18

- Direções x e y:

$$As_{mín} = 0,179 \times 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 8 \text{ mm c.10}$

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):



- Esforços na parede(h=13)

PAREDE				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB3 ELU	0,00		0,59	
COMB3 ELU	-162,24		-0,75	
COMB1 ELU	83,84		0,08	
COMB1 ELU		-30,34		0,85
COMB1 ELU		-39,82		-0,26
COMB3 ELU		17,60		-0,39

- Direção x

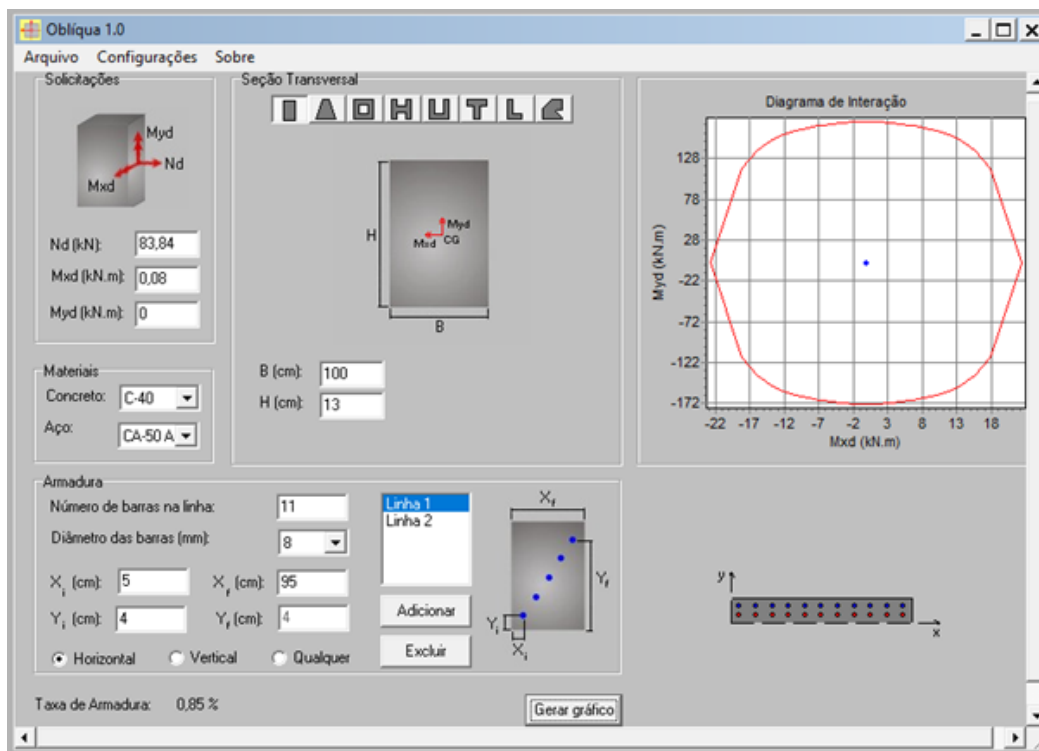
$$As_{mín} = 0,179 \times 13 = 2,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 8 \text{ mm c.12,5}$

- Direção y /Direção y

$$As_{mín} = 0,179 \times 13 = 2,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 8,0 \text{ mm c.12,5}$



14.2. POÇO DE GRADEAMENTO

- Esforços na Laje Superior(h=15)

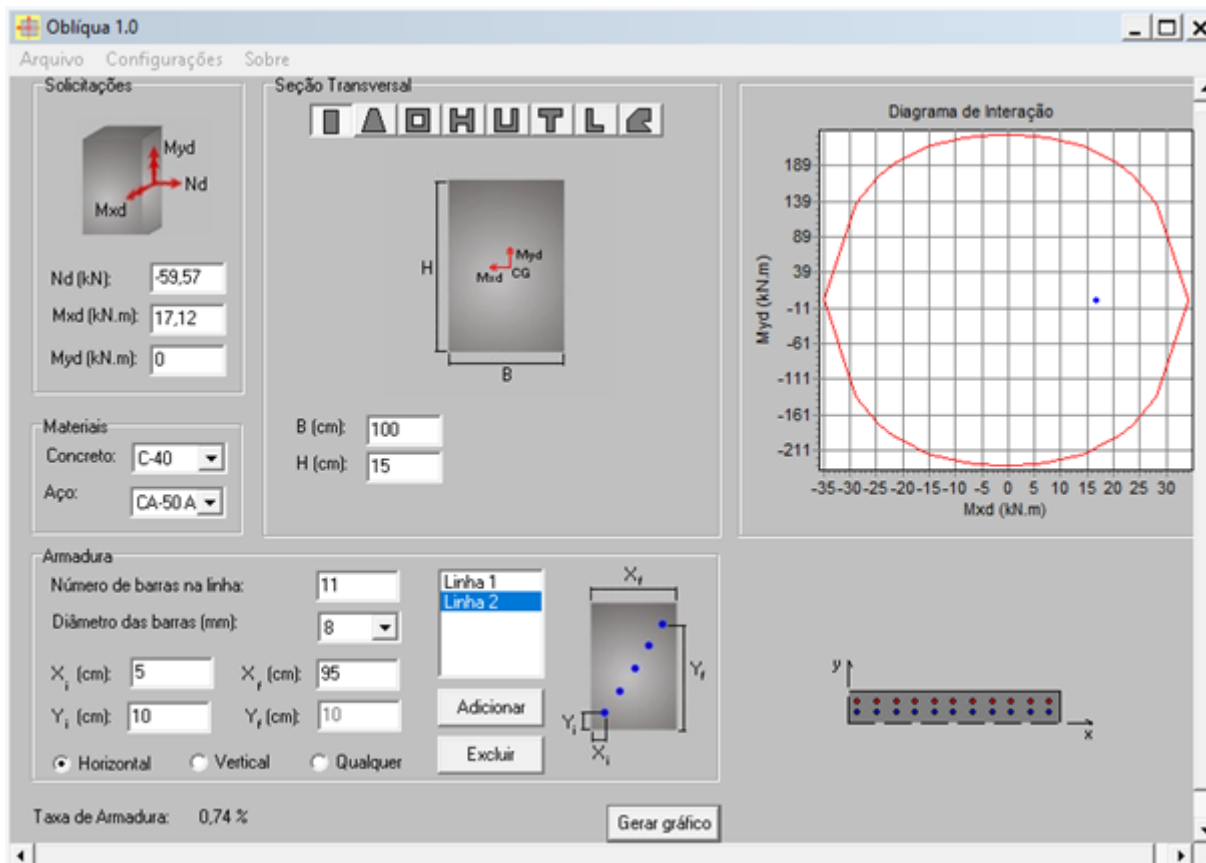
LAJE SUPERIOR				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB1 ELU	-59,57		17,12	
COMB3 ELU	-36,94		-9,47	
COMB3 ELU		-7,91		20,22
COMB1 ELU		-28,88		-7,96
COMB3 ELU		9,77		-0,81

- Direções x e y:

$$As_{min} = 0,179 \times 15 = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 8 \text{ mm c.10}$

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):



- Esforços na parede(h=13)

PAREDE				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB3 ELU	-23,36		1,21	
COMB3 ELU	59,11		-0,77	
COMB3 ELU		-146,89		1,60
COMB1 ELU		-19,60		-4,16

Direção x

$$A_{s\min} = 0,179 \times 13 = 2,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

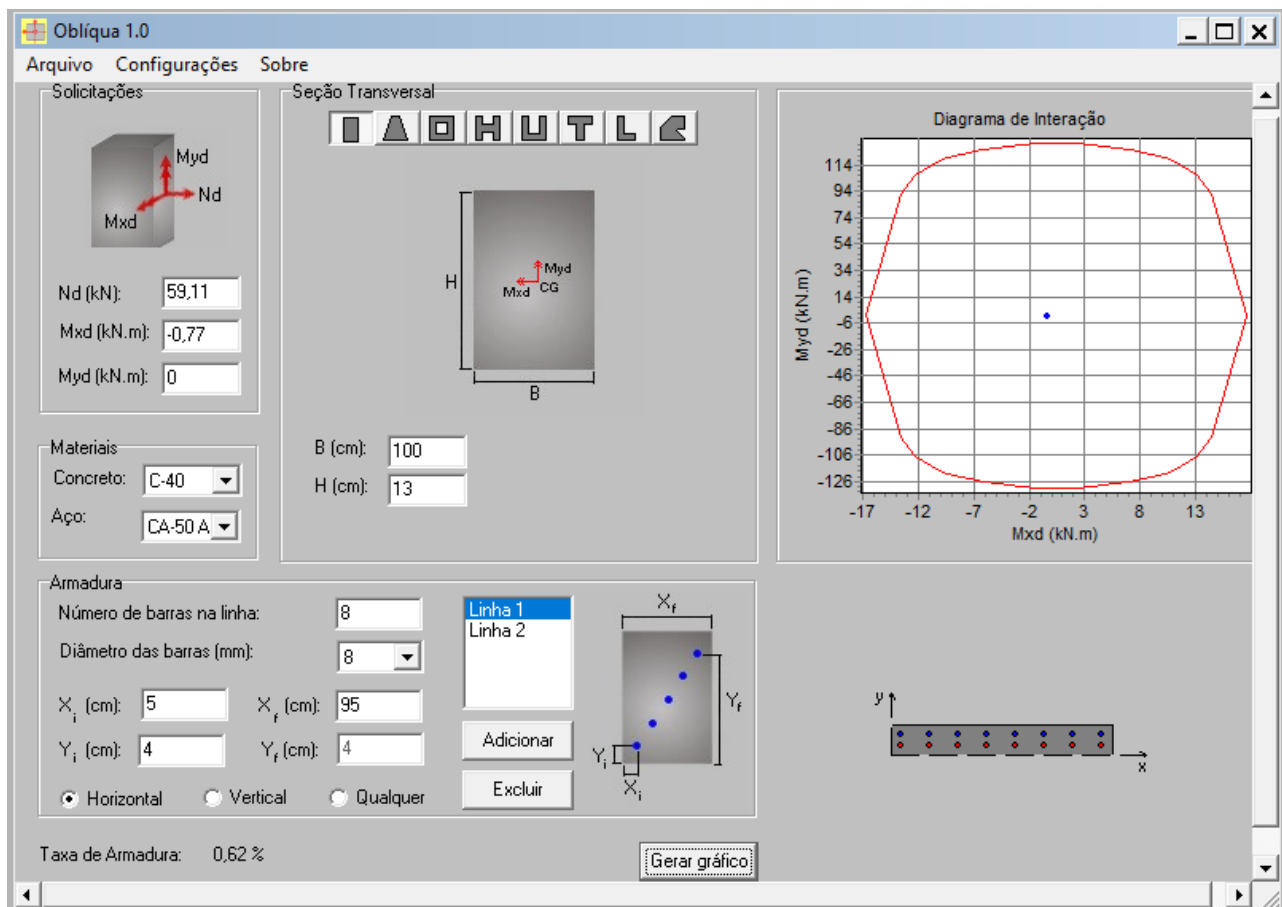
As adotado $\rightarrow \phi 8 \text{ mm c.12,5}$

- Direção y

$$A_{s\min} = 0,179 \times 13 = 2,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 8,0 \text{ mm c.12,5}$

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):



- Esforços na Laje Inferior(h=20)

LAJE INFERIOR				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB3 ELU	4,04		11,24	
COMB1 ELU	21,91		-5,51	
COMB3 ELU	9,35		0,46	
COMB1 ELU		-1,71		2,45
COMB1 ELU		-3,68		-4,38
COMB3 ELU		11,11		0,04

- Direções x e y:

$$A_{smin} = 0,179 \times 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 8 \text{ mm c.10}$

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):

14.3. POÇO DE SEDIMENTAÇÃO DO LODO

- Esforços na Laje Superior(h=15)

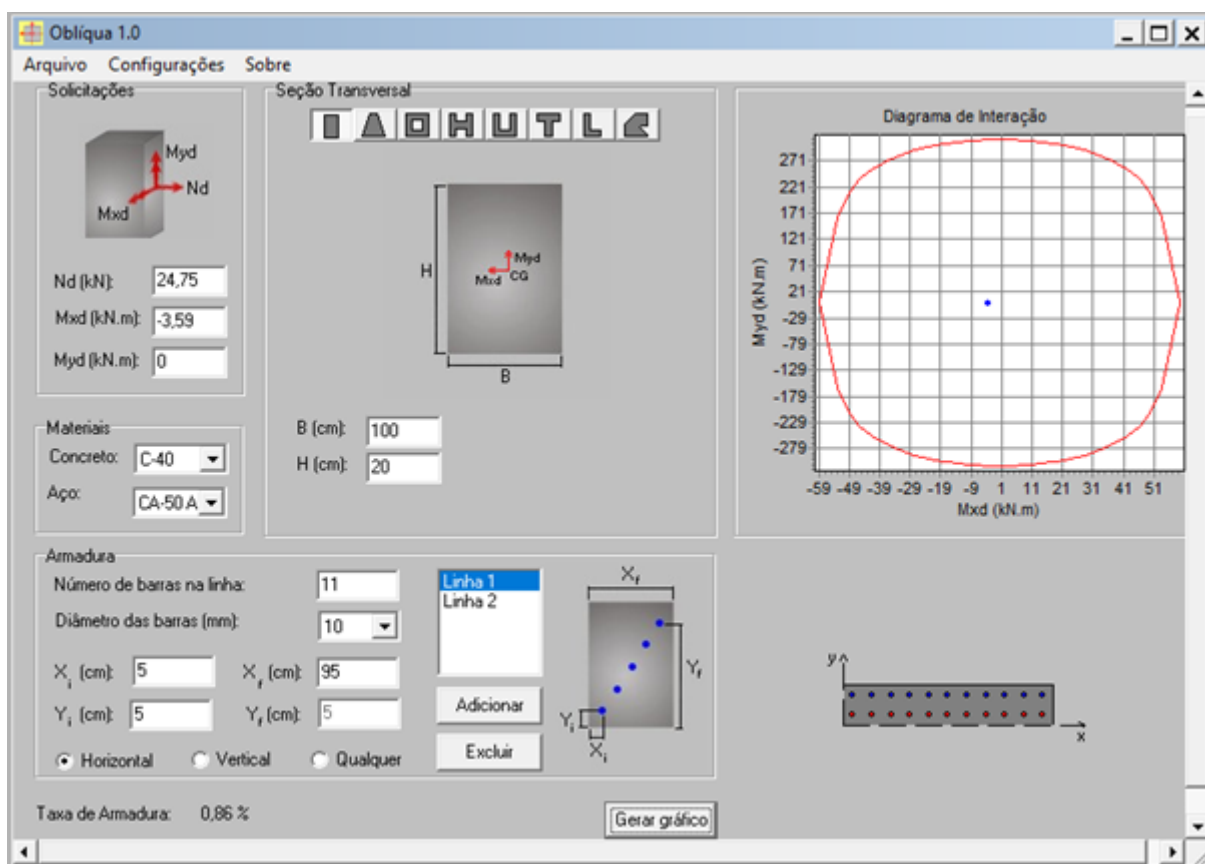
LAJE SUPERIOR				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB3 ELU	-30,63		7,61	
COMB3 ELU	24,10		-5,54	
COMB3 ELU	24,75		-3,59	
COMB3 ELU		-9,10		30,09
COMB1 ELU		-33,22		-9,51
COMB3 ELU		14,79		-0,96

- Direções x e y:

$$A_{smin} = 0,179 \times 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 10\text{mm c.10}$

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):



- Esforços na Laje Inferior(h=50)

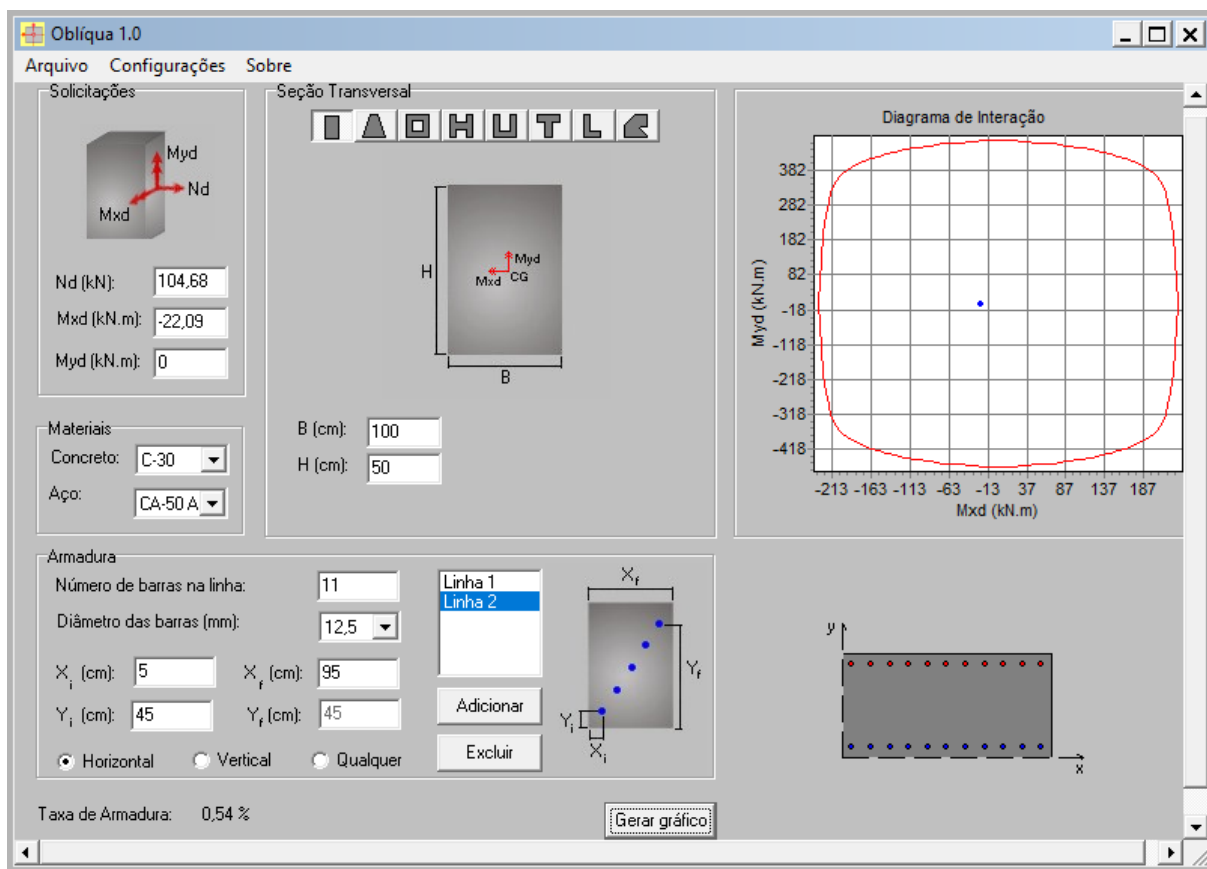
LAJE INFERIOR				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB3 ELU	-29,40		7,92	
COMB1 ELU	-3,61		-4,93	
COMB3 ELU	9,87		0,48	
COMB3 ELU		31,89		12,61
COMB3 ELU		-1,05		-27,09
COMB3 ELU		104,68		-22,09

- Direções x e y:

$$A_{smin} = 0,179 \times 60 = 10,74 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 12,5 \text{ mm c.10}$

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):



- Esforços na parede(h=20)

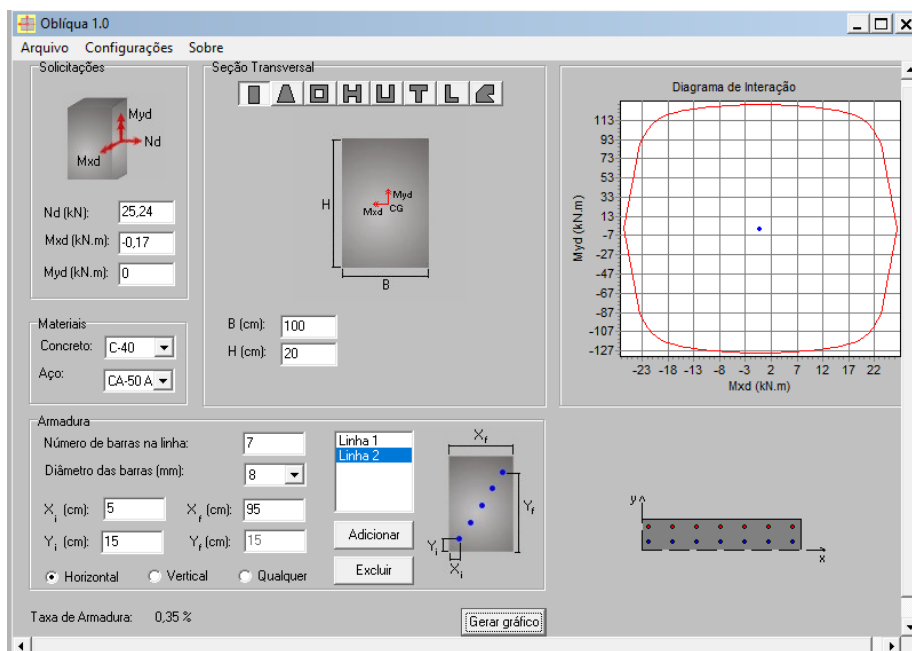
PAREDE				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB3 ELU	-1,83		1,73	
COMB3 ELU	-32,53		-2,03	
COMB3 ELU	25,24		-0,17	
COMB1 ELU		-130,76		1,80
COMB3 ELU		35,21		-2,85
COMB3 ELU		11,91		0,49

- Direção x

$$Asmín = 0,179 \times 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 8 \text{ mm c.15}$

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):

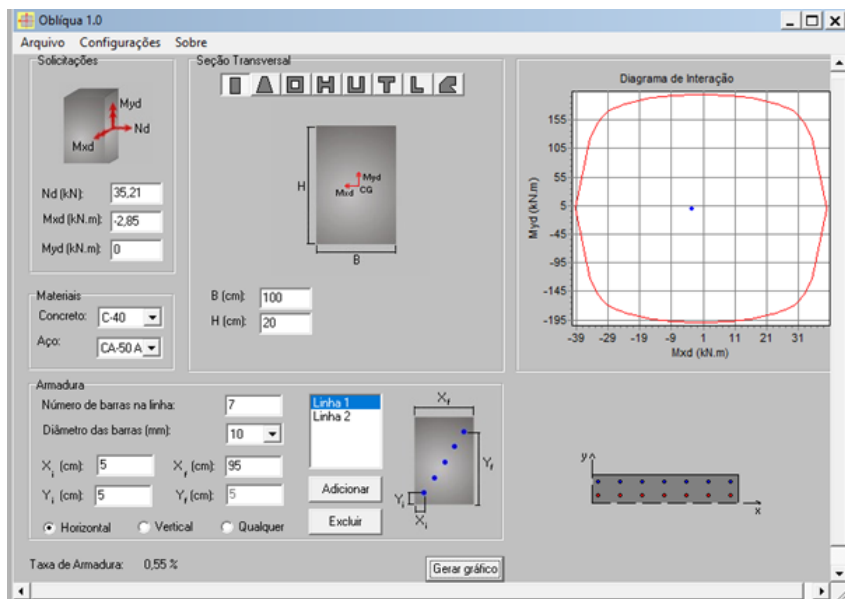


- Direção y

$$Asmín = 0,179 \times 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 10 \text{ mm c.15}$

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):



14.4. POÇO DE MACROMEDIÇÃO

- Esforços na Laje Superior(h=15)

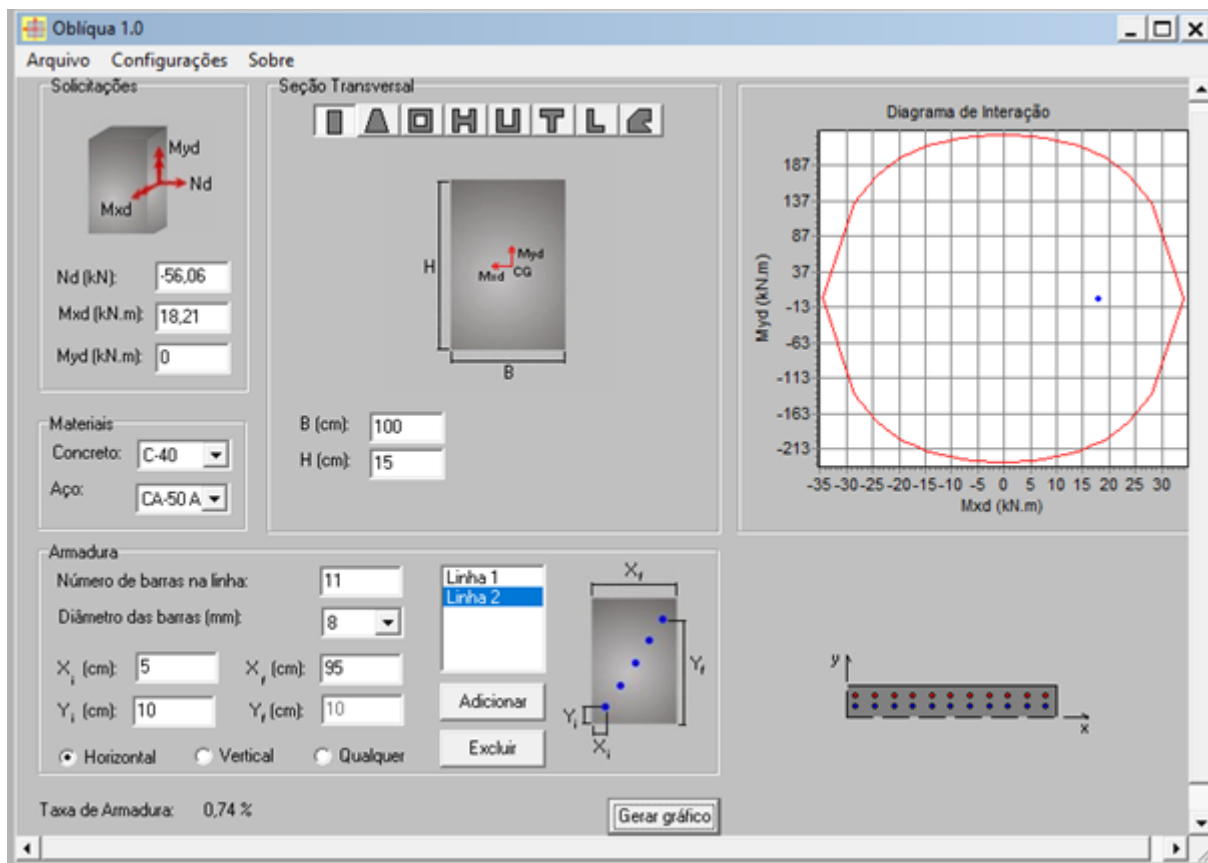
LAJE SUPERIOR				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB3 ELU	-54,32		17,83	
COMB3 ELU	-4,14		-6,88	
COMB3 ELU		-56,06		18,21
COMB3 ELU		-4,27		-7,02

- Direções x e y:

$$A_{smin} = 0,179 \times 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 8\text{mm c.10}$

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):



- Esforços na Laje Inferior(h=20)

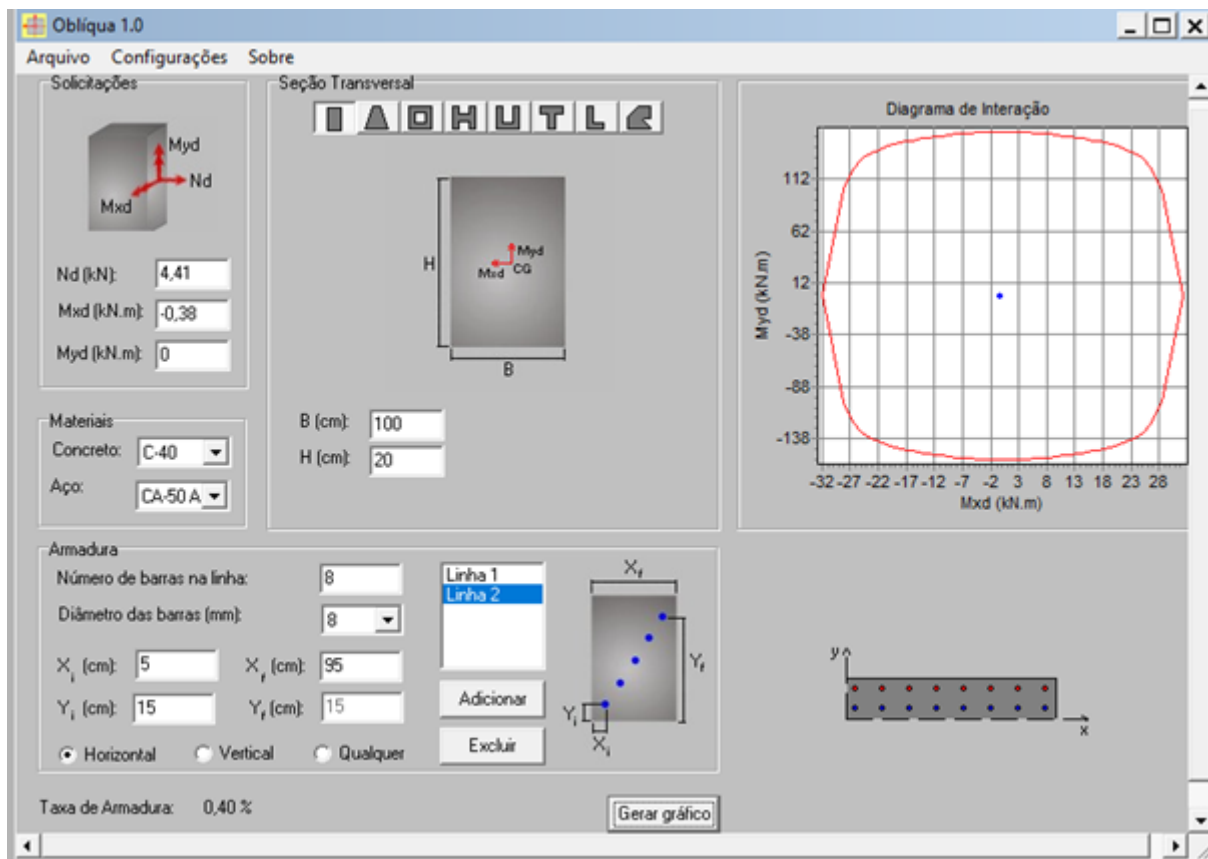
LAJE INFERIOR				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB3 ELU	1,20		4,32	
COMB1 ELU	-3,80		-5,73	
COMB3 ELU	3,76		-1,97	
COMB3 ELU		2,22		1,11
COMB3 ELU		-7,92		-6,06
COMB3 ELU		4,41		-0,38

- Direções x e y:

$$A_{smin} = 0,179 \times 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 8 \text{ mm c.12,5}$

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):



- Esforços na parede(h=10)

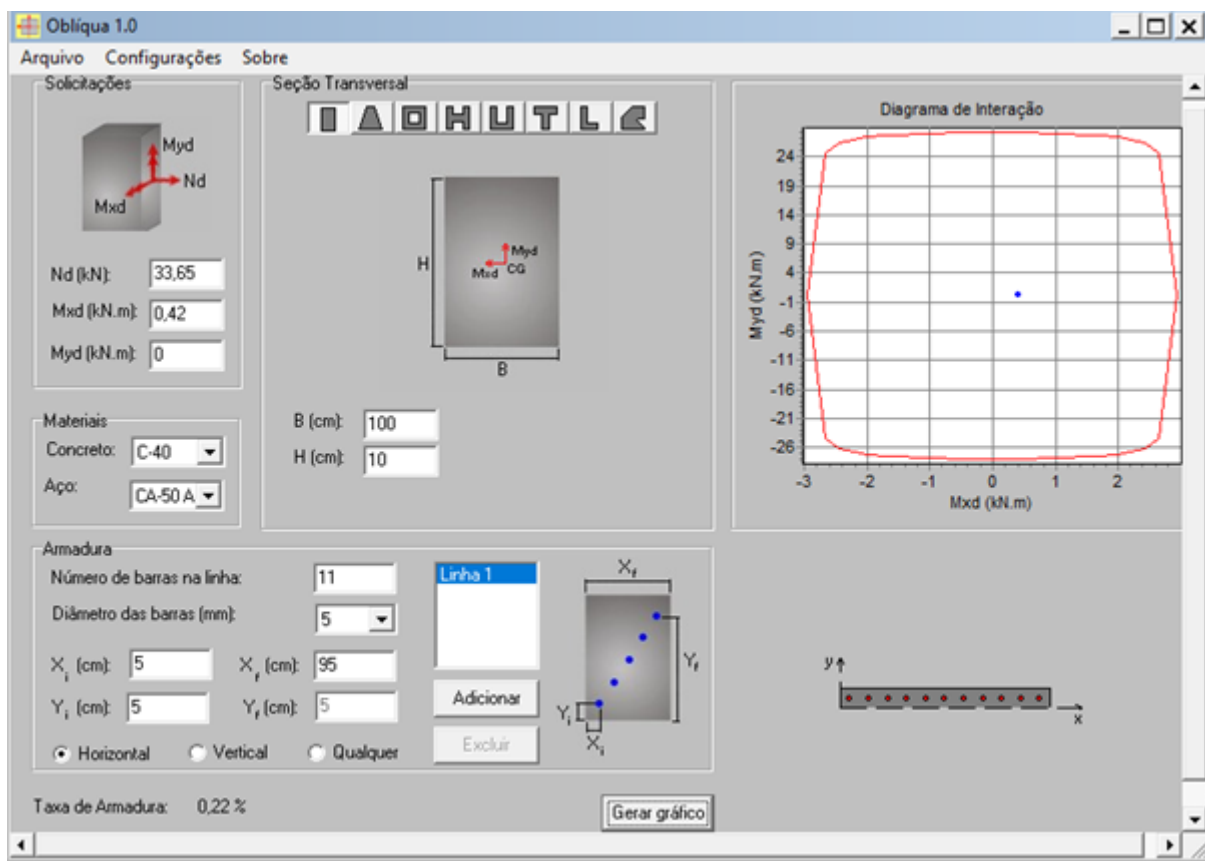
PAREDE				
OutputCase	F11	F22	M11	M22
Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m
COMB3 ELU	-55,01		0,23	
COMB3 ELU	-80,93		0,17	
COMB3 ELU		-45,74		1,06
COMB1 ELU		-60,77		-0,37
COMB3 ELU		33,65		0,42

- Direção x

$$A_{smín} = 0,179 \times 10 = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m}$$

As adotado $\rightarrow \phi 5 \text{ mm c.10}$

Verificação da armadura adotada (Flexão Composta):



- DIMENSIONAMENTO DAS ARMADURAS:**

BLOCO B1

Considerando a intensidade bem baixa da força de ancoragem (0,88 kN) e a força resistente de atrito na base de 1,82 kN, bem maior que a força atuante, entendemos que o solo em torno do bloco não se mobiliza e permanece em equilíbrio no estado de repouso. Nesse caso a intensidade dos esforços atuantes sobre os blocos é bem baixa, e deve ser absorvida pela seção de concreto projetada, considerando a armadura mínima como necessária para dimensionamento.

$As_{mín} = 0,179 \times 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$ (adotado $As = 4,90 \text{ cm}^2/\text{m}$) $\rightarrow \varnothing 8\text{mm c.10}$ (em ambas as faces na parede e na base)

BLOCO B2

- Base:

$As_{mín} = 0,179 \times 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \varnothing 8\text{mm c.10}$

- Pilar: Armadura Longitudinal: $As_{mín} = 0,4 \times 25 \times 42 = 4,20 \text{ cm}^2 \rightarrow 8\varnothing 10\text{mm}$

Armadura Transversal: $\varnothing 6,3\text{mm c.10}$





Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da
Região dos Lagos, do Rio São João e Zona Costeira.
CNPJ nº 03.612.270/0001-41

15. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através das análises e verificações realizadas e descritas nesta memória de cálculo mostram que as unidades da Estação Elevatória de Esgoto do Lote 16- Upa/Concessionárias estão satisfatoriamente dimensionadas e adequadas ao carregamento proposto para a sua utilização.

16. ANEXOS

FURO SP-50

		Rua Dona Teresa Cristina, 1935, Chácara Rio-Petrópolis, Duque de Caxias - RJ Tel: (21) 2676-1643/ (21) 7854-7179 E-mail: mcs@lagos.com.br www.mcs-lagos.com.br																																																																																																																																										
		CLIENTE: NGA Engenharia PROJETO: Sondagem de Simples Reconhecimento - SPT																																																																																																																																										
LOCAL DE EXECUÇÃO: ETE - SÃO PEDRO DA ALDEIA/RJ IDENTIFICAÇÃO DA SONDA/GCM: SP-39 DATA DA PERFURAÇÃO: INÍCIO: 15/02/2018 GONDADOR: MARCELO TERMO: 15/02/2018 Métodos e equipamentos utilizados: ADNT NBR 6496/ ADNT NBR 9083/ ADNT NBR 6202																																																																																																																																												
MÉTODO DE PERFURAÇÃO: Percussão		NÍVEL DE ÁGUA: - INÍCIO (m): 0 CANCELADO (m): 3,45 MATRIZ DO ESTABELECIMENTO: NORMAS TÉCNICAS																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Amostra</th> <th rowspan="2">Avanço da sondagem</th> <th rowspan="2">Profundidade (m)</th> <th rowspan="2">Comp. da amostra</th> <th colspan="2">Ensaio penetrométrico</th> <th rowspan="2">Gráfico de Índice de resistência à penetração (30 cm finais)</th> <th rowspan="2">Profundidade (m)</th> <th rowspan="2">Perfil litológico</th> </tr> <tr> <th>1x2</th> <th>2x3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="9">Resistência à compressão</td> </tr> <tr> <td colspan="9">Número de golpes</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TC</td> <td>0,00 - 1,00</td> <td>1</td> <td>NC</td> <td>NC</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>SP</td> <td>1,00 - 1,45</td> <td>0,05</td> <td>3</td> <td>3</td> <td></td> <td>0,80</td> <td>ATERRIO DE AREIA ARENOSA COM MARRON</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>SP</td> <td>2,00 - 2,45</td> <td>0,05</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>0,50</td> <td>AREIA ARENOSA COM AMARELO</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>SP</td> <td>3,00 - 3,45</td> <td>0,05</td> <td>4</td> <td>4</td> <td></td> <td>1,80</td> <td>AREIA FINEIRA COM PRETA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>SP</td> <td>4,00 - 4,45</td> <td>0,05</td> <td>5</td> <td>7</td> <td></td> <td>2,85</td> <td>AREIA ARENOSA COM AMARELO</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>SP</td> <td>5,00 - 5,45</td> <td>0,05</td> <td>6</td> <td>9</td> <td></td> <td>3,75</td> <td>AREIA PLÁSTICA COM CINZA AMARROZADO</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>SP</td> <td>6,00 - 6,45</td> <td>0,05</td> <td>14</td> <td>22</td> <td></td> <td>5,80</td> <td>ALTERAÇÃO DE AREIA ARENOSA (COMPACTA COM CINZA AMARROZADA)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>SP</td> <td>7,00 - 7,45</td> <td>0,05</td> <td>19</td> <td>28</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>SP</td> <td>8,00 - 8,45</td> <td>0,05</td> <td>18</td> <td>27</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>SP</td> <td>9,00 - 9,45</td> <td>0,05</td> <td>27</td> <td>42</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>SP</td> <td>10,00 - 10,45</td> <td>0,05</td> <td>34</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>SP</td> <td>11,00 - 11,45</td> <td>0,05</td> <td>19</td> <td>31</td> <td></td> <td>11,30</td> <td>LIMITE: NORMAS TÉCNICAS</td> </tr> </tbody> </table>				Amostra	Avanço da sondagem	Profundidade (m)	Comp. da amostra	Ensaio penetrométrico		Gráfico de Índice de resistência à penetração (30 cm finais)	Profundidade (m)	Perfil litológico	1x2	2x3	Resistência à compressão									Número de golpes										TC	0,00 - 1,00	1	NC	NC				1	SP	1,00 - 1,45	0,05	3	3		0,80	ATERRIO DE AREIA ARENOSA COM MARRON	2	SP	2,00 - 2,45	0,05	2	2		0,50	AREIA ARENOSA COM AMARELO	3	SP	3,00 - 3,45	0,05	4	4		1,80	AREIA FINEIRA COM PRETA	4	SP	4,00 - 4,45	0,05	5	7		2,85	AREIA ARENOSA COM AMARELO	5	SP	5,00 - 5,45	0,05	6	9		3,75	AREIA PLÁSTICA COM CINZA AMARROZADO	6	SP	6,00 - 6,45	0,05	14	22		5,80	ALTERAÇÃO DE AREIA ARENOSA (COMPACTA COM CINZA AMARROZADA)	7	SP	7,00 - 7,45	0,05	19	28				8	SP	8,00 - 8,45	0,05	18	27				9	SP	9,00 - 9,45	0,05	27	42				10	SP	10,00 - 10,45	0,05	34	40				11	SP	11,00 - 11,45	0,05	19	31		11,30	LIMITE: NORMAS TÉCNICAS
Amostra	Avanço da sondagem	Profundidade (m)	Comp. da amostra					Ensaio penetrométrico					Gráfico de Índice de resistência à penetração (30 cm finais)	Profundidade (m)	Perfil litológico																																																																																																																													
				1x2	2x3																																																																																																																																							
Resistência à compressão																																																																																																																																												
Número de golpes																																																																																																																																												
	TC	0,00 - 1,00	1	NC	NC																																																																																																																																							
1	SP	1,00 - 1,45	0,05	3	3		0,80	ATERRIO DE AREIA ARENOSA COM MARRON																																																																																																																																				
2	SP	2,00 - 2,45	0,05	2	2		0,50	AREIA ARENOSA COM AMARELO																																																																																																																																				
3	SP	3,00 - 3,45	0,05	4	4		1,80	AREIA FINEIRA COM PRETA																																																																																																																																				
4	SP	4,00 - 4,45	0,05	5	7		2,85	AREIA ARENOSA COM AMARELO																																																																																																																																				
5	SP	5,00 - 5,45	0,05	6	9		3,75	AREIA PLÁSTICA COM CINZA AMARROZADO																																																																																																																																				
6	SP	6,00 - 6,45	0,05	14	22		5,80	ALTERAÇÃO DE AREIA ARENOSA (COMPACTA COM CINZA AMARROZADA)																																																																																																																																				
7	SP	7,00 - 7,45	0,05	19	28																																																																																																																																							
8	SP	8,00 - 8,45	0,05	18	27																																																																																																																																							
9	SP	9,00 - 9,45	0,05	27	42																																																																																																																																							
10	SP	10,00 - 10,45	0,05	34	40																																																																																																																																							
11	SP	11,00 - 11,45	0,05	19	31		11,30	LIMITE: NORMAS TÉCNICAS																																																																																																																																				
CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO ADNT NBR 6404 Moles e Fofa Média e Pouco Compacta Média, Compacta e Rija Compacta e Dura Muito Compacta e Dura																																																																																																																																												
LEGENDA E DADOS TÉCNICOS Ensaio SPT - Peso: 65 kg Altura: 0,75 m. NC - Não calculado PR - Perfuratriz Rotativa - Revestimento NV - Ø 3" TC: troço concha - Ø 4" SP: sondagem à percussão - Revestimento Ø 2½" Avanço do troço: Ø a 1 m Avanço por batida: 33 cm																																																																																																																																												
LAVAGEM POR TEMPO (30 min). <table border="1"> <thead> <tr> <th>TEMPO</th> <th>DE</th> <th>PARA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		TEMPO	DE	PARA	10			10			10			RESPONSABILIDADE TÉCNICA  Valder Sedano Geólogo CREA-RJ: 2008181527 VIBITE NOSSO SITE: www.mcs-lagos.com.br																																																																																																																														
TEMPO	DE	PARA																																																																																																																																										
10																																																																																																																																												
10																																																																																																																																												
10																																																																																																																																												
(L) ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO (N): Gráfico do número de golpes. 