



COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL

**REVITALIZAÇÃO DO RIO PARAIBUNA,
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO DA ETE BARBOSA LAGE E
APOIO TÉCNICO**

**PROJETO EXECUTIVO DE AMPLIAÇÃO DA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA WALFRIDO
MACHADO MENDONÇA (ETA CDI)**

**VOLUME II
PROJETO ESTRUTURAL**

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - TOMO 01/03

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.

Maio - 2008



SA-PR066/07-RE-11-001-B



**CESAMA - COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL
MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA**

**REVITALIZAÇÃO DO RIO PARAIBUNA,
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO DA ETE BARBOSA LAGE
E APOIO TÉCNICO**

**PROJETO EXECUTIVO DE AMPLIAÇÃO DA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA WALFRIDO
MACHADO MENDONÇA (ETA CDI)**

VOLUME II

PROJETO ESTRUTURAL

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - TOMO 01/03

**ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.
Belo Horizonte, maio de 2008**

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	4
2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO.....	6
3. INTRODUÇÃO	9
4. MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO	13
4.1. Decantadores	13
4.1.1. Viga canaleta - (30x65) cm	13
4.1.2. Viga V1=V2=V3=V4 - (40x70) cm	13
4.1.3. Pilares P1, P2, P3 e P4 - (30x30) cm	13
4.2. Calha Parshall.....	13
4.2.1. Lajes de fundo	13
4.2.2. Paredes	15
4.2.3. Laje em balanço	16
4.3. Casa de Química.....	16
4.3.1. Laje de piso	16
4.3.2. Lajes de cobertura	17
4.3.3. Pilares (20x20) cm	18
4.3.4. Parede tanque	18
4.4. Filtros	18
4.4.1. Laje fundo	18
4.4.2. Paredes	19
4.4.3. Laje passarela	19
4.4.4. Laje balanço	19
4.4.5. Canaleta.....	20
4.4.6. Laje fundo falso (apoiada em pilares)	20
4.4.7. Canal de interligação	20
4.5. Flocluladores	21
4.5.1. Paredes	21
4.5.2. Lajes da passarela.....	22
4.5.3. Laje em balanço	22
4.5.4. Tensão no terreno	22

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

A ENGESOLO ENGENHARIA LTDA., visando atender ao escopo do Contrato de Prestação de Serviços Nº 085/2007, celebrado com a CESAMA - Companhia de Saneamento Municipal em 17 de maio de 2007, apresenta o “Projeto Estrutural da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI”, integrante do Sistema de Abastecimento Espírito Santo, no Município de Juiz de Fora / Minas Gerais.

Desta forma, o presente relatório integra o referido “Projeto Executivo de Ampliação da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI”, constituindo-se em uma parte de seu Produto Final, assim estruturado em termos de encadernação em volumes:

- ✓ “Projeto Executivo de Ampliação da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI” - Volume I - Projeto Hidráulico e de Processo;
- ✓ “Projeto Executivo de Ampliação da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI” - Volume II - Projeto Estrutural;
- ✓ “Projeto Executivo de Ampliação da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI” - Volume III - Projeto Elétrico;
- ✓ “Projeto Executivo de Ampliação da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI” - Volume IV - Orçamento e Relação dos Serviços e Quantitativos;
- ✓ “Projeto Executivo de Ampliação da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI” - Volume V - Especificações Técnicas.

Neste caso, o volume correspondente ao “Projeto Estrutural da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI”, devido à quantidade de trabalho que foi realizado para compô-lo, foi subdividido em tomos e assim estruturado, em termos de encadernação em volumes:

- ✓ Volume II - Projeto Estrutural da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI - Memorial Descritivo e de Cálculo - Tomo 01/03
Documento nº SA-PR066/07-RE-11-001;
- ✓ Volume II - Projeto Estrutural da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI - Desenhos - Tomo 02/03
Documento nº SA-PR066/07-RE-11-002.

- ✓ Volume II - Projeto Estrutural da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça
- ETA CDI - Desenhos - Tomo 03/03

Documento nº SA-PR066/07-RE-11-003.

2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO



SA-PR066/07-RE-11-001-B

3. INTRODUÇÃO

3. INTRODUÇÃO

O cerne deste documento consiste em apresentar o memorial descritivo e de cálculo do “Projeto Estrutural da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI”, de responsabilidade da CESAMA, localizada no Município de Juiz de Fora / Minas Gerais. O relatório apresenta a proposta de ampliação das unidades da Estação de Tratamento de Água - ETA CDI, de forma a alcançar uma Capacidade Nominal Instalada de 1.500 L/s (hum mil e quinhentos litros por segundo).

A ETA CDI é parte integrante do Sistema Espírito Santo, captando água no ribeirão de mesmo nome. A estação foi dimensionada para tratar 500 L/s (quinhentos litros por segundo) e atualmente está operando acima de sua capacidade máxima instalada, de maneira a atender uma demanda de 650 L/s (seiscentos e cinquenta litros por segundo).



Figura 3.1 - Vista Aérea da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado de Mendonça - ETA CDI

A estação de tratamento de água em análise é do tipo clássica, sendo uma construção típica da década de 70. Não obstante às reformas recentes, ela é dotada de medidor Parshall, floculadores mecanizados, decantadores convencionais de formato retangular em planta e filtros rápidos de gravidade, de leito simples de areia. As unidades de tratamento existentes estão arranjadas no terreno conforme a Figura 3.2.

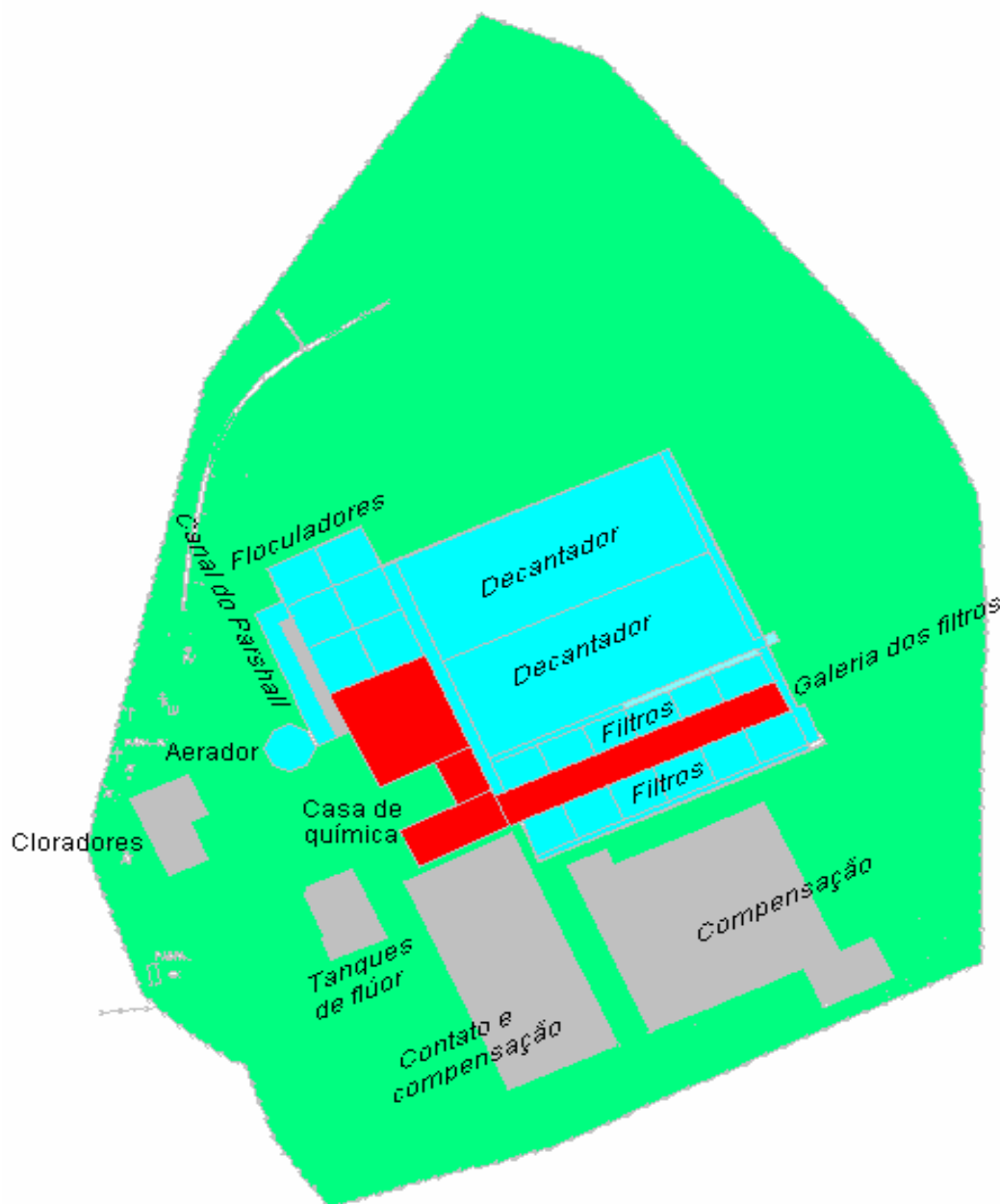


Figura 3.2 - Situação Atual: Disposição das Unidades de Tratamento

Os seguintes documentos e informações forneceram subsídios para o desenvolvimento do “Projeto Executivo de Ampliação da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI”:

- ✓ Cadastro das Unidades de Tratamento da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI - Volume 01/02 - Documento nº SA-PR170/05-RE-13-002;
- ✓ Cadastro das Unidades de Tratamento da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI - Volume 02/02 - Documento nº SA-PR170/05-RE-13-003;
- ✓ Diagnóstico da Situação Atual da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI - Documento nº SA-PR170/05-RE-13-004;
- ✓ Anteprojeto de Ampliação da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI - Documento nº SA-PR170/05-RE-13-005.

Os dois primeiros documentos forneceram o cadastro físico das unidades de tratamento que compõem a atual Estação de Tratamento de Água - ETA CDI, apresentando todos os elementos necessários para avaliação da capacidade instalada das unidades de tratamento. O terceiro documento apresentou a análise da eficiência/capacidade de tratamento pela ETA CDI, bem como a identificação dos problemas de ordem técnica e operacional, de tal forma a subsidiar o elenco de alternativas de intervenção nas unidades de tratamento para alcançar uma Capacidade Nominal Instalada de 1.500 L/s. Por fim, o quarto documento apresentou a proposta de ampliação das unidades de tratamento, de forma a alcançar a referida Capacidade Nominal Instalada.

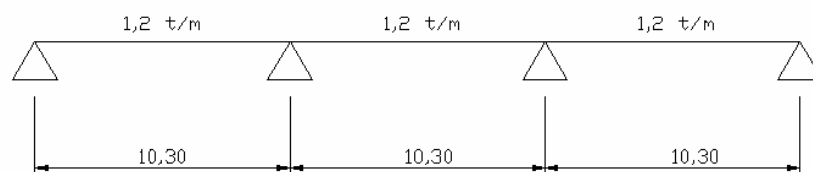
4. MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

4. MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

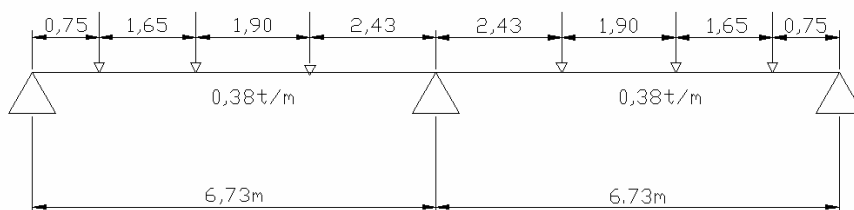
A seguir, é apresentado o memorial descritivo e de cálculo do “Projeto Estrutural da Estação de Tratamento de Água Walfrido Machado Mendonça - ETA CDI”.

4.1. DECANTADORES

4.1.1. Viga canaleta - (30x65) cm



4.1.2. Viga V1=V2=V3=V4 - (40x70) cm



4.1.3. Pilares P1, P2, P3 e P4 - (30x30) cm

$$N = 65 \text{ t}$$

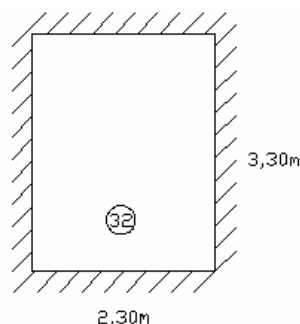
$$A_s \sim 8 \text{ } \varnothing 10,0 \text{ mm};$$

$$L = 2,50 \text{ m}$$

$$\text{Estribo: } \varnothing 6,3 \text{ c/12.}$$

4.2. CALHA PARSHALL

4.2.1. Lajes de fundo



$$\text{Paredes} = \frac{45000}{2,3 \times 3,3} \sim 600 \text{ Kg/m}^2$$

$$M_a = 1022 \text{ Kg x m/m} \sim \varnothing 8,0 \text{ c/20 (FISS.)}$$

$$M_b = 360 \text{ Kg} \times \text{m/m}$$

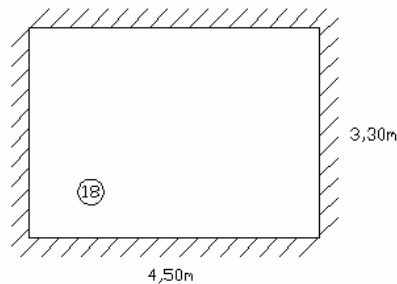
$$X_a = 2350 \text{ Kg} \times \text{m/m} \quad \sim \varnothing 10,0 \text{ c/10 (FISS.)}$$

$$X_b = 1830 \text{ Kg} \times \text{m/m}$$

$$F = \frac{6000}{1200 \times 3,0^3} \times 2,3 \times 2,1$$

$$f = 0,10 \text{ m}$$

$$f_{\infty} = 0,30 \text{ cm}$$



$$\text{Paredes} = \frac{23400}{3,3 \times 4,5} \sim 1600 \text{ Kg/m}^2$$

$$M_a = 540 \text{ Kg} \times \text{m/m}$$

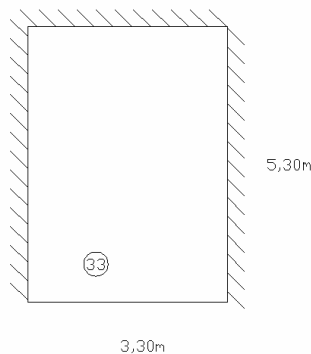
$$M_b = 235 \text{ Kg} \times \text{m/m}$$

$$X_a = 1260 \text{ Kg} \times \text{m/m}$$

$$X_b = 1050 \text{ Kg} \times \text{m/m}$$

$$\text{Negativos} \sim \varnothing 10,0 \text{ c/10 (FISS.)}$$

$$\text{Positivos} \sim \varnothing 8,0 \text{ c/20 (FISS.)}$$



$$\text{Paredes} = \frac{52000}{3,3 \times 5,3} \sim 3000 \text{ Kg/m}^2$$

$$M_a = 1220 \text{ Kg} \times \text{m/m}$$

$$M_b = 250 \text{ Kg} \times \text{m/m}$$

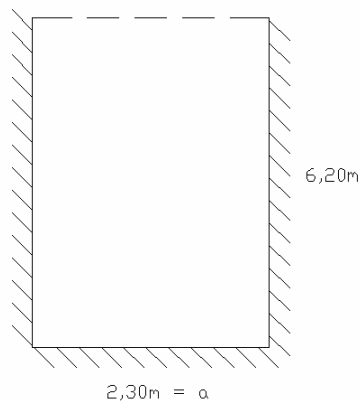
$$X_a = 2640 \text{ Kg} \times \text{m/m}$$

$$X_b = 1900 \text{ Kg x m/m}$$

Negativos ~ Ø 10,0 c/10 (FISS)

Positivos ~ Ø 8,0 c/20 (FISS)

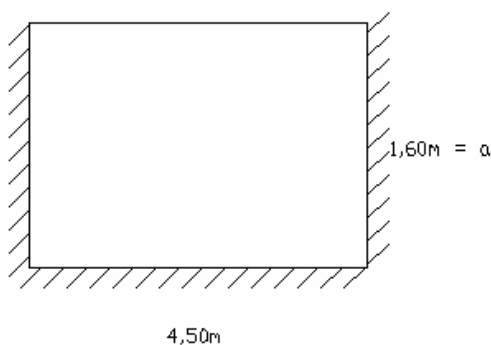
4.2.2. Paredes



$$q = 2500 \text{ Kg/m}^2$$

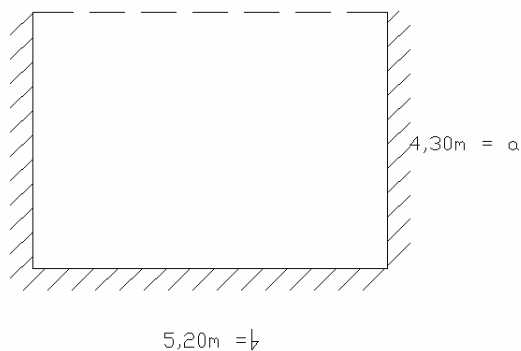
$$X_a = 1100 \text{ Kg x m/m} \sim \text{Ø } 10,0 \text{ c/10 (FISS.)}$$

$$X_b = 550 \text{ Kg x m/m}$$



$$q = 700 \text{ Kg/m}^2$$

$$X_a = 900 \text{ Kg x m/m} \sim \text{As min}$$



$$q = 1700 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ma = 420 \text{ Kg x m/m}$$

$$Mb = 1120 \text{ Kg x m/m}$$

$$Xa = 2600 \text{ Kg x m/m}$$

$$Xb = 2700 \text{ Kg x m/m}$$

Negativos ~ Ø 10,0 c/10 (FISS.)

$$a/b = 0,85$$

Positivos ~ Ø 8,0 c/20 (FISS.)

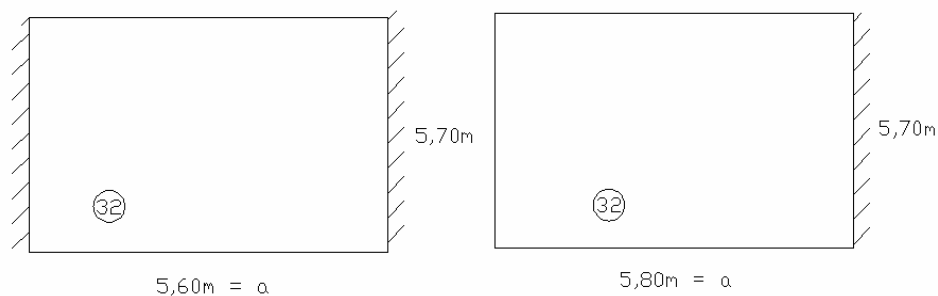
4.2.3. Laje em balanço



$$X = 800 \text{ Kg x m/m} \sim \text{Ø } 6,3 \text{ c/10 (FISS.)}$$

4.3. CASA DE QUÍMICA

4.3.1. Laje de piso



$$\begin{aligned} P.P &= 375 \text{ Kg/m}^2 \\ S.C &= 500 \text{ Kg/m}^2 \\ REV &= 100 \text{ Kg/m}^2 \\ \Sigma &= 975 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P.P &= 375 \text{ Kg / m}^2 \\ S.C &= 500 \text{ Kg / m}^2 \\ REV &= 100 \text{ Kg / m}^2 \\ \Sigma &= 975 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$Ma = 1120 \text{ Kg x m/m} \sim \text{Ø } 8,0 \text{ c/10}$$

$$Mb = 770 \text{ Kg x m/m}$$

$$Xa = 2700 \text{ Kg x m/m} \sim \text{Ø } 10,0 \text{ c/10}$$

$$Ma = 920 \text{ Kg x m/m} \sim \text{Ø } 8,0 \text{ c/10}$$

$$Mb = 550 \text{ Kg x m/m}$$

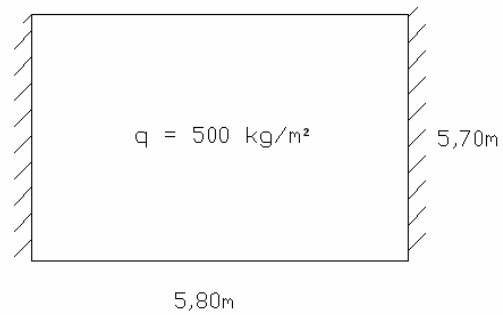
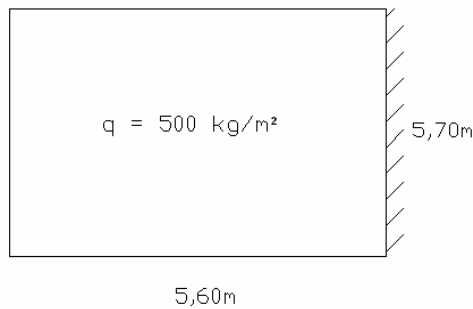
$$Xa = 2240 \text{ Kg x m/m} \sim \text{Ø } 10,0 \text{ c/10}$$

$$f = \frac{975}{1200 \times 15^3} \times 5,6^4 \times 2,8 = 0,67 \text{ cm}$$

$$f = 2,20 \text{ cm}$$

$$f_{\infty} = 1,63 \text{ cm}$$

4.3.2. Lajes de cobertura



$$M_a = 690 \text{ Kg x m/m} \sim \varnothing 6,3 \text{ c/10}$$

$$M_b = 470 \text{ Kg x m/m}$$

$$X_a = 1650 \text{ Kg x m/m} \sim \varnothing 10,0 \text{ c/10}$$

$$M_a = 560 \text{ Kg x m/m} \sim \varnothing 6,3 \text{ c/10}$$

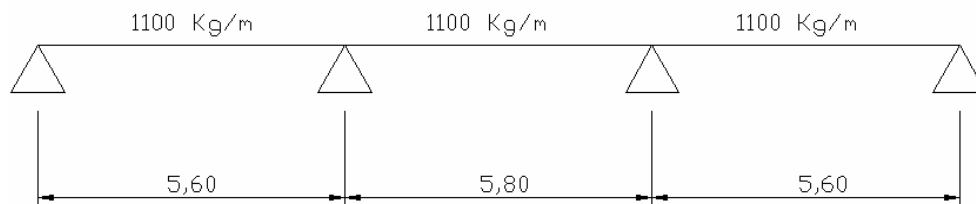
$$M_b = 340 \text{ Kg x m/m}$$

$$X_a = 1370 \text{ Kg x m/m} \sim \varnothing 10,0 \text{ c/10}$$

$$\underline{V1 = V2 (20 \times 50) \text{ cm}}$$

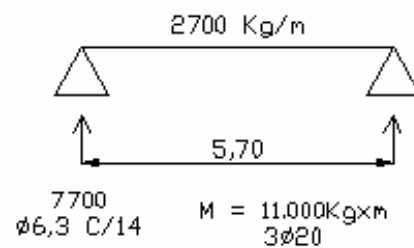
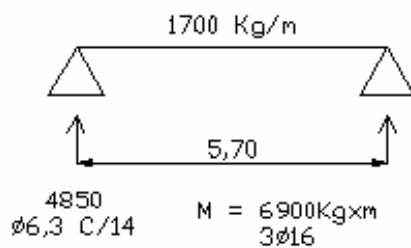
$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

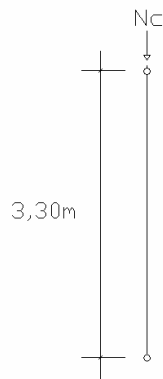
$$d' = 4 \text{ cm}$$



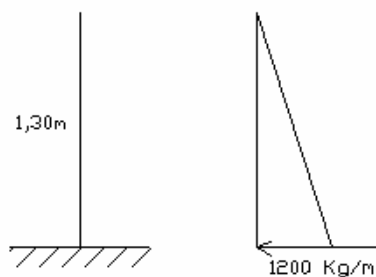
$$\underline{V3 = V6 (20 \times 50) \text{ cm}}$$

$$\underline{V4 = V5 (20 \times 50) \text{ cm}}$$

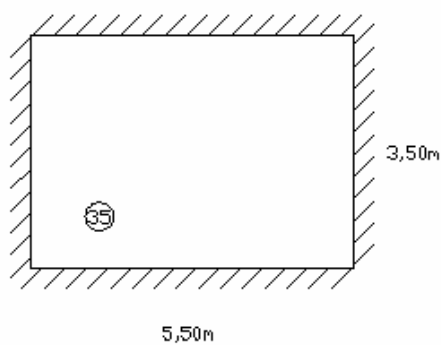


4.3.3. Pilares (20x20) cm

As = 4 Ø10
Estribo ~ Ø 5,0 c/12

4.3.4. Parede tanque

X = 370 Kg x m/m ~ Ø 6,3 c/15

4.4. FILTROS**4.4.1. Laje fundo**

$$a/b = 0,65$$

$$q = 2800 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

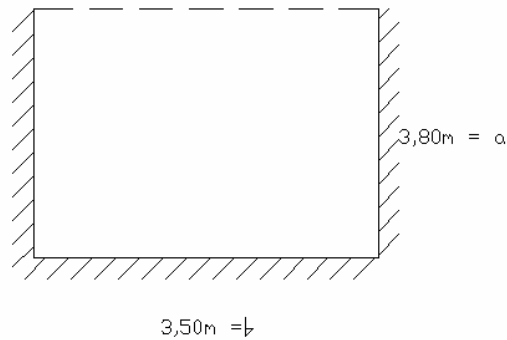
$$M_a = 1230 \text{ Kg} \times \text{m/m} \sim \text{Ø } 10 \text{ c/15}$$

$$M_b = 350 \text{ Kg} \times \text{m/m}$$

$$X_a = 2660 \text{ Kg} \times \text{m/m} \sim \text{Ø } 10 \text{ c/10}$$

$$X_b = 2000 \text{ Kg} \times \text{m/m}$$

4.4.2. Paredes



$$a/b = 1,10$$

$$q = 2000 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$M_a = 2100 \text{ Kg} \times \text{m/m} \sim \varnothing 6,3 \text{ c/15}$$

$$M_b = 750 \text{ Kg} \times \text{m/m} \sim \varnothing 6,3 \text{ c/15}$$

$$X_a = 1370 \text{ Kg} \times \text{m/m} \sim \varnothing 10 \text{ c/10}$$

$$X_b = 1770 \text{ Kg} \times \text{m/m} \sim \varnothing 10 \text{ c/10}$$

4.4.3. Laje passarela



$$X = 1280 \text{ Kg} \times \text{m/m} \sim \varnothing 8,0 \text{ c/15}$$

$$M_b = 720 \text{ Kg} \times \text{m/m} \sim \varnothing 6,3 \text{ c/15}$$

4.4.4. Laje balanço



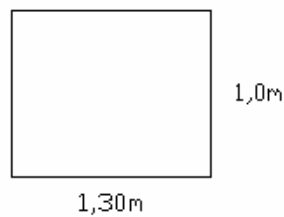
$$X = 550 \text{ Kg} \times \text{m/m} \sim \varnothing 8,0 \text{ c/15}$$

4.4.5. Canaleta



$$M = 1500 \text{ Kg} \times \text{m}$$

4.4.6. Laje fundo falso (apoiada em pilares)



Laje fundo falso



Pilarete (25x25)cm

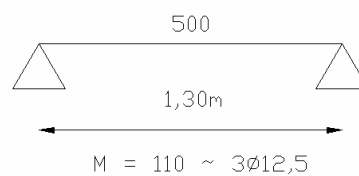
$$M = 120 \text{ Kg} \times \text{m} \sim \varnothing 6,3 \text{ c/15}$$

$$N = 2000 \text{ Kg}$$

$$A_s = 4\varnothing 10$$

$$\varnothing 5,0 \text{ c/12}$$

4.4.6.1. Armação de bordo



4.4.7. Canal de interligação

4.4.7.1. Canal de água filtrada



Laje fundo

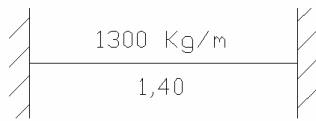


Laje tampa

$$X = 1180 \text{ Kg} \times \text{m} \sim \varnothing 10 \text{ c/1015}$$

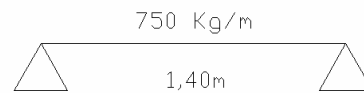
$$M = 1020 \text{ Kg} \times \text{m/m} \sim \varnothing 8,0 \text{ c/15}$$

$$M = 590 \text{ Kg} \times \text{m} \sim \varnothing 8,0 \text{ c/20}$$



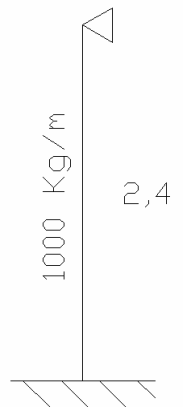
$$X = 212 \text{ Kg x m} \sim \text{Ø } 8 \text{ c/15}$$

$$M = 106 \text{ Kg x m} \sim \text{Ø } 8,0 \text{ c/15}$$



$$M = 190 \text{ Kg x m} \sim \text{Ø } 6,3 \text{ c/15}$$

4.4.7.2. Paredes



$$X = 720 \text{ Kg x m/m} \sim \text{Ø } 8 \text{ c/20}$$

$$M = 410 \text{ Kg x m/m} \sim \text{Ø } 8,0 \text{ c/10}$$

4.5. FLOCULADORES

Tampa - 700 kg/m²

Paredes - 1.100 kg/m²

$$X = 3.420 \text{ kg x m} \sim \text{Ø } 12.5 \text{ c/15}$$

$$M = 1.210 \text{ kg x m} \sim \text{Ø } 10.0 \text{ c/15}$$

4.5.1. Paredes

$$Ma = 1270 \text{ Kg x m/m} \sim \text{Ø } 10.0 \text{ c/15}$$

$$Mb = 430 \text{ Kg x m/m} \sim \text{Ø } 10.0 \text{ c/15}$$

$$Xa = 3.100 \text{ Kg x m/m} \sim \text{Ø } 12.5 \text{ c/15}$$

$$Xb = 2.200 \text{ kg x m/m}$$

4.5.2. Lajes da passarela

$$X = 2.170 \text{ kg x m} \sim 6,3 \text{ cm}^2 - \text{Ø } 10.0 \text{ c/15}$$

$$M1 = 1840 \text{ kg x m} \sim \text{Ø } 10.0 \text{ c/15}$$

$$M2 = 1.100 \text{ kg x m} \sim \text{Ø } 10.0 \text{ c/15}$$

$$V = 3000 \text{ Kg} \sim G_{wd} = 2,0 \text{ kg / cm}^2$$

(Armadura colocada Ø 8.0 c/15)

4.5.3. Laje em balanço

$$X = 140 \text{ kg x m} \sim \text{Ø } 10.0 \text{ c/15}$$

4.5.4. Tensão no terreno

$$\text{Carga do Fundo} - 1800 \text{ kg/m}^2 - G = 0,2 \text{ kg/cm}^2$$