



CONTRATO 094/15
OS N°084

MUNICÍPIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE

**AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA
DE ÁGUA DOCE DO NORTE**

**VOLUME II – PROJETO
ESTRUTURAL**

TOMO A

**MEMORIAL DE CÁLCULO –
ESTRUTURAS DE CONCRETO**

B-013-000-40-4-MC-0001

Cliente:

CESAN
COMPANHIA ESPIRITO SANTENSE DE SANEAMENTO

Codificação ENGESOLO:

SA_PR064_15_RE_11_084_002_A

Codificação CESAN:

B-013-000-40-4-MC-0001

Revisão:

00

Data de Emissão:

FEVEREIRO/19

**SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO E/OU ESTUDOS DE
CONCEPÇÃO E PROJETOS TÉCNICOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA GRANDE VITÓRIA E NO INTERIOR DO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**AS 084 – AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA
DOCE DO NORTE**

VOLUME 2 - PROJETO ESTRUTURAL

TOMO A - MEMORIAL DE CÁLCULO – ESTRUTURAS DE CONCRETO

Emitido por:

Engesolo Engenharia Ltda.

Local:

Vitória-ES

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é parte integrante do Contrato nº. 094/2015, firmado entre a CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento e a Engesolo Engenharia Ltda., referente à prestação de serviços de consultoria para elaboração e/ou estudos de Concepção, Projetos Técnicos, em Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário na Grande Vitória e no Interior do Estado do Espírito Santo.

Os serviços foram desenvolvidos em consonância com a Autorização de Serviço Nº072/094/2015 para Melhoria dos Sistemas de Esgotamento Sanitário empregados nas unidades prisionais no estado do Espírito Santo, nos municípios atendidos pela CESAN: Levantamento das condições atuais de coleta e tratamento de esgoto existentes nas unidades prisionais, com diagnóstico geral e proposta de alternativas para atendimento destas unidades pela CESAN.

O projeto é composto dos seguintes documentos:

VOLUME I – PROJETO HIDRÁULICO

- TOMO A – Premissas, Dados e Parâmetros de Dimensionamento (relatório)
- TOMO B – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas (relatório)
- TOMO C – ETA (desenhos)
- TOMO D – Elevatória de Água Bruta (desenhos)
- TOMO E – Elevatória de Água Tratada - Booster AAT (desenhos)
- TOMO F – Adutora de Água Tratada (desenhos)
- TOMO G – Rede de Distribuição (desenhos)
- TOMO H – Reservatório (desenhos)
- TOMO I – Síntese e Planta Geral

VOLUME II – PROJETO ESTRUTURAL

- TOMO A – Memorial de Cálculo – Estruturas de Concreto (relatório)
- TOMO B – ETA (desenhos)

- TOMO C – Captação (desenhos)
- TOMO D – Adutora Água Tratada (desenhos)
- TOMO E – Elevatória de Água Tratada - Booster AAT (desenhos)
- TOMO F – Reservatório (desenhos)
- TOMO G – Rede de Distribuição (desenhos)

VOLUME III – PROJETO ELÉTRICO

- TOMO A – Relatório Técnico de Premissas, Condições Atuais e Diretrizes (relatório)
- TOMO B – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas. (relatório)
- TOMO C – ETA (desenhos)
- TOMO D – Elevatória de Água Tratada - Booster AAT (desenhos)
- TOMO E – Reservatório (desenhos)
- TOMO F – Booster Vila Augusto (desenhos)

VOLUME IV – ORÇAMENTO

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
1.1.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	7
1.2.	NORMAS APLICÁVEIS.....	7
1.3.	ESTRUTURAS DE CONCRETO INTEGRANTES DO PROJETO	7
2.	CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO	8
2.1.	CRITÉRIO DE PROJETO	8
2.2.	DADOS GERAIS	8
2.3.	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	8
2.4.	CARGAS	9
2.5.	COMBINAÇÕES.....	11
2.6.	SOFTWARES UTILIZADOS NO DIMENSIONAMENTO	12
3.	DIMENSIONAMENTO – CASA DE QUÍMICA	13
3.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	13
3.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	16
3.3.	FUNDAÇÕES.....	30
4.	DIMENSIONAMENTO – TANQUE DE SULFATO.....	43
4.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	43
4.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	44
4.3.	VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO	49
4.4.	ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO.....	53
4.5.	ARMAÇÃO DAS PAREDES.....	56
5.	DIMENSIONAMENTO – SISTEMA DE CLORAÇÃO	58
5.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	58
5.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	59
5.3.	FUNDAÇÕES.....	62
6.	DIMENSIONAMENTO – TANQUE DE CONTATO.....	67
6.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	67
6.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	68
6.3.	VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO	73
6.4.	ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO.....	78
6.5.	ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES.....	79
6.6.	ARMAÇÃO DAS PAREDES.....	81

7.	<i>DIMENSIONAMENTO – COBERTURA METÁLICA DA ETA</i>	84
7.1.	NORMAS APLICÁVEIS.....	84
7.2.	CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO	84
7.3.	DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO	88
7.4.	RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO ELETRÔNICO	89
8.	<i>DIMENSIONAMENTO – BASE DA ETA</i>	92
8.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	92
8.2.	DIMENSIONAMENTO DAS BASES.....	95
8.3.	FUNDAÇÕES DA COBERTURA METÁLICA.....	96
9.	<i>DIMENSIONAMENTO – ADENSADOR.....</i>	106
9.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	106
9.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	108
9.3.	VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO	113
9.4.	ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO	120
9.5.	ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES	122
9.6.	ARMAÇÃO DAS PAREDES.....	123
10.	<i>DIMENSIONAMENTO – ELEVATÓRIA DE LODO</i>	126
10.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	126
10.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	127
10.3.	VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO	130
10.4.	ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO	135
10.5.	ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES	136
10.6.	ARMAÇÃO DAS PAREDES.....	137
11.	<i>DIMENSIONAMENTO – LEITO DE SECAGEM</i>	140
11.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	140
11.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	141
11.3.	VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO	147
11.4.	ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO	151
11.5.	ARMAÇÃO DAS PAREDES.....	154
12.	<i>ANEXOS</i>	218
12.1.	RELAÇÃO DE DESENHOS – VOLUME 2 – TOMO C	218

1. INTRODUÇÃO

Este relatório trata do Memorial Descritivo, de Cálculo e de Especificação Técnica do Projeto Estrutural para Ampliação dos Sistemas de Tratamento de Água Doce do Norte, localizada no município de Água Doce do Norte – ES..

1.1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1.1.1. Projeto Hidráulico

- B-013-000-40-5-XX-0035 a B-013-000-40-5-XX-0083.

1.2. NORMAS APLICÁVEIS

- NBR-6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento.
- NBR-6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- NBR-6122 – Projeto e Execução de Fundações.
- NBR-6123 – Forças devidas ao vento em edificações
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento

1.3. ESTRUTURAS DE CONCRETO INTEGRANTES DO PROJETO

- Casa de química.
- Tanque de sulfato.
- Sala de cloração.
- Tanque de contato.
- Cobertura metálica e base da ETA compacta.
- Armazenamento de hipoclorito
- Adensador.
- Elevatória de lodo.
- Elevatória de clarificado.
- Leito de secagem.
- Elevatória de lodo adensado.
- Estruturas de contenções – Platô da UTR

- Cobertura metálica do leito de secagem.
- Booster.
- Reservatório.
- Caixas.
- Blocos de ancoragem.

2. CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO

2.1. CRITÉRIO DE PROJETO

O dimensionamento das peças estruturais será feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS). O modelo estrutural trata-se de caixas prismáticas aérea, enterradas e/ou semienterradas, com ou sem tampa sendo que serão considerados os esforços devido ao peso próprio, sobrecarga e empuxo interno de água, empuxo externo do solo nas paredes enterradas ou semienterradas.

2.2. DADOS GERAIS

2.2.1. Concreto

- Classe de agressividade= III(forte)
- Abertura máxima das fissuras= 0,3mm
- Dimensões do agregado= 19mm
- f_{ck} = 30 MPa
- Cobrimento de 4,0 cm
- Aço Ca-50

2.3. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

Para determinação dos parâmetros geotécnicos e tipo de fundações, foram realizadas campanhas de sondagem e apresentadas nos documentos Relatório-AS014_Agua_Doce_Norte.pdf. Conforme a locação dos furos de sondagem foram determinados os parâmetros geotécnicos para cada estrutura. Os parâmetros calculados em função no número N_{SPT} para cada local foram a tensão admissível e o coeficiente de recalque vertical, determinados pelas seguintes equações:

$$\sigma_{adm} = \frac{N_{SPT}}{5} = \text{kgf/cm}^2 (\text{Alonso, 1989})$$

$$CRV = N_{SPT} \times 3.000 \text{ (solos argilosos)} [\text{kN/m}^3] (\text{Alonso, 1989})$$

Os parâmetros comuns adotados para todas as estruturas são peso específico ($\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$) e coeficiente de empuxo determinado pela equação abaixo, considerado o ângulo de atrito $\varphi = 30^\circ$:

$$K = tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = tg^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) = 0,333$$

A tabela a seguir apresenta os demais parâmetros adotados no dimensionamento de cada estrutura:

Tabela 1. Parâmetros geotécnicos para cada unidade da ETA e UTR.

Unidade	Nº SPT	NSPT	Tensão Admissível (kgf/cm²)	Coeficiente de Recalque Vertical (kN/m³)
Casa de química	04	5	1,00	15.000,00
Sala de cloração	04	5	1,00	15.000,00
Tanque de sulfato	02	6	1,20	18.000,00
Tanque de contato	02	6	1,20	18.000,00
Base da ETA	04	5	1,00	15.000,00
Adensador	03	6	1,20	18.000,00
Elevatória de lodo	03	6	1,20	18.000,00
Elevatória de clarificado	03	6	1,20	18.000,00
Leito de secagem	03	6	1,20	18.000,00
Estruturas de contenções – UTR	03	6	1,20	18.000,00
Elevatória de lodo adensado	03	6	1,20	18.000,00
Booster	-	8	1,50	24.000,00
Reservatório	-	8	1,50	24.000,00
Caixas	-	8	1,50	24.000,00

2.4. CARGAS

2.4.1. Cargas Permanentes

- Peso próprio gerada eletronicamente pelo programa

2.4.2. Cargas Acidentais

- Sobrecarga = 2,00 kN/m²
- Sobrecarga de equipamentos sobre as lajes = 3,00 kN/m².

2.4.3. Peso específico

- Concreto = 25,00 kN/m³
- Água = 10,00 kN/m³
- Material de enchimento do leito de secagem = 22,00 kN/m²

2.4.4. Carregamento nas lajes de fundo

- Peso da água considerando o pior cenário com a estrutura 100% cheia.

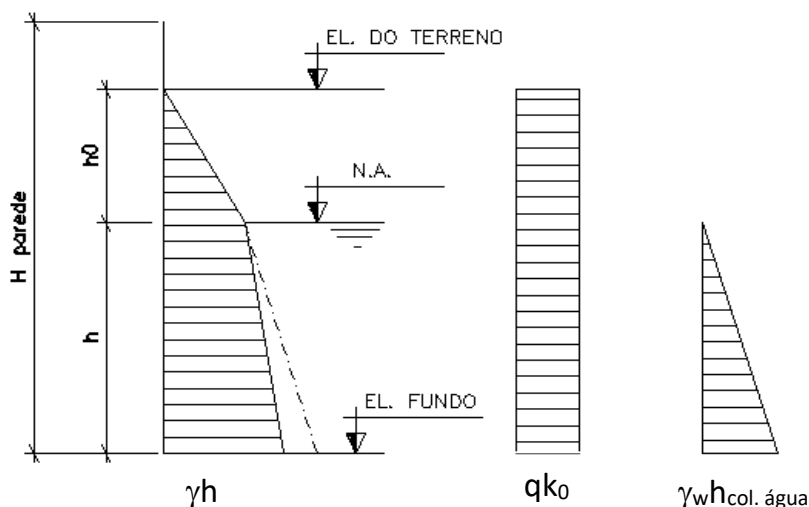
2.4.5. Carregamento nas paredes lado interno

- Considerando a caixa cheia de água temos;

$$P_{\text{agua}} = \gamma_{\text{agua}} \cdot h_{\text{agua}}$$

2.4.6. Carregamento nas paredes lado externo

- Para o trecho aéreo a carga externa será igual a 0.
- Para o trecho enterrado ou semienterrado temos;



A carga q para carga retangular será utilizada nas estruturas sobre efeito de tráfego de veículos, cujo valor será de 25,00 kN/m².

2.5. COMBINAÇÕES

Para o dimensionamento das estruturas foram considerados, de acordo com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os estados limites de utilização (flechas, aberturas de fissuras) e o último (segurança), sempre considerando as questões relativas à durabilidade da estrutura.

As combinações de ações de ações usadas no cálculo foram de acordo com NBR 8691:2003.

Combinações últimas (ELU), que para o edifício em causa são consideradas Normais, “Esgotamento da capacidade resistente para elementos estruturais de concreto armado”, sendo o cálculo das solicitações:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{Gi,k} + \gamma_q \left[F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \Psi_{Oj} F_{Qj,k} \right]$$

De acordo com a tabela 11.3 da NBR 6118:2014

Os valores dos Coeficientes de ponderação das ações (γ_f) no estado-limite último (ELU), foram os utilizados nas tabelas 11.1 e 11.2 da NBR 6118:2014.

Combinações de serviço (ELS)

a) Combinações quase permanentes (CQP)

$$F_d = \sum F_{gi,k} + \sum \psi_{2j} \cdot F_{gj,k}$$

b) Combinações frequentes (CF)

$$F_d = \sum F_{gi,k} + \psi_1 F_{q1k} + \sum \psi_{2j} \cdot F_{gj,k}$$

c) Combinações raras (CR)

$$F_d = \sum F_{gi,k} + F_{q1k} + \sum \psi_1 \cdot F_{gj,k}$$

De acordo com a tabela 11.4 da NBR 6118:2014

Os valores dos Coeficientes de ponderação das ações (γ_f) no estado-limite de serviço (ELS), foram os utilizados na tabela 11.2 da NBR 6118:2014.

A tabela 2 apresenta os coeficientes parciais de segurança utilizados conforme tabela 1 NBR 8681.

Tabela 2 – Coeficientes.

	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente – CP	1,00	1,40	-	-
Sobrecarga – SC	0,00	1,40	1,00	0,80

2.6. SOFTWARES UTILIZADOS NO DIMENSIONAMENTO

- Programa SAP 2000
- Strap 12.5
- Planilhas do Excel

3. DIMENSIONAMENTO – CASA DE QUÍMICA

3.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figuras 3.1 a 3.3) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 3.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.

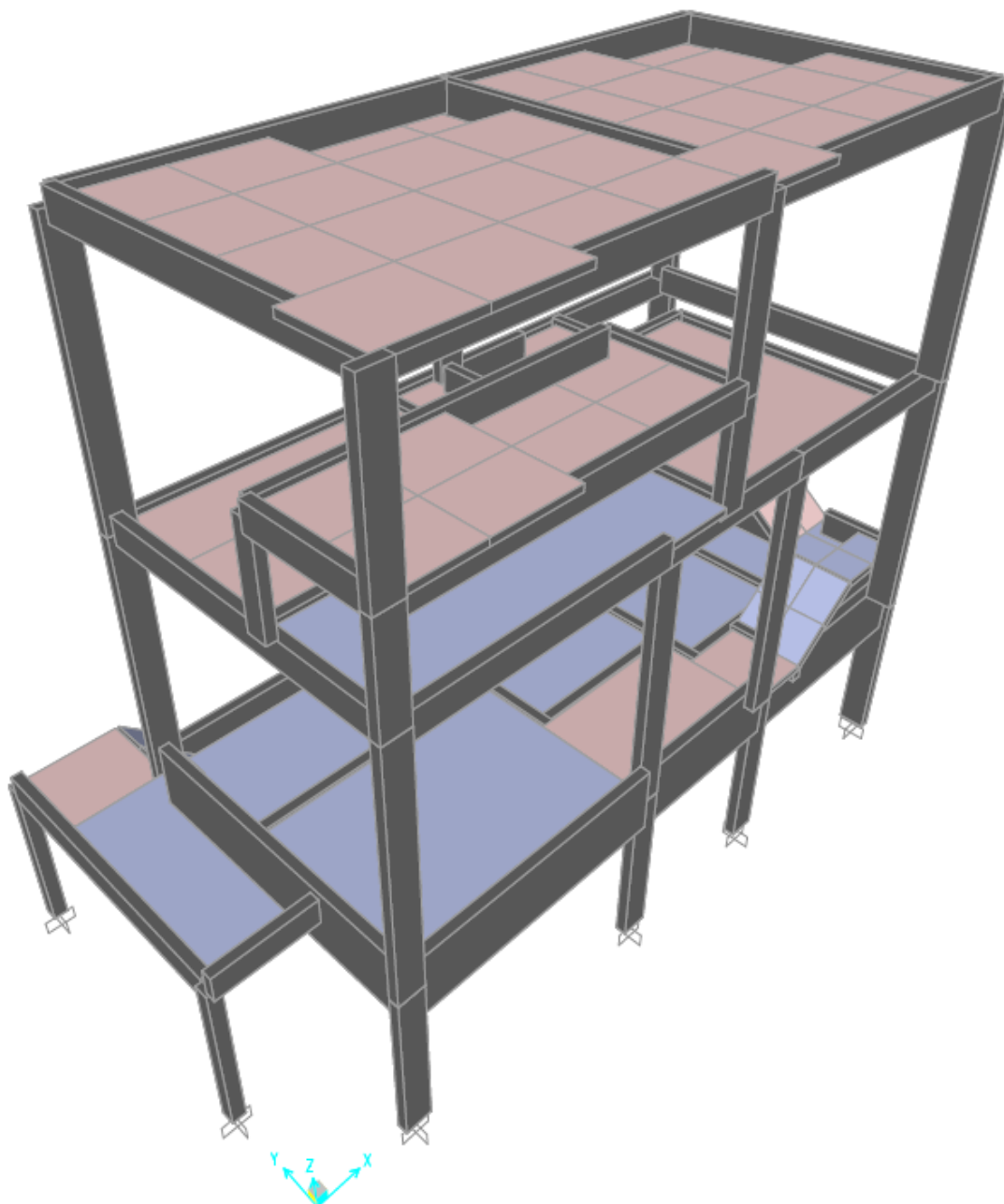


Figura 3.2 – Modelo estrutural 3D vista 2.

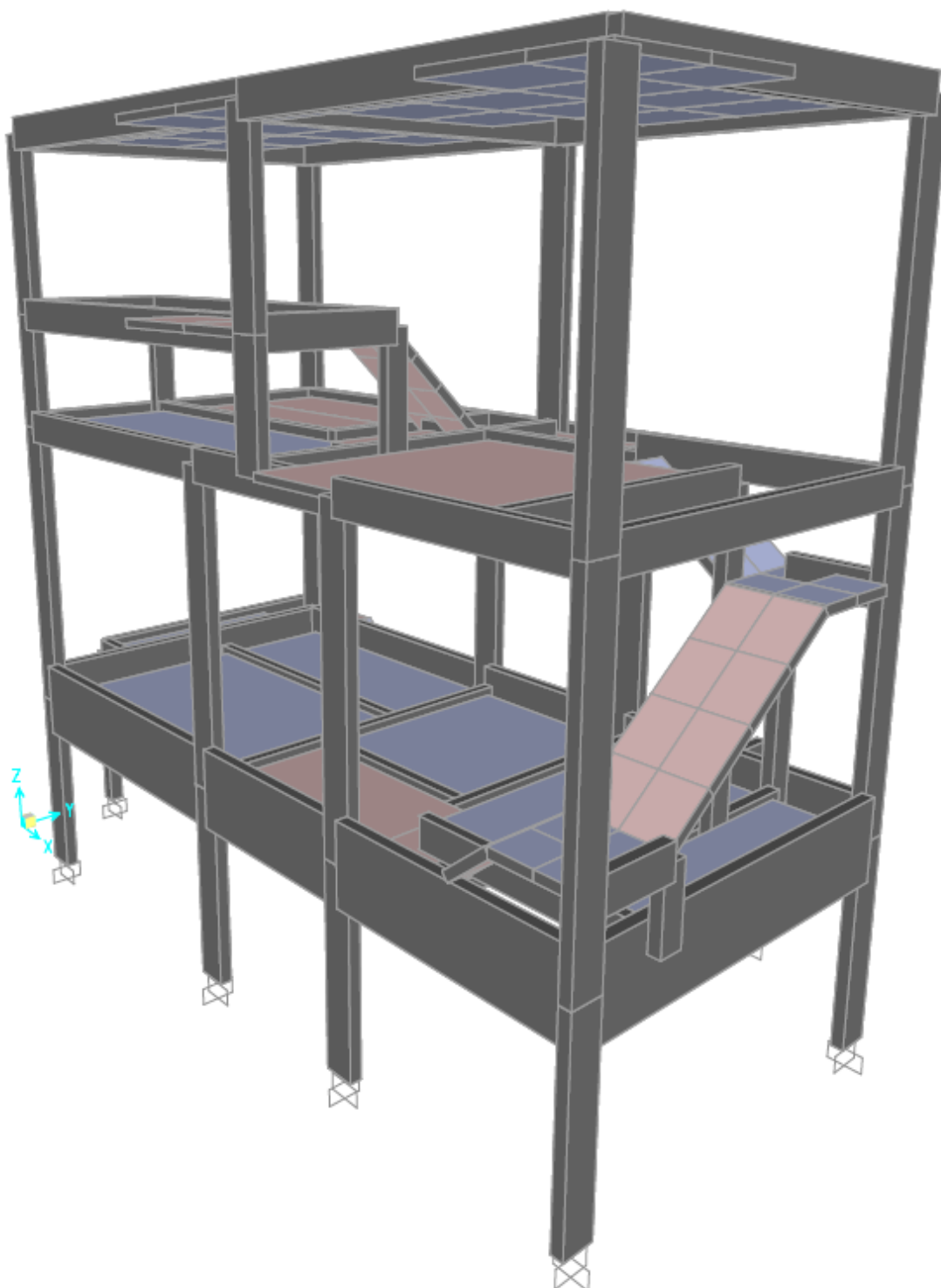
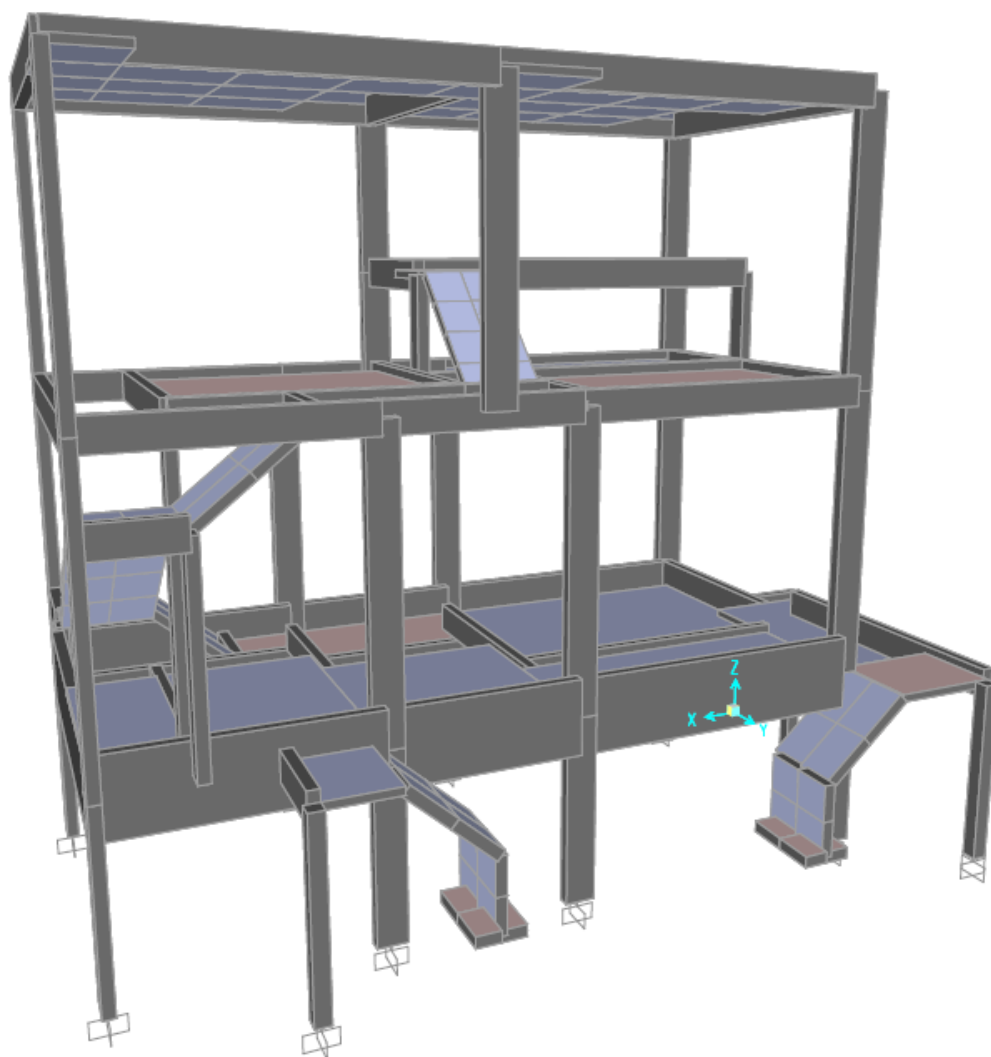


Figura 3.3 – Modelo estrutural 3D vista 3.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
 - Peso próprio
 - Alvenaria
 - Cobertura em telha de fibrocimento
- Sobrecargas (SC)
 - Sobrecarga de laje de piso (SCP)
 - Sobrecarga de laje de cobertura (SCC)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: 1,4CP + 1,4SC

Comb 2: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP

Comb 3: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP + 1,4SCC

3.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 3.1 – Status de utilização

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
1	P2020	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
1	P2020	Column	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
1	P2020	Column	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
2	P2020	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
2	P2020	Column	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
2	P2020	Column	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
3	P2020	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
3	P2020	Column	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
3	P2020	Column	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1540	Column	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1540	Column	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1540	Column	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1540	Column	No Messages	3,90	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1540	Column	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1540	Column	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1540	Column	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1540	Column	No Messages	3,90	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1540	Column	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1540	Column	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
9	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA

9	P1540	Column	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
9	P1540	Column	No Messages	3,90	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1540	Column	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1540	Column	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1540	Column	No Messages	0,93	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1540	Column	No Messages	0,93	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1540	Column	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1540	Column	No Messages	3,90	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1540	Column	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1540	Column	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
13	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
13	P1540	Column	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
13	P1540	Column	No Messages	2,79	ENVOLTORIA	PASSA
13	P1540	Column	No Messages	2,79	ENVOLTORIA	PASSA
13	P1540	Column	No Messages	3,90	ENVOLTORIA	PASSA
14	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
14	P1540	Column	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
14	P1540	Column	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
15	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
15	P1540	Column	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
15	P1540	Column	No Messages	3,90	ENVOLTORIA	PASSA
16	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
16	P1540	Column	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
16	P1540	Column	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
17	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
17	P1540	Column	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
17	P1540	Column	No Messages	3,90	ENVOLTORIA	PASSA
18	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
18	P1540	Column	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
18	P1540	Column	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
19	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
19	P1540	Column	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
19	P1540	Column	No Messages	3,90	ENVOLTORIA	PASSA
20	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
20	P1540	Column	No Messages	1,90	ENVOLTORIA	PASSA
20	P1540	Column	No Messages	3,80	ENVOLTORIA	PASSA
21	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
21	P1540	Column	No Messages	1,90	ENVOLTORIA	PASSA
21	P1540	Column	No Messages	3,80	ENVOLTORIA	PASSA

22	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
22	P1540	Column	No Messages	1,90	ENVOLTORIA	PASSA
22	P1540	Column	No Messages	3,80	ENVOLTORIA	PASSA
23	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
23	P1540	Column	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
23	P1540	Column	No Messages	2,30	ENVOLTORIA	PASSA
24	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
24	P1540	Column	No Messages	1,90	ENVOLTORIA	PASSA
24	P1540	Column	No Messages	3,80	ENVOLTORIA	PASSA
25	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
25	P1540	Column	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
25	P1540	Column	No Messages	2,30	ENVOLTORIA	PASSA
26	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
26	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
26	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
27	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
27	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
27	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	0,44	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	0,88	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	1,31	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	1,75	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	1,75	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	2,18	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	2,62	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	3,05	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	3,05	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	3,45	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	4,25	ENVOLTORIA	PASSA
28	V15100	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
29	V15100	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
29	V15100	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
29	V15100	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
29	V15100	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA
29	V15100	Beam	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
29	V15100	Beam	No Messages	2,25	ENVOLTORIA	PASSA
29	V15100	Beam	No Messages	2,70	ENVOLTORIA	PASSA
29	V15100	Beam	No Messages	3,15	ENVOLTORIA	PASSA
29	V15100	Beam	No Messages	3,60	ENVOLTORIA	PASSA
29	V15100	Beam	No Messages	4,05	ENVOLTORIA	PASSA

30	V15100	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
30	V15100	Beam	No Messages	0,42	ENVOLTORIA	PASSA
30	V15100	Beam	No Messages	0,84	ENVOLTORIA	PASSA
30	V15100	Beam	No Messages	1,26	ENVOLTORIA	PASSA
30	V15100	Beam	No Messages	1,68	ENVOLTORIA	PASSA
30	V15100	Beam	No Messages	2,10	ENVOLTORIA	PASSA
30	V15100	Beam	No Messages	2,52	ENVOLTORIA	PASSA
31	V15100	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
31	V15100	Beam	No Messages	0,34	ENVOLTORIA	PASSA
31	V15100	Beam	No Messages	0,67	ENVOLTORIA	PASSA
31	V15100	Beam	No Messages	1,01	ENVOLTORIA	PASSA
31	V15100	Beam	No Messages	1,01	ENVOLTORIA	PASSA
31	V15100	Beam	No Messages	1,46	ENVOLTORIA	PASSA
31	V15100	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
31	V15100	Beam	No Messages	2,37	ENVOLTORIA	PASSA
31	V15100	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
31	V15100	Beam	No Messages	3,28	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	0,38	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	0,77	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	1,65	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	2,15	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	3,15	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	3,65	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	4,15	ENVOLTORIA	PASSA
32	V15100	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	0,38	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	0,77	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	1,62	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	2,09	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	2,09	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	2,43	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	2,77	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	3,10	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	3,10	ENVOLTORIA	PASSA
33	V15100	Beam	No Messages	3,28	ENVOLTORIA	PASSA

34	V15100	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
34	V15100	Beam	No Messages	0,42	ENVOLTORIA	PASSA
34	V15100	Beam	No Messages	0,84	ENVOLTORIA	PASSA
34	V15100	Beam	No Messages	1,26	ENVOLTORIA	PASSA
34	V15100	Beam	No Messages	1,68	ENVOLTORIA	PASSA
34	V15100	Beam	No Messages	2,10	ENVOLTORIA	PASSA
34	V15100	Beam	No Messages	2,52	ENVOLTORIA	PASSA
35	V15100	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
35	V15100	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
35	V15100	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
35	V15100	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA
35	V15100	Beam	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
35	V15100	Beam	No Messages	2,25	ENVOLTORIA	PASSA
35	V15100	Beam	No Messages	2,70	ENVOLTORIA	PASSA
35	V15100	Beam	No Messages	3,15	ENVOLTORIA	PASSA
35	V15100	Beam	No Messages	3,60	ENVOLTORIA	PASSA
35	V15100	Beam	No Messages	4,05	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	0,40	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	0,79	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	1,19	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	2,25	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	2,70	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	3,15	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	3,60	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	4,05	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	0,42	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	0,84	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	1,26	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	1,68	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	2,10	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	2,52	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	0,38	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	0,77	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA

39	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	1,52	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	1,90	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	2,27	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	2,27	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	2,61	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	2,94	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	3,28	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	0,44	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	0,88	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	1,31	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	1,75	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	1,75	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	2,13	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	2,52	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	3,34	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	3,78	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	4,21	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	1,94	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	2,42	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	3,20	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	3,50	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	3,50	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	3,86	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	4,22	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	4,58	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	0,29	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	0,57	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	0,57	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA

43	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	0,38	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	0,77	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	1,62	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	2,09	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	2,56	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	3,03	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	3,50	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	0,40	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	0,79	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	1,19	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	1,19	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	1,62	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	2,06	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	2,49	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	2,93	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	3,36	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	3,80	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Beam	No Messages	4,24	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1540	Beam	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1540	Beam	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1540	Beam	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	No Messages	1,99	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	No Messages	2,49	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	No Messages	2,99	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	No Messages	3,48	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	No Messages	3,98	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	No Messages	3,98	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	No Messages	4,05	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	0,36	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	0,72	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	1,08	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	1,08	ENVOLTORIA	PASSA

47	V1540	Beam	No Messages	1,56	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	2,04	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	2,52	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	0,37	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	0,73	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	0,73	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	1,16	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	1,58	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	2,01	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	2,43	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	2,86	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	3,28	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	0,93	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	1,40	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	1,86	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	2,33	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	2,79	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	3,26	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	3,72	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	4,19	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	0,38	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	0,77	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	1,58	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	2,00	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	2,43	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	2,85	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	3,28	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	1,44	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	1,44	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	2,16	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	2,52	ENVOLTORIA	PASSA

52	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	2,25	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	2,70	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	3,15	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	3,60	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	4,05	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	0,49	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	1,46	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	2,34	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	2,72	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	3,11	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	3,50	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	3,50	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	3,88	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	4,27	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	1,99	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	2,49	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	2,99	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	3,48	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	3,98	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	3,98	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	4,36	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	4,75	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	5,13	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	0,38	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	0,77	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA

55	V1540	Beam	No Messages	1,54	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	2,31	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	2,70	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	2,70	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	3,19	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	3,67	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	4,16	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	0,38	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	0,77	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	1,54	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	1,93	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	2,31	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	2,70	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	0,07	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	0,07	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	0,57	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	0,57	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	1,07	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	1,07	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	0,87	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	1,30	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	1,74	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	2,17	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	2,17	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	2,64	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	3,10	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	3,57	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	2,00	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA

59	V1540	Beam	No Messages	3,00	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	3,50	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	0,29	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	0,57	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	0,57	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	1,71	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,14	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,57	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,57	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,99	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	3,42	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	4,28	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	4,70	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	5,13	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	0,85	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	1,71	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	2,14	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	2,56	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	2,56	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	2,99	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	3,42	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	4,28	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	4,72	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	0,39	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	0,77	ENVOLTORIA	PASSA

63	V1540	Beam	No Messages	1,16	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	1,16	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	1,55	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	1,94	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	2,32	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	2,32	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	2,71	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	3,10	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	3,49	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	3,49	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	3,87	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	4,26	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	0,44	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	0,87	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	0,87	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	1,30	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	1,73	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	2,16	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	2,16	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	2,58	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	3,01	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	3,44	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	3,44	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	3,87	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	4,29	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	4,72	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	0,39	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	0,78	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	1,16	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	1,16	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	1,55	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	1,94	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	2,32	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	2,32	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	2,71	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	3,10	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	3,49	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	3,49	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	3,88	ENVOLTORIA	PASSA

65	V1540	Beam	No Messages	4,26	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	0,39	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	0,78	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	1,16	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	1,16	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	1,55	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	1,94	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	2,33	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	2,33	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	2,71	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	3,10	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	3,49	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	3,49	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	3,88	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	4,26	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,71	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,14	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,57	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,57	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,99	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	3,42	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	4,27	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	4,70	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	5,13	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,49	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	1,46	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA

69	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	1,71	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	2,14	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	2,57	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	2,57	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	2,99	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	3,42	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	4,06	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	4,06	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	4,56	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	4,56	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	5,06	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	5,06	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	5,13	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,49	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,46	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	1,71	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	2,14	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	2,57	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	2,57	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	2,99	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	3,42	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	4,28	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	4,70	ENVOLTORIA	PASSA
71	V1540	Beam	No Messages	5,13	ENVOLTORIA	PASSA
72	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
72	P1530	Column	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA

72	P1530	Column	No Messages	0,93	ENVOLTORIA	PASSA
73	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
73	P1530	Column	No Messages	1,40	ENVOLTORIA	PASSA
73	P1530	Column	No Messages	2,79	ENVOLTORIA	PASSA
74	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
74	P1530	Column	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
74	P1530	Column	No Messages	2,79	ENVOLTORIA	PASSA

3.3. FUNDAÇÕES

A figura 3.4 apresenta o quadro de cargas dos pilares. As fundações serão do tipo diretas em sapatas, cujo o dimensionamento será apresentado a seguir.

Figura 3.4 – Quadro de cargas casa de química.

PLANO DE CARGAS								
PILAR	DIMENSÕES (cm)	CASO	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Mz (kN.m)
P01	20x20	Gmax	1,16	-1,58	21,40	1,25	0,75	0,17
		gmin	0,82	-1,13	15,28	0,90	0,54	0,12
P02	20x20	Gmax	-0,21	-1,46	2,54	1,16	-0,19	-0,04
		gmin	-0,15	-1,04	1,81	0,83	-0,14	-0,03
P03	15x40	Gmax	0,90	-1,28	295,57	1,01	0,21	0,02
		gmin	0,65	-0,91	211,04	0,72	0,15	0,01
P04	15x40	Gmax	-2,35	-8,01	362,06	6,55	-2,44	0,01
		gmin	-1,68	-5,72	258,51	4,68	-1,74	0,01
P05	15x40	Gmax	0,12	-4,88	345,31	3,95	-0,45	-0,06
		gmin	0,09	-3,48	246,55	2,82	-0,32	-0,04
P06	15x40	Gmax	-0,94	-6,99	259,24	6,30	-0,85	-0,15
		gmin	-0,67	-4,99	185,10	4,49	-0,61	-0,11
P07	20x20	Gmax	1,85	1,35	23,32	-1,16	1,44	0,01
		gmin	1,32	0,96	16,65	-0,83	1,03	0,01
P08	15x40	Gmax	1,34	1,32	328,16	-1,14	0,84	0,03
		gmin	0,96	0,94	234,31	-0,81	0,60	0,02
P09	15x40	Gmax	-1,94	8,42	343,30	-7,05	-1,80	-0,02
		gmin	-1,39	6,01	245,11	-5,04	-1,29	-0,01
P10	15x40	Gmax	0,58	6,52	309,86	-5,52	0,25	0,18
		gmin	0,41	4,66	221,24	-3,94	0,18	0,13
P11	15x40	Gmax	-0,50	6,59	260,77	-4,68	-0,44	0,20
		gmin	-0,36	4,71	186,19	-3,34	-0,31	0,14

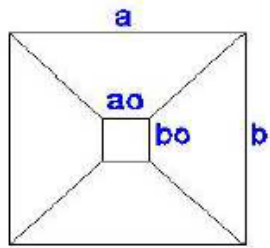
a) Sapatas Grupo I

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE		FOLHA 01/04
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-04	DATA: 28/01/2019

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Dimensões do pilar $a_0 = 20 \text{ cm}$
 $b_0 = 20 \text{ cm}$
 Esforços $N = 23,32 \text{ kN}$
 $M = 1,44 \text{ kN.m}$
 Tensão admissível $\sigma_{adm} = 1,00 \text{ kgf/cm}^2$
 Concreto $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
 Aço a ser utilizado CA 50
 Cobrimento $c = 4,0 \text{ cm}$

Nota: Editar somente células verdes



2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA

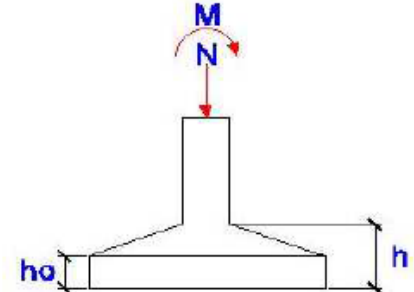
$$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 2565,2 \text{ cm}^2$$

$$a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 51 \text{ cm}$$

$$b = \frac{S}{a_0} = 51 \text{ cm}$$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

$a = 60 \text{ cm}$
 $b = 60 \text{ cm}$



3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO

3.1) Cálculo da Excentricidade

$e = \frac{M}{N} = 0,06$ Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e a força normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

$\frac{a}{6} = 10,00$

3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas

$$\sigma_{max} = \frac{N}{S} \times \left(1 + \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow \sigma_{max} = 1,05 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{S} \times \left(1 - \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow \sigma_{min} = 0,25 \text{ kgf/cm}^2$$

$$1,3\sigma_{adm} = 1,30 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 0,65 \text{ kgf/cm}^2$$

Condições:

Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata

$a = 60 \text{ cm}$
 $b = 60 \text{ cm}$

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 02/04

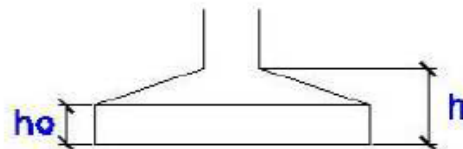
SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 28/01/2019

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 13,33 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 13,33 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 6,10 \text{ cm} \end{cases}$$


 Adotar $d = 14 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 18,00 \text{ cm}$

$$h_0 = \frac{h}{3} = 6,67 \text{ cm}$$

 Adotar $h = 20 \text{ cm}$

 Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,20 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,23 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,036 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = 155,76 \text{ kN/m}^2$$

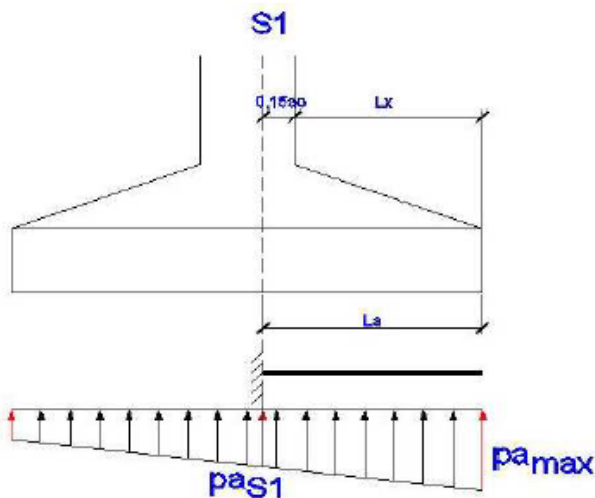
$$\sigma_{min} = 43,76 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a_{max}} = \sigma_{max} \times b = 93,45 \text{ kN/m} \quad p_{a_{min}} = \sigma_{min} \times b = 26,25 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $p_{a_{s1}} = 52,01 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{p_{a_{s1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - p_{a_{s1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2 \quad M_{Sda} = 2,11 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 03/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 28/01/2019

5.1.2) Direção Paralela a "b"

$$L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,20 \text{ m}$$

$$L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,23 \text{ m}$$

Tensões máximas e mínimas

$$\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 99,8 \text{ kN/m}^2$$

$$pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 59,9 \text{ kN/m}$$

Logo:

$$M_{sdb} = \frac{pb_{s1} \cdot L_b^2}{2}$$

$$M_{sdb} = 1,58 \text{ kN.m}$$

5.2) Cálculo da Armadura
5.2.1) Direção Paralela a "a"

$$A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_y d} = 0,61 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 1,80 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 1,80 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	4
10,0	3
12,5	2
16,0	1
20,0	1

Ø da barra escolhida = 8

Nº de Barras = 4

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 16,80 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 40 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valo e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 28/01/2019

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,37 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 1,80 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 1,8 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	4
10,0	3
12,5	2
16,0	1
20,0	1

Ø da barra escolhida = 8

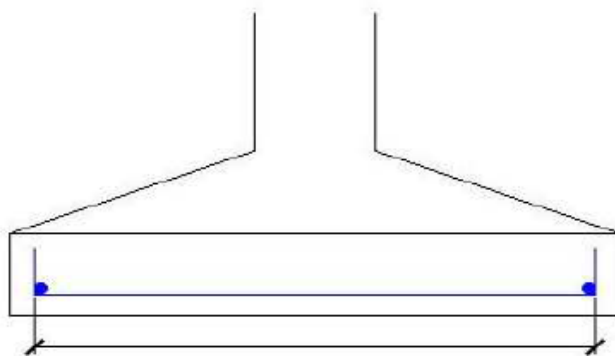
Nº de Barras = 4

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 16,80 \text{ cm}$$

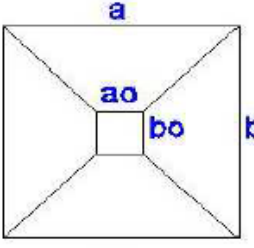
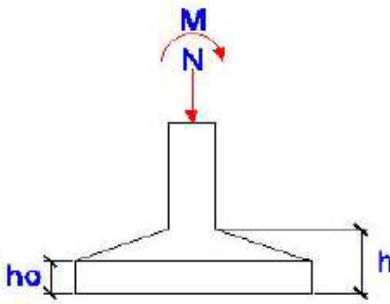
$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 40 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro


Direção a	4	Ø	8	C/	13	cm
Direção b	4	Ø	8	C/	12	cm

b) Sapatas Grupo II

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS																																		
CLIENTE: CESAN																																		
OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE		FOLHA 01/04																																
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-04	DATA: 28/01/2019																																
1) PARÂMETROS DE ENTRADA <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Dimensões do pilar</td> <td style="width: 10%;">ao =</td> <td style="width: 10%; background-color: #90EE90;">40</td> <td style="width: 10%;">cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>bo =</td> <td style="background-color: #90EE90;">15</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Esforços</td> <td>N =</td> <td style="background-color: #90EE90;">295,57</td> <td>kN</td> </tr> <tr> <td></td> <td>M =</td> <td style="background-color: #90EE90;">1,01</td> <td>kN.m</td> </tr> <tr> <td>Tensão admissível</td> <td>σ_{adm} =</td> <td style="background-color: #90EE90;">1,00</td> <td>kgf/cm²</td> </tr> <tr> <td>Concreto</td> <td>fck =</td> <td style="background-color: #90EE90;">30</td> <td>MPa</td> </tr> <tr> <td>Aço a ser utilizado</td> <td>CA</td> <td style="background-color: #90EE90;">50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cobrimento</td> <td>c =</td> <td style="background-color: #90EE90;">4,0</td> <td>cm</td> </tr> </table> Nota: Editar somente células verdes  2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA $S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = \frac{1,10 \times 295,57}{1,00} = 325,12,7 \text{ cm}^2$ $a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 193 \text{ cm}$ $b = \frac{S}{a} = 168 \text{ cm}$ Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm $a = 195 \text{ cm}$ $b = 170 \text{ cm}$  3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO 3.1) Cálculo da Excentricidade $e = \frac{M}{N} = 0,00$ Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e a força normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b $\frac{a}{6} = 32,50$ 3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas $\left. \begin{matrix} \sigma_{max} \\ \sigma_{min} \end{matrix} \right\} = \frac{N}{S} \times \left(1 \pm \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow$ $\sigma_{max} = 0,90 \text{ kgf/cm}^2$ $\sigma_{min} = 0,88 \text{ kgf/cm}^2$ $1,3\sigma_{adm} = 1,30 \text{ kgf/cm}^2$ $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 0,89 \text{ kgf/cm}^2$ Condições: Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b Valores finais das dimensões da sapata $a = 195 \text{ cm}$ $b = 170 \text{ cm}$			Dimensões do pilar	ao =	40	cm		bo =	15	cm	Esforços	N =	295,57	kN		M =	1,01	kN.m	Tensão admissível	σ_{adm} =	1,00	kgf/cm ²	Concreto	fck =	30	MPa	Aço a ser utilizado	CA	50		Cobrimento	c =	4,0	cm
Dimensões do pilar	ao =	40	cm																															
	bo =	15	cm																															
Esforços	N =	295,57	kN																															
	M =	1,01	kN.m																															
Tensão admissível	σ_{adm} =	1,00	kgf/cm ²																															
Concreto	fck =	30	MPa																															
Aço a ser utilizado	CA	50																																
Cobrimento	c =	4,0	cm																															

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 02/04

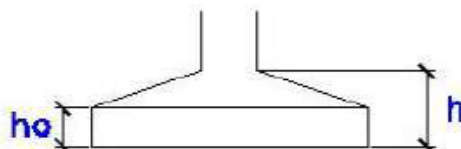
SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 28/01/2019

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 51,67 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 51,67 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 21,70 \text{ cm} \end{cases}$$


 Adotar $d = 52 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 56,00 \text{ cm}$

$$h_0 = \frac{h}{3} = 20,00 \text{ cm}$$

 Adotar $h = 60 \text{ cm}$

 Adotar $h_0 = 20 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,78 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,84 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 1,07738 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = 138,62 \text{ kN/m}^2$$

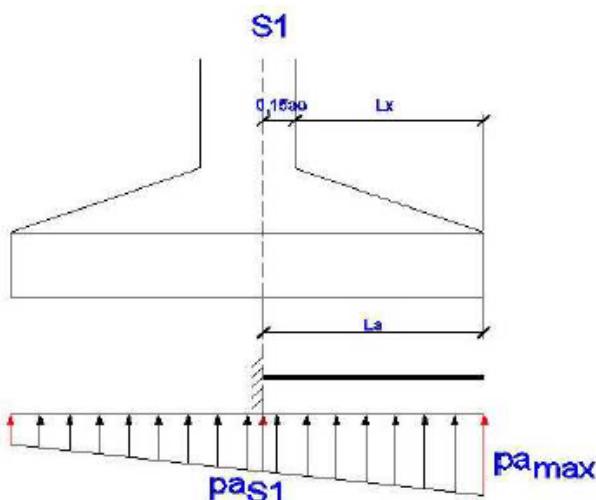
$$\sigma_{min} = 136,00 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a_{max}} = \sigma_{max} \times b = 235,66 \text{ kN/m} \quad p_{a_{min}} = \sigma_{min} \times b = 231,19 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $p_{a_{s1}} = 233,10 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{sda} = \frac{p_{a_{s1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - p_{a_{s1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2 \quad M_{sda} = 81,86 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 03/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 28/01/2019

5.1.2) Direção Paralela a "b"

$$L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,78 \text{ m}$$

$$L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,80 \text{ m}$$

Tensões máximas e mínimas

$$\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 137,3 \text{ kN/m}^2$$

$$pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 267,8 \text{ kN/m}$$

Logo:

$$M_{Sdb} = \frac{pb_{s1} \cdot L_b^2}{2}$$

$$M_{Sdb} = 85,15 \text{ kN.m}$$

5.2) Cálculo da Armadura
5.2.1) Direção Paralela a "a"

$$A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_y d} = 6,34 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 15,30 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 15,30 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	31
10,0	20
12,5	13
16,0	8
20,0	5

$$\begin{aligned} \text{Ø da barra escolhida} &= 12,5 \\ \text{Nº de Barras} &= 13 \end{aligned}$$

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \text{Øbarra})}{\text{Nº de barras} - 1} = 13,29 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 120 \text{ cm} \end{cases}$$

 Escolher o menor valor e comparar com s calculado:
 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 28/01/2019

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 5,37 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 17,55 \text{ cm}^2$$

 Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$

 Armadura adotada = 17,55 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	35
10,0	23
12,5	15
16,0	9
20,0	6

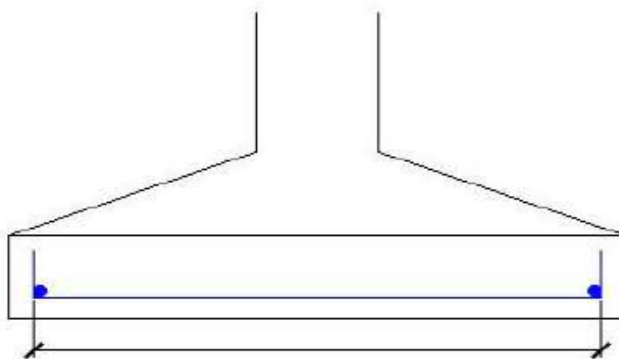
 Ø da barra escolhida = 12,5
 Nº de Barras = 15

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 13,18 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 120 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro


Direção a	13	Ø	12,5	C/	12	cm
Direção b	15	Ø	12,5	C/	12	cm

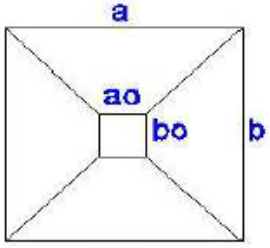
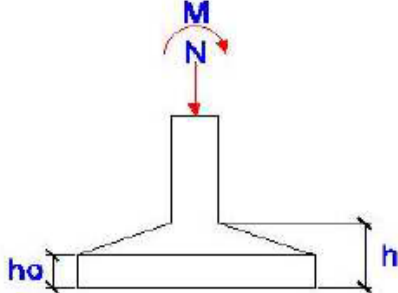
c) Sapatas Grupo III

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE		FOLHA 01/04
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-04	DATA: 28/01/2019

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Dimensões do pilar	ao = 40 cm
	bo = 15 cm
Esforços	N = 362,06 kN
	M = 6,55 kN.m
Tensão admissível	$\sigma_{adm} = 1,00 \text{ kgf/cm}^2$
Concreto	fck = 30 MPa
Aço a ser utilizado	CA 50
Cobrimento	c = 4,0 cm

Nota: Editar somente células verdes

2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA

$$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 39826,6 \text{ cm}^2$$

$$a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 212 \text{ cm}$$

$$b = \frac{S}{a_0} = 187 \text{ cm}$$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

a = 215 cm
b = 190 cm

3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO

3.1) Cálculo da Excentricidade

$$e = \frac{M}{N} = 0,02$$

Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e a força normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

$$\frac{a}{6} = 35,83$$

3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas

$$\left. \begin{matrix} \sigma_{max} \\ \sigma_{min} \end{matrix} \right\} = \frac{N}{S} \left(1 \pm \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow$$

$$\sigma_{max} = 0,93 \text{ kgf/cm}^2 \quad 1,3\sigma_{adm} = 1,30 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = 0,84 \text{ kgf/cm}^2 \quad \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 0,89 \text{ kgf/cm}^2$$

Condições:

Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata

a = 215 cm
b = 190 cm

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 02/04

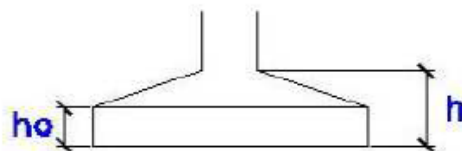
SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 28/01/2019

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 58,33 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 58,33 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 24,02 \text{ cm} \end{cases}$$


 Adotar $d = 59 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 63,00 \text{ cm}$

$$h_0 = \frac{h}{3} = 21,67 \text{ cm}$$

 Adotar $h = 65 \text{ cm}$

 Adotar $h_0 = 25 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,88 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,94 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 1,46379 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = 142,76 \text{ kN/m}^2$$

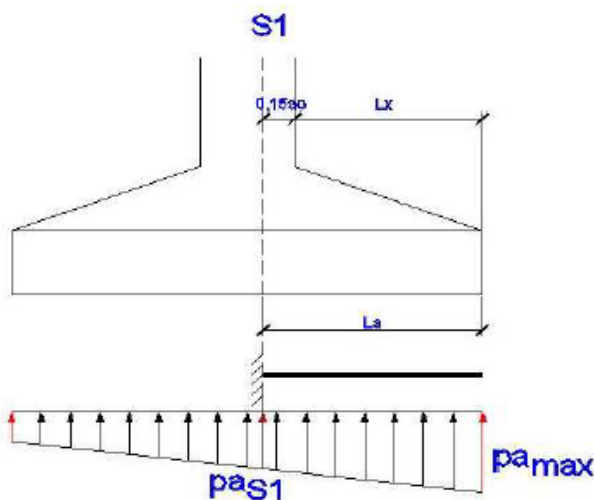
$$\sigma_{min} = 130,23 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a_{max}} = \sigma_{max} \times b = 271,24 \text{ kN/m} \quad p_{a_{min}} = \sigma_{min} \times b = 247,43 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $p_{a_{s1}} = 257,79 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{sda} = \frac{p_{a_{s1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - p_{a_{s1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2 \quad M_{sda} = 116,60 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 03/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 28/01/2019

5.1.2) Direção Paralela a "b"

$$L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,88 \text{ m}$$

$$L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,90 \text{ m}$$

Tensões máximas e mínimas

$$\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 136,5 \text{ kN/m}^2$$

$$pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 293,5 \text{ kN/m}$$

Logo:

$$M_{Sdb} = \frac{pb_{s1} \cdot L_b^2}{2}$$

$$M_{Sdb} = 118,19 \text{ kN.m}$$

5.2) Cálculo da Armadura
5.2.1) Direção Paralela a "a"

$$A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 7,95 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 18,53 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 18,53 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	37
10,0	24
12,5	16
16,0	10
20,0	6

Ø da barra escolhida = 12,5

Nº de Barras = 16

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 11,97 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 130 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DE QUIMICA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 28/01/2019

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 6,57 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 20,96 \text{ cm}^2$$

 Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$

 Armadura adotada = 20,96 cm²

Aço a ser utilizado:

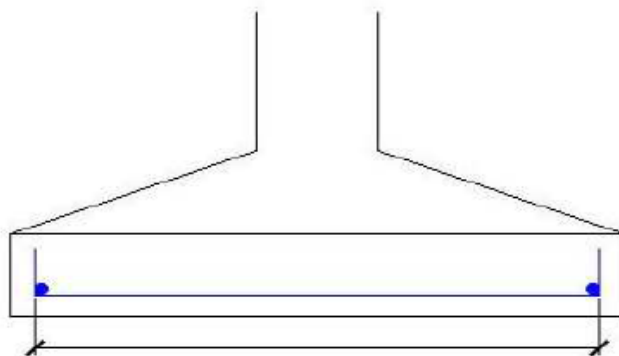
Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	42
10,0	27
12,5	18
16,0	11
20,0	7

 Ø da barra escolhida = 12,5
 Nº de Barras = 18

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 12,03 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 130 \text{ cm} \end{cases}$$

 Escolher o menor valor e comparar com s calculado:
 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro


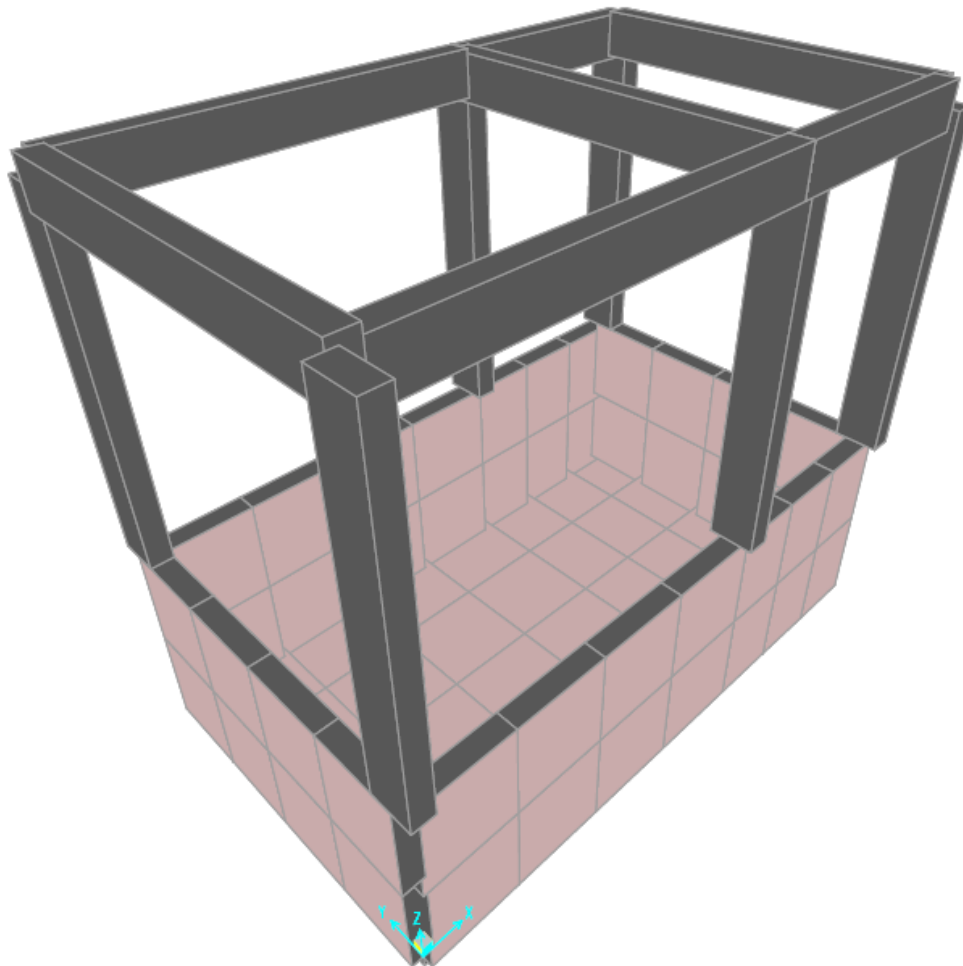
Direção a	16	Ø	12,5	C/	11	cm
Direção b	18	Ø	12,5	C/	11	cm

4. DIMENSIONAMENTO – TANQUE DE SULFATO

4.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 4.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 4.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)

Peso próprio

- Sobrecargas (SC)

Carregamento na laje de fundo (SCLF)

Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)

Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI$

Comb 4: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE$

4.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 4.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	-2,95	-5,87	-0,11	-0,15	-0,43
1	Gmax	Combination	-2,67	-4,46	-0,09	-0,85	-0,43
1	Gmax	Combination	-0,98	-4,12	0,93	0,75	-0,54
1	Gmax	Combination	-1,27	-5,53	-0,78	0,07	-0,54
2	Gmax	Combination	-2,71	-12,77	-0,81	-0,08	-0,35
2	Gmax	Combination	-1,46	-6,48	0,93	0,76	-0,35
2	Gmax	Combination	-0,84	-6,35	1,22	0,79	-0,10
2	Gmax	Combination	-2,10	-12,65	-1,03	0,01	-0,11
3	Gmax	Combination	-2,10	-12,65	-1,03	0,01	0,11
3	Gmax	Combination	-0,84	-6,35	1,22	0,79	0,10
3	Gmax	Combination	-1,46	-6,48	0,93	0,76	0,35
3	Gmax	Combination	-2,71	-12,77	-0,81	-0,08	0,35
4	Gmax	Combination	-1,27	-5,53	-0,78	0,07	0,54
4	Gmax	Combination	-0,98	-4,12	0,93	0,75	0,54
4	Gmax	Combination	-2,67	-4,46	-0,09	-0,85	0,43
4	Gmax	Combination	-2,95	-5,87	-0,11	-0,15	0,43
5	Gmax	Combination	-0,88	-4,10	-0,05	-0,84	-0,31
5	Gmax	Combination	-0,61	-2,74	-0,16	-1,09	-0,08
5	Gmax	Combination	-1,97	-3,01	1,18	0,98	-0,10
5	Gmax	Combination	-2,24	-4,37	0,91	0,75	-0,33
6	Gmax	Combination	-2,71	-6,73	0,91	0,75	-0,19
6	Gmax	Combination	-2,32	-4,78	1,17	0,92	-0,09
6	Gmax	Combination	-2,78	-4,87	1,64	1,06	0,00
6	Gmax	Combination	-3,17	-6,82	1,22	0,79	-0,11
7	Gmax	Combination	-3,17	-6,82	1,22	0,79	0,11

7	Gmax	Combination	-2,78	-4,87	1,64	1,06	0,00
7	Gmax	Combination	-2,32	-4,78	1,17	0,92	0,09
7	Gmax	Combination	-2,71	-6,73	0,91	0,75	0,19
8	Gmax	Combination	-2,24	-4,37	0,91	0,75	0,33
8	Gmax	Combination	-1,97	-3,01	1,18	0,98	0,10
8	Gmax	Combination	-0,61	-2,74	-0,16	-1,09	0,08
8	Gmax	Combination	-0,88	-4,10	-0,05	-0,84	0,31
9	Gmax	Combination	1,25	-2,37	-0,11	-1,08	0,14
9	Gmax	Combination	0,93	-3,97	-0,22	-0,77	0,34
9	Gmax	Combination	-1,95	-4,54	0,54	0,61	0,36
9	Gmax	Combination	-1,63	-2,94	1,17	0,98	0,17
10	Gmax	Combination	-1,98	-4,71	1,16	0,92	0,13
10	Gmax	Combination	-2,30	-6,32	0,55	0,67	0,22
10	Gmax	Combination	-2,74	-6,41	0,67	0,62	0,11
10	Gmax	Combination	-2,41	-4,80	1,65	1,06	0,02
11	Gmax	Combination	-2,41	-4,80	1,65	1,06	-0,02
11	Gmax	Combination	-2,74	-6,41	0,67	0,62	-0,11
11	Gmax	Combination	-2,30	-6,32	0,55	0,67	-0,22
11	Gmax	Combination	-1,98	-4,71	1,16	0,92	-0,13
12	Gmax	Combination	-1,63	-2,94	1,17	0,98	-0,17
12	Gmax	Combination	-1,95	-4,54	0,54	0,61	-0,36
12	Gmax	Combination	0,93	-3,97	-0,22	-0,77	-0,34
12	Gmax	Combination	1,25	-2,37	-0,11	-1,08	-0,14
13	Gmax	Combination	0,14	-4,13	-0,11	-0,75	0,39
13	Gmax	Combination	-0,09	-5,29	-0,16	-0,31	0,21
13	Gmax	Combination	0,31	-5,21	-1,70	0,02	0,30
13	Gmax	Combination	0,54	-4,05	0,52	0,61	0,48
14	Gmax	Combination	0,19	-5,82	0,53	0,67	0,29
14	Gmax	Combination	-0,98	-11,66	-1,76	-0,26	0,21
14	Gmax	Combination	-1,29	-11,72	-2,47	-0,16	0,02
14	Gmax	Combination	-0,13	-5,89	0,71	0,63	0,10
15	Gmax	Combination	-0,13	-5,89	0,71	0,63	-0,10
15	Gmax	Combination	-1,29	-11,72	-2,47	-0,16	-0,02
15	Gmax	Combination	-0,98	-11,66	-1,76	-0,26	-0,21
15	Gmax	Combination	0,19	-5,82	0,53	0,67	-0,29
16	Gmax	Combination	0,54	-4,05	0,52	0,61	-0,48
16	Gmax	Combination	0,31	-5,21	-1,70	0,02	-0,30
16	Gmax	Combination	-0,09	-5,29	-0,16	-0,31	-0,21
16	Gmax	Combination	0,14	-4,13	-0,11	-0,75	-0,39
17	Gmax	Combination	-0,04	-2,46	-0,56	-0,67	-0,44
17	Gmax	Combination	1,44	-2,17	0,06	0,49	-0,44
17	Gmax	Combination	0,86	-5,10	0,14	0,30	-0,19

17	Gmax	Combination	-0,62	-5,40	1,66	-0,02	-0,20
18	Gmax	Combination	-0,17	-2,71	-0,71	-0,64	-0,10
18	Gmax	Combination	-0,08	-2,69	-0,58	-0,73	-0,24
18	Gmax	Combination	-1,91	-11,84	1,72	0,25	-0,14
18	Gmax	Combination	-2,00	-11,86	2,33	0,14	0,00
19	Gmax	Combination	-0,08	-2,69	-0,58	-0,73	0,24
19	Gmax	Combination	-0,17	-2,71	-0,71	-0,64	0,10
19	Gmax	Combination	-2,00	-11,86	2,33	0,14	0,00
19	Gmax	Combination	-1,91	-11,84	1,72	0,25	0,14
20	Gmax	Combination	1,44	-2,17	0,06	0,49	0,44
20	Gmax	Combination	-0,04	-2,46	-0,56	-0,67	0,44
20	Gmax	Combination	-0,62	-5,40	1,66	-0,02	0,20
20	Gmax	Combination	0,86	-5,10	0,14	0,30	0,19
21	Gmax	Combination	-2,64	-0,24	-0,50	-0,87	-0,16
21	Gmax	Combination	0,46	0,38	-0,05	0,43	-0,22
21	Gmax	Combination	-0,11	-2,48	0,16	0,51	-0,36
21	Gmax	Combination	-3,21	-3,10	-0,57	-0,67	-0,31
22	Gmax	Combination	-3,48	-0,24	-0,70	-0,98	-0,03
22	Gmax	Combination	-2,60	-0,07	-0,49	-0,84	-0,13
22	Gmax	Combination	-3,26	-3,33	-0,58	-0,73	-0,19
22	Gmax	Combination	-4,13	-3,50	-0,67	-0,64	-0,09
23	Gmax	Combination	-2,60	-0,07	-0,49	-0,84	0,13
23	Gmax	Combination	-3,48	-0,24	-0,70	-0,98	0,03
23	Gmax	Combination	-4,13	-3,50	-0,67	-0,64	0,09
23	Gmax	Combination	-3,26	-3,33	-0,58	-0,73	0,19
24	Gmax	Combination	0,46	0,38	-0,05	0,43	0,22
24	Gmax	Combination	-2,64	-0,24	-0,50	-0,87	0,16
24	Gmax	Combination	-3,21	-3,10	-0,57	-0,67	0,31
24	Gmax	Combination	-0,11	-2,48	0,16	0,51	0,36
25	Gmax	Combination	-4,24	0,27	-0,13	-0,76	0,00
25	Gmax	Combination	-2,75	0,57	-0,07	0,11	-0,06
25	Gmax	Combination	-2,92	-0,30	0,08	0,45	-0,11
25	Gmax	Combination	-4,41	-0,60	-0,54	-0,88	-0,05
26	Gmax	Combination	-5,05	0,55	-0,15	-0,92	0,00
26	Gmax	Combination	-4,15	0,73	-0,13	-0,77	-0,01
26	Gmax	Combination	-4,38	-0,42	-0,54	-0,85	-0,03
26	Gmax	Combination	-5,28	-0,60	-0,69	-0,98	-0,02
27	Gmax	Combination	-4,15	0,73	-0,13	-0,77	0,01
27	Gmax	Combination	-5,05	0,55	-0,15	-0,92	0,00
27	Gmax	Combination	-5,28	-0,60	-0,69	-0,98	0,02
27	Gmax	Combination	-4,38	-0,42	-0,54	-0,85	0,03
28	Gmax	Combination	-2,75	0,57	-0,07	0,11	0,06

28	Gmax	Combination	-4,24	0,27	-0,13	-0,76	0,00
28	Gmax	Combination	-4,41	-0,60	-0,54	-0,88	0,05
28	Gmax	Combination	-2,92	-0,30	0,08	0,45	0,11
29	Gmax	Combination	-5,95	0,44	-0,02	-0,78	-0,08
29	Gmax	Combination	-4,26	0,78	-0,13	-0,05	-0,12
29	Gmax	Combination	-4,37	0,24	0,03	0,13	-0,07
29	Gmax	Combination	-6,05	-0,10	-0,16	-0,77	-0,03
30	Gmax	Combination	-6,37	0,44	0,04	-0,95	-0,03
30	Gmax	Combination	-5,93	0,53	-0,03	-0,79	-0,05
30	Gmax	Combination	-5,96	0,37	-0,16	-0,78	-0,02
30	Gmax	Combination	-6,40	0,28	-0,15	-0,92	0,00
31	Gmax	Combination	-5,93	0,53	-0,03	-0,79	0,05
31	Gmax	Combination	-6,37	0,44	0,04	-0,95	0,03
31	Gmax	Combination	-6,40	0,28	-0,15	-0,92	0,00
31	Gmax	Combination	-5,96	0,37	-0,16	-0,78	0,02
32	Gmax	Combination	-4,26	0,78	-0,13	-0,05	0,12
32	Gmax	Combination	-5,95	0,44	-0,02	-0,78	0,08
32	Gmax	Combination	-6,05	-0,10	-0,16	-0,77	0,03
32	Gmax	Combination	-4,37	0,24	0,03	0,13	0,07
33	Gmax	Combination	-7,58	0,13	-0,03	-0,96	-0,26
33	Gmax	Combination	-6,89	0,26	-0,11	0,15	-0,25
33	Gmax	Combination	-6,90	0,25	-0,01	-0,03	-0,17
33	Gmax	Combination	-7,58	0,11	-0,06	-0,79	-0,17
34	Gmax	Combination	-7,47	-0,69	-0,03	-1,24	-0,08
34	Gmax	Combination	-7,75	-0,74	-0,04	-0,97	-0,17
34	Gmax	Combination	-7,56	0,20	-0,06	-0,80	-0,13
34	Gmax	Combination	-7,28	0,26	0,05	-0,94	-0,03
35	Gmax	Combination	-7,75	-0,74	-0,04	-0,97	0,17
35	Gmax	Combination	-7,47	-0,69	-0,03	-1,24	0,08
35	Gmax	Combination	-7,28	0,26	0,05	-0,94	0,03
35	Gmax	Combination	-7,56	0,20	-0,06	-0,80	0,13
36	Gmax	Combination	-6,89	0,26	-0,11	0,15	0,25
36	Gmax	Combination	-7,58	0,13	-0,03	-0,96	0,26
36	Gmax	Combination	-7,58	0,11	-0,06	-0,79	0,17
36	Gmax	Combination	-6,90	0,25	-0,01	-0,03	0,17
37	Gmax	Combination	-8,52	-0,73	-0,83	-1,49	-0,33
37	Gmax	Combination	-11,68	-1,36	-0,06	0,79	-0,27
37	Gmax	Combination	-11,54	-0,67	0,00	0,17	-0,30
37	Gmax	Combination	-8,38	-0,03	-0,06	-0,97	-0,36
38	Gmax	Combination	-7,91	-2,46	-1,06	-1,81	-0,07
38	Gmax	Combination	-8,90	-2,66	-0,83	-1,48	-0,22
38	Gmax	Combination	-8,55	-0,90	-0,07	-0,98	-0,23

38	Gmax	Combination	-7,56	-0,70	0,00	-1,23	-0,08
39	Gmax	Combination	-8,90	-2,66	-0,83	-1,48	0,22
39	Gmax	Combination	-7,91	-2,46	-1,06	-1,81	0,07
39	Gmax	Combination	-7,56	-0,70	0,00	-1,23	0,08
39	Gmax	Combination	-8,55	-0,90	-0,07	-0,98	0,23
40	Gmax	Combination	-11,68	-1,36	-0,06	0,79	0,27
40	Gmax	Combination	-8,52	-0,73	-0,83	-1,49	0,33
40	Gmax	Combination	-8,38	-0,03	-0,06	-0,97	0,36
40	Gmax	Combination	-11,54	-0,67	0,00	0,17	0,30
41	Gmax	Combination	-8,37	-1,72	-1,36	-1,72	0,05
41	Gmax	Combination	-15,06	-3,05	0,09	1,32	0,13
41	Gmax	Combination	-14,85	-1,99	-0,01	0,80	-0,12
41	Gmax	Combination	-8,15	-0,65	-0,83	-1,49	-0,20
42	Gmax	Combination	-7,52	-3,99	-1,78	-2,01	0,04
42	Gmax	Combination	-8,88	-4,27	-1,35	-1,68	0,00
42	Gmax	Combination	-8,54	-2,59	-0,83	-1,48	-0,10
42	Gmax	Combination	-7,18	-2,32	-1,03	-1,80	-0,07
43	Gmax	Combination	-8,88	-4,27	-1,35	-1,68	0,00
43	Gmax	Combination	-7,52	-3,99	-1,78	-2,01	-0,04
43	Gmax	Combination	-7,18	-2,32	-1,03	-1,80	0,07
43	Gmax	Combination	-8,54	-2,59	-0,83	-1,48	0,10
44	Gmax	Combination	-15,06	-3,05	0,09	1,32	-0,13
44	Gmax	Combination	-8,37	-1,72	-1,36	-1,72	-0,05
44	Gmax	Combination	-8,15	-0,65	-0,83	-1,49	0,20
44	Gmax	Combination	-14,85	-1,99	-0,01	0,80	0,12
45	Gmax	Combination	-7,28	-3,99	-1,02	-1,17	0,66
45	Gmax	Combination	-12,25	-4,98	0,21	1,15	0,72
45	Gmax	Combination	-11,73	-2,39	-0,04	1,29	0,42
45	Gmax	Combination	-6,77	-1,40	-1,32	-1,71	0,36
46	Gmax	Combination	-6,44	-5,55	-1,25	-1,30	0,18
46	Gmax	Combination	-7,64	-5,79	-1,03	-1,20	0,40
46	Gmax	Combination	-7,28	-3,95	-1,32	-1,68	0,27
46	Gmax	Combination	-6,07	-3,71	-1,80	-2,02	0,06
47	Gmax	Combination	-7,64	-5,79	-1,03	-1,20	-0,40
47	Gmax	Combination	-6,44	-5,55	-1,25	-1,30	-0,18
47	Gmax	Combination	-6,07	-3,71	-1,80	-2,02	-0,06
47	Gmax	Combination	-7,28	-3,95	-1,32	-1,68	-0,27
48	Gmax	Combination	-12,25	-4,98	0,21	1,15	-0,72
48	Gmax	Combination	-7,28	-3,99	-1,02	-1,17	-0,66
48	Gmax	Combination	-6,77	-1,40	-1,32	-1,71	-0,36
48	Gmax	Combination	-11,73	-2,39	-0,04	1,29	-0,42
49	Gmax	Combination	-4,85	-5,51	1,45	0,07	0,77

49	Gmax	Combination	-5,64	-5,67	0,21	0,17	0,72
49	Gmax	Combination	-5,22	-3,58	0,01	1,11	0,87
49	Gmax	Combination	-4,43	-3,42	-1,00	-1,17	0,92
50	Gmax	Combination	-3,45	-9,36	1,83	0,15	0,17
50	Gmax	Combination	-5,71	-9,82	1,49	0,26	0,55
50	Gmax	Combination	-4,79	-5,22	-1,00	-1,19	0,56
50	Gmax	Combination	-2,53	-4,76	-1,30	-1,31	0,19

4.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 4.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
13	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,59	0,00	0,00	0,00
14	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,13	0,00	0,00	0,00
15	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,65	0,00	0,00	0,00
16	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,07	0,00	0,00	0,00
17	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,38	0,00	0,00	0,00
18	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,03	0,00	0,00	0,00
19	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,65	0,00	0,00	0,00
20	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,07	0,00	0,00	0,00
21	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,13	0,00	0,00	0,00
22	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,59	0,00	0,00	0,00
23	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,11	0,00	0,00	0,00
24	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,43	0,00	0,00	0,00
25	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,07	0,00	0,00	0,00
26	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,43	0,00	0,00	0,00
27	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,11	0,00	0,00	0,00
28	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,09	0,00	0,00	0,00
29	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,62	0,00	0,00	0,00
30	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,36	0,00	0,00	0,00
31	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,62	0,00	0,00	0,00
32	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,09	0,00	0,00	0,00
33	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,73	0,00	0,00	0,00
34	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,12	0,00	0,00	0,00
35	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,97	0,00	0,00	0,00
36	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,12	0,00	0,00	0,00
37	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,73	0,00	0,00	0,00

38	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,72	0,00	0,00	0,00
39	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,33	0,00	0,00	0,00
40	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,34	0,00	0,00	0,00
41	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,72	0,00	0,00	0,00
42	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,33	0,00	0,00	0,00
43	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,17	0,00	0,00	0,00
44	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,28	0,00	0,00	0,00
45	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,60	0,00	0,00	0,00
46	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,17	0,00	0,00	0,00
47	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,28	0,00	0,00	0,00
48	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,04	0,00	0,00	0,00
49	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,26	0,00	0,00	0,00
50	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,44	0,00	0,00	0,00
51	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,04	0,00	0,00	0,00
52	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,26	0,00	0,00	0,00
53	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,96	0,00	0,00	0,00
54	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,28	0,00	0,00	0,00
55	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,32	0,00	0,00	0,00
56	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,96	0,00	0,00	0,00
57	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,28	0,00	0,00	0,00
58	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	0,00
59	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,35	0,00	0,00	0,00
60	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,91	0,00	0,00	0,00
61	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	0,00
62	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,35	0,00	0,00	0,00
63	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,46	0,00	0,00	0,00
64	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,48	0,00	0,00	0,00
65	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,40	0,00	0,00	0,00
66	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,46	0,00	0,00	0,00
67	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,48	0,00	0,00	0,00
68	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,90	0,00	0,00	0,00
69	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,73	0,00	0,00	0,00
70	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,78	0,00	0,00	0,00
71	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,90	0,00	0,00	0,00
72	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,73	0,00	0,00	0,00
73	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,58	0,00	0,00	0,00
74	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,11	0,00	0,00	0,00
75	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,85	0,00	0,00	0,00
76	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,58	0,00	0,00	0,00
77	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,11	0,00	0,00	0,00
78	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,44	0,00	0,00	0,00
79	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,78	0,00	0,00	0,00

80	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,39	0,00	0,00	0,00
81	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,44	0,00	0,00	0,00
82	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,78	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 369,17 kN. A área do apoio no solo é de 10,17 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{369,17}{10,17} = 36,30 \frac{kN}{m^2} = 0,36 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,20 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

As figuras 4.2 a 4.3 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 4.2 – Momento na direção X na laje de fundo e paredes.

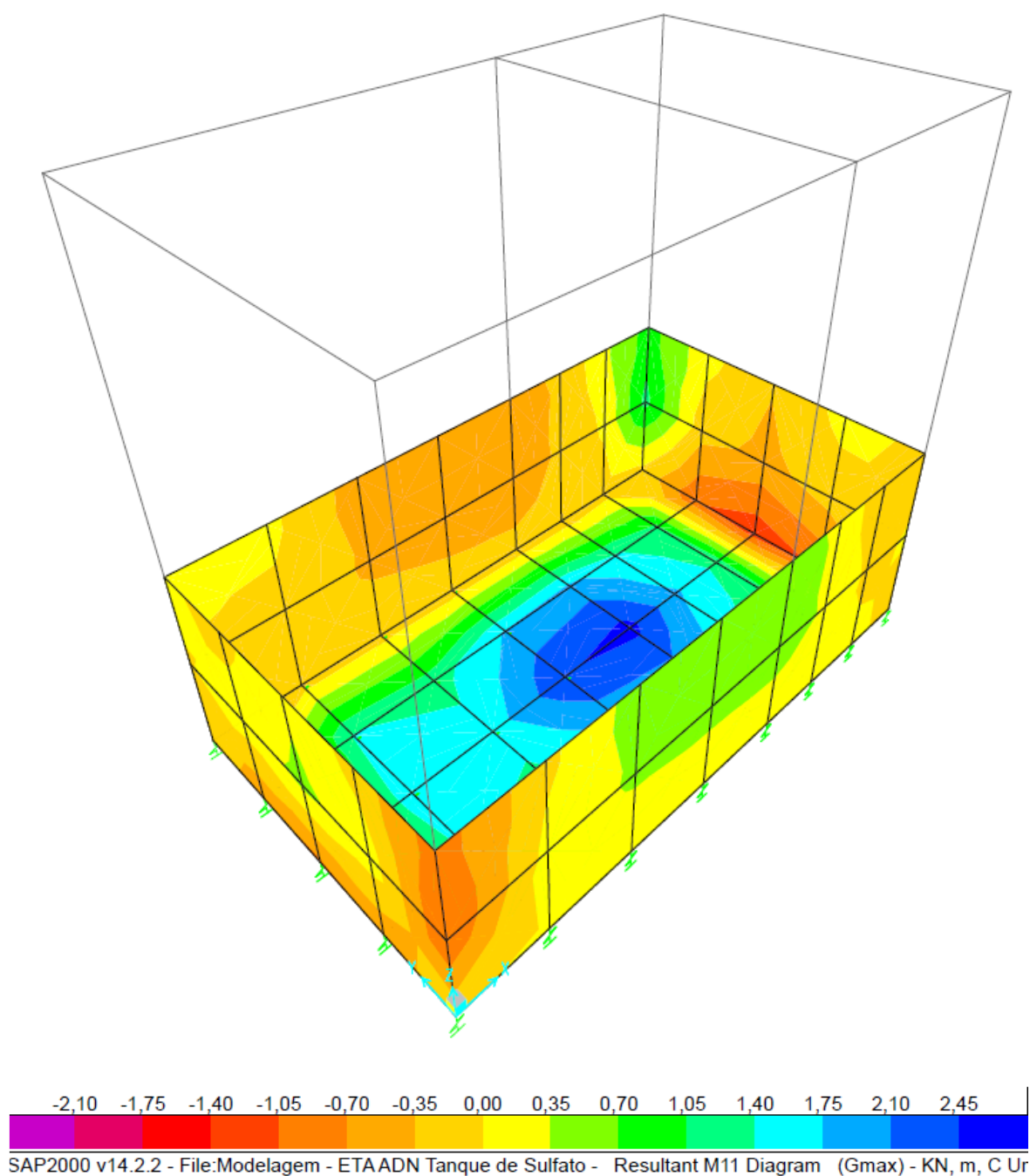
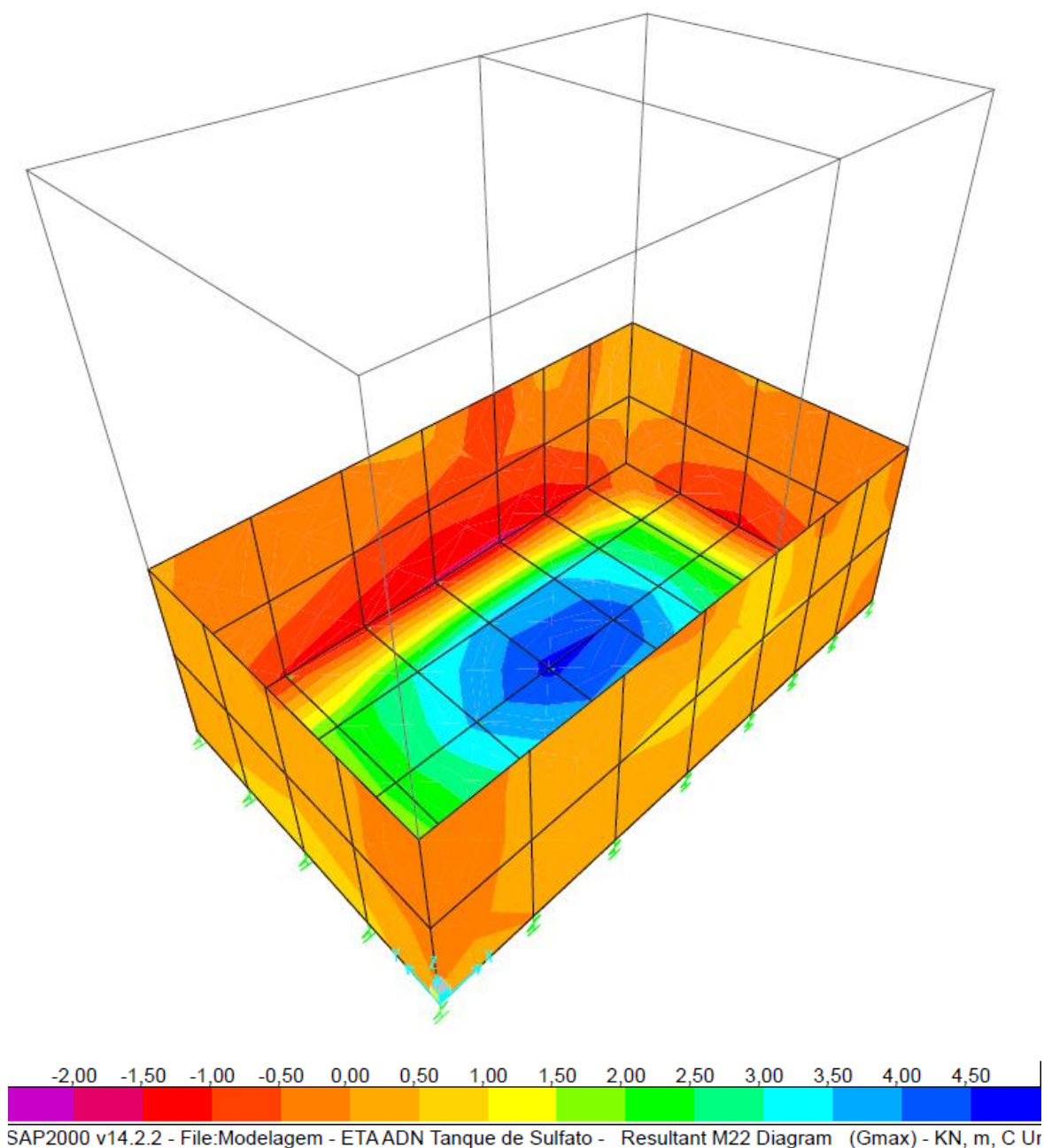


Figura 4.3 – Momento na direção Y na laje de fundo e paredes.



4.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

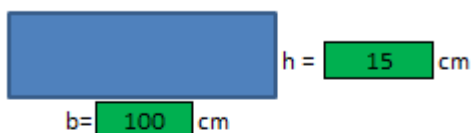
$$\text{Laje } h=15\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 2,47 \text{ kNm} \\ M_y = 2,27 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 2,47 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 9,50$ cm

Adotar $d = 9,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0199$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0199$

$\rightarrow K_x = 0,0298$

$\rightarrow K_z = 0,9881$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,89 \text{ cm}^2/\text{m}$$

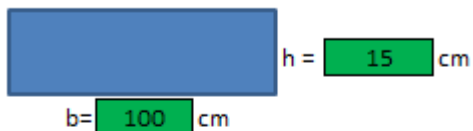
$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,45 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 8.0$ c/15 que equivale a 6,66 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 2,27 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 9,50$ cm

Adotar $d = 9,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0183$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0183 \rightarrow K_x = 0,0298$
 $\rightarrow K_z = 0,9881$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,82 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,45 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 8.0$ c/15 que equivale a 6,66 cm²/m.

a) Direção y

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 6,90 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

4.5. ARMAÇÃO DAS PAREDES

Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

$$\text{Paredes } e=15\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 2,31 \text{ kN.m} \\ M_y = 2,02 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 2,31 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$


$$\begin{aligned} h &= 15 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi \text{ armadura}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 9,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 9,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{bf \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0186$$

$$\begin{aligned} \text{Conforme tabela temos: } KMD &= 0,0186 \\ \rightarrow K_x &= 0,0298 \\ \rightarrow K_z &= 0,9881 \end{aligned}$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,84 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,\min} &= \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases} \end{aligned}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,45 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 8.0$ c/15 que equivale a 6,66 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADAMomento Fletor Máximo = 2,02 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa
 $b = 100$ cm
 $h = 15$ cm**2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL** $d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$ Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

 $d = 9,50$ cmAdotar $d = 9,00$ cm**2) DETERMINAÇÃO DE KMD**

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0163$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0163 \rightarrow K_x = 0,0298$
 $\rightarrow K_z = 0,9881$ **3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO**

$$A_s = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,73 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

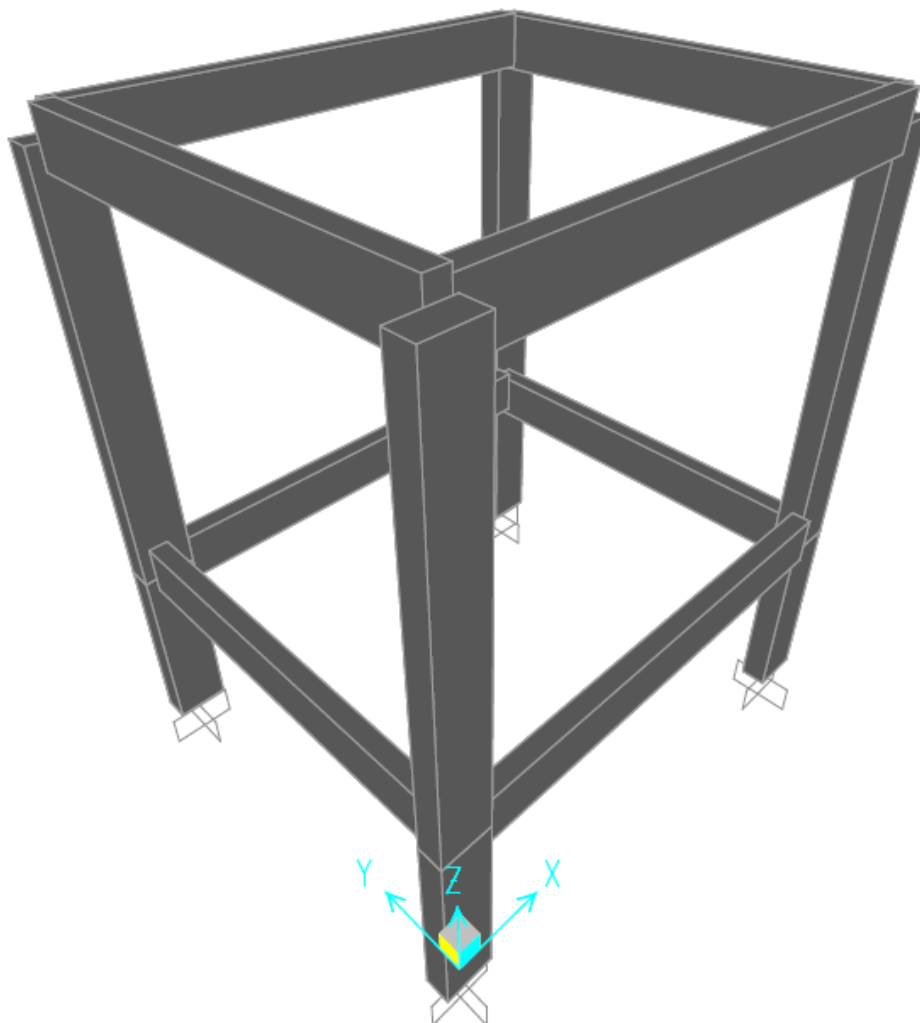
Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 6,90 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 8.0$ c/15 que equivale a 6,66cm²/m.

5. DIMENSIONAMENTO – SISTEMA DE CLORAÇÃO

5.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 5.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 5.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)

Peso próprio

Alvenaria

Cobertura em telha de fibrocimento

- Sobrecargas (SC)

Sobrecarga de laje de piso (SCP)

Sobrecarga de laje de cobertura (SCC)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP + 1,4SCC$

5.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 5.1 – Status de utilização

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
9	P2020	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
9	P2020	Column	No Messages	1,30	ENVOLTORIA	PASSA
9	P2020	Column	No Messages	2,60	ENVOLTORIA	PASSA
10	P2020	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
10	P2020	Column	No Messages	1,30	ENVOLTORIA	PASSA
10	P2020	Column	No Messages	2,60	ENVOLTORIA	PASSA
12	P2020	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
12	P2020	Column	No Messages	1,30	ENVOLTORIA	PASSA
12	P2020	Column	No Messages	2,60	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	2,84	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	3,31	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	3,78	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	4,25	ENVOLTORIA	PASSA

13	V1540	Beam	No Messages	4,73	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	5,20	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,41	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	3,30	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,84	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	3,31	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	3,78	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	4,25	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	4,73	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	5,20	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,41	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	3,30	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	2,84	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	3,31	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	3,78	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	4,25	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	4,73	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	5,20	ENVOLTORIA	PASSA

18	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	1,41	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	3,30	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	2,84	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	3,31	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	3,78	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	4,25	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	4,73	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	5,20	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	1,41	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	3,30	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	0,93	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	1,40	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	1,87	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	2,33	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	2,80	ENVOLTORIA	PASSA
24	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
24	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
24	V1540	Beam	No Messages	0,93	ENVOLTORIA	PASSA

5.3. FUNDAÇÕES

A figura 5.2 apresenta o quadro de cargas dos pilares. As fundações serão do tipo diretas em sapatas, cujo o dimensionamento será apresentado a seguir.

Figura 5.2 – Quadro de cargas sistema de cloração.

PLANO DE CARGAS								
PILAR	DIMENSÕES (cm)	CASO	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Mz (kN.m)
P01	20x40	Gmax	11,29	-2,84	66,27	1,39	4,87	0,00
		gmin	8,06	-2,03	47,31	1,00	3,47	0,00
P02	2x40	Gmax	-11,29	-2,84	66,27	1,39	-4,87	0,00
		gmin	-8,06	-2,03	47,31	1,00	-3,47	0,00
P03	20x40	Gmax	11,29	2,84	66,27	-1,39	4,87	0,00
		gmin	8,06	2,03	47,31	-1,00	3,47	0,00
P04	20x40	Gmax	-11,29	2,84	66,27	-1,39	-4,87	0,00
		gmin	-8,06	2,03	47,31	-1,00	-3,47	0,00

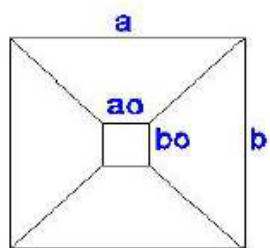
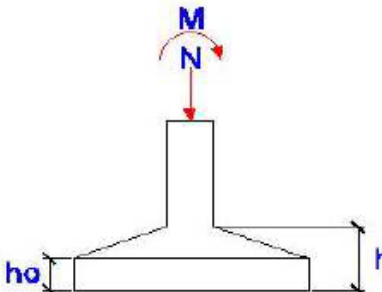
a) Sapatas Grupo I

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: SISTEMA DE CLORAÇÃO ETA AGUA DOCE DO NORTE	FOLHA 01/04	
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-04	DATA: 05/01/2019

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Dimensões do pilar	ao =	40	cm
	bo =	20	cm
Esforços	N =	47,31	kN
	M =	4,87	kN.m
Tensão admissível	σ_{adm}	1,20	kgf/cm ²
Concreto	fck =	30	MPa
Aço a ser utilizado	CA	50	
Cobrimento	c =	4,0	cm

Nota: Editar somente células verdes

2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA

$$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = \frac{1,10 \times 47,31}{1,20} = 4336,75 \text{ cm}^2$$

$$a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 77 \text{ cm}$$

$$b = \frac{S}{a_0} = 57 \text{ cm}$$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

a = 80 cm
b = 60 cm

3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO

3.1) Cálculo da Excentricidade

$$e = \frac{M}{N} = 0,10$$

Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e aforça normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

$$\frac{a}{6} = 13,33$$

3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas

$$\sigma_{max} = \frac{N}{S} \times \left(1 + \frac{6e}{a} \right) = 1,75 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{S} \times \left(1 - \frac{6e}{a} \right) = 0,22 \text{ kgf/cm}^2$$

$$1,3\sigma_{adm} = 1,56 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 0,99 \text{ kgf/cm}^2$$

Condições:

Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata

a = 80 cm
b = 60 cm

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: SISTEMA DE CLORÇÃO ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 02/04

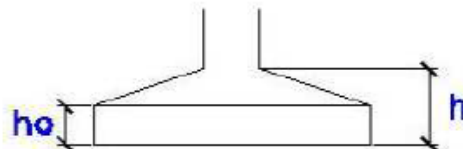
SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 05/01/2019

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 13,33 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 13,33 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 8,68 \text{ cm} \end{cases}$$


 Adotar $d = 14 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 18,00 \text{ cm}$

$$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$$

 Adotar $h = 25 \text{ cm}$

 Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,20 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,26 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,064 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = 258,32 \text{ kN/m}^2$$

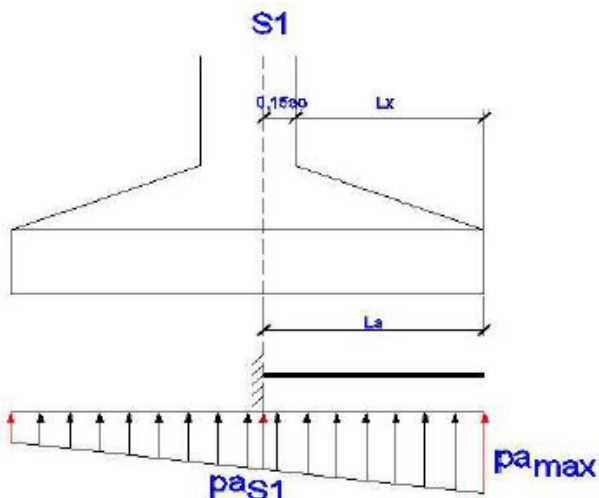
$$\sigma_{min} = 45,26 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a_{max}} = \sigma_{max} \times b = 154,99 \text{ kN/m} \quad p_{a_{min}} = \sigma_{min} \times b = 27,15 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $p_{a_{S1}} = 68,70 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{p_{a_{S1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - p_{a_{S1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2 \quad M_{Sda} = 4,27 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: SISTEMA DE CLORAÇÃO ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 03/04

SAPATA: S01

SONDAÇÃO: SP-04

DATA: 05/01/2019

5.1.2) Direção Paralela a "b"

$$L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,20 \text{ m}$$

$$L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,23 \text{ m}$$

Tensões máximas e mínimas

$$\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 151,8 \text{ kN/m}^2$$

$$pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 121,4 \text{ kN/m}$$

Logo:

$$M_{sdb} = \frac{pb_{s1} \cdot L_b^2}{2}$$

$$M_{sdb} = 3,21 \text{ kN.m}$$

5.2) Cálculo da Armadura
5.2.1) Direção Paralela a "a"

$$A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,23 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,25 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 2,25 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	5
10,0	3
12,5	2
16,0	2
20,0	1

Ø da barra escolhida = 8

Nº de Barras = 5

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 12,60 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: SISTEMA DE CLORAÇÃO ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAÇÃO: SP-04

DATA: 05/01/2019

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,75 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 3,00 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 3 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	6
10,0	4
12,5	3
16,0	2
20,0	1

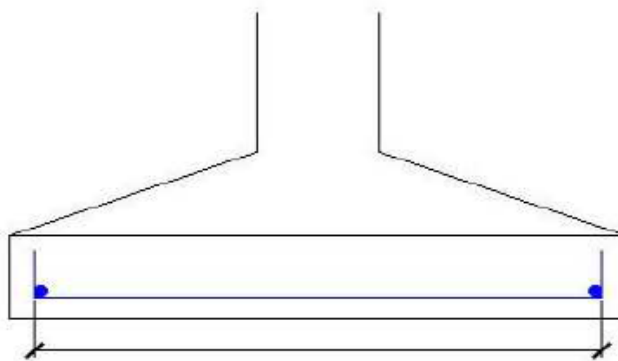
 Ø da barra escolhida = 8
 Nº de Barras = 6

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 14,08 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro


Direção a	5	Ø	8	C/	10	cm
Direção b	6	Ø	8	C/	11	cm

6. DIMENSIONAMENTO – TANQUE DE CONTATO

6.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figuras 6.1 e 6.2) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 6.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.

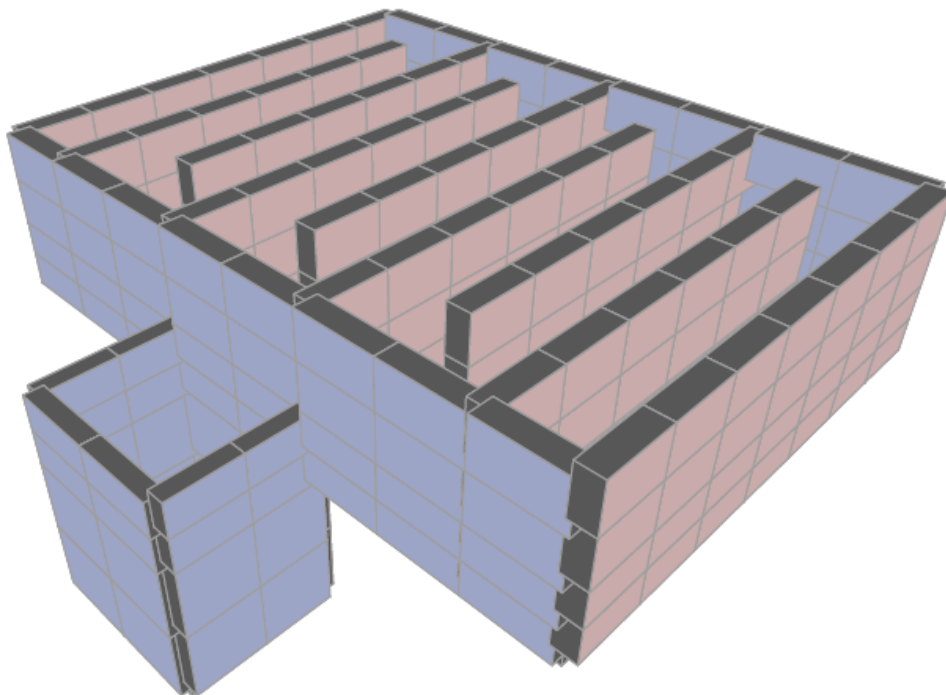
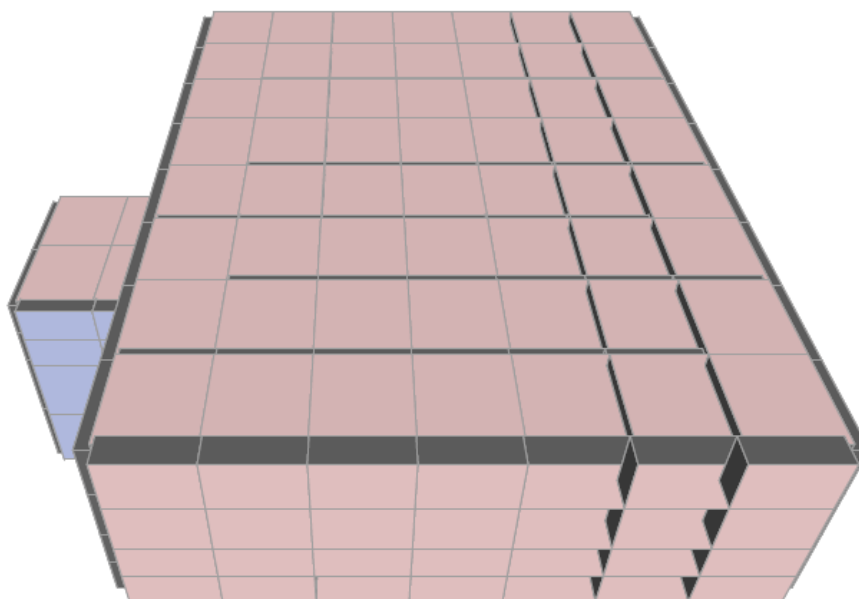


Figura 6.2 – Modelo estrutural 3D vista 2.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
Peso próprio
- Sobrecargas (SC)
Carregamento na laje de fundo (SCLF)
Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)
Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI$

Comb 4: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE$

6.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 6.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	-1,35	-2,20	0,95	1,02	0,20
1	Gmax	Combination	0,72	-1,79	-0,09	-0,72	0,22
1	Gmax	Combination	0,75	-1,61	-0,03	-0,08	0,23
1	Gmax	Combination	-1,31	-2,02	-0,60	0,01	0,22
2	Gmax	Combination	-1,47	-2,48	0,18	-0,42	-0,04
2	Gmax	Combination	-1,40	-2,46	0,92	0,89	-0,01
2	Gmax	Combination	-2,18	-6,35	-0,61	-0,04	-0,03
2	Gmax	Combination	-2,25	-6,36	-0,24	0,00	-0,06
3	Gmax	Combination	-1,09	-2,88	-0,20	0,05	-0,16
3	Gmax	Combination	0,60	-2,54	-0,01	-0,07	-0,12
3	Gmax	Combination	0,95	-0,76	-0,05	-0,39	-0,11
3	Gmax	Combination	-0,73	-1,09	0,32	0,27	-0,16
4	Gmax	Combination	-2,74	-5,95	-0,78	-0,02	-0,17

4	Gmax	Combination	-1,66	-5,74	-0,22	-0,08	-0,23
4	Gmax	Combination	-1,21	-3,46	0,16	-0,52	-0,22
4	Gmax	Combination	-2,28	-3,67	1,15	1,15	-0,15
5	Gmax	Combination	-0,81	-1,07	-0,11	0,82	-0,02
5	Gmax	Combination	2,68	-0,37	-0,16	-0,68	-0,01
5	Gmax	Combination	2,47	-1,44	-0,07	-0,71	0,05
5	Gmax	Combination	-1,02	-2,13	0,85	1,00	0,04
6	Gmax	Combination	-4,09	-1,95	0,08	0,12	0,12
6	Gmax	Combination	-0,86	-1,30	-0,26	0,06	0,11
6	Gmax	Combination	-1,08	-2,40	0,82	0,87	0,09
6	Gmax	Combination	-4,31	-3,04	0,12	-0,43	0,10
7	Gmax	Combination	-0,34	-0,84	0,31	0,79	0,08
7	Gmax	Combination	2,94	-0,19	-0,17	-0,74	0,04
7	Gmax	Combination	2,91	-0,33	-0,17	-0,68	0,02
7	Gmax	Combination	-0,37	-0,98	-0,13	0,82	0,06
8	Gmax	Combination	-5,27	-1,27	0,07	0,08	-0,02
8	Gmax	Combination	-0,22	-0,26	0,23	0,40	0,03
8	Gmax	Combination	-0,41	-1,21	-0,28	0,05	0,06
8	Gmax	Combination	-5,46	-2,22	0,01	0,11	0,01
9	Gmax	Combination	-3,23	-1,14	0,22	0,67	-0,02
9	Gmax	Combination	3,69	0,24	-0,14	-0,71	-0,04
9	Gmax	Combination	3,63	-0,05	-0,16	-0,74	0,00
9	Gmax	Combination	-3,29	-1,43	0,31	0,79	0,02
10	Gmax	Combination	-4,63	-1,12	0,17	0,28	0,03
10	Gmax	Combination	-3,17	-0,83	0,14	0,26	0,04
10	Gmax	Combination	-3,17	-0,85	0,23	0,40	0,03
10	Gmax	Combination	-4,63	-1,14	0,06	0,08	0,02
11	Gmax	Combination	-1,61	-1,01	-0,05	0,48	-0,08
11	Gmax	Combination	3,02	-0,08	-0,12	-0,57	-0,08
11	Gmax	Combination	3,06	0,12	-0,18	-0,72	-0,07
11	Gmax	Combination	-1,57	-0,81	0,28	0,68	-0,07
12	Gmax	Combination	-4,98	-1,75	-0,01	0,72	0,08
12	Gmax	Combination	-1,63	-1,08	-0,22	-0,39	0,06
12	Gmax	Combination	-1,51	-0,50	0,20	0,27	0,04
12	Gmax	Combination	-4,86	-1,17	0,10	0,26	0,06
13	Gmax	Combination	-2,14	-1,38	0,27	0,26	-0,07
13	Gmax	Combination	2,77	-0,39	-0,01	-0,38	-0,10
13	Gmax	Combination	2,83	-0,12	-0,17	-0,58	-0,08
13	Gmax	Combination	-2,09	-1,10	0,02	0,49	-0,05
14	Gmax	Combination	-4,30	-4,08	1,03	1,12	-0,02
14	Gmax	Combination	-2,62	-3,74	0,11	-0,53	-0,02
14	Gmax	Combination	-2,10	-1,18	-0,15	-0,38	0,07

14	Gmax	Combination	-3,79	-1,51	-0,02	0,72	0,07
15	Gmax	Combination	-2,47	-4,35	1,06	1,01	0,10
15	Gmax	Combination	-1,82	-4,22	0,13	-0,65	0,11
15	Gmax	Combination	-2,49	-7,60	-0,26	-0,11	0,14
15	Gmax	Combination	-3,15	-7,73	-0,70	0,00	0,13
16	Gmax	Combination	-2,12	-4,65	0,15	-0,61	-0,09
16	Gmax	Combination	-2,55	-4,74	1,05	0,99	-0,09
16	Gmax	Combination	-3,28	-8,41	-0,71	-0,03	-0,11
16	Gmax	Combination	-2,85	-8,32	-0,25	-0,04	-0,12
17	Gmax	Combination	-6,86	-9,98	-0,14	0,07	0,09
17	Gmax	Combination	-3,40	-9,29	-0,79	-0,07	0,10
17	Gmax	Combination	-2,08	-2,68	1,14	1,09	0,10
17	Gmax	Combination	-5,54	-3,37	0,19	-0,67	0,09
18	Gmax	Combination	-3,28	-4,47	-0,70	-0,04	-0,14
18	Gmax	Combination	-5,86	-4,99	-0,17	-0,11	-0,16
18	Gmax	Combination	-5,78	-4,55	0,18	-0,73	-0,14
18	Gmax	Combination	-3,19	-4,03	1,18	1,11	-0,12
19	Gmax	Combination	-3,55	-2,17	-0,18	0,40	-0,09
19	Gmax	Combination	-4,16	-2,30	0,01	-0,24	-0,07
19	Gmax	Combination	-4,66	-4,79	0,07	-0,66	-0,03
19	Gmax	Combination	-4,05	-4,67	0,96	0,99	-0,05
20	Gmax	Combination	-5,27	-2,94	0,04	-0,17	0,09
20	Gmax	Combination	-3,64	-2,61	-0,21	0,24	0,09
20	Gmax	Combination	-4,12	-5,06	0,95	0,97	0,05
20	Gmax	Combination	-5,76	-5,38	0,09	-0,62	0,06
21	Gmax	Combination	-4,24	-1,21	0,28	0,44	0,02
21	Gmax	Combination	-5,30	-1,42	0,01	-0,24	0,01
21	Gmax	Combination	-5,53	-2,57	-0,06	-0,25	-0,02
21	Gmax	Combination	-4,47	-2,36	-0,20	0,39	-0,01
22	Gmax	Combination	-7,13	-1,96	0,03	-0,16	-0,01
22	Gmax	Combination	-4,27	-1,39	0,26	0,37	-0,01
22	Gmax	Combination	-4,55	-2,80	-0,23	0,24	0,02
22	Gmax	Combination	-7,42	-3,37	-0,03	-0,18	0,02
23	Gmax	Combination	-9,02	-1,98	0,15	0,23	-0,04
23	Gmax	Combination	-4,63	-1,10	0,11	-0,04	-0,05
23	Gmax	Combination	-4,66	-1,29	0,00	-0,24	-0,02
23	Gmax	Combination	-9,06	-2,17	0,29	0,44	-0,02
24	Gmax	Combination	-6,49	-1,66	0,14	0,05	0,04
24	Gmax	Combination	-9,06	-2,18	0,13	0,15	0,04
24	Gmax	Combination	-9,10	-2,35	0,27	0,37	0,02
24	Gmax	Combination	-6,53	-1,84	0,03	-0,17	0,02
25	Gmax	Combination	-6,19	-2,36	-0,17	-0,27	-0,10

25	Gmax	Combination	-5,05	-2,14	-0,08	0,38	-0,09
25	Gmax	Combination	-4,86	-1,15	0,04	-0,05	-0,06
25	Gmax	Combination	-5,99	-1,38	0,22	0,24	-0,07
26	Gmax	Combination	-6,94	-2,68	-0,05	0,49	0,09
26	Gmax	Combination	-6,23	-2,54	-0,20	-0,43	0,08
26	Gmax	Combination	-6,03	-1,57	0,21	0,17	0,06
26	Gmax	Combination	-6,75	-1,71	0,06	0,03	0,06
27	Gmax	Combination	-6,67	-3,60	0,16	-0,67	-0,04
27	Gmax	Combination	-4,10	-3,08	1,02	1,07	-0,04
27	Gmax	Combination	-3,86	-1,90	-0,09	0,38	-0,11
27	Gmax	Combination	-6,43	-2,41	-0,09	-0,25	-0,11
28	Gmax	Combination	-5,31	-4,45	1,05	1,09	0,02
28	Gmax	Combination	-6,91	-4,78	0,15	-0,74	0,02
28	Gmax	Combination	-6,47	-2,58	-0,12	-0,42	0,10
28	Gmax	Combination	-4,87	-2,26	-0,06	0,49	0,10
29	Gmax	Combination	-2,55	-4,74	1,05	0,99	0,09
29	Gmax	Combination	-2,12	-4,65	0,15	-0,61	0,09
29	Gmax	Combination	-2,85	-8,32	-0,25	-0,04	0,12
29	Gmax	Combination	-3,28	-8,41	-0,71	-0,03	0,11
30	Gmax	Combination	-1,82	-4,22	0,13	-0,65	-0,11
30	Gmax	Combination	-2,47	-4,35	1,06	1,01	-0,10
30	Gmax	Combination	-3,15	-7,73	-0,70	0,00	-0,13
30	Gmax	Combination	-2,49	-7,60	-0,26	-0,11	-0,14
31	Gmax	Combination	-5,86	-4,99	-0,17	-0,11	0,16
31	Gmax	Combination	-3,28	-4,47	-0,70	-0,04	0,14
31	Gmax	Combination	-3,19	-4,03	1,18	1,11	0,12
31	Gmax	Combination	-5,78	-4,55	0,18	-0,73	0,14
32	Gmax	Combination	-3,40	-9,29	-0,79	-0,07	-0,10
32	Gmax	Combination	-6,86	-9,98	-0,14	0,07	-0,09
32	Gmax	Combination	-5,54	-3,37	0,19	-0,67	-0,09
32	Gmax	Combination	-2,08	-2,68	1,14	1,09	-0,10
33	Gmax	Combination	-3,64	-2,61	-0,21	0,24	-0,09
33	Gmax	Combination	-5,27	-2,94	0,04	-0,17	-0,09
33	Gmax	Combination	-5,76	-5,38	0,09	-0,62	-0,06
33	Gmax	Combination	-4,12	-5,06	0,95	0,97	-0,05
34	Gmax	Combination	-4,16	-2,30	0,01	-0,24	0,07
34	Gmax	Combination	-3,55	-2,17	-0,18	0,40	0,09
34	Gmax	Combination	-4,05	-4,67	0,96	0,99	0,05
34	Gmax	Combination	-4,66	-4,79	0,07	-0,66	0,03
35	Gmax	Combination	-4,27	-1,39	0,26	0,37	0,01
35	Gmax	Combination	-7,13	-1,96	0,03	-0,16	0,01
35	Gmax	Combination	-7,42	-3,37	-0,03	-0,18	-0,02

35	Gmax	Combination	-4,55	-2,80	-0,23	0,24	-0,02
36	Gmax	Combination	-5,30	-1,42	0,01	-0,24	-0,01
36	Gmax	Combination	-4,24	-1,21	0,28	0,44	-0,02
36	Gmax	Combination	-4,47	-2,36	-0,20	0,39	0,01
36	Gmax	Combination	-5,53	-2,57	-0,06	-0,25	0,02
37	Gmax	Combination	-9,06	-2,18	0,13	0,15	-0,04
37	Gmax	Combination	-6,49	-1,66	0,14	0,05	-0,04
37	Gmax	Combination	-6,53	-1,84	0,03	-0,17	-0,02
37	Gmax	Combination	-9,10	-2,35	0,27	0,37	-0,02
38	Gmax	Combination	-4,63	-1,10	0,11	-0,04	0,05
38	Gmax	Combination	-9,02	-1,98	0,15	0,23	0,04
38	Gmax	Combination	-9,06	-2,17	0,29	0,44	0,02
38	Gmax	Combination	-4,66	-1,29	0,00	-0,24	0,02
39	Gmax	Combination	-6,23	-2,54	-0,20	-0,43	-0,08
39	Gmax	Combination	-6,94	-2,68	-0,05	0,49	-0,09
39	Gmax	Combination	-6,75	-1,71	0,06	0,03	-0,06
39	Gmax	Combination	-6,03	-1,57	0,21	0,17	-0,06
40	Gmax	Combination	-5,05	-2,14	-0,08	0,38	0,09
40	Gmax	Combination	-6,19	-2,36	-0,17	-0,27	0,10
40	Gmax	Combination	-5,99	-1,38	0,22	0,24	0,07
40	Gmax	Combination	-4,86	-1,15	0,04	-0,05	0,06
41	Gmax	Combination	-6,91	-4,78	0,15	-0,74	-0,02
41	Gmax	Combination	-5,31	-4,45	1,05	1,09	-0,02
41	Gmax	Combination	-4,87	-2,26	-0,06	0,49	-0,10
41	Gmax	Combination	-6,47	-2,58	-0,12	-0,42	-0,10
42	Gmax	Combination	-4,10	-3,08	1,02	1,07	0,04
42	Gmax	Combination	-6,67	-3,60	0,16	-0,67	0,04
42	Gmax	Combination	-6,43	-2,41	-0,09	-0,25	0,11
42	Gmax	Combination	-3,86	-1,90	-0,09	0,38	0,11
43	Gmax	Combination	-1,40	-2,46	0,92	0,89	0,01
43	Gmax	Combination	-1,47	-2,48	0,18	-0,42	0,04
43	Gmax	Combination	-2,25	-6,36	-0,24	0,00	0,06
43	Gmax	Combination	-2,18	-6,35	-0,61	-0,04	0,03
44	Gmax	Combination	0,72	-1,79	-0,09	-0,72	-0,22
44	Gmax	Combination	-1,35	-2,20	0,95	1,02	-0,20
44	Gmax	Combination	-1,31	-2,02	-0,60	0,01	-0,22
44	Gmax	Combination	0,75	-1,61	-0,03	-0,08	-0,23
45	Gmax	Combination	-1,66	-5,74	-0,22	-0,08	0,23
45	Gmax	Combination	-2,74	-5,95	-0,78	-0,02	0,17
45	Gmax	Combination	-2,28	-3,67	1,15	1,15	0,15
45	Gmax	Combination	-1,21	-3,46	0,16	-0,52	0,22
46	Gmax	Combination	0,60	-2,54	-0,01	-0,07	0,12

46	Gmax	Combination	-1,09	-2,88	-0,20	0,05	0,16
46	Gmax	Combination	-0,73	-1,09	0,32	0,27	0,16
46	Gmax	Combination	0,95	-0,76	-0,05	-0,39	0,11
47	Gmax	Combination	-0,86	-1,30	-0,26	0,06	-0,11
47	Gmax	Combination	-4,09	-1,95	0,08	0,12	-0,12
47	Gmax	Combination	-4,31	-3,04	0,12	-0,43	-0,10
47	Gmax	Combination	-1,08	-2,40	0,82	0,87	-0,09
48	Gmax	Combination	2,68	-0,37	-0,16	-0,68	0,01
48	Gmax	Combination	-0,81	-1,07	-0,11	0,82	0,02
48	Gmax	Combination	-1,02	-2,13	0,85	1,00	-0,04
48	Gmax	Combination	2,47	-1,44	-0,07	-0,71	-0,05
49	Gmax	Combination	-0,22	-0,26	0,23	0,40	-0,03
49	Gmax	Combination	-5,27	-1,27	0,07	0,08	0,02
49	Gmax	Combination	-5,46	-2,22	0,01	0,11	-0,01
49	Gmax	Combination	-0,41	-1,21	-0,28	0,05	-0,06
50	Gmax	Combination	2,94	-0,19	-0,17	-0,74	-0,04
50	Gmax	Combination	-0,34	-0,84	0,31	0,79	-0,08
50	Gmax	Combination	-0,37	-0,98	-0,13	0,82	-0,06
50	Gmax	Combination	2,91	-0,33	-0,17	-0,68	-0,02

6.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 6.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,48	0,00	0,00	0,00
2	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,29	0,00	0,00	0,00
3	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,59	0,00	0,00	0,00
4	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,16	0,00	0,00	0,00
5	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,46	0,00	0,00	0,00
6	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,15	0,00	0,00	0,00
7	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,90	0,00	0,00	0,00
8	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,96	0,00	0,00	0,00
9	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,81	0,00	0,00	0,00
10	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,56	0,00	0,00	0,00
11	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,88	0,00	0,00	0,00
12	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,48	0,00	0,00	0,00
13	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,69	0,00	0,00	0,00

14	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,39	0,00	0,00	0,00
15	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,65	0,00	0,00	0,00
16	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,89	0,00	0,00	0,00
17	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00
18	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,84	0,00	0,00	0,00
19	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,11	0,00	0,00	0,00
20	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,61	0,00	0,00	0,00
21	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,05	0,00	0,00	0,00
22	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,33	0,00	0,00	0,00
23	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,71	0,00	0,00	0,00
24	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,26	0,00	0,00	0,00
25	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,41	0,00	0,00	0,00
26	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,13	0,00	0,00	0,00
27	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,43	0,00	0,00	0,00
28	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,13	0,00	0,00	0,00
29	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,88	0,00	0,00	0,00
30	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,49	0,00	0,00	0,00
31	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,87	0,00	0,00	0,00
32	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,45	0,00	0,00	0,00
33	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,61	0,00	0,00	0,00
34	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,61	0,00	0,00	0,00
35	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,81	0,00	0,00	0,00
36	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,81	0,00	0,00	0,00
37	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,02	0,00	0,00	0,00
38	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,01	0,00	0,00	0,00
39	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,25	0,00	0,00	0,00
40	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,23	0,00	0,00	0,00
41	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,41	0,00	0,00	0,00
42	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,13	0,00	0,00	0,00
43	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,46	0,00	0,00	0,00
44	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,15	0,00	0,00	0,00
45	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,88	0,00	0,00	0,00
46	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,49	0,00	0,00	0,00
47	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,88	0,00	0,00	0,00
48	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,48	0,00	0,00	0,00
49	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,61	0,00	0,00	0,00
50	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,65	0,00	0,00	0,00
51	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,81	0,00	0,00	0,00
52	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,84	0,00	0,00	0,00
53	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,02	0,00	0,00	0,00
54	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,05	0,00	0,00	0,00
55	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,25	0,00	0,00	0,00

56	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,26	0,00	0,00	0,00
57	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,48	0,00	0,00	0,00
58	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,16	0,00	0,00	0,00
59	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,29	0,00	0,00	0,00
60	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,59	0,00	0,00	0,00
61	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,90	0,00	0,00	0,00
62	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,56	0,00	0,00	0,00
63	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,96	0,00	0,00	0,00
64	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,81	0,00	0,00	0,00
65	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,69	0,00	0,00	0,00
66	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,39	0,00	0,00	0,00
67	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,89	0,00	0,00	0,00
68	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00
69	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,11	0,00	0,00	0,00
70	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,61	0,00	0,00	0,00
71	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,33	0,00	0,00	0,00
72	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,71	0,00	0,00	0,00
73	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,13	0,00	0,00	0,00
74	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,07	0,00	0,00	0,00
75	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,00	0,00	0,00	0,00
76	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,79	0,00	0,00	0,00
77	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,94	0,00	0,00	0,00
78	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,87	0,00	0,00	0,00
79	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,07	0,00	0,00	0,00
80	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,00	0,00	0,00	0,00
81	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,94	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 1622,98 kN. A área do apoio no solo é de 25,20 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{1622,98}{25,20} = 64,40 \frac{kN}{m^2} = 0,64 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,20 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

As figuras 6.3 a 6.6 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 6.3 – Momento na direção X na laje de fundo.

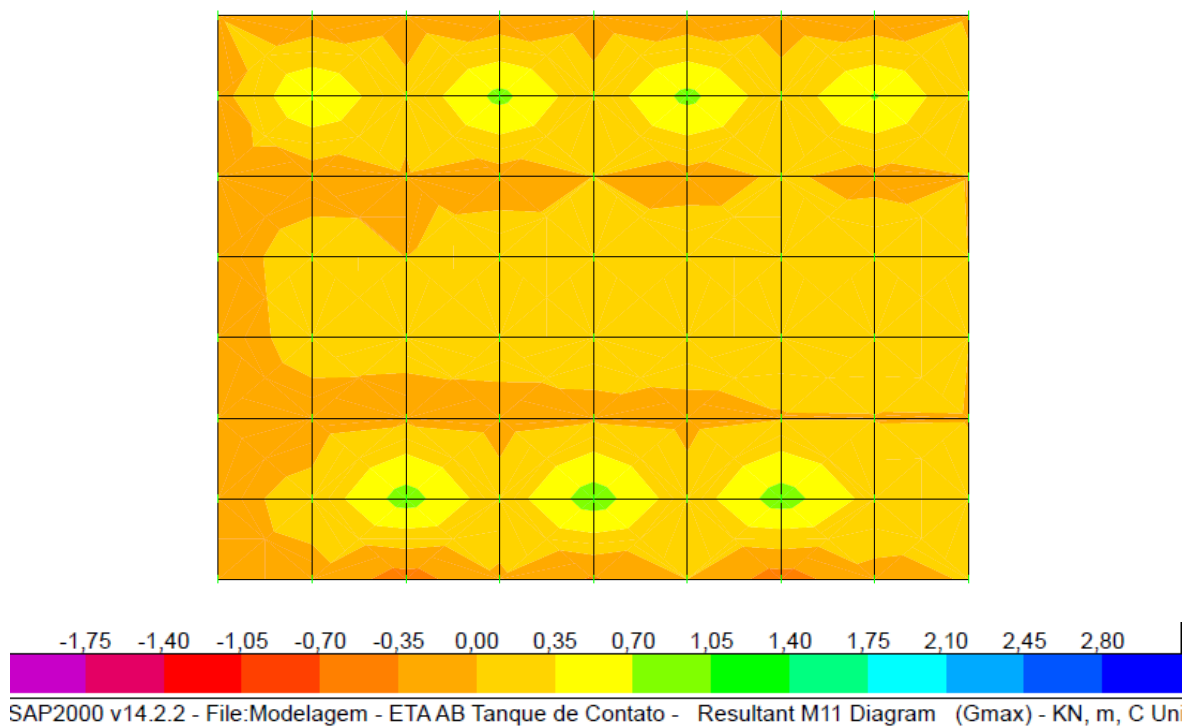


Figura 6.4 – Momento na direção Y na laje de fundo.

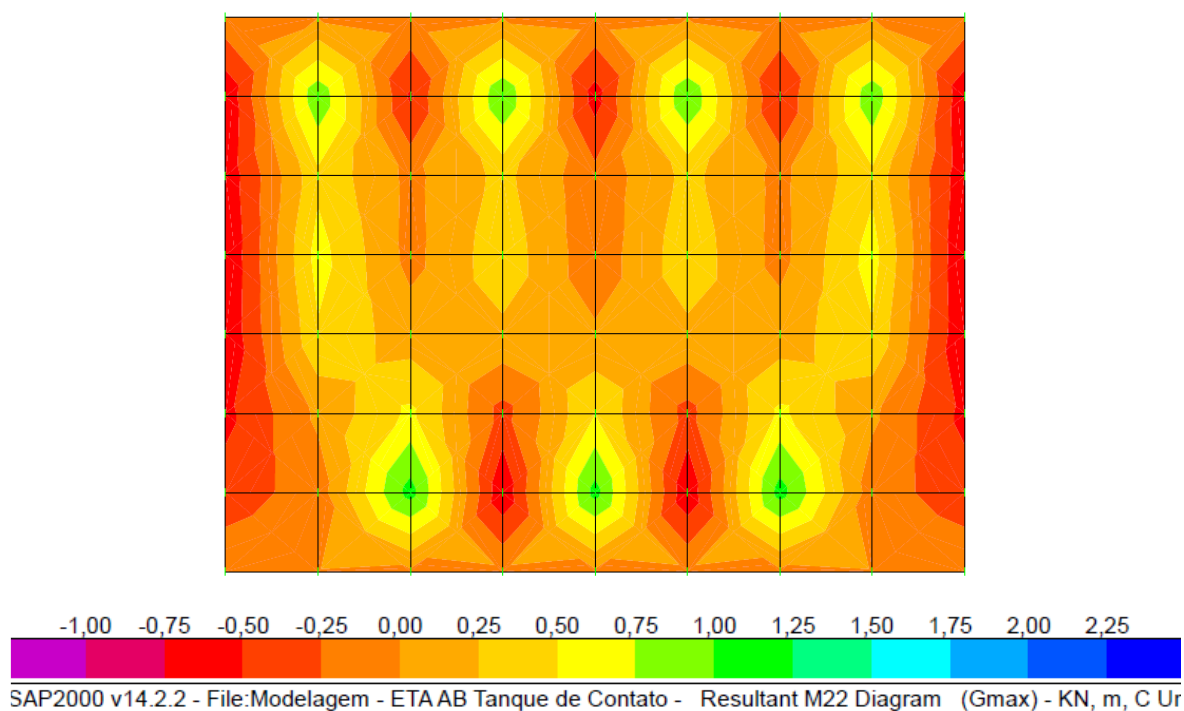


Figura 6.5 – Momento na direção X nas paredes.

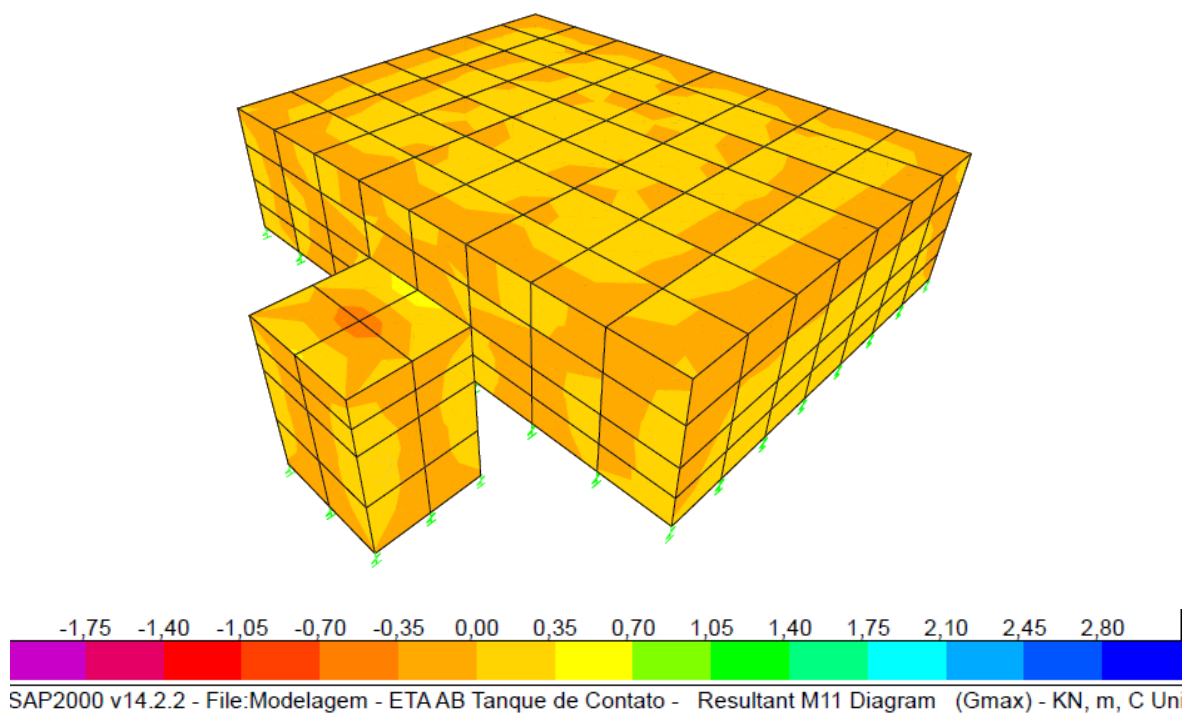
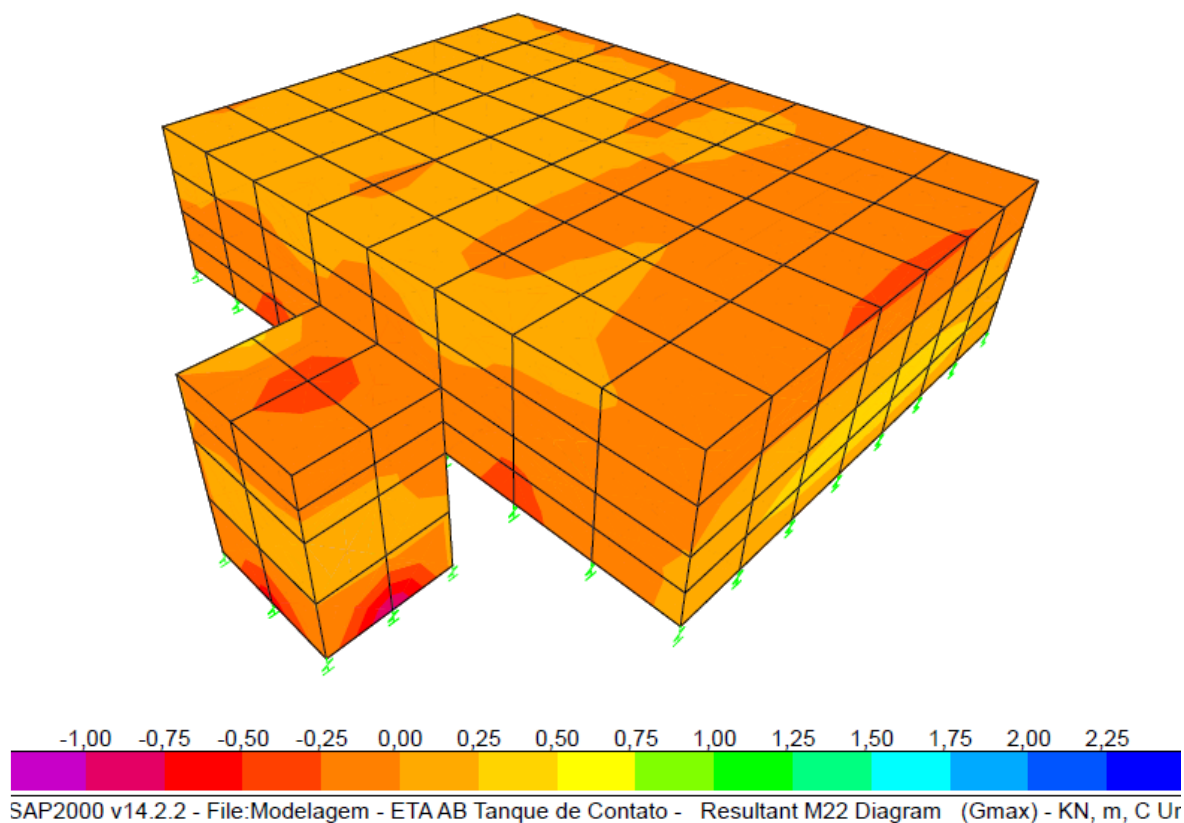


Figura 6.6 – Momento na direção Y nas paredes.



6.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 2,80 \text{ kNm} \\ M_y = 2,25 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 2,80 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$


$$\begin{aligned} h &= 20 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{bf \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0093$$

$$\begin{aligned} \text{Conforme tabela temos: } KMD &= 0,0093 \rightarrow K_x = 0,0148 \\ &\rightarrow K_z = 0,9941 \end{aligned}$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{y,d}} = 0,65 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{y,d}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 2,25 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= 20 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0075$$

$$\begin{aligned} \text{Conforme tabela temos: } KMD &= 0,0075 \rightarrow K_x = 0,0148 \\ &\rightarrow K_z = 0,9941 \end{aligned}$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,52 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,min} &= \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases} \end{aligned}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

6.5. ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes superiores são:

$$\text{Laje } h=10\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 0,85 \text{ kNm} \\ M_y = 0,80 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 0,85 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$


$$\begin{aligned} h &= 10 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 4,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 4,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0347$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,0347 \rightarrow Kx = 0,0526$$

$$\rightarrow Kz = 0,9790$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$As = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 1,50 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 2,30 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 1,73 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 2,30 cm²/m. Será utilizada armadura simples (face inferior) de $\phi 8.0$ c/15 que equivale a 3,33 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 0,80 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa

 $h = 10$ cm
 $b = 100$ cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 4,50$ cm

Adotar $d = 4,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{bf \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0327$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0327 \rightarrow K_x = 0,0526$
 $\rightarrow K_z = 0,9790$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 1,50 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 2,30 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 1,73 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 2,30 cm²/m. Será utilizada armadura simples (face inferior) de $\phi 8.0$ c/15 que equivale a 3,33 cm²/m.

6.6. ARMAÇÃO DAS PAREDES

Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

$$\text{Paredes } e=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 2,75 \text{ kN.m} \\ M_y = 2,20 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADAMomento Fletor Máximo = 2,75 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa
 $b = 100$ cm
 $h = 20$ cm**2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL** $d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$ Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

 $d = 14,50$ cmAdotar $d = 14,00$ cm**2) DETERMINAÇÃO DE KMD**

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0092$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0092 \rightarrow K_x = 0,0148$
 $\rightarrow K_z = 0,9941$ **3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO**

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADAMomento Fletor Máximo = 2,20 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa**2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL** $d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$ Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

 $d = 14,50$ cmAdotar $d = 14,00$ cm**2) DETERMINAÇÃO DE KMD**

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0073$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0073 \rightarrow K_x = 0,0148$
 $\rightarrow K_z = 0,9941$ **3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO**

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,51 \text{ cm}^2/\text{m}$$
$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

7. DIMENSIONAMENTO – COBERTURA METÁLICA DA ETA

7.1. NORMAS APLICÁVEIS

- NBR-6120 – Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações.
- NBR-6123 – Forças Devidas ao Vento em Edificações.
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento.
- NBR 8800 - Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas Aço e Concreto de Edifícios.
- NBR 14762 – 2010 – Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas Por Perfis Formados a Frio.
- AISC-LFRD 93 – American Institute of Steel Construction – Load and Resistance factor Design Specification.
- ASTM – American Society for Testing and Materials
- AWS D1.1 – Structural Welding Code.

7.2. CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO

7.2.1. Esquema Estrutural

A estruturas principais é caracterizada como coberturas metálicas compostas de pilares, vigas, terças, tirantes e contraventamentos, com suas bases de apoio e suas ligações engastadas espaçadas entre si conforme desenhos de projeto.

O cálculo e o dimensionamento dos elementos estruturais, foram realizados segundo as considerações das especificações do AISC-LFRD 93 – American Institute of Steel Construction – Load and Resistance factor Design e, onde cabíveis, as prescrições das Normas da ABNT.

7.2.2. Materiais Utilizados

Aços para chapas e perfis soldados:	ASTM A36 ($f_y = 25 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 40 \text{ kN/cm}^2$)
Aços para perfis laminados L / U:	ASTM A36 ($f_y = 25 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 40 \text{ kN/cm}^2$)

Aços para perfis laminados W: ASTM A572 Gr50
($f_y = 34,5 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 45 \text{ kN/cm}^2$)

Aço para barras redondas: ASTM A36
($f_y = 25 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 45 \text{ kN/cm}^2$)

Aço para perfis laminados a frio: ASTM A570 Gr33
($f_y = 23 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 36 \text{ kN/cm}^2$)

Parafusos das ligações principais: ASTM A325 Galvanizados – tipo 3

Parafusos das ligações secundárias: ASTM A307 Galvanizados

Aço para arruelas e porcas: ASTM A563

Chumbadores:

Pré-concretagem Em barra $\varnothing 5/16"$.

Eletrodos para solda (conforme AWS): E70XX

As coberturas serão em telhas LR-40 e a chapa inferior nervurada (bandeja), ambas em aço galvanizado z275 (tipo B) com espessura de 0,50mm e com acabamento pré pintado, na cor branca. Peso próprio $4,71 \text{ kgf/m}^2$.

7.2.3. Software Utilizado

- SAP 2000;

7.2.4. Deformações Limites

Conforme a NBR 8800-2008.

DEFORMAÇÕES VERTICAIS	
Vigas de cobertura	L/300 - L/200
Vigas secundárias de piso	L/300 - L/200
Vigas principais de piso	L/400 - L/350
Terças e travessas de fechamento	L/200 (Máx. 3cm)
DEFORMAÇÕES HORIZONTAIS	
Colunas ao nível da cobertura	h/400
Travessas de fechamento	L/200

7.2.5. Carregamento

A) PESO PRÓPRIO

- Valores calculados automaticamente pelo programa

B) CARGA PERMANENTE

- Peso próprio 4,71 kgf/m².

7.2.6. Sobrecarga

Conforme NBR 8800 nas coberturas comuns (telhados), na ausência de especificações mais rigorosa, deve ser prevista uma sobrecarga característica mínima de 0,25 kN/m², em projeção horizontal. Admite-se que essa sobrecarga englobe as cargas decorrentes de instalações elétricas e hidráulicas, de isolamentos térmico e acústico e de pequenas peças eventualmente fixadas na cobertura, até um limite superior de 0,05 kN/m².

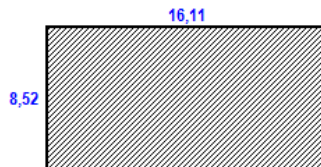
7.2.7. Carga de Vento

Cidade de Águia Branca: velocidade característica do vento de 35 m/s

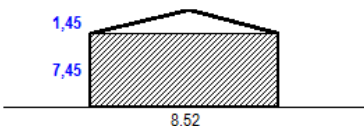
Cargas devidas ao vento em cobertura plana de duas águas

1 - Dados da geometria:

1.1 - Dimensões em Planta



1.1 - Dimensões verticais



1.2 - Relações de forma

Inclinação: 34,04% 18,80 °
a/b: 1,89
h/b: 0,87

2 - Cálculo da pressão dinâmica

2.1 - Velocidade básica

$V_0 = 35,00$ m/s

2.2 - Velocidade característica

$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$ m/s

S1=	1,00	Terreno plano ou fracamente acidentado	
Classe	B	A maior dimensão horizontal ou vertical está entre 30 e 50m	
Rugosidade	IV	Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizada. Exemplos: zonas de parques e bosques com muitas árvores; cidades pequenas e seus arredores; subúrbios densamente construídos de grandes cidades; áreas industriais plena ou parcialmente desenvolvidas. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 10m.	
S2=	0,76	Para as paredes	Hmédio= 3,73
S2=	0,80	Para a cobertura	Hmédio= 8,18
Grupo	1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode ameaçar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (habitação, comércio, etc.)	
S3=	1,10		

$V_k = 29,26$ m/s Para as paredes
 $V_k = 30,97$ m/s Para a cobertura

2.3 - Pressão dinâmica

$Q = 0,613 \cdot V_k^2$ kN/m²

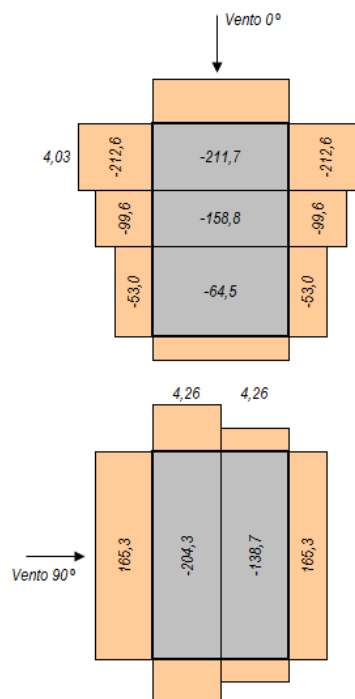
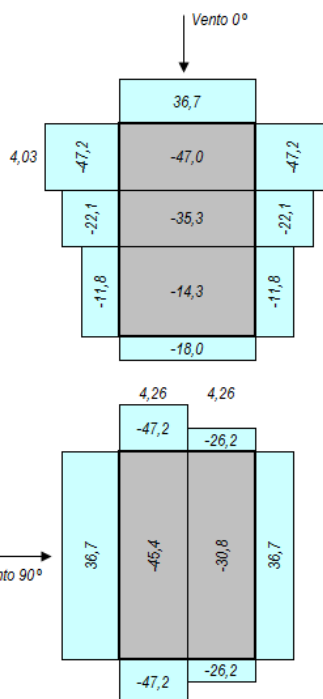
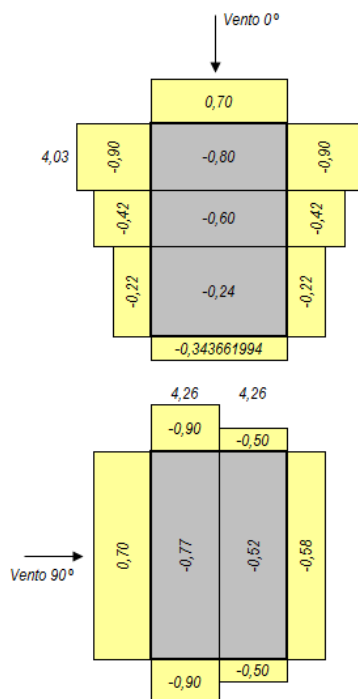
$Q = 52,48$ kgf/m² Para as paredes
 $Q = 58,80$ kgf/m² Para a cobertura

3. Coeficientes e Cargas (externos)

Coeficientes de pressão e forma

Cargas em kgf/m²

Cargas em kgf/m em cada pórtico
afastamento entre tesouras 4,50 m



7.3. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO

7.3.1. Modelagem

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figuras 7.1 e 7.2) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 7.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.

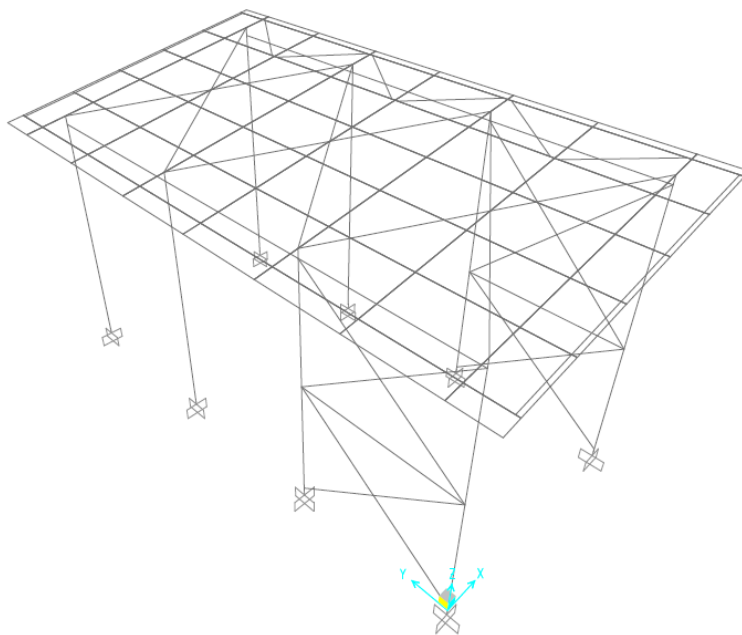
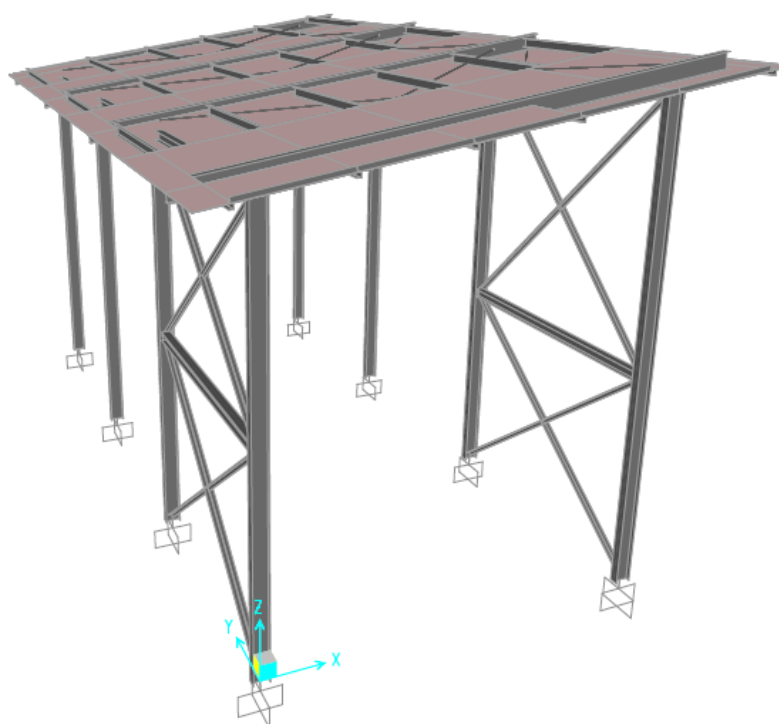


Figura 7.2 – Modelo estrutural 3D vista 2.



7.4. RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO ELETRÔNICO

As tabelas a seguir apresentam os resultados da modelagem. A tabela 7.1 apresenta o percentual de utilização dos perfis, bem como a situação se o mesmo está aprovado ou não, conforme as solicitações que foram impostas.

Tabela 7.1 – Resultados.

Numero	Barra	Tipo	Status	Percentual de Utilização	Combinação	Situação
1	I - W 250x32.7	Column	No Messages	45,06%	Envoltoria	Passa
2	I - W 250x32.7	Brace	No Messages	26,20%	Envoltoria	Passa
3	I - W 250x32.7	Column	No Messages	45,00%	Envoltoria	Passa
4	I - W 250x32.7	Column	No Messages	45,77%	Envoltoria	Passa
5	I - W 250x32.7	Brace	No Messages	27,35%	Envoltoria	Passa
6	I - W 250x32.7	Column	No Messages	45,86%	Envoltoria	Passa
7	I - W 250x32.7	Column	No Messages	58,18%	Envoltoria	Passa
8	I - W 250x32.7	Brace	No Messages	27,43%	Envoltoria	Passa
9	I - W 250x32.7	Column	No Messages	53,17%	Envoltoria	Passa
10	I - W 250x32.7	Column	No Messages	54,60%	Envoltoria	Passa
11	I - W 250x32.7	Brace	No Messages	26,29%	Envoltoria	Passa
12	I - W 250x32.7	Column	No Messages	58,81%	Envoltoria	Passa
13	H - W 150x22.5	Beam	No Messages	1,43%	Envoltoria	Passa
14	H - W 150x22.5	Beam	No Messages	2,85%	Envoltoria	Passa
15	H - W 150x22.5	Beam	No Messages	4,82%	Envoltoria	Passa
16	H - W 150x22.5	Beam	No Messages	2,60%	Envoltoria	Passa
17	H - W 150x22.5	Beam	No Messages	2,92%	Envoltoria	Passa
18	H - W 150x22.5	Beam	No Messages	3,29%	Envoltoria	Passa
19	H - W 150x22.5	Beam	No Messages	13,33%	Envoltoria	Passa
20	H - W 150x22.5	Beam	No Messages	17,23%	Envoltoria	Passa
21	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	9,06%	Envoltoria	Passa
22	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	6,64%	Envoltoria	Passa
23	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	7,88%	Envoltoria	Passa
24	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	7,83%	Envoltoria	Passa
25	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	7,64%	Envoltoria	Passa
26	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	6,44%	Envoltoria	Passa
27	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	8,01%	Envoltoria	Passa
28	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	6,62%	Envoltoria	Passa
29	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	9,53%	Envoltoria	Passa
30	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	8,37%	Envoltoria	Passa

31	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	8,20%	Envoltoria	Passa
32	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	8,71%	Envoltoria	Passa
33	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	8,95%	Envoltoria	Passa
34	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	8,86%	Envoltoria	Passa
35	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	10,44%	Envoltoria	Passa
36	2L 63.5x6.35	Brace	No Messages	9,65%	Envoltoria	Passa
37	BR 12.5	Brace	No Messages	45,89%	Envoltoria	Passa
38	BR 12.5	Brace	No Messages	45,71%	Envoltoria	Passa
39	BR 12.5	Brace	No Messages	45,33%	Envoltoria	Passa
40	BR 12.5	Brace	No Messages	45,98%	Envoltoria	Passa
41	BR 12.5	Brace	No Messages	45,63%	Envoltoria	Passa
42	BR 12.5	Brace	No Messages	45,77%	Envoltoria	Passa
43	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	28,23%	Envoltoria	Passa
44	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	31,87%	Envoltoria	Passa
45	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	30,29%	Envoltoria	Passa
46	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	41,67%	Envoltoria	Passa
47	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	48,66%	Envoltoria	Passa
48	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	45,54%	Envoltoria	Passa
49	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	38,97%	Envoltoria	Passa
50	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	52,42%	Envoltoria	Passa
51	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	49,41%	Envoltoria	Passa
52	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	46,29%	Envoltoria	Passa
53	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	53,05%	Envoltoria	Passa
54	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	49,99%	Envoltoria	Passa
55	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	42,93%	Envoltoria	Passa
56	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	49,83%	Envoltoria	Passa
57	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	46,77%	Envoltoria	Passa
58	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	38,89%	Envoltoria	Passa
59	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	43,95%	Envoltoria	Passa
60	UDC 150x60x20x3	Beam	No Messages	42,09%	Envoltoria	Passa
61	BR 12.5	Brace	No Messages	50,73%	Envoltoria	Passa
62	BR 12.5	Brace	No Messages	55,92%	Envoltoria	Passa
63	BR 12.5	Brace	No Messages	16,39%	Envoltoria	Passa
64	BR 12.5	Brace	No Messages	7,61%	Envoltoria	Passa
65	BR 12.5	Brace	No Messages	68,87%	Envoltoria	Passa
66	BR 12.5	Brace	No Messages	42,42%	Envoltoria	Passa
67	BR 12.5	Brace	No Messages	13,07%	Envoltoria	Passa
68	BR 12.5	Brace	No Messages	50,18%	Envoltoria	Passa
69	BR 12.5	Brace	No Messages	55,73%	Envoltoria	Passa
70	BR 12.5	Brace	No Messages	16,67%	Envoltoria	Passa
71	BR 12.5	Brace	No Messages	7,54%	Envoltoria	Passa
72	BR 12.5	Brace	No Messages	68,66%	Envoltoria	Passa

73	BR 12.5	Brace	No Messages	61,49%	Envoltoria	Passa
74	BR 12.5	Brace	No Messages	56,12%	Envoltoria	Passa
75	BR 12.5	Brace	No Messages	50,17%	Envoltoria	Passa
76	BR 12.5	Brace	No Messages	55,75%	Envoltoria	Passa
77	BR 12.5	Brace	No Messages	16,57%	Envoltoria	Passa
78	BR 12.5	Brace	No Messages	7,55%	Envoltoria	Passa
79	BR 12.5	Brace	No Messages	68,65%	Envoltoria	Passa
80	BR 12.5	Brace	No Messages	15,55%	Envoltoria	Passa
81	BR 12.5	Brace	No Messages	30,12%	Envoltoria	Passa
82	L 76.2x6.35	Brace	No Messages	5,61%	Envoltoria	Passa
83	L 76.2x6.35	Brace	No Messages	6,14%	Envoltoria	Passa
84	L 76.2x6.35	Brace	No Messages	7,59%	Envoltoria	Passa
85	L 76.2x6.35	Brace	No Messages	8,12%	Envoltoria	Passa
86	L 76.2x6.35	Brace	No Messages	6,74%	Envoltoria	Passa
87	L 76.2x6.35	Brace	No Messages	5,57%	Envoltoria	Passa
88	L 76.2x6.35	Brace	No Messages	6,13%	Envoltoria	Passa
89	L 76.2x6.35	Brace	No Messages	7,58%	Envoltoria	Passa
90	L 76.2x6.35	Brace	No Messages	8,12%	Envoltoria	Passa
91	L 76.2x6.35	Brace	No Messages	6,74%	Envoltoria	Passa

8. DIMENSIONAMENTO – BASE DA ETA

8.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 considerando os carregamentos conforme documentos de referencia do fabricante da ETA compacta (P-DE-9038-DEA-001, P-DE-9038-DEA-002, P-DE-9038-DEA-003 e P-DE-9038-DEA-004). As figuras 8.1 a 8.4 apresenta a planta e cortes conforme projeto do fornecedor.

Figura 8.1 – ETA compacta – planta.

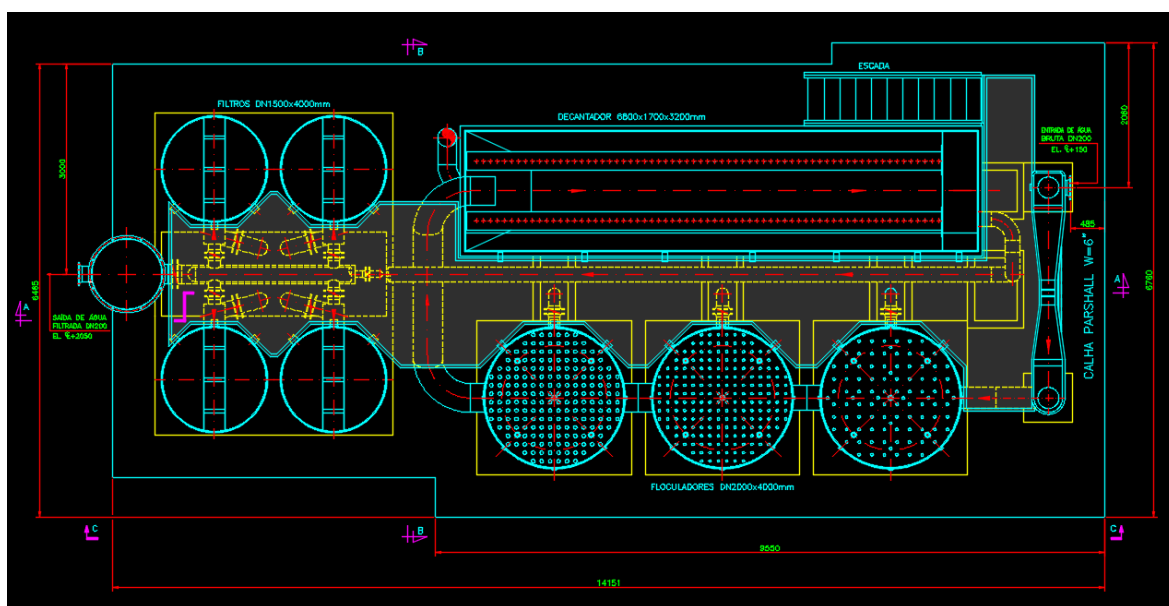


Figura 8.2 – ETA compacta – corte AA.

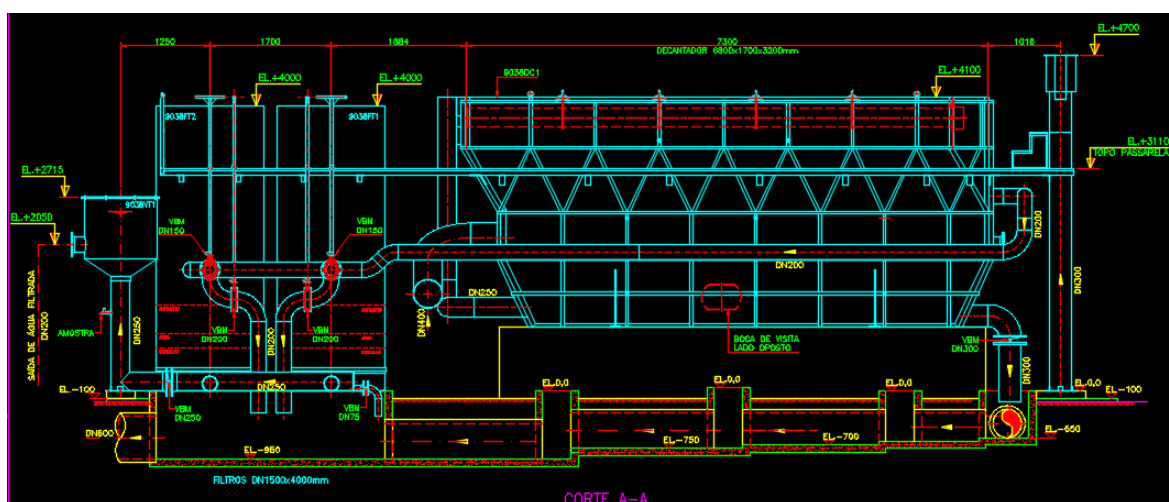


Figura 8.3 – ETA compacta – corte BB.

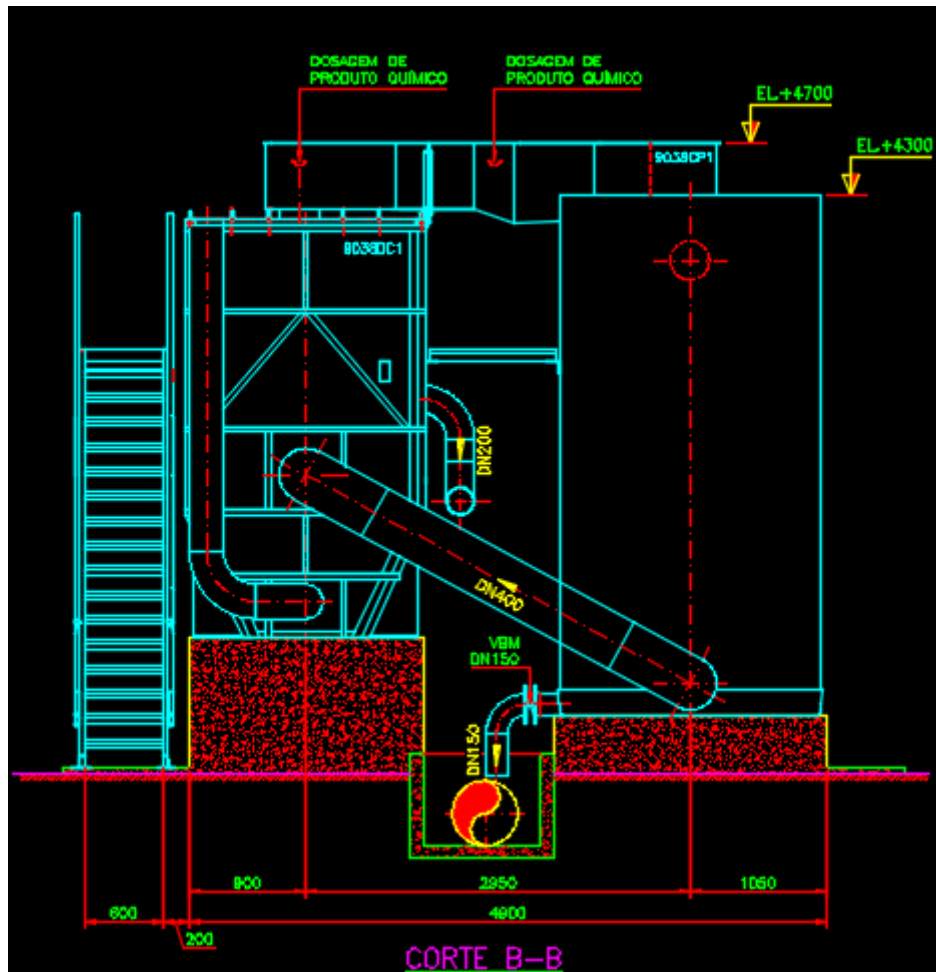
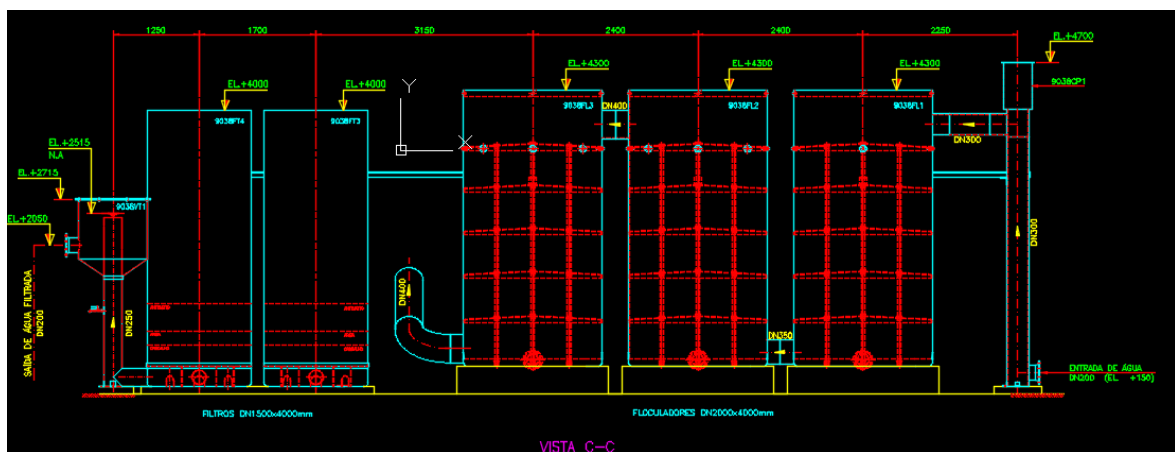


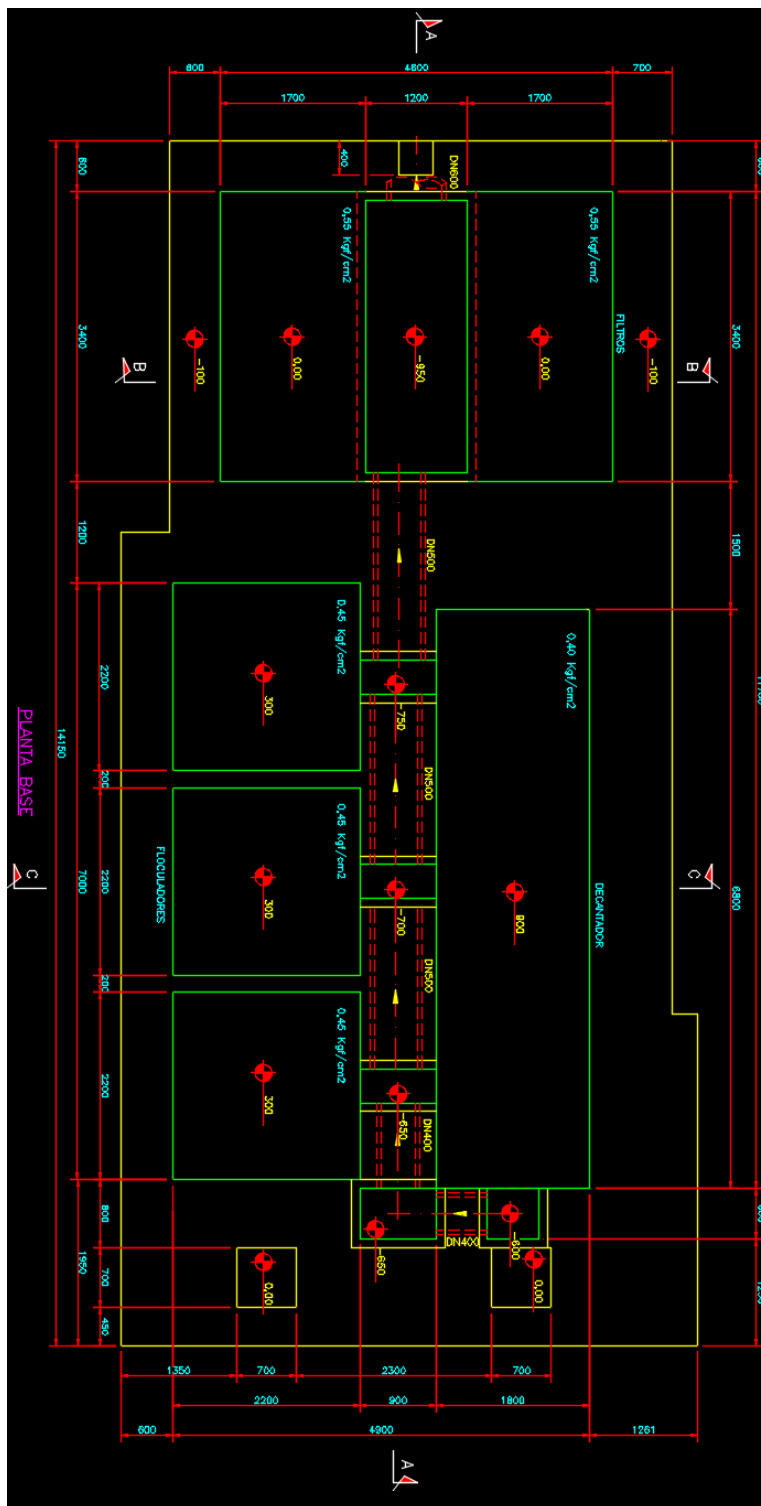
Figura 8.4 – ETA compacta – corte CC.



a) Carregamento

O desenho P-DE-9038-DEA-004 apresenta a taxa de tensão aplicada em cada base.

Figura 8.5 – ETA compacta – carregamento.



8.2. DIMENSIONAMENTO DAS BASES

8.2.1. Verificação da tensão no solo

Conforme figura 8.5 a base dos filtros apresentam a maior sobrecarga (0,55 kgf/cm²). A base apresenta as dimensões em planta de 1,70x3,40m e altura de 1,05m. A verificação da tensão no solo será feita da seguinte forma:

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{base}}{A} + SC = \frac{(1,70 \times 3,40 \times 1,05) \times 25}{1,70 \times 3,40} + 55 = 81,25 \frac{kN}{m^2} = 0,81 \frac{kgf}{cm^2} < 1,00 \frac{kgf}{cm^2}$$

Logo o solo possui capacidade de suporte para receber as bases.

8.2.2. Armação das bases

Conforme modelagem os esforços máximos nas bases por faixa são:

$$\text{Laje } h=60\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 38,40 \text{ kNm} \\ M_y = 39,05 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x/y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 38,40 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} h &= 60 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 54,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 54,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0086$$

$$\begin{aligned} \text{Conforme tabela temos: } KMD &= 0,0086 \rightarrow K_x = 0,0148 \\ &\rightarrow K_z = 0,9941 \end{aligned}$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,30 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,min} &= \begin{cases} 0,15\%bh = 9,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 13,80 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 10,35 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases} \end{aligned}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 13,80 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/10 que equivale a 15,60 cm²/m.

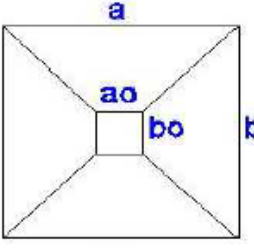
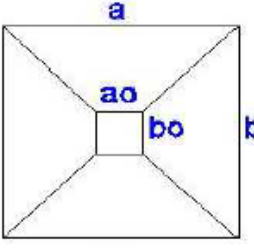
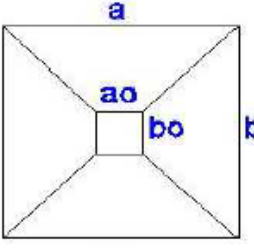
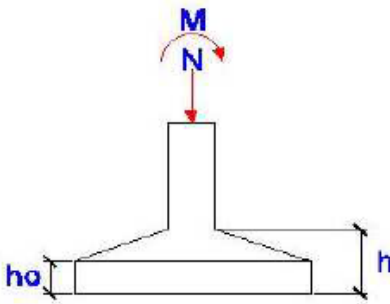
8.3. FUNDAÇÕES DA COBERTURA METÁLICA

A figura 8.6 apresenta o quadro de cargas dos pilares. As fundações serão do tipo diretas em sapatas, cujo o dimensionamento será apresentado a seguir.

Figura 8.6 – Quadro de cargas base da cobertura.

PLANO DE CARGAS								
PILAR	DIMENSÕES (cm)	CASO	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)	M _x (kN.m)	M _y (kN.m)	M _z (kN.m)
BM1	40x51	Gmax	17,09	10,57	59,05	-15,58	76,38	0,00
		gmin	12,21	7,55	42,16	-11,12	54,54	0,00
BM2	40x51	Gmax	17,91	3,11	66,04	-4,22	79,69	0,00
		gmin	12,79	2,22	47,15	-3,01	56,90	0,00
BM3	40x51	Gmax	17,88	0,00	50,48	0,00	79,57	0,00
		gmin	12,77	0,00	36,05	0,00	56,82	0,00
BM4	40x51	Gmax	17,08	6,85	39,34	-7,31	76,26	0,00
		gmin	12,20	4,89	28,09	-5,22	54,45	0,00
BM5	40x51	Gmax	14,11	11,06	61,77	-16,48	62,91	0,00
		gmin	10,08	7,90	44,10	-11,77	44,92	0,00
BM6	40x51	Gmax	13,38	4,00	68,28	-5,59	59,71	0,00
		gmin	9,56	2,86	48,75	-3,99	42,63	0,00
BM7	40x51	Gmax	13,37	0,00	49,03	0,00	59,61	0,00
		gmin	9,55	0,00	35,01	0,00	42,56	0,00
BM8	40x51	Gmax	14,10	7,73	37,86	-7,65	62,84	0,00
		gmin	10,07	5,52	27,03	-5,46	44,87	0,00

a) Sapatas Grupo I

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS																	
CLIENTE: CESAN																	
OBRA: COBERTURA DA ETA AGUA DOCE DO NORTE		FOLHA 01/04															
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-04	DATA: 29/01/2019															
1) PARÂMETROS DE ENTRADA Nota: Editar somente células verdes <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Dimensões do pilar</td> <td style="width: 30%;"> $a_0 = 51 \text{ cm}$ $b_0 = 40 \text{ cm}$ </td> <td rowspan="4" style="width: 40%; text-align: center; vertical-align: middle;">  </td> </tr> <tr> <td>Esforços</td> <td> $N = 59,01 \text{ kN}$ $M = 76,38 \text{ kN.m}$ </td> </tr> <tr> <td>Tensão admissível</td> <td>$\sigma_{adm} = 1,00 \text{ kgf/cm}^2$</td> </tr> <tr> <td>Concreto</td> <td>$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$</td> </tr> <tr> <td>Aço a ser utilizado</td> <td>CA 50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cobrimento</td> <td>c = 4,0 cm</td> <td></td> </tr> </table>			Dimensões do pilar	$a_0 = 51 \text{ cm}$ $b_0 = 40 \text{ cm}$		Esforços	$N = 59,01 \text{ kN}$ $M = 76,38 \text{ kN.m}$	Tensão admissível	$\sigma_{adm} = 1,00 \text{ kgf/cm}^2$	Concreto	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$	Aço a ser utilizado	CA 50		Cobrimento	c = 4,0 cm	
Dimensões do pilar	$a_0 = 51 \text{ cm}$ $b_0 = 40 \text{ cm}$																
Esforços	$N = 59,01 \text{ kN}$ $M = 76,38 \text{ kN.m}$																
Tensão admissível	$\sigma_{adm} = 1,00 \text{ kgf/cm}^2$																
Concreto	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$																
Aço a ser utilizado	CA 50																
Cobrimento	c = 4,0 cm																
2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA  $S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 6491,1 \text{ cm}^2$ $a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 86 \text{ cm}$ $b = \frac{S}{a_0} = 75 \text{ cm}$ Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm $a = 166 \text{ cm}$ $b = 155 \text{ cm}$																	
3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO																	
3.1) Cálculo da Excentricidade																	
$e = \frac{M}{N} = 1,29$																	
Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e a força normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b																	
$\frac{a}{6} = 27,67$																	
3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas																	
$\sigma_{max} = 1,30 \text{ kgf/cm}^2$																	
$1,3\sigma_{adm} = 1,30 \text{ kgf/cm}^2$																	
$\sigma_{min} = -0,84 \text{ kgf/cm}^2$																	
$\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 0,23 \text{ kgf/cm}^2$																	
Condições:																	
Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b																	
Valores finais das dimensões da sapata																	
$a = 166 \text{ cm}$ $b = 155 \text{ cm}$																	

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: COBERTURA DA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 02/04

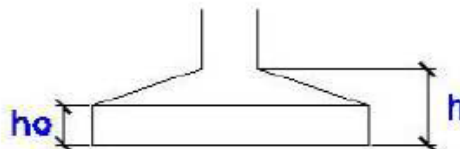
SAPATA: S01

SONDAÇÃO: SP-04

DATA: 29/01/2019

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 38,33 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 38,33 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 9,70 \text{ cm} \end{cases}$$



Adotar $d = 39 \text{ cm}$

$h = d + \text{cobrimento} = 43,00 \text{ cm}$

$h_0 = \frac{h}{3} = 15,00 \text{ cm}$

Adotar $h = 45 \text{ cm}$

Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$

5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$Lx = \frac{a - a_0}{2} = 0,58 \text{ m}$

$La = Lx + 0,15a_0 = 0,65 \text{ m}$

Módulo de resistência a flexão

$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,71186 \text{ m}^3$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$\sigma_{max} = 185,53 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{min} = -114,90 \text{ kN/m}^2$

$pa_{max} = \sigma_{max} \times b = 287,58 \text{ kN/m}$

$pa_{min} = \sigma_{min} \times b = -178,09 \text{ kN/m}$

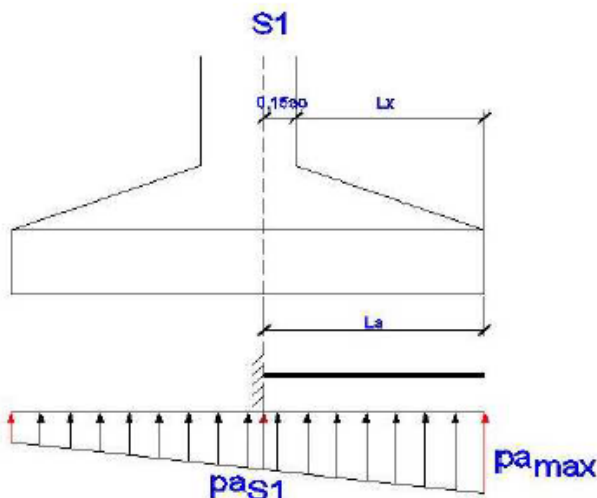
Por semelhança geométrica

$pa_{s1} = 4,67 \text{ kN/m}$

Logo:

$M_{Sda} = \frac{pa_{s1} \cdot La^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - pa_{s1}}{2} \right) \times \frac{2}{3} La^2$

$M_{Sda} = 41,02 \text{ kN.m}$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: COBERTURA DA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 03/04

SAPATA: S01

SONDAÇÃO: SP-04

DATA: 29/01/2019

5.1.2) Direção Paralela a "b"

$$L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,58 \text{ m}$$

$$L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,64 \text{ m}$$

Tensões máximas e mínimas

$$\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 35,3 \text{ kN/m}^2$$

$$pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 58,6 \text{ kN/m}$$

Logo:

$$M_{sdb} = \frac{pb_{s1} \cdot L_b^2}{2}$$

$$M_{sdb} = 11,82 \text{ kN.m}$$

5.2) Cálculo da Armadura
5.2.1) Direção Paralela a "a"

$$A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_y d} = 4,23 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 10,46 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 10,46 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	21
10,0	14
12,5	9
16,0	6
20,0	4

 Ø da barra escolhida = 10
 Nº de Barras = 14

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 11,15 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 90 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valo e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: COBERTURA DA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 29/01/2019

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,99 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 11,21 \text{ cm}^2$$

 Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$

 Armadura adotada = 11,21 cm²

Aço a ser utilizado:

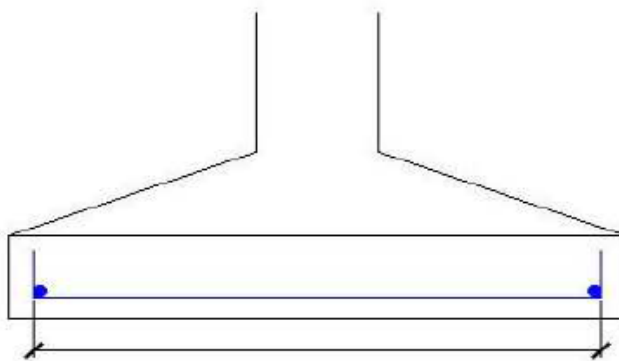
Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	23
10,0	15
12,5	10
16,0	6
20,0	4

 Ø da barra escolhida = 10
 Nº de Barras = 15

Avaliação do espaçamento

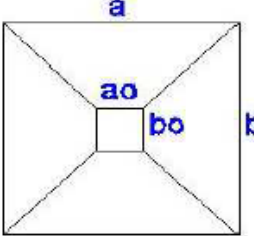
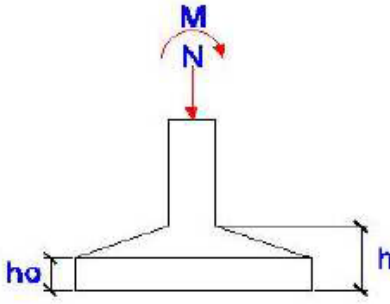
$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 11,14 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 90 \text{ cm} \end{cases}$$

 Escolher o menor valor e comparar com s calculado:
 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro


Direção a	14	Ø	10	C/	10	cm
Direção b	15	Ø	10	C/	10	cm

b) Sapatas Grupo II

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: COBERTURA DA ETA AGUA DOCE DO NORTE		FOLHA 01/04
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-04	DATA: 29/01/2019
1) PARÂMETROS DE ENTRADA Dimensões do pilar Esforços Tensão admissível Concreto Aço a ser utilizado Cobrimento $a_0 = 51 \text{ cm}$ $b_0 = 40 \text{ cm}$ $N = 68,38 \text{ kN}$ $M = 59,71 \text{ kN.m}$ $\sigma_{adm} = 1,00 \text{ kgf/cm}^2$ $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $CA = 50$ $c = 4,0 \text{ cm}$ Nota: Editar somente células verdes  		
2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA $S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 7521,8 \text{ cm}^2$ $a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 92 \text{ cm}$ $b = \frac{S}{a_0} = 81 \text{ cm}$ Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm $a = 161 \text{ cm}$ $b = 150 \text{ cm}$		
3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO 3.1) Cálculo da Excentricidade $e = \frac{M}{N} = 0,87$ Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e a força normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b $\frac{a}{6} = 26,83$ 3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas $\sigma_{max} = 1,20 \text{ kgf/cm}^2$ $\sigma_{min} = -0,64 \text{ kgf/cm}^2$ $1,3\sigma_{adm} = 1,30 \text{ kgf/cm}^2$ $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 0,28 \text{ kgf/cm}^2$ Condições: Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b Valores finais das dimensões da sapata $a = 161 \text{ cm}$ $b = 150 \text{ cm}$		

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: COBERTURA DA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 02/04

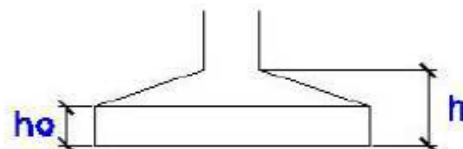
SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 29/01/2019

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 36,67 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 36,67 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 10,44 \text{ cm} \end{cases}$$


 Adotar $d = 37 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 41,00 \text{ cm}$

$$h_0 = \frac{h}{3} = 15,00 \text{ cm}$$

 Adotar $h = 45 \text{ cm}$

 Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,55 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,63 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,64803 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = 172,60 \text{ kN/m}^2$$

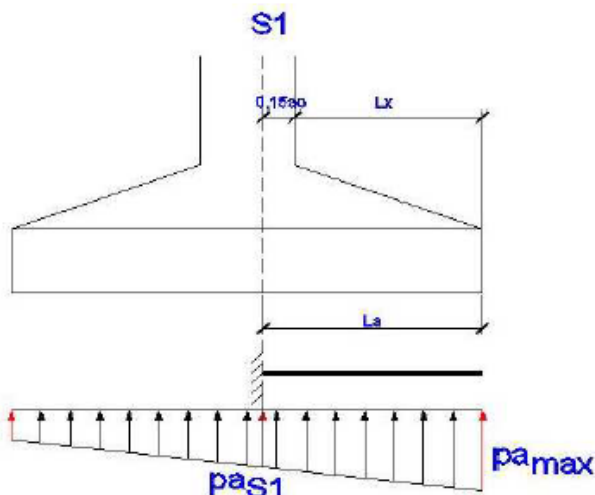
$$\sigma_{min} = -85,39 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a_{max}} = \sigma_{max} \times b = 258,90 \text{ kN/m} \quad p_{a_{min}} = \sigma_{min} \times b = -128,09 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $p_{a_{S1}} = 22,50 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{p_{a_{S1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - p_{a_{S1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2 \quad M_{Sda} = 35,35 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: COBERTURA DA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 03/04

SAPATA: S01

SONDAÇÃO: SP-04

DATA: 29/01/2019

5.1.2) Direção Paralela a "b"

$$L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,55 \text{ m}$$

$$L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,61 \text{ m}$$

Tensões máximas e mínimas

$$\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 43,6 \text{ kN/m}^2$$

$$pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 70,2 \text{ kN/m}$$

Logo:

$$M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot L_b^2}{2}$$

$$M_{Sdb} = 13,06 \text{ kN.m}$$

5.2) Cálculo da Armadura
5.2.1) Direção Paralela a "a"

$$A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 3,85 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 10,13 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 10,13 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	21
10,0	13
12,5	9
16,0	6
20,0	4

$$\begin{aligned} \phi \text{ da barra escolhida} &= 10 \\ \text{Nº de Barras} &= 13 \end{aligned}$$

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 11,67 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 90 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: COBERTURA DA ETA AGUA DOCE DO NORTE

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-04

DATA: 29/01/2019

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,16 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 10,87 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

Armadura adotada = 10,87 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	22
10,0	14
12,5	9
16,0	6
20,0	4

Ø da barra escolhida = 10
Nº de Barras = 14

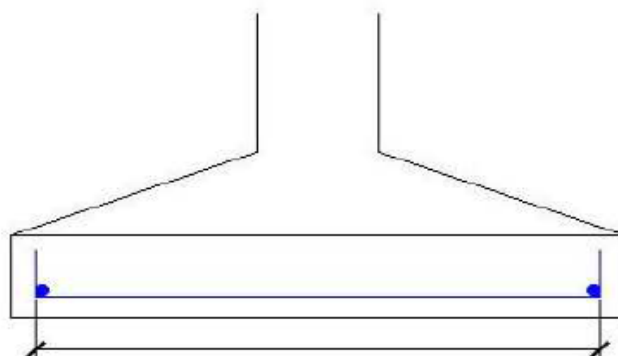
Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 11,62 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 90 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro



Direção a	13	Ø	10	C/	10	cm
Direção b	14	Ø	10	C/	10	cm

9. DIMENSIONAMENTO – ADENSADOR

9.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figuras 9.1 a 9.2) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 9.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.

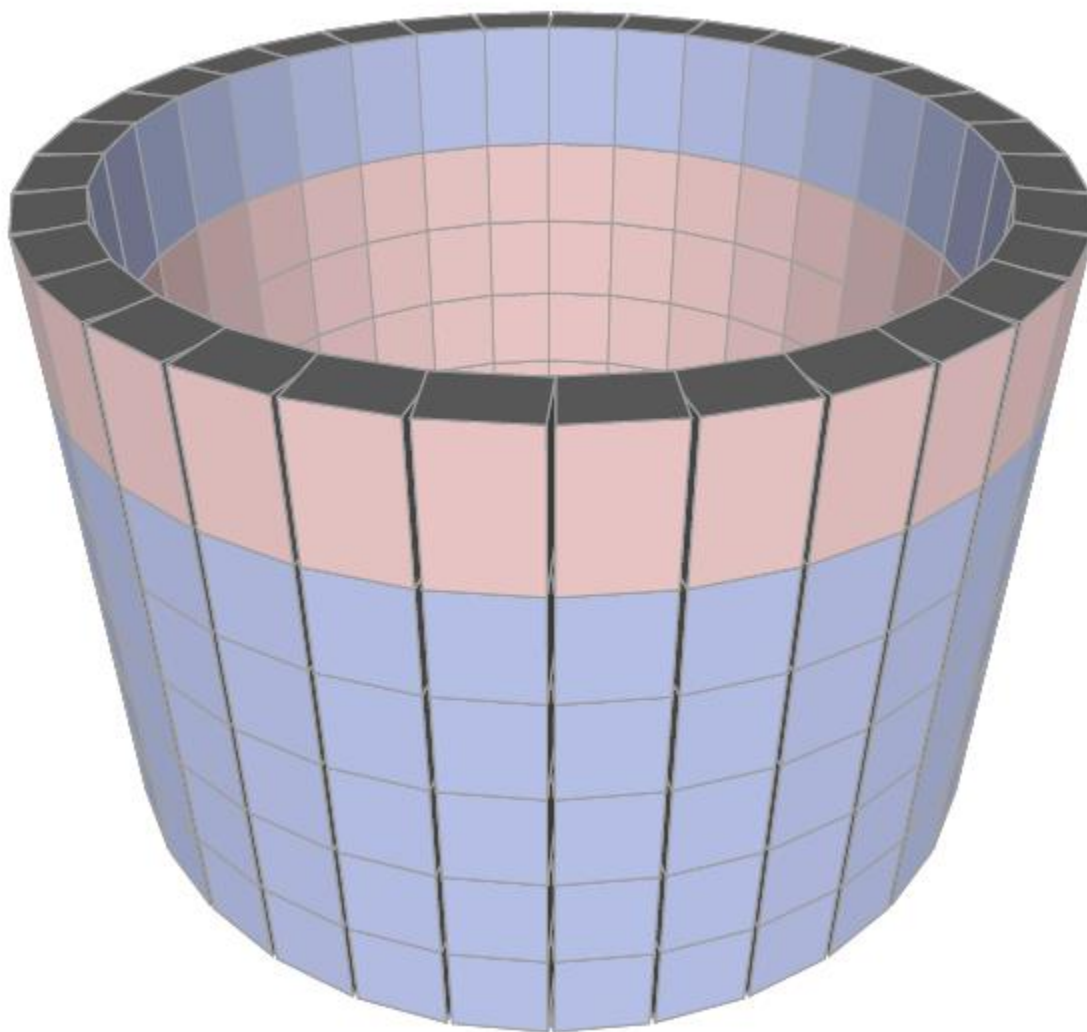
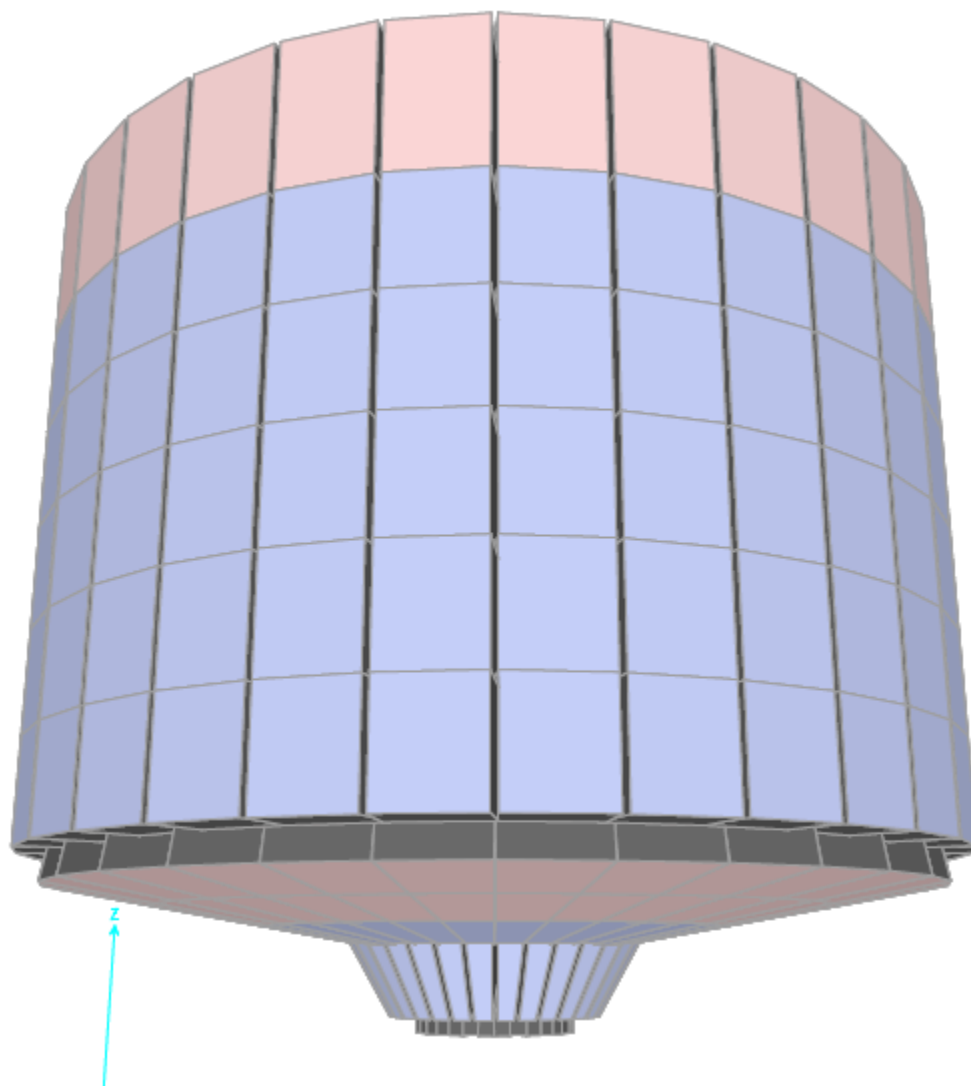


Figura 9.2 – Modelo estrutural 3D vista 2.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)

Peso próprio

- Sobrecargas (SC)

Carregamento na laje de fundo (SCLF)

Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)

Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI$

Comb 4: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE$

9.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 9.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	-15,70	-36,96	-3,80	-1,40	-0,12
1	Gmax	Combination	-15,17	-34,30	-3,62	-1,37	-0,29
1	Gmax	Combination	-47,39	-40,78	-4,43	-6,53	-0,04
1	Gmax	Combination	-47,82	-42,94	-4,73	-6,70	-0,29
2	Gmax	Combination	-15,32	-31,05	-3,81	-1,14	-0,09
2	Gmax	Combination	0,27	-27,25	0,08	10,61	0,48
2	Gmax	Combination	0,77	-24,74	0,68	10,14	-0,42
2	Gmax	Combination	-14,67	-27,82	-3,60	-1,16	-0,26
3	Gmax	Combination	-83,66	-44,47	1,80	5,98	0,38
3	Gmax	Combination	-45,14	-36,91	4,44	6,79	0,11
3	Gmax	Combination	-45,49	-38,67	4,81	7,08	-0,17
3	Gmax	Combination	-83,88	-45,54	1,78	6,04	-0,08
4	Gmax	Combination	-82,84	-14,01	1,30	6,67	0,10
4	Gmax	Combination	-25,93	-2,24	-2,16	-2,73	0,26
4	Gmax	Combination	-26,09	-3,02	-2,10	-2,71	0,25
4	Gmax	Combination	-82,99	-14,79	1,38	6,66	0,39
5	Gmax	Combination	-22,26	-16,38	2,36	2,56	0,13
5	Gmax	Combination	-19,47	-15,83	3,24	3,86	0,19
5	Gmax	Combination	-19,63	-16,36	3,05	3,77	0,13
6	Gmax	Combination	-49,22	-41,78	-4,65	-6,81	-0,15
6	Gmax	Combination	-49,66	-43,97	-4,98	-6,99	-0,43
6	Gmax	Combination	-17,84	-38,04	-4,13	-1,57	-0,25
6	Gmax	Combination	-17,32	-35,47	-3,86	-1,53	-0,41
7	Gmax	Combination	-17,41	-31,72	-4,13	-1,30	-0,19
7	Gmax	Combination	-3,33	-28,15	0,22	11,19	0,38

7	Gmax	Combination	-2,90	-26,00	0,66	10,71	-0,60
7	Gmax	Combination	-16,85	-28,94	-3,85	-1,29	-0,41
8	Gmax	Combination	-84,18	-45,20	1,84	6,02	0,27
8	Gmax	Combination	-47,01	-37,94	4,66	7,10	-0,01
8	Gmax	Combination	-47,40	-39,89	5,04	7,39	-0,30
8	Gmax	Combination	-84,45	-46,53	1,86	6,11	-0,20
9	Gmax	Combination	-83,03	-13,87	1,39	6,73	0,02
9	Gmax	Combination	-25,95	-2,05	-2,20	-2,85	0,23
9	Gmax	Combination	-26,04	-2,49	-2,16	-2,83	0,23
9	Gmax	Combination	-83,11	-14,30	1,44	6,68	0,31
10	Gmax	Combination	-18,86	-15,54	3,38	3,93	0,28
10	Gmax	Combination	-18,91	-16,05	3,14	3,84	0,25
10	Gmax	Combination	-22,07	-16,68	2,37	2,57	0,11
11	Gmax	Combination	-45,41	-39,88	-4,19	-6,29	0,04
11	Gmax	Combination	-45,84	-42,01	-4,46	-6,46	-0,20
11	Gmax	Combination	-12,90	-35,95	-3,53	-1,29	-0,03
11	Gmax	Combination	-12,36	-33,24	-3,39	-1,28	-0,20
12	Gmax	Combination	-12,56	-30,32	-3,53	-1,05	0,03
12	Gmax	Combination	4,29	-26,17	0,21	9,99	0,56
12	Gmax	Combination	4,82	-23,52	0,83	9,54	-0,31
12	Gmax	Combination	-11,87	-26,86	-3,36	-1,09	-0,18
13	Gmax	Combination	-83,14	-44,00	1,75	6,00	0,45
13	Gmax	Combination	-43,14	-36,09	4,21	6,53	0,19
13	Gmax	Combination	-43,46	-37,72	4,54	6,82	-0,07
13	Gmax	Combination	-83,32	-44,89	1,72	6,04	0,01
14	Gmax	Combination	-82,80	-14,63	1,21	6,68	0,15
14	Gmax	Combination	-25,70	-2,81	-2,11	-2,61	0,28
14	Gmax	Combination	-25,90	-3,83	-2,05	-2,59	0,26
14	Gmax	Combination	-83,01	-15,65	1,32	6,70	0,43
15	Gmax	Combination	-20,16	-16,16	3,14	3,77	0,10
15	Gmax	Combination	-20,39	-16,72	3,01	3,68	0,03
15	Gmax	Combination	-22,20	-16,04	2,32	2,56	0,14
16	Gmax	Combination	-10,02	-34,96	-3,22	-1,22	0,02
16	Gmax	Combination	-9,49	-32,29	-3,13	-1,21	-0,16
16	Gmax	Combination	-43,31	-39,11	-3,96	-6,09	0,08
16	Gmax	Combination	-43,73	-41,21	-4,21	-6,26	-0,14
17	Gmax	Combination	-9,68	-29,49	-3,22	-1,00	0,06
17	Gmax	Combination	9,09	-25,04	0,20	9,33	0,58
17	Gmax	Combination	9,64	-22,31	0,85	8,89	-0,24
17	Gmax	Combination	-8,97	-25,95	-3,10	-1,04	-0,12
18	Gmax	Combination	-82,65	-43,66	1,71	6,07	0,48
18	Gmax	Combination	-41,01	-35,41	3,99	6,31	0,22

18	Gmax	Combination	-41,33	-36,99	4,29	6,59	-0,01
18	Gmax	Combination	-82,81	-44,47	1,66	6,09	0,05
19	Gmax	Combination	-82,77	-15,56	1,14	6,74	0,16
19	Gmax	Combination	-25,32	-3,67	-2,07	-2,51	0,27
19	Gmax	Combination	-25,54	-4,78	-2,00	-2,47	0,25
19	Gmax	Combination	-82,99	-16,67	1,27	6,79	0,43
20	Gmax	Combination	-21,96	-15,74	2,27	2,56	0,14
20	Gmax	Combination	-20,82	-16,65	3,10	3,67	0,01
20	Gmax	Combination	-21,06	-17,22	3,01	3,57	-0,05
21	Gmax	Combination	-37,62	-37,11	-3,42	-5,58	-0,05
21	Gmax	Combination	-38,00	-39,00	-3,59	-5,70	-0,22
21	Gmax	Combination	-2,57	-32,28	-2,60	-1,03	-0,08
21	Gmax	Combination	-2,15	-30,17	-2,48	-1,00	-0,26
22	Gmax	Combination	-2,14	-26,59	-2,58	-0,87	-0,04
22	Gmax	Combination	19,94	-21,59	0,50	7,64	0,34
22	Gmax	Combination	20,32	-19,69	0,89	7,34	-0,38
22	Gmax	Combination	-1,64	-24,06	-2,45	-0,88	-0,26
23	Gmax	Combination	-80,42	-42,55	1,61	6,22	0,28
23	Gmax	Combination	-35,23	-33,61	3,46	5,75	0,05
23	Gmax	Combination	-35,57	-35,34	3,67	5,95	-0,12
23	Gmax	Combination	-80,62	-43,58	1,62	6,24	-0,12
24	Gmax	Combination	-81,75	-18,30	1,01	6,96	0,01
24	Gmax	Combination	-24,47	-6,41	-1,91	-2,23	0,17
24	Gmax	Combination	-24,59	-7,00	-1,89	-2,21	0,11
24	Gmax	Combination	-81,86	-18,86	1,17	6,97	0,26
25	Gmax	Combination	-21,58	-19,29	3,10	3,30	-0,08
25	Gmax	Combination	-21,66	-19,72	3,07	3,18	-0,09
25	Gmax	Combination	-20,81	-15,48	2,21	2,47	0,10
26	Gmax	Combination	-1,19	-31,50	-2,47	-0,91	-0,16
26	Gmax	Combination	-0,83	-29,69	-2,32	-0,86	-0,35
26	Gmax	Combination	-36,19	-36,57	-3,32	-5,40	-0,14
26	Gmax	Combination	-36,53	-38,30	-3,47	-5,50	-0,30
27	Gmax	Combination	-0,71	-25,64	-2,46	-0,77	-0,14
27	Gmax	Combination	21,49	-20,72	0,55	7,30	0,19
27	Gmax	Combination	21,77	-19,32	0,81	7,07	-0,49
27	Gmax	Combination	-0,33	-23,74	-2,30	-0,75	-0,35
28	Gmax	Combination	-79,38	-41,97	1,59	6,18	0,16
28	Gmax	Combination	-33,74	-32,99	3,37	5,56	-0,06
28	Gmax	Combination	-34,09	-34,74	3,55	5,73	-0,22
28	Gmax	Combination	-79,60	-43,09	1,64	6,22	-0,23
29	Gmax	Combination	-80,85	-18,61	1,01	6,95	-0,09
29	Gmax	Combination	-24,56	-6,92	-1,84	-2,16	0,11

29	Gmax	Combination	-24,61	-7,15	-1,85	-2,16	0,05
29	Gmax	Combination	-80,89	-18,81	1,16	6,93	0,16
30	Gmax	Combination	-20,51	-15,74	2,22	2,46	0,11
30	Gmax	Combination	-21,48	-20,28	3,10	3,19	-0,06
30	Gmax	Combination	-21,51	-20,55	3,05	3,06	-0,05
31	Gmax	Combination	-4,63	-33,12	-2,75	-1,11	-0,01
31	Gmax	Combination	-4,15	-30,75	-2,66	-1,09	-0,19
31	Gmax	Combination	-39,33	-37,73	-3,57	-5,75	0,02
31	Gmax	Combination	-39,73	-39,72	-3,76	-5,89	-0,16
32	Gmax	Combination	-4,24	-27,57	-2,75	-0,93	0,03
32	Gmax	Combination	17,28	-22,65	0,38	8,11	0,46
32	Gmax	Combination	17,74	-20,35	0,88	7,75	-0,28
32	Gmax	Combination	-3,63	-24,54	-2,63	-0,96	-0,17
33	Gmax	Combination	-81,33	-43,01	1,64	6,20	0,38
33	Gmax	Combination	-36,97	-34,22	3,61	5,93	0,14
33	Gmax	Combination	-37,31	-35,88	3,84	6,16	-0,05
33	Gmax	Combination	-81,51	-43,92	1,62	6,22	-0,02
34	Gmax	Combination	-82,33	-17,58	1,03	6,91	0,09
34	Gmax	Combination	-24,61	-5,62	-1,96	-2,31	0,22
34	Gmax	Combination	-24,79	-6,49	-1,92	-2,29	0,17
34	Gmax	Combination	-82,50	-18,45	1,19	6,95	0,34
35	Gmax	Combination	-21,19	-15,42	2,21	2,50	0,10
35	Gmax	Combination	-21,56	-18,27	3,09	3,43	-0,08
35	Gmax	Combination	-21,71	-18,78	3,06	3,31	-0,11
36	Gmax	Combination	-41,27	-38,38	-3,75	-5,92	0,07
36	Gmax	Combination	-41,68	-40,44	-3,96	-6,07	-0,13
36	Gmax	Combination	-7,13	-34,03	-2,98	-1,16	0,03
36	Gmax	Combination	-6,62	-31,47	-2,89	-1,16	-0,15
37	Gmax	Combination	-6,78	-28,55	-2,97	-0,97	0,08
37	Gmax	Combination	13,41	-23,81	0,33	8,70	0,55
37	Gmax	Combination	13,93	-21,24	0,91	8,29	-0,24
37	Gmax	Combination	-6,11	-25,19	-2,86	-1,01	-0,13
38	Gmax	Combination	-82,04	-43,36	1,67	6,14	0,45
38	Gmax	Combination	-38,94	-34,81	3,78	6,11	0,20
38	Gmax	Combination	-39,26	-36,40	4,04	6,37	-0,01
38	Gmax	Combination	-82,21	-44,19	1,63	6,16	0,04
39	Gmax	Combination	-82,66	-16,62	1,08	6,83	0,14
39	Gmax	Combination	-24,93	-4,66	-2,02	-2,40	0,25
39	Gmax	Combination	-25,14	-5,71	-1,96	-2,37	0,22
39	Gmax	Combination	-82,87	-17,67	1,22	6,88	0,40
40	Gmax	Combination	-21,30	-17,35	3,08	3,55	-0,05
40	Gmax	Combination	-21,51	-17,91	3,04	3,44	-0,10

40	Gmax	Combination	-21,60	-15,51	2,23	2,53	0,12
41	Gmax	Combination	-51,82	-44,38	-5,03	-7,53	-0,41
41	Gmax	Combination	-52,26	-46,60	-5,37	-7,71	-0,71
41	Gmax	Combination	-19,81	-40,37	-4,63	-2,10	-0,52
41	Gmax	Combination	-19,37	-38,20	-4,20	-2,01	-0,68
42	Gmax	Combination	-19,24	-33,23	-4,61	-1,79	-0,47
42	Gmax	Combination	-5,15	-29,79	0,44	12,05	0,11
42	Gmax	Combination	-4,87	-28,35	0,48	11,55	-0,96
42	Gmax	Combination	-18,90	-31,50	-4,21	-1,72	-0,70
43	Gmax	Combination	-85,65	-47,68	1,92	6,35	0,00
43	Gmax	Combination	-49,71	-40,78	5,05	7,86	-0,27
43	Gmax	Combination	-50,17	-43,10	5,42	8,12	-0,60
43	Gmax	Combination	-86,02	-49,57	2,01	6,49	-0,49
44	Gmax	Combination	-84,10	-15,21	1,53	7,13	-0,18
44	Gmax	Combination	-25,11	-2,99	-2,30	-3,08	0,14
44	Gmax	Combination	-25,04	-2,64	-2,30	-3,09	0,14
44	Gmax	Combination	-84,02	-14,82	1,54	6,97	0,13
45	Gmax	Combination	-18,41	-14,74	3,79	4,02	0,43
45	Gmax	Combination	-18,21	-15,14	3,49	3,90	0,45
45	Gmax	Combination	-21,26	-16,73	2,29	2,57	0,08
46	Gmax	Combination	-19,47	-39,18	-4,36	-1,80	-0,39
46	Gmax	Combination	-18,99	-36,78	-4,02	-1,73	-0,56
46	Gmax	Combination	-50,66	-42,99	-4,86	-7,15	-0,29
46	Gmax	Combination	-51,10	-45,22	-5,21	-7,33	-0,57
47	Gmax	Combination	-18,95	-32,41	-4,36	-1,50	-0,36
47	Gmax	Combination	-4,61	-28,99	0,13	11,65	0,22
47	Gmax	Combination	-4,24	-27,13	0,43	11,15	-0,76
47	Gmax	Combination	-18,49	-30,11	-4,03	-1,46	-0,53
48	Gmax	Combination	-84,87	-46,25	1,88	6,14	0,14
48	Gmax	Combination	-48,50	-39,22	4,88	7,46	-0,14
48	Gmax	Combination	-48,93	-41,39	5,27	7,74	-0,46
48	Gmax	Combination	-85,20	-47,88	1,93	6,26	-0,35
49	Gmax	Combination	-83,42	-14,26	1,46	6,89	-0,08
49	Gmax	Combination	-25,67	-2,30	-2,25	-2,97	0,19
49	Gmax	Combination	-25,68	-2,35	-2,23	-2,96	0,19
49	Gmax	Combination	-83,43	-14,28	1,49	6,78	0,22
50	Gmax	Combination	-21,72	-16,85	2,35	2,57	0,09
50	Gmax	Combination	-18,50	-15,20	3,56	3,99	0,37
50	Gmax	Combination	-18,41	-15,68	3,29	3,88	0,36

9.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 9.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	Gmax	Combination	0,00	-2,91	16,43	0,00	0,00	0,00
2	Gmax	Combination	0,55	-2,76	15,90	0,00	0,00	0,00
3	Gmax	Combination	0,37	-1,86	10,72	0,00	0,00	0,00
4	Gmax	Combination	0,00	-1,93	10,93	0,00	0,00	0,00
5	Gmax	Combination	0,00	-1,82	10,26	0,00	0,00	0,00
6	Gmax	Combination	0,34	-1,70	9,80	0,00	0,00	0,00
7	Gmax	Combination	0,34	-1,67	4,33	0,00	0,00	0,00
8	Gmax	Combination	0,01	-1,60	4,29	0,00	0,00	0,00
9	Gmax	Combination	0,01	-0,78	1,39	0,00	0,00	0,00
10	Gmax	Combination	0,18	-0,88	1,45	0,00	0,00	0,00
11	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,87	0,00	0,00	0,00
12	Gmax	Combination	-0,38	-1,93	11,13	0,00	0,00	0,00
13	Gmax	Combination	-0,58	-2,94	16,95	0,00	0,00	0,00
14	Gmax	Combination	-0,37	-1,86	10,72	0,00	0,00	0,00
15	Gmax	Combination	-0,29	-1,47	4,24	0,00	0,00	0,00
16	Gmax	Combination	-0,12	-0,66	1,34	0,00	0,00	0,00
17	Gmax	Combination	0,71	-1,72	10,51	0,00	0,00	0,00
18	Gmax	Combination	1,04	-2,51	15,37	0,00	0,00	0,00
19	Gmax	Combination	0,63	-1,53	9,35	0,00	0,00	0,00
20	Gmax	Combination	0,70	-1,67	4,38	0,00	0,00	0,00
21	Gmax	Combination	0,39	-0,93	1,51	0,00	0,00	0,00
22	Gmax	Combination	1,46	-2,19	14,87	0,00	0,00	0,00
23	Gmax	Combination	1,02	-1,52	10,32	0,00	0,00	0,00
24	Gmax	Combination	0,88	-1,31	8,92	0,00	0,00	0,00
25	Gmax	Combination	1,07	-1,58	4,42	0,00	0,00	0,00
26	Gmax	Combination	0,63	-0,93	1,57	0,00	0,00	0,00
27	Gmax	Combination	1,61	-0,67	9,84	0,00	0,00	0,00
28	Gmax	Combination	1,47	-0,98	9,97	0,00	0,00	0,00
29	Gmax	Combination	2,06	-1,38	13,99	0,00	0,00	0,00
30	Gmax	Combination	2,23	-0,92	13,65	0,00	0,00	0,00
31	Gmax	Combination	1,20	-0,80	8,16	0,00	0,00	0,00
32	Gmax	Combination	1,29	-0,53	7,86	0,00	0,00	0,00
33	Gmax	Combination	1,99	-0,82	4,53	0,00	0,00	0,00
34	Gmax	Combination	1,74	-1,16	4,50	0,00	0,00	0,00
35	Gmax	Combination	1,10	-0,73	1,66	0,00	0,00	0,00

36	Gmax	Combination	1,29	-0,53	1,70	0,00	0,00	0,00
37	Gmax	Combination	2,32	-0,46	13,38	0,00	0,00	0,00
38	Gmax	Combination	1,69	-0,34	9,73	0,00	0,00	0,00
39	Gmax	Combination	1,33	-0,26	7,63	0,00	0,00	0,00
40	Gmax	Combination	2,16	-0,43	4,55	0,00	0,00	0,00
41	Gmax	Combination	1,42	-0,28	1,73	0,00	0,00	0,00
42	Gmax	Combination	1,80	-1,80	14,41	0,00	0,00	0,00
43	Gmax	Combination	1,27	-1,27	10,13	0,00	0,00	0,00
44	Gmax	Combination	1,07	-1,07	8,52	0,00	0,00	0,00
45	Gmax	Combination	1,42	-1,41	4,46	0,00	0,00	0,00
46	Gmax	Combination	0,87	-0,87	1,62	0,00	0,00	0,00
47	Gmax	Combination	-0,77	-1,85	11,32	0,00	0,00	0,00
48	Gmax	Combination	-1,13	-1,69	11,49	0,00	0,00	0,00
49	Gmax	Combination	-1,76	-2,63	17,89	0,00	0,00	0,00
50	Gmax	Combination	-1,18	-2,85	17,45	0,00	0,00	0,00
51	Gmax	Combination	-1,14	-1,70	11,55	0,00	0,00	0,00
52	Gmax	Combination	-0,76	-1,82	11,15	0,00	0,00	0,00
53	Gmax	Combination	-0,53	-1,30	4,20	0,00	0,00	0,00
54	Gmax	Combination	-0,73	-1,10	4,17	0,00	0,00	0,00
55	Gmax	Combination	-0,26	-0,40	1,24	0,00	0,00	0,00
56	Gmax	Combination	-0,21	-0,52	1,29	0,00	0,00	0,00
57	Gmax	Combination	-2,29	-2,29	18,27	0,00	0,00	0,00
58	Gmax	Combination	-1,46	-1,46	11,63	0,00	0,00	0,00
59	Gmax	Combination	-1,49	-1,49	11,89	0,00	0,00	0,00
60	Gmax	Combination	-0,88	-0,89	4,14	0,00	0,00	0,00
61	Gmax	Combination	-0,28	-0,29	1,21	0,00	0,00	0,00
62	Gmax	Combination	-1,73	-1,16	11,74	0,00	0,00	0,00
63	Gmax	Combination	-2,73	-1,83	18,57	0,00	0,00	0,00
64	Gmax	Combination	-1,79	-1,20	12,16	0,00	0,00	0,00
65	Gmax	Combination	-1,00	-0,67	4,12	0,00	0,00	0,00
66	Gmax	Combination	-0,29	-0,19	1,18	0,00	0,00	0,00
67	Gmax	Combination	-3,34	0,00	18,84	0,00	0,00	0,00
68	Gmax	Combination	-3,28	-0,65	18,87	0,00	0,00	0,00
69	Gmax	Combination	-2,06	-0,41	11,84	0,00	0,00	0,00
70	Gmax	Combination	-2,09	0,00	11,83	0,00	0,00	0,00
71	Gmax	Combination	-2,20	0,00	12,44	0,00	0,00	0,00
72	Gmax	Combination	-2,16	-0,43	12,45	0,00	0,00	0,00
73	Gmax	Combination	-1,14	-0,23	4,11	0,00	0,00	0,00
74	Gmax	Combination	-1,18	0,00	4,11	0,00	0,00	0,00
75	Gmax	Combination	-0,32	0,00	1,16	0,00	0,00	0,00
76	Gmax	Combination	-0,30	-0,06	1,16	0,00	0,00	0,00
77	Gmax	Combination	-2,04	0,41	11,77	0,00	0,00	0,00

78	Gmax	Combination	-3,25	0,65	18,69	0,00	0,00	0,00
79	Gmax	Combination	-2,14	0,43	12,32	0,00	0,00	0,00
80	Gmax	Combination	-1,18	0,24	4,12	0,00	0,00	0,00
81	Gmax	Combination	-0,34	0,07	1,18	0,00	0,00	0,00
82	Gmax	Combination	-1,93	-0,80	11,81	0,00	0,00	0,00
83	Gmax	Combination	-3,07	-1,27	18,78	0,00	0,00	0,00
84	Gmax	Combination	-2,02	-0,84	12,35	0,00	0,00	0,00
85	Gmax	Combination	-1,08	-0,45	4,11	0,00	0,00	0,00
86	Gmax	Combination	-0,29	-0,12	1,16	0,00	0,00	0,00
87	Gmax	Combination	0,68	1,65	10,07	0,00	0,00	0,00
88	Gmax	Combination	0,98	1,46	9,91	0,00	0,00	0,00
89	Gmax	Combination	1,36	2,03	13,79	0,00	0,00	0,00
90	Gmax	Combination	0,96	2,32	14,20	0,00	0,00	0,00
91	Gmax	Combination	0,78	1,17	7,93	0,00	0,00	0,00
92	Gmax	Combination	0,56	1,36	8,28	0,00	0,00	0,00
93	Gmax	Combination	0,77	1,85	4,46	0,00	0,00	0,00
94	Gmax	Combination	1,17	1,74	4,50	0,00	0,00	0,00
95	Gmax	Combination	0,74	1,10	1,67	0,00	0,00	0,00
96	Gmax	Combination	0,48	1,14	1,62	0,00	0,00	0,00
97	Gmax	Combination	0,51	2,55	14,69	0,00	0,00	0,00
98	Gmax	Combination	0,36	1,78	10,26	0,00	0,00	0,00
99	Gmax	Combination	0,30	1,51	8,72	0,00	0,00	0,00
100	Gmax	Combination	0,38	1,88	4,42	0,00	0,00	0,00
101	Gmax	Combination	0,23	1,11	1,57	0,00	0,00	0,00
102	Gmax	Combination	1,69	1,69	13,47	0,00	0,00	0,00
103	Gmax	Combination	1,23	1,23	9,79	0,00	0,00	0,00
104	Gmax	Combination	0,96	0,96	7,66	0,00	0,00	0,00
105	Gmax	Combination	1,53	1,52	4,52	0,00	0,00	0,00
106	Gmax	Combination	0,99	0,99	1,70	0,00	0,00	0,00
107	Gmax	Combination	1,43	0,95	9,70	0,00	0,00	0,00
108	Gmax	Combination	1,95	1,30	13,25	0,00	0,00	0,00
109	Gmax	Combination	1,10	0,74	7,48	0,00	0,00	0,00
110	Gmax	Combination	1,84	1,22	4,55	0,00	0,00	0,00
111	Gmax	Combination	1,21	0,81	1,73	0,00	0,00	0,00
112	Gmax	Combination	2,34	0,00	13,20	0,00	0,00	0,00
113	Gmax	Combination	2,28	0,45	13,11	0,00	0,00	0,00
114	Gmax	Combination	1,67	0,33	9,64	0,00	0,00	0,00
115	Gmax	Combination	1,71	0,00	9,67	0,00	0,00	0,00
116	Gmax	Combination	1,32	0,00	7,46	0,00	0,00	0,00
117	Gmax	Combination	1,28	0,26	7,38	0,00	0,00	0,00
118	Gmax	Combination	2,20	0,44	4,57	0,00	0,00	0,00
119	Gmax	Combination	2,24	0,00	4,56	0,00	0,00	0,00

120	Gmax	Combination	1,49	0,00	1,75	0,00	0,00	0,00
121	Gmax	Combination	1,47	0,29	1,75	0,00	0,00	0,00
122	Gmax	Combination	1,58	0,65	9,65	0,00	0,00	0,00
123	Gmax	Combination	2,15	0,89	13,13	0,00	0,00	0,00
124	Gmax	Combination	1,21	0,50	7,38	0,00	0,00	0,00
125	Gmax	Combination	2,07	0,86	4,56	0,00	0,00	0,00
126	Gmax	Combination	1,37	0,57	1,75	0,00	0,00	0,00
127	Gmax	Combination	0,00	2,70	15,25	0,00	0,00	0,00
128	Gmax	Combination	-0,55	2,75	15,84	0,00	0,00	0,00
129	Gmax	Combination	-0,37	1,86	10,70	0,00	0,00	0,00
130	Gmax	Combination	0,00	1,85	10,47	0,00	0,00	0,00
131	Gmax	Combination	0,00	1,63	9,21	0,00	0,00	0,00
132	Gmax	Combination	-0,34	1,69	9,75	0,00	0,00	0,00
133	Gmax	Combination	-0,33	1,68	4,33	0,00	0,00	0,00
134	Gmax	Combination	0,01	1,81	4,38	0,00	0,00	0,00
135	Gmax	Combination	0,01	1,02	1,52	0,00	0,00	0,00
136	Gmax	Combination	-0,17	0,89	1,46	0,00	0,00	0,00
137	Gmax	Combination	-0,74	1,79	10,93	0,00	0,00	0,00
138	Gmax	Combination	-1,11	2,69	16,45	0,00	0,00	0,00
139	Gmax	Combination	-0,70	1,69	10,30	0,00	0,00	0,00
140	Gmax	Combination	-0,61	1,48	4,29	0,00	0,00	0,00
141	Gmax	Combination	-0,30	0,73	1,40	0,00	0,00	0,00
142	Gmax	Combination	-1,68	2,51	17,04	0,00	0,00	0,00
143	Gmax	Combination	-1,10	1,64	11,15	0,00	0,00	0,00
144	Gmax	Combination	-1,07	1,60	10,83	0,00	0,00	0,00
145	Gmax	Combination	-0,83	1,25	4,25	0,00	0,00	0,00
146	Gmax	Combination	-0,37	0,57	1,34	0,00	0,00	0,00
147	Gmax	Combination	-1,91	0,79	11,67	0,00	0,00	0,00
148	Gmax	Combination	-1,70	1,13	11,52	0,00	0,00	0,00
149	Gmax	Combination	-2,66	1,78	18,05	0,00	0,00	0,00
150	Gmax	Combination	-3,01	1,25	18,43	0,00	0,00	0,00
151	Gmax	Combination	-1,73	1,16	11,75	0,00	0,00	0,00
152	Gmax	Combination	-1,98	0,82	12,08	0,00	0,00	0,00
153	Gmax	Combination	-1,16	0,49	4,15	0,00	0,00	0,00
154	Gmax	Combination	-1,10	0,74	4,18	0,00	0,00	0,00
155	Gmax	Combination	-0,40	0,27	1,25	0,00	0,00	0,00
156	Gmax	Combination	-0,37	0,16	1,21	0,00	0,00	0,00
157	Gmax	Combination	-2,20	2,20	17,58	0,00	0,00	0,00
158	Gmax	Combination	-1,42	1,42	11,35	0,00	0,00	0,00
159	Gmax	Combination	-1,42	1,42	11,32	0,00	0,00	0,00
160	Gmax	Combination	-0,99	1,00	4,21	0,00	0,00	0,00
161	Gmax	Combination	-0,40	0,41	1,29	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 1368,08 kN. A área do apoio no solo é de 16,62 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{1368,08}{16,62} = 82,32 \frac{kN}{m^2} = 0,82 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,20 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

As figuras 9.3 a 9.6 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 9.3 – Momento na direção X na laje de fundo.

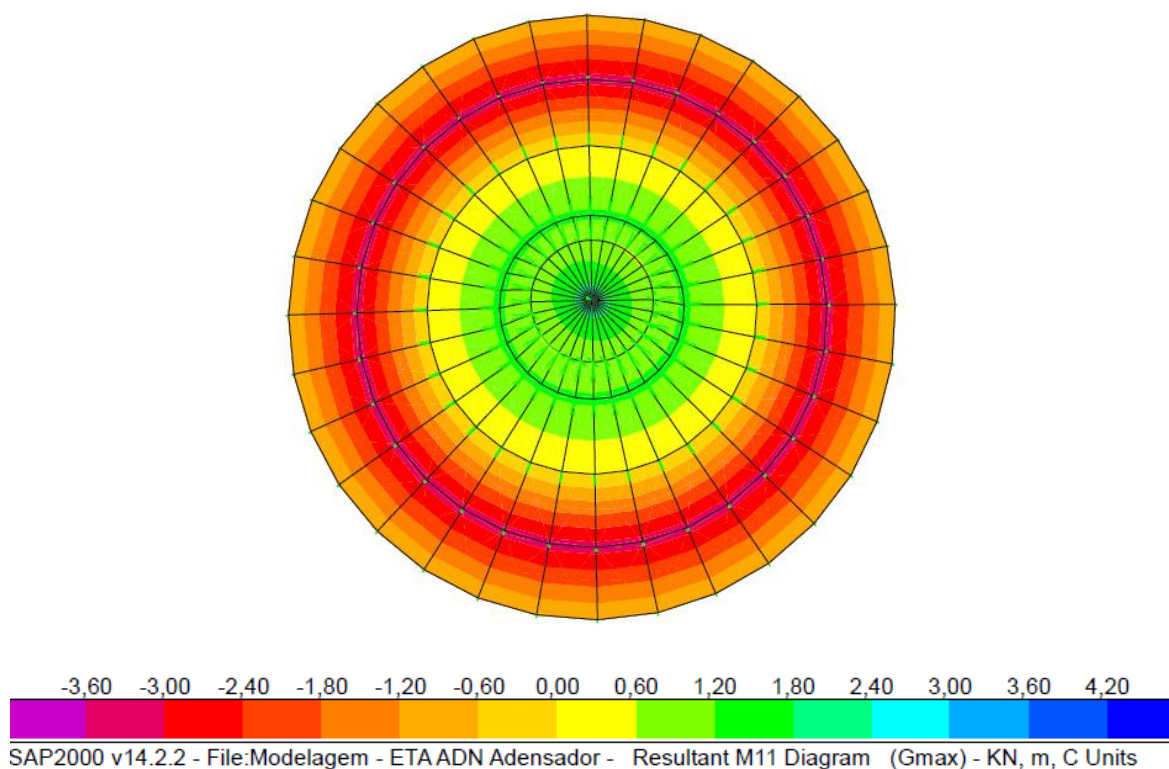


Figura 9.4 – Momento na direção Y na laje de fundo.

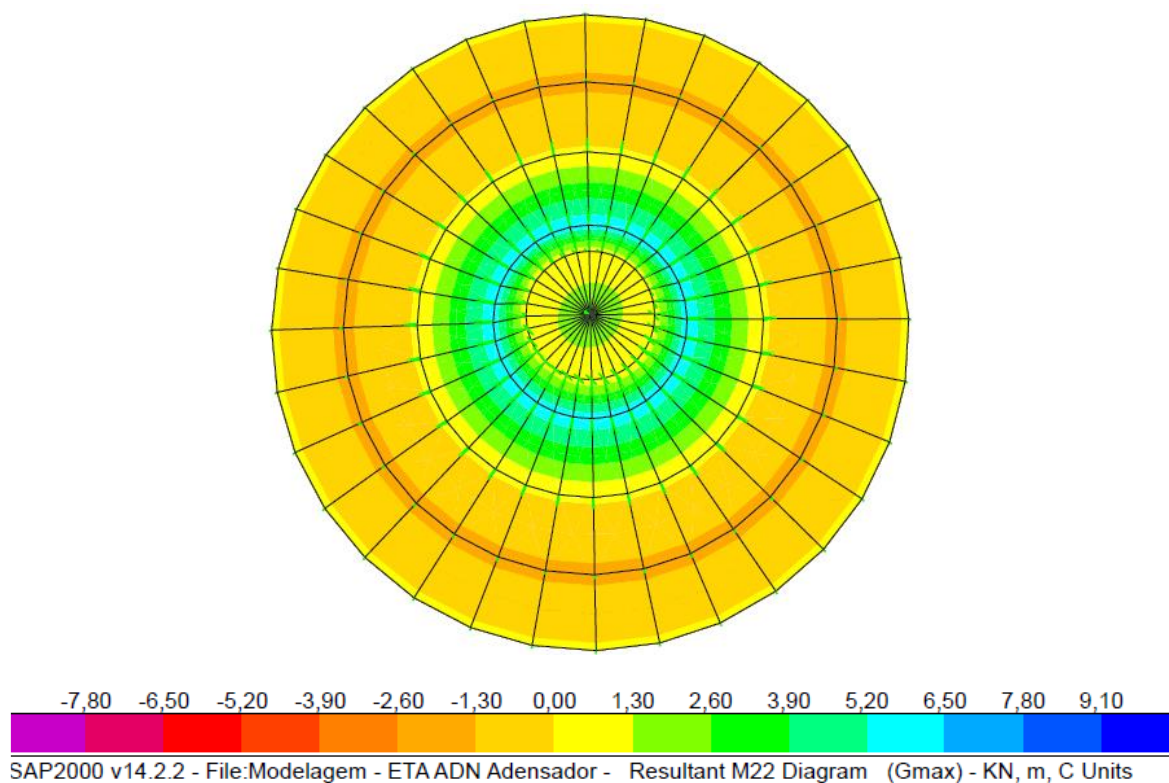


Figura 9.5 – Momento na direção X nas paredes.

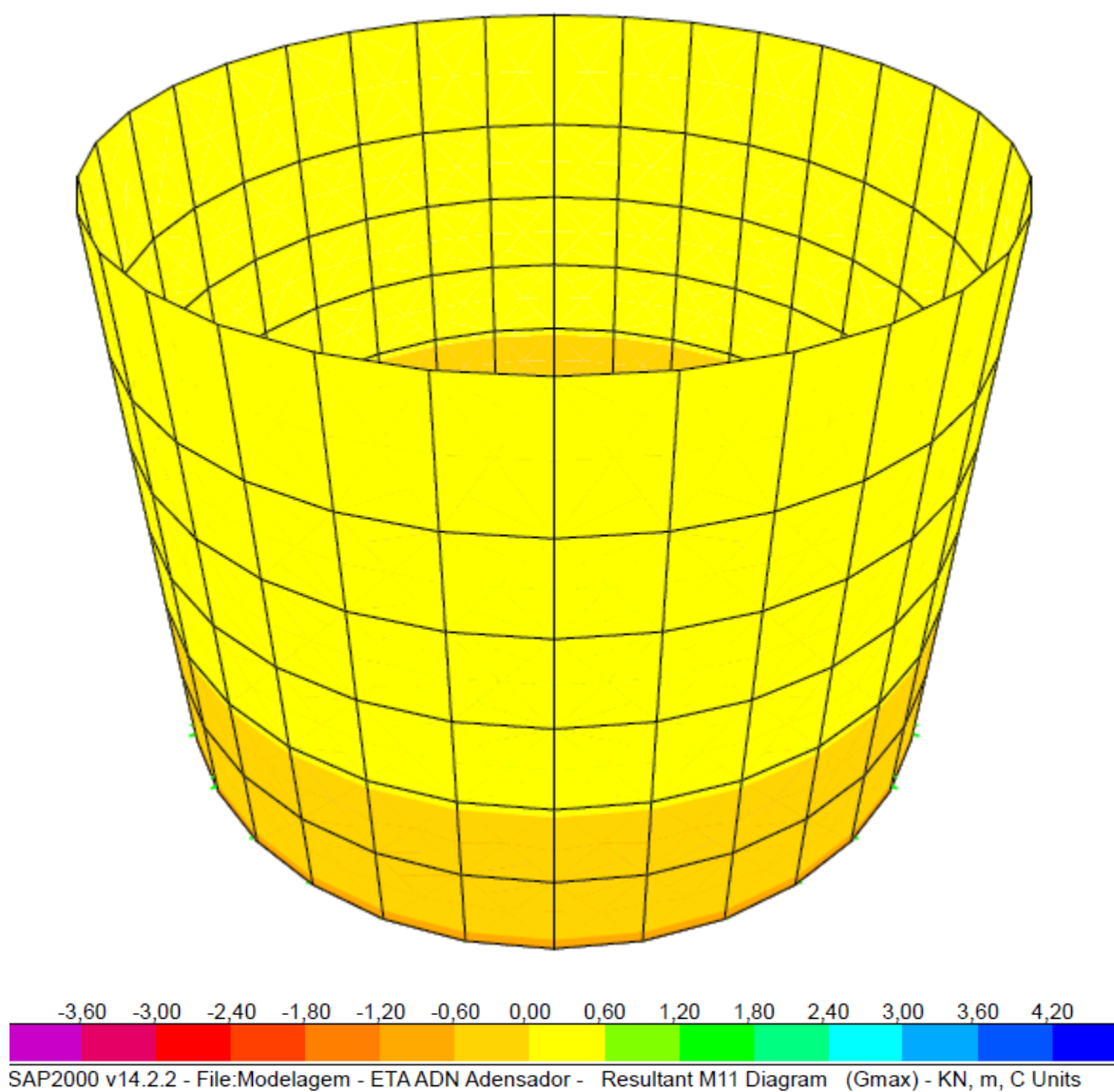
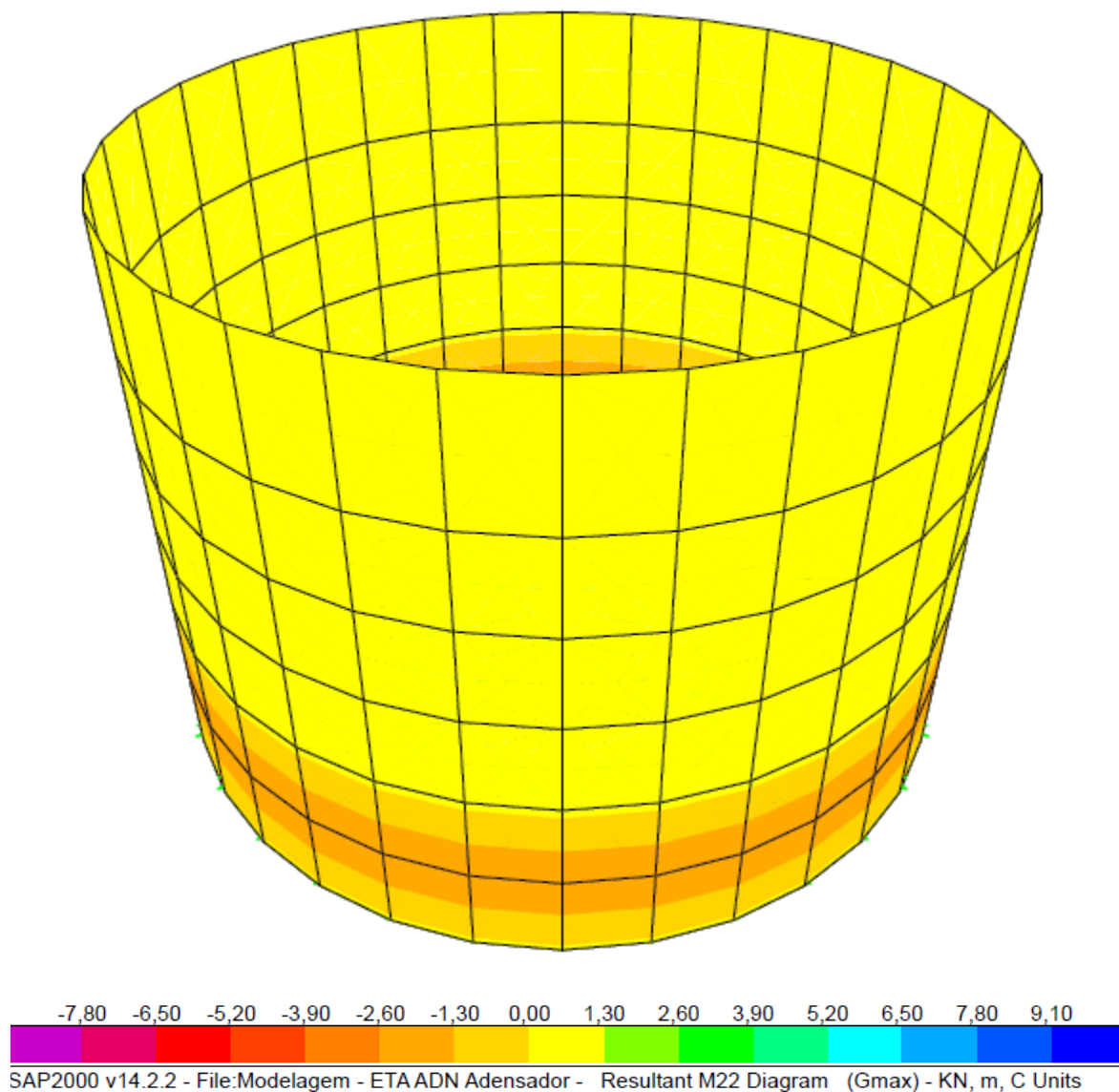


Figura 9.6 – Momento na direção Y nas paredes.



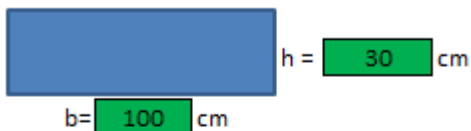
9.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=30\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 19,51 \text{ kNm} \\ M_y = 19,51 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x/y

1) PARÂMETROS DE ENTRADAMomento Fletor Máximo = 19,51 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa**2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL** $d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$ Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

 $d = 24,50$ cmAdotar $d = 24,00$ cm**2) DETERMINAÇÃO DE KMD**

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0221$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0221$
 $\rightarrow K_x = 0,0298$
 $\rightarrow K_z = 0,9881$ **3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO**

$$A_s = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,65 \text{ cm}^2/\text{m}$$
$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 6,90 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 5,18 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 6,90 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

9.5. ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes superiores são:

$$\text{Laje } h=10\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 4,16 \text{ kNm} \\ M_y = 3,75 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 4,16 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$


$$\begin{aligned} h &= 10 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 4,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 4,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,1699$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,1699$$

$$\rightarrow K_x = 0,2723$$

$$\rightarrow K_z = 0,8911$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 3,76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 1,50 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 2,30 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 1,73 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,76 cm²/m. Será utilizada armadura simples (face inferior) de $\phi 8.0 \text{ c}/10$ que equivale a 5,00 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 3,75 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 4,50$ cm

Adotar $d = 4,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,1531$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,1531 \rightarrow K_x = 0,2537$
 $\rightarrow K_z = 0,8985$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 3,36 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 1,50 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 2,30 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 1,73 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,36 cm²/m. Será utilizada armadura simples (face inferior) de $\phi 8.0$ c/10 que equivale a 5,00 cm²/m.

9.6. ARMAÇÃO DAS PAREDES

Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

$$\text{Paredes } e=30\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 20,13 \text{ kN.m} \\ M_y = 24,46 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 20,13 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



$h = 30$ cm
 $b = 100$ cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL $d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$ Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

 $d = 24,50$ cmAdotar $d = 24,00$ cm**2) DETERMINAÇÃO DE KMD**

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0228$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0228$ $\rightarrow Kx = 0,0298$ $\rightarrow Kz = 0,9881$ **3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO**

$$As = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,73 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 6,90 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 5,18 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 6,90 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 24,46 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$


$$h = 30 \text{ cm}$$
$$b = 100 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 24,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 24,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0277$$

$$\begin{aligned} \text{Conforme tabela temos: } KMD &= 0,0277 \rightarrow K_x = 0,0373 \\ &\rightarrow K_z = 0,9851 \end{aligned}$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$As = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 3,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$
$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 6,90 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 5,18 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

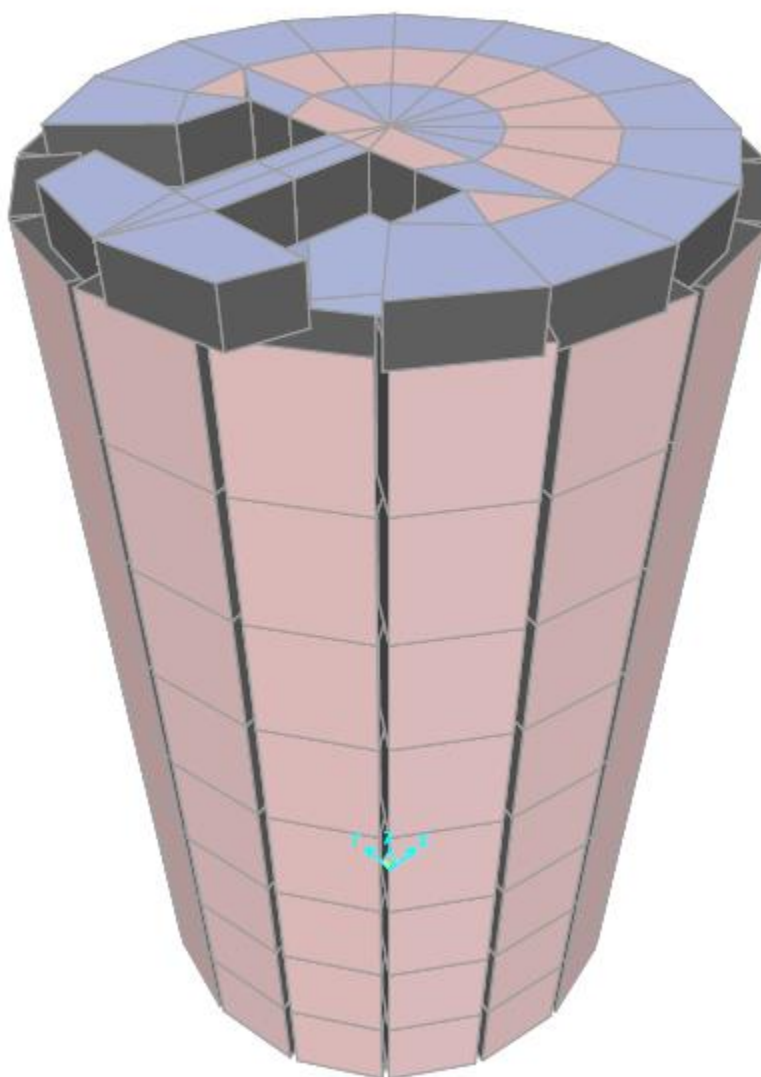
Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 6,90 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

10. DIMENSIONAMENTO – ELEVATÓRIA DE LODO

10.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 10.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 10.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)

Peso próprio

- Sobrecargas (SC)

Carregamento na laje de fundo (SCLF)

Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)

Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI$

Comb 4: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE$

10.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 10.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	-22,93	-23,06	-11,90	-10,70	-0,25
1	Gmax	Combination	-22,90	-22,92	-11,53	-10,61	-0,45
1	Gmax	Combination	-22,93	-23,06	-13,97	-13,95	0,01
2	Gmax	Combination	-23,02	-23,05	-7,35	-1,52	-0,82
2	Gmax	Combination	-22,82	-23,01	-0,03	12,69	-1,43
2	Gmax	Combination	-22,72	-22,56	0,98	11,41	-3,66
2	Gmax	Combination	-22,88	-22,46	-6,59	-1,88	-1,85
3	Gmax	Combination	-22,83	-22,64	6,59	2,20	-1,73
3	Gmax	Combination	-22,92	-23,05	7,35	1,91	-0,77
3	Gmax	Combination	-23,00	-23,06	11,88	10,08	-0,38
3	Gmax	Combination	-22,93	-22,76	11,46	10,11	-0,67
4	Gmax	Combination	-22,88	-23,08	-14,01	-13,98	-0,02
4	Gmax	Combination	-22,85	-22,94	-11,40	-10,80	-0,64
4	Gmax	Combination	-22,82	-22,82	-10,94	-10,87	-0,70
5	Gmax	Combination	-22,99	-22,50	-5,75	-2,70	-2,66
5	Gmax	Combination	-22,57	-22,45	2,79	9,67	-5,40
5	Gmax	Combination	-22,44	-22,11	5,01	7,22	-6,18
5	Gmax	Combination	-22,76	-22,11	-4,46	-3,64	-3,00

6	Gmax	Combination	-22,97	-22,81	11,21	10,37	-0,93
6	Gmax	Combination	-22,86	-22,60	10,67	10,58	-1,00
6	Gmax	Combination	-22,69	-22,33	4,58	3,82	-2,82
6	Gmax	Combination	-22,79	-22,64	5,83	2,97	-2,50
7	Gmax	Combination	-23,00	-22,91	-13,99	-14,07	-0,02
7	Gmax	Combination	-22,93	-22,57	-10,15	-11,47	-0,40
7	Gmax	Combination	-22,93	-22,55	-10,00	-11,53	-0,13
8	Gmax	Combination	-22,66	-21,97	-1,31	-6,53	-1,66
8	Gmax	Combination	-22,50	-21,49	11,29	0,87	-3,42
8	Gmax	Combination	-22,45	-21,43	12,14	-0,03	-1,20
8	Gmax	Combination	-22,54	-21,94	-0,85	-6,91	-0,57
9	Gmax	Combination	-22,81	-22,56	9,60	11,44	-0,55
9	Gmax	Combination	-22,75	-22,54	9,44	11,53	-0,19
9	Gmax	Combination	-22,65	-21,95	1,17	6,90	-0,55
9	Gmax	Combination	-22,69	-22,00	1,61	6,55	-1,57
10	Gmax	Combination	-22,87	-22,74	-10,71	-11,15	-0,72
10	Gmax	Combination	-22,86	-22,66	-10,33	-11,27	-0,59
10	Gmax	Combination	-22,93	-23,00	-14,01	-14,03	-0,03
11	Gmax	Combination	-22,85	-22,13	-3,30	-4,79	-3,00
11	Gmax	Combination	-22,51	-21,88	7,47	4,82	-6,16
11	Gmax	Combination	-22,39	-21,70	9,58	2,55	-5,13
11	Gmax	Combination	-22,60	-21,97	-2,13	-5,72	-2,48
12	Gmax	Combination	-22,63	-22,08	2,38	5,77	-2,34
12	Gmax	Combination	-22,73	-22,25	3,50	4,92	-2,83
12	Gmax	Combination	-22,90	-22,63	10,30	10,95	-1,00
12	Gmax	Combination	-22,78	-22,55	9,87	11,17	-0,81
13	Gmax	Combination	-23,03	-22,99	-13,92	-13,94	0,01
13	Gmax	Combination	-23,06	-23,13	-12,04	-10,95	0,22
13	Gmax	Combination	-23,03	-22,99	-11,84	-10,68	-0,01
14	Gmax	Combination	-23,05	-23,62	-7,25	-2,05	1,46
14	Gmax	Combination	-23,17	-23,49	0,83	12,01	3,55
14	Gmax	Combination	-23,07	-23,04	-0,10	12,68	1,11
14	Gmax	Combination	-22,91	-23,01	-7,38	-1,52	0,34
15	Gmax	Combination	-23,03	-23,30	12,01	10,32	0,35
15	Gmax	Combination	-22,96	-23,00	11,87	10,08	-0,02
15	Gmax	Combination	-23,01	-23,01	7,34	1,90	0,31
15	Gmax	Combination	-23,10	-23,42	7,27	2,44	1,35
16	Gmax	Combination	-23,14	-23,24	-11,86	-11,47	0,48
16	Gmax	Combination	-23,11	-23,12	-11,83	-11,09	0,36
16	Gmax	Combination	-23,09	-22,98	-13,88	-13,92	-0,02
17	Gmax	Combination	-23,17	-23,99	-5,59	-4,08	2,84
17	Gmax	Combination	-23,48	-23,95	5,07	7,93	6,56

17	Gmax	Combination	-23,36	-23,61	2,61	10,17	5,40
17	Gmax	Combination	-22,93	-23,58	-6,45	-2,88	2,30
18	Gmax	Combination	-23,15	-23,42	6,50	3,20	2,11
18	Gmax	Combination	-23,26	-23,74	5,75	4,35	2,62
18	Gmax	Combination	-23,10	-23,46	11,63	11,02	0,80
18	Gmax	Combination	-22,99	-23,25	11,76	10,56	0,59
19	Gmax	Combination	-23,03	-23,51	-11,37	-12,22	0,10
19	Gmax	Combination	-23,03	-23,49	-11,41	-12,10	0,27
19	Gmax	Combination	-22,96	-23,15	-13,90	-13,83	-0,02
20	Gmax	Combination	-23,42	-24,15	-2,19	-7,82	0,59
20	Gmax	Combination	-23,52	-24,70	13,22	-0,10	1,34
20	Gmax	Combination	-23,46	-24,65	12,13	0,94	3,80
20	Gmax	Combination	-23,29	-24,12	-2,62	-7,31	1,65
21	Gmax	Combination	-23,27	-24,09	3,03	7,31	1,51
21	Gmax	Combination	-23,32	-24,15	2,65	7,79	0,54
21	Gmax	Combination	-23,21	-23,52	10,72	12,22	0,17
21	Gmax	Combination	-23,15	-23,50	10,82	12,04	0,47
22	Gmax	Combination	-23,04	-23,06	-13,88	-13,87	-0,03
22	Gmax	Combination	-23,10	-23,40	-11,56	-11,97	0,42
22	Gmax	Combination	-23,09	-23,32	-11,62	-11,65	0,46
23	Gmax	Combination	-23,35	-24,13	-3,45	-6,48	2,47
23	Gmax	Combination	-23,58	-24,40	10,25	2,84	5,67
23	Gmax	Combination	-23,45	-24,21	7,68	5,27	6,59
23	Gmax	Combination	-23,07	-23,97	-4,42	-5,26	2,85
24	Gmax	Combination	-23,18	-23,51	11,06	11,80	0,71
24	Gmax	Combination	-23,06	-23,43	11,29	11,35	0,79
24	Gmax	Combination	-23,22	-23,82	4,67	5,42	2,61
24	Gmax	Combination	-23,33	-24,01	3,79	6,56	2,27
25	Gmax	Combination	-22,93	-23,06	-13,97	-13,95	-0,01
25	Gmax	Combination	-22,90	-22,92	-11,53	-10,61	0,45
25	Gmax	Combination	-22,93	-23,06	-11,90	-10,70	0,25
26	Gmax	Combination	-22,88	-22,46	-6,59	-1,88	1,85
26	Gmax	Combination	-22,72	-22,56	0,98	11,41	3,66
26	Gmax	Combination	-22,82	-23,01	-0,03	12,69	1,43
26	Gmax	Combination	-23,02	-23,05	-7,35	-1,52	0,82
27	Gmax	Combination	-22,93	-22,76	11,46	10,11	0,67
27	Gmax	Combination	-23,00	-23,06	11,88	10,08	0,38
27	Gmax	Combination	-22,92	-23,05	7,35	1,91	0,77
27	Gmax	Combination	-22,83	-22,64	6,59	2,20	1,73
28	Gmax	Combination	-22,82	-22,82	-10,94	-10,87	0,70
28	Gmax	Combination	-22,85	-22,94	-11,40	-10,80	0,64
28	Gmax	Combination	-22,88	-23,08	-14,01	-13,98	0,02

29	Gmax	Combination	-22,76	-22,11	-4,46	-3,64	3,00
29	Gmax	Combination	-22,44	-22,11	5,01	7,22	6,18
29	Gmax	Combination	-22,57	-22,45	2,79	9,67	5,40
29	Gmax	Combination	-22,99	-22,50	-5,75	-2,70	2,66
30	Gmax	Combination	-22,79	-22,64	5,83	2,97	2,50
30	Gmax	Combination	-22,69	-22,33	4,58	3,82	2,82
30	Gmax	Combination	-22,86	-22,60	10,67	10,58	1,00
30	Gmax	Combination	-22,97	-22,81	11,21	10,37	0,93

10.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 10.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,49	0,00	0,00	0,00
2	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,35	0,00	0,00	0,00
3	Gmax	Combination	0,00	0,00	22,31	0,00	0,00	0,00
4	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,61	0,00	0,00	0,00
5	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,13	0,00	0,00	0,00
6	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,55	0,00	0,00	0,00
7	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,03	0,00	0,00	0,00
8	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,23	0,00	0,00	0,00
9	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,05	0,00	0,00	0,00
10	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,54	0,00	0,00	0,00
11	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,15	0,00	0,00	0,00
12	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,12	0,00	0,00	0,00
13	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,22	0,00	0,00	0,00
14	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,72	0,00	0,00	0,00
15	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,60	0,00	0,00	0,00
16	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,10	0,00	0,00	0,00
17	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,64	0,00	0,00	0,00
18	Gmax	Combination	0,00	0,00	18,18	0,00	0,00	0,00
19	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,71	0,00	0,00	0,00
20	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,76	0,00	0,00	0,00
21	Gmax	Combination	0,00	0,00	18,67	0,00	0,00	0,00
22	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,21	0,00	0,00	0,00
23	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,86	0,00	0,00	0,00
24	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,84	0,00	0,00	0,00

25	Gmax	Combination	0,00	0,00	19,11	0,00	0,00	0,00
26	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,66	0,00	0,00	0,00
27	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,54	0,00	0,00	0,00
28	Gmax	Combination	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	0,00
29	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,35	0,00	0,00	0,00
30	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,49	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 384,12 kN. A área do apoio no solo é de 4,52 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{384,12}{4,52} = 84,98 \frac{kN}{m^2} = 0,85 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,20 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

As figuras 10.2 a 10.5 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 10.2 – Momento na direção X na laje de fundo.

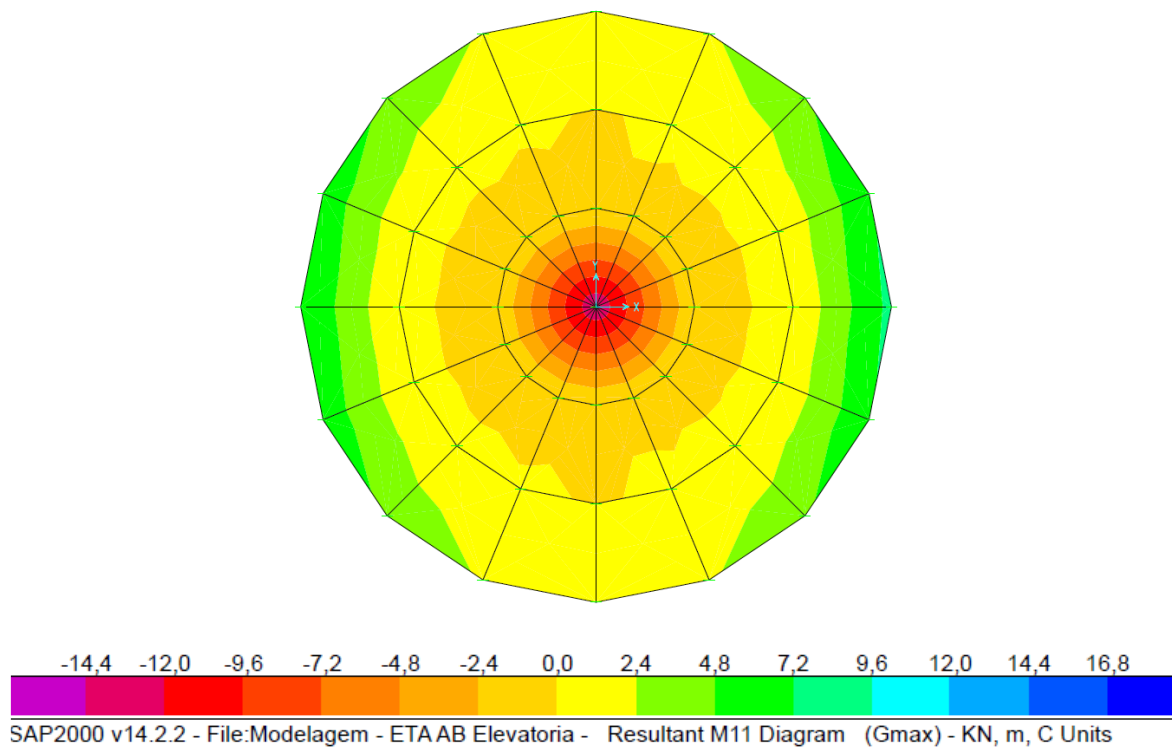


Figura 10.5 – Momento na direção Y na laje de fundo.

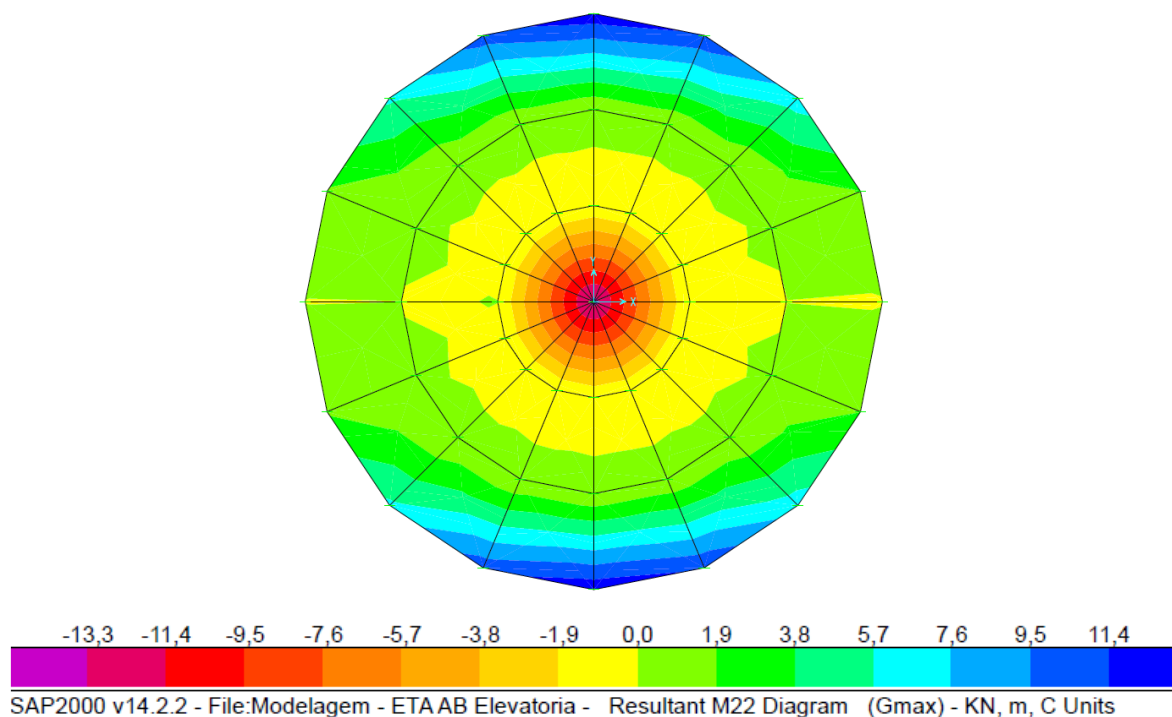


Figura 10.6 – Momento na direção X nas paredes.

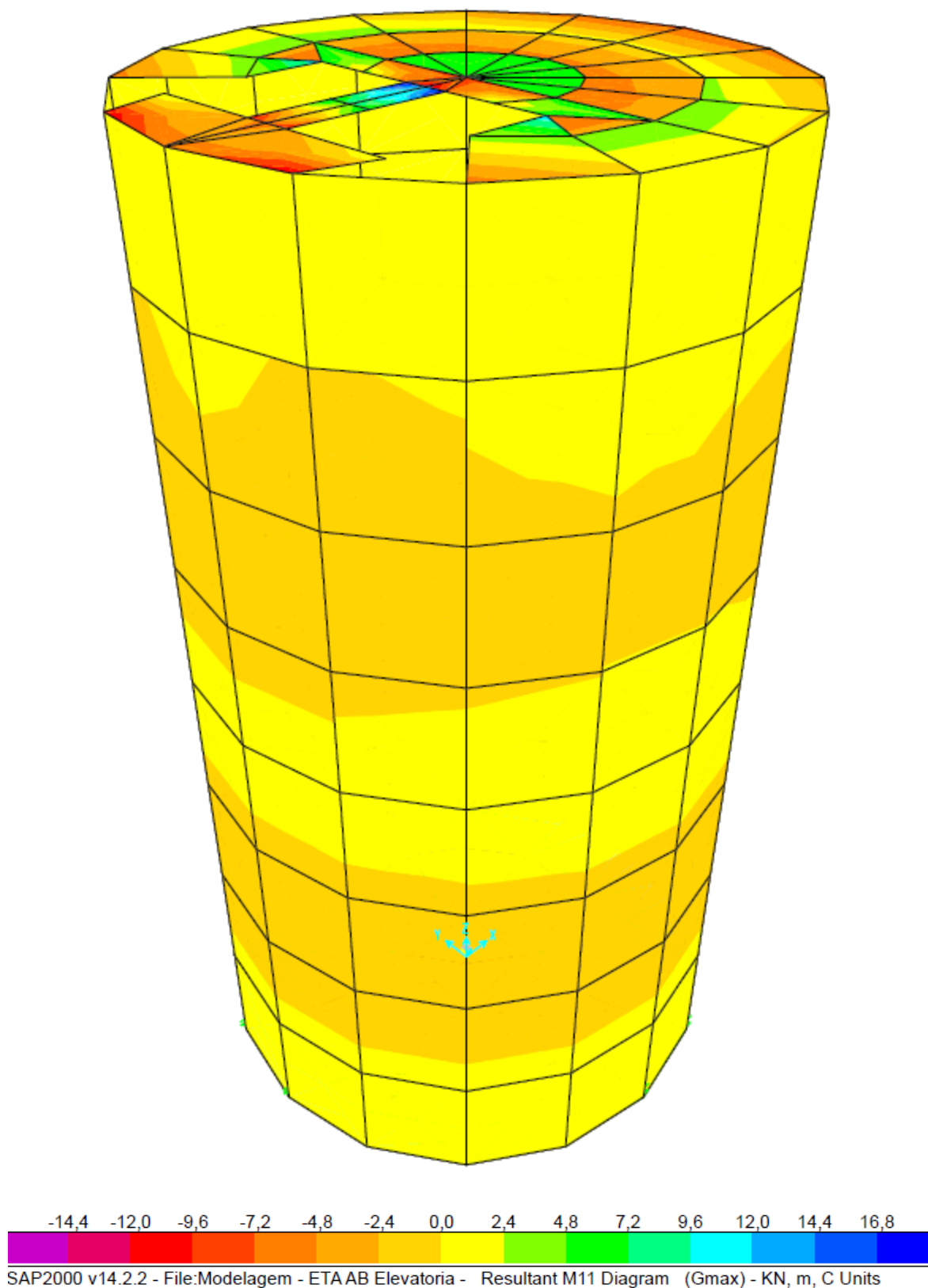
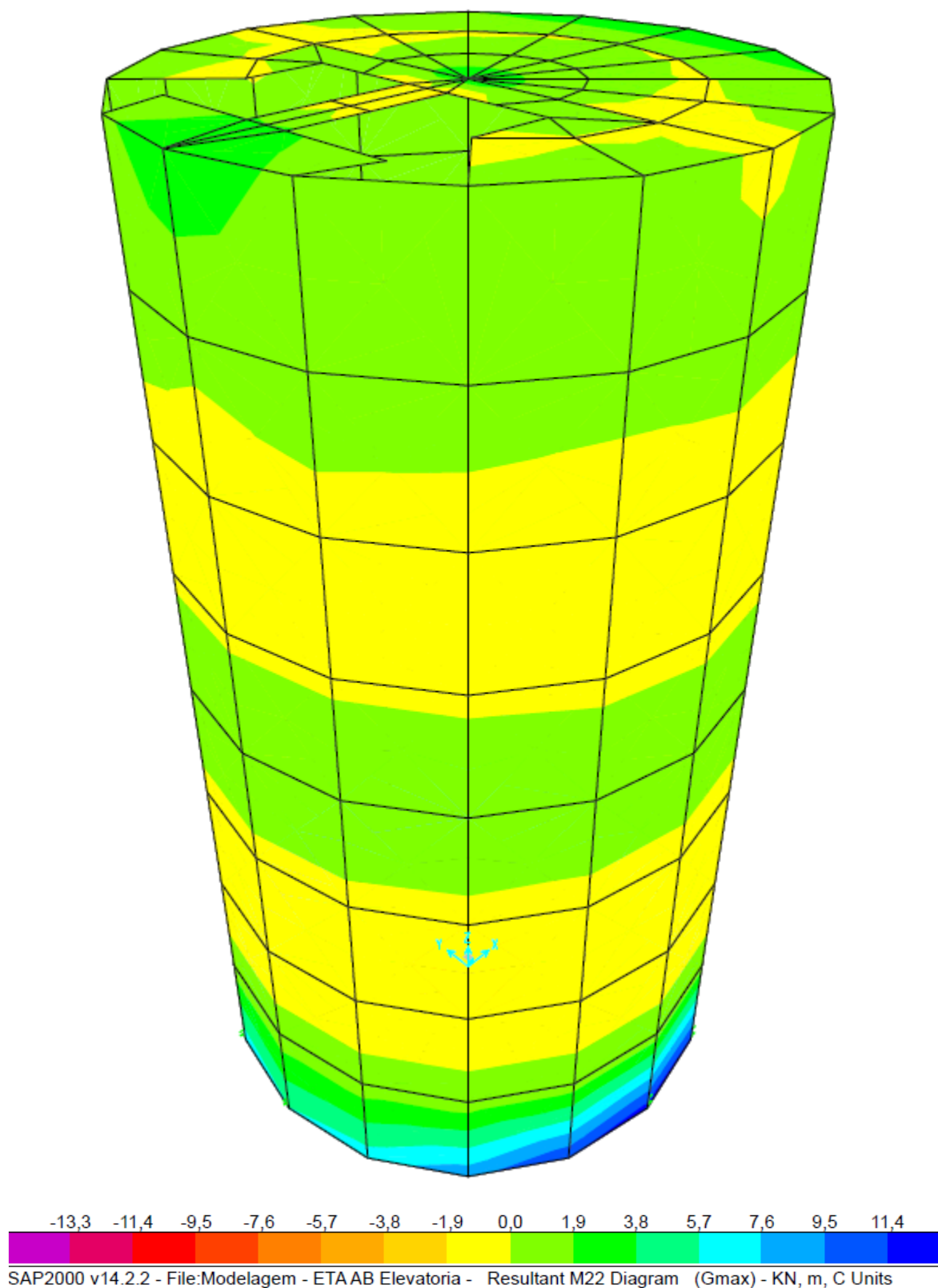


Figura 10.7 – Momento na direção Y nas paredes.



10.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 11,70 \text{ kNm} \\ M_y = 11,70 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x/y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 11,70 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$


$$\begin{aligned} h &= 20 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0390$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,0390$$

$$\rightarrow K_x = 0,0603$$

$$\rightarrow K_z = 0,9759$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

10.5. ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes superiores são:

$$\text{Laje } h=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 8,05 \text{ kNm} \\ M_y = 3,42 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 8,05 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} h &= 20 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0268$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,0268$$

$$\rightarrow K_x = 0,0373$$

$$\rightarrow K_z = 0,9851$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura simples (face inferior) de Ø8.0 c/10 que equivale a 5,00 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 3,75 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$


$$\begin{aligned} h &= 20 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0125$$

$$\begin{aligned} \text{Conforme tabela temos: } KMD &= 0,0125 \rightarrow K_x = 0,0223 \\ &\rightarrow K_z = 0,9911 \end{aligned}$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,87 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,min} &= \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases} \end{aligned}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura simples (face inferior) de $\phi 8.0 \text{ c}/10$ que equivale a 5,00 cm²/m.

10.6. ARMAÇÃO DAS PAREDES

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Paredes } e=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 18,50 \text{ kN.m} \\ M_y = 14,06 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 18,50 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



$h = 20$ cm
 $b = 100$ cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL $d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$ Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

 $d = 14,50$ cmAdotar $d = 14,00$ cm**2) DETERMINAÇÃO DE KMD**

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0617$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0617 \rightarrow K_x = 0,0916$
 $\rightarrow K_z = 0,9634$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 4,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$
$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 14,06 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



$h = 20$ cm
 $b = 100$ cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL $d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$ Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

 $d = 14,50$ cmAdotar $d = 14,00$ cm**2) DETERMINAÇÃO DE KMD**

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0469$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0469$ $\rightarrow K_x = 0,0680$
 $\rightarrow K_z = 0,9728$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 3,32 \text{ cm}^2/\text{m}$$
$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

11. DIMENSIONAMENTO – LEITO DE SECAGEM

11.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figuras 11.1 e 11.2) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 11.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.

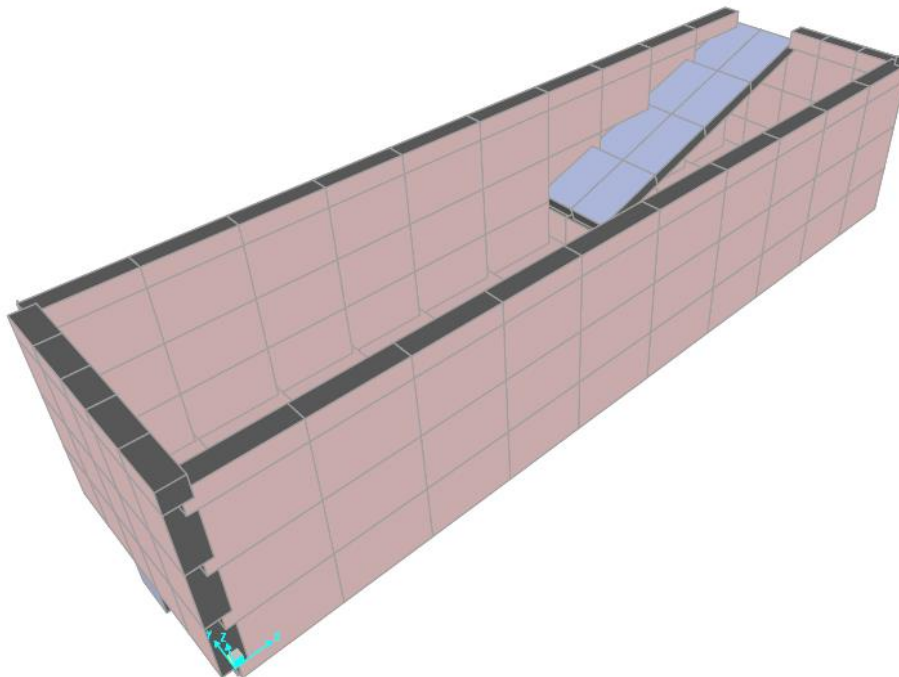
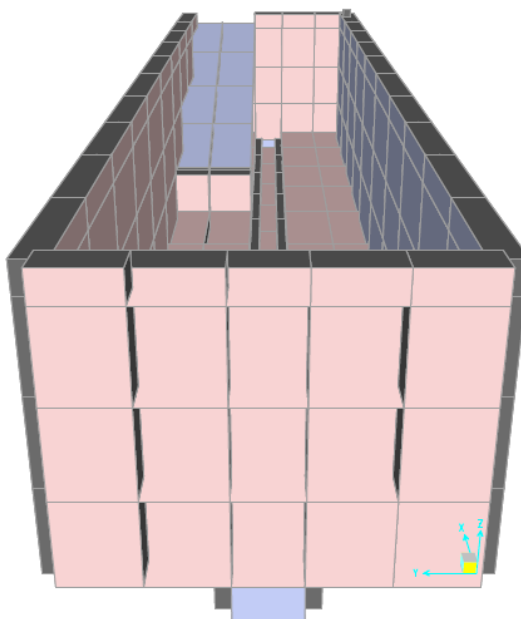


Figura 11.2 – Modelo estrutural 3D vista 2.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
Peso próprio
- Sobrecargas (SC)
Carregamento na laje de fundo (SCLF)
Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)
Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI$

Comb 4: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE$

11.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 11.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	2,61	-3,05	-0,49	-3,11	-0,34
1	Gmax	Combination	0,53	-3,46	1,40	3,30	-0,30
1	Gmax	Combination	1,10	-0,63	0,11	-0,19	-0,57
1	Gmax	Combination	3,17	-0,21	0,00	-0,12	-0,61
1	gmin	Combination	1,86	-2,17	-0,35	-2,22	-0,24
1	gmin	Combination	0,38	-2,47	1,00	2,36	-0,21
1	gmin	Combination	0,78	-0,45	0,08	-0,14	-0,41
1	gmin	Combination	2,27	-0,15	0,00	-0,08	-0,44
2	Gmax	Combination	3,36	-1,65	-0,72	-3,40	0,41
2	Gmax	Combination	4,70	-1,38	0,90	3,08	0,37
2	Gmax	Combination	4,44	-2,68	1,34	3,29	0,04
2	Gmax	Combination	3,10	-2,95	-0,50	-3,12	0,08
2	gmin	Combination	2,40	-1,18	-0,51	-2,43	0,29

2	gmin	Combination	3,36	-0,98	0,64	2,20	0,26
2	gmin	Combination	3,17	-1,91	0,96	2,35	0,03
2	gmin	Combination	2,21	-2,10	-0,36	-2,22	0,06
3	Gmax	Combination	1,92	-3,53	-0,49	-2,83	1,12
3	Gmax	Combination	3,93	-3,13	1,63	2,73	1,13
3	Gmax	Combination	4,26	-1,47	0,89	3,08	0,66
3	Gmax	Combination	2,25	-1,87	-0,65	-3,39	0,66
3	gmin	Combination	1,37	-2,52	-0,35	-2,02	0,80
3	gmin	Combination	2,80	-2,23	1,17	1,95	0,81
3	gmin	Combination	3,04	-1,05	0,64	2,20	0,47
3	gmin	Combination	1,61	-1,33	-0,47	-2,42	0,47
4	Gmax	Combination	0,03	-3,77	-0,02	-0,14	1,22
4	Gmax	Combination	2,04	-3,37	-2,20	-0,29	1,26
4	Gmax	Combination	2,01	-3,51	1,75	2,75	1,66
4	Gmax	Combination	0,00	-3,91	-0,42	-2,81	1,62
4	gmin	Combination	0,02	-2,69	-0,02	-0,10	0,87
4	gmin	Combination	1,46	-2,41	-1,57	-0,21	0,90
4	gmin	Combination	1,44	-2,51	1,25	1,96	1,19
4	gmin	Combination	0,00	-2,79	-0,30	-2,01	1,16
5	Gmax	Combination	0,87	-1,79	1,38	3,22	0,23
5	Gmax	Combination	-7,35	-3,43	0,96	3,52	0,51
5	Gmax	Combination	-7,40	-3,70	2,18	4,24	0,25
5	Gmax	Combination	0,81	-2,05	0,17	0,10	-0,03
5	gmin	Combination	0,62	-1,28	0,99	2,30	0,16
5	gmin	Combination	-5,25	-2,45	0,69	2,51	0,36
5	gmin	Combination	-5,29	-2,64	1,55	3,03	0,18
5	gmin	Combination	0,58	-1,47	0,12	0,07	-0,02
6	Gmax	Combination	3,85	-5,64	0,90	3,09	0,20
6	Gmax	Combination	9,22	-4,56	1,57	3,89	0,23
6	Gmax	Combination	10,15	0,07	0,95	3,52	0,20
6	Gmax	Combination	4,78	-1,00	1,32	3,21	0,18
6	gmin	Combination	2,75	-4,02	0,64	2,20	0,14
6	gmin	Combination	6,59	-3,26	1,12	2,78	0,16
6	gmin	Combination	7,25	0,05	0,68	2,51	0,14
6	gmin	Combination	3,41	-0,72	0,95	2,29	0,13
7	Gmax	Combination	3,63	-4,61	1,63	2,72	0,90
7	Gmax	Combination	17,09	-1,92	1,67	2,31	0,65
7	Gmax	Combination	16,87	-3,03	1,62	3,90	0,40
7	Gmax	Combination	3,41	-5,73	0,89	3,08	0,65
7	gmin	Combination	2,59	-3,29	1,17	1,94	0,64
7	gmin	Combination	12,20	-1,37	1,19	1,65	0,47
7	gmin	Combination	12,04	-2,17	1,16	2,79	0,29

7	gmin	Combination	2,43	-4,09	0,64	2,20	0,46
8	Gmax	Combination	2,74	0,10	-2,21	-0,33	1,02
8	Gmax	Combination	-6,38	-1,72	-2,22	-0,02	0,57
8	Gmax	Combination	-7,40	-6,81	1,63	2,30	0,61
8	Gmax	Combination	1,72	-4,99	1,75	2,74	1,06
8	gmin	Combination	1,95	0,07	-1,58	-0,23	0,73
8	gmin	Combination	-4,56	-1,23	-1,59	-0,01	0,40
8	gmin	Combination	-5,28	-4,87	1,16	1,64	0,43
8	gmin	Combination	1,23	-3,56	1,25	1,96	0,76
9	Gmax	Combination	-25,85	-0,58	1,50	3,41	0,34
9	Gmax	Combination	-21,46	0,30	0,87	3,12	0,18
9	Gmax	Combination	-22,01	-2,47	1,05	4,64	-0,16
9	Gmax	Combination	-26,41	-3,35	-0,59	3,14	0,01
9	gmin	Combination	-18,46	-0,41	1,07	2,44	0,24
9	gmin	Combination	-15,32	0,22	0,62	2,23	0,13
9	gmin	Combination	-15,71	-1,76	0,75	3,31	-0,11
9	gmin	Combination	-18,85	-2,39	-0,42	2,24	0,01
10	Gmax	Combination	-41,01	-5,45	1,32	2,24	-0,01
10	Gmax	Combination	-42,61	-5,77	1,30	2,09	-0,24
10	Gmax	Combination	-42,23	-3,85	1,13	3,17	-0,09
10	Gmax	Combination	-40,63	-3,53	1,53	3,42	0,13
10	gmin	Combination	-29,28	-3,89	0,94	1,60	-0,01
10	gmin	Combination	-30,42	-4,12	0,93	1,49	-0,17
10	gmin	Combination	-30,15	-2,75	0,81	2,26	-0,06
10	gmin	Combination	-29,01	-2,52	1,09	2,44	0,10
11	Gmax	Combination	-43,53	-7,66	0,72	1,14	-0,08
11	Gmax	Combination	-44,08	-7,77	0,57	0,95	-0,28
11	Gmax	Combination	-43,72	-5,99	1,30	2,09	-0,24
11	Gmax	Combination	-43,17	-5,88	1,30	2,23	-0,05
11	gmin	Combination	-31,08	-5,47	0,51	0,81	-0,06
11	gmin	Combination	-31,47	-5,55	0,41	0,67	-0,20
11	gmin	Combination	-31,22	-4,28	0,93	1,49	-0,17
11	gmin	Combination	-30,82	-4,20	0,93	1,59	-0,03
12	Gmax	Combination	-9,33	-2,85	0,13	0,02	-0,10
12	Gmax	Combination	-10,54	-3,09	0,30	0,21	-0,26
12	Gmax	Combination	-10,12	-0,98	0,80	0,99	-0,31
12	Gmax	Combination	-8,91	-0,74	0,86	1,17	-0,14
12	gmin	Combination	-6,66	-2,03	0,10	0,02	-0,07
12	gmin	Combination	-7,53	-2,21	0,21	0,15	-0,19
12	gmin	Combination	-7,23	-0,70	0,57	0,71	-0,22
12	gmin	Combination	-6,36	-0,53	0,61	0,83	-0,10
13	Gmax	Combination	5,19	0,19	-0,26	-0,17	0,18

13	Gmax	Combination	-10,22	-2,89	-2,77	-0,77	-0,02
13	Gmax	Combination	-9,57	0,36	1,86	3,32	0,48
13	Gmax	Combination	5,84	3,44	-0,27	-1,38	0,68
13	gmin	Combination	3,70	0,13	-0,18	-0,12	0,13
13	gmin	Combination	-7,30	-2,07	-1,97	-0,55	-0,02
13	gmin	Combination	-6,83	0,26	1,33	2,37	0,34
13	gmin	Combination	4,17	2,46	-0,19	-0,98	0,49
14	Gmax	Combination	-10,51	-4,32	-2,71	-0,48	-0,27
14	Gmax	Combination	-32,30	-8,68	-1,34	3,54	-0,47
14	Gmax	Combination	-30,40	0,83	1,17	3,09	-0,43
14	Gmax	Combination	-8,60	5,19	1,85	3,26	-0,24
14	gmin	Combination	-7,50	-3,08	-1,93	-0,34	-0,19
14	gmin	Combination	-23,06	-6,19	-0,95	2,53	-0,33
14	gmin	Combination	-21,71	0,59	0,83	2,21	-0,31
14	gmin	Combination	-6,14	3,71	1,32	2,32	-0,17
15	Gmax	Combination	-15,72	-1,21	0,98	3,45	-0,37
15	Gmax	Combination	-17,35	-1,54	0,85	4,60	-0,39
15	Gmax	Combination	-16,13	4,58	1,00	4,41	-0,25
15	Gmax	Combination	-14,49	4,90	0,83	3,95	-0,23
15	gmin	Combination	-11,22	-0,86	0,70	2,47	-0,26
15	gmin	Combination	-12,39	-1,10	0,61	3,29	-0,28
15	gmin	Combination	-11,52	3,27	0,72	3,15	-0,18
15	gmin	Combination	-10,35	3,50	0,60	2,82	-0,16
16	Gmax	Combination	-2,48	1,78	-0,03	-1,33	0,09
16	Gmax	Combination	-6,83	0,91	1,56	3,26	0,10
16	Gmax	Combination	-7,06	-0,25	0,76	3,31	-0,20
16	Gmax	Combination	-2,71	0,62	-0,30	-1,72	-0,21
16	gmin	Combination	-1,77	1,27	-0,02	-0,95	0,06
16	gmin	Combination	-4,88	0,65	1,12	2,33	0,07
16	gmin	Combination	-5,04	-0,18	0,54	2,36	-0,14
16	gmin	Combination	-1,94	0,44	-0,21	-1,23	-0,15
17	Gmax	Combination	-5,86	5,74	1,55	3,20	-0,07
17	Gmax	Combination	-3,01	6,31	1,42	3,15	-0,18
17	Gmax	Combination	-4,36	-0,45	1,12	3,84	-0,24
17	Gmax	Combination	-7,21	-1,02	0,76	3,32	-0,13
17	gmin	Combination	-4,19	4,10	1,11	2,28	-0,05
17	gmin	Combination	-2,15	4,51	1,02	2,25	-0,13
17	gmin	Combination	-3,11	-0,32	0,80	2,74	-0,17
17	gmin	Combination	-5,15	-0,73	0,55	2,37	-0,09
18	Gmax	Combination	-33,85	1,03	0,76	3,94	-0,37
18	Gmax	Combination	-28,39	2,12	1,11	4,43	-0,29
18	Gmax	Combination	-28,71	0,56	1,08	3,70	-0,30

18	Gmax	Combination	-34,16	-0,53	1,35	3,90	-0,38
18	gmin	Combination	-24,17	0,74	0,55	2,81	-0,26
18	gmin	Combination	-20,27	1,52	0,79	3,16	-0,21
18	gmin	Combination	-20,50	0,40	0,77	2,64	-0,21
18	gmin	Combination	-24,39	-0,38	0,96	2,79	-0,27
19	Gmax	Combination	-1,09	-2,62	-0,27	-2,04	-1,81
19	Gmax	Combination	-2,23	-2,85	1,36	2,11	-1,84
19	Gmax	Combination	-2,60	-4,67	-2,29	-0,26	-1,33
19	Gmax	Combination	-1,46	-4,44	-0,08	-0,08	-1,30
19	gmin	Combination	-0,78	-1,87	-0,19	-1,46	-1,29
19	gmin	Combination	-1,59	-2,03	0,97	1,50	-1,32
19	gmin	Combination	-1,85	-3,34	-1,63	-0,19	-0,95
19	gmin	Combination	-1,04	-3,17	-0,06	-0,06	-0,93
20	Gmax	Combination	-0,61	-1,31	-0,34	-2,24	-1,17
20	Gmax	Combination	-0,62	-1,32	0,81	2,81	-1,09
20	Gmax	Combination	-0,87	-2,57	1,22	2,08	-1,43
20	Gmax	Combination	-0,86	-2,57	-0,40	-2,07	-1,50
20	gmin	Combination	-0,43	-0,94	-0,24	-1,60	-0,83
20	gmin	Combination	-0,44	-0,94	0,58	2,01	-0,78
20	gmin	Combination	-0,62	-1,84	0,87	1,49	-1,02
20	gmin	Combination	-0,61	-1,84	-0,29	-1,48	-1,07
21	Gmax	Combination	-0,49	-1,66	-0,23	-1,92	-0,74
21	Gmax	Combination	0,53	-1,46	0,91	3,11	-0,67
21	Gmax	Combination	0,60	-1,07	0,91	2,83	-0,87
21	Gmax	Combination	-0,41	-1,27	-0,53	-2,27	-0,94
21	gmin	Combination	-0,35	-1,19	-0,17	-1,37	-0,53
21	gmin	Combination	0,38	-1,04	0,65	2,22	-0,48
21	gmin	Combination	0,43	-0,77	0,65	2,02	-0,62
21	gmin	Combination	-0,29	-0,91	-0,38	-1,62	-0,67
22	Gmax	Combination	-1,95	0,77	-0,34	-1,73	-0,37
22	Gmax	Combination	-1,01	0,96	0,84	3,32	-0,32
22	Gmax	Combination	-1,58	-1,88	0,96	3,12	-0,50
22	Gmax	Combination	-2,52	-2,07	-0,39	-1,95	-0,55
22	gmin	Combination	-1,39	0,55	-0,24	-1,24	-0,26
22	gmin	Combination	-0,72	0,69	0,60	2,37	-0,23
22	gmin	Combination	-1,13	-1,34	0,68	2,23	-0,36
22	gmin	Combination	-1,80	-1,48	-0,28	-1,39	-0,39
23	Gmax	Combination	-2,24	-2,86	1,36	2,11	-1,26
23	Gmax	Combination	-8,73	-4,16	1,27	1,91	-0,88
23	Gmax	Combination	-8,23	-1,65	-2,20	-0,31	-0,89
23	Gmax	Combination	-1,73	-0,35	-2,30	-0,33	-1,28
23	gmin	Combination	-1,60	-2,04	0,97	1,51	-0,90

23	gmin	Combination	-6,23	-2,97	0,91	1,37	-0,62
23	gmin	Combination	-5,88	-1,18	-1,57	-0,22	-0,64
23	gmin	Combination	-1,24	-0,25	-1,64	-0,24	-0,91
24	Gmax	Combination	-1,14	-3,93	0,80	2,80	-0,99
24	Gmax	Combination	6,86	-2,33	1,24	3,42	-0,72
24	Gmax	Combination	7,13	-0,99	1,31	1,92	-0,88
24	Gmax	Combination	-0,87	-2,59	1,22	2,09	-1,15
24	gmin	Combination	-0,81	-2,81	0,57	2,00	-0,71
24	gmin	Combination	4,90	-1,66	0,89	2,44	-0,52
24	gmin	Combination	5,09	-0,70	0,94	1,37	-0,63
24	gmin	Combination	-0,62	-1,85	0,87	1,49	-0,82
25	Gmax	Combination	0,30	-2,59	0,91	3,10	-0,63
25	Gmax	Combination	0,70	-2,51	1,39	4,11	-0,52
25	Gmax	Combination	0,48	-3,61	1,12	3,40	-0,65
25	Gmax	Combination	0,08	-3,69	0,91	2,82	-0,76
25	gmin	Combination	0,21	-1,85	0,65	2,22	-0,45
25	gmin	Combination	0,50	-1,79	0,99	2,93	-0,37
25	gmin	Combination	0,34	-2,58	0,80	2,43	-0,47
25	gmin	Combination	0,06	-2,63	0,65	2,02	-0,55
26	Gmax	Combination	-1,17	0,19	0,84	3,34	-0,31
26	Gmax	Combination	-2,60	-0,10	1,04	3,83	-0,30
26	Gmax	Combination	-3,24	-3,30	1,34	4,10	-0,41
26	Gmax	Combination	-1,81	-3,02	0,95	3,11	-0,42
26	gmin	Combination	-0,83	0,13	0,60	2,38	-0,22
26	gmin	Combination	-1,85	-0,07	0,74	2,73	-0,22
26	gmin	Combination	-2,31	-2,36	0,96	2,93	-0,29
26	gmin	Combination	-1,29	-2,15	0,68	2,22	-0,30
27	Gmax	Combination	-4,53	0,98	0,57	1,17	-0,23
27	Gmax	Combination	-4,12	1,07	0,60	1,17	-0,03
27	Gmax	Combination	-4,87	-2,69	0,15	0,05	0,00
27	Gmax	Combination	-5,29	-2,77	0,29	0,20	-0,19
27	gmin	Combination	-3,24	0,70	0,41	0,83	-0,16
27	gmin	Combination	-2,94	0,76	0,43	0,84	-0,02
27	gmin	Combination	-3,48	-1,92	0,11	0,04	0,00
27	gmin	Combination	-3,77	-1,98	0,21	0,14	-0,14
28	Gmax	Combination	-34,87	-3,29	1,18	2,29	-0,23
28	Gmax	Combination	-35,08	-3,33	1,18	2,26	-0,03
28	Gmax	Combination	-35,45	-5,20	0,39	1,13	-0,03
28	Gmax	Combination	-35,24	-5,16	0,39	1,13	-0,23
28	gmin	Combination	-24,90	-2,35	0,84	1,63	-0,16
28	gmin	Combination	-25,04	-2,38	0,84	1,62	-0,02
28	gmin	Combination	-25,31	-3,71	0,27	0,81	-0,02

28	gmin	Combination	-25,16	-3,68	0,28	0,81	-0,16
29	Gmax	Combination	-39,19	-3,44	1,06	3,16	-0,24
29	Gmax	Combination	-38,48	-3,30	1,06	3,19	-0,06
29	Gmax	Combination	-38,63	-4,04	1,15	2,26	-0,05
29	Gmax	Combination	-39,33	-4,18	1,18	2,29	-0,23
29	gmin	Combination	-27,98	-2,46	0,75	2,26	-0,17
29	gmin	Combination	-27,48	-2,36	0,75	2,28	-0,04
29	gmin	Combination	-27,58	-2,89	0,82	1,61	-0,03
29	gmin	Combination	-28,08	-2,99	0,85	1,63	-0,17
30	Gmax	Combination	-35,15	-0,73	1,36	3,90	-0,27
30	Gmax	Combination	-37,02	-1,10	1,14	3,71	-0,15
30	Gmax	Combination	-37,42	-3,09	1,06	3,19	-0,09
30	Gmax	Combination	-35,54	-2,71	1,00	3,15	-0,21
30	gmin	Combination	-25,10	-0,52	0,97	2,79	-0,19
30	gmin	Combination	-26,43	-0,79	0,82	2,65	-0,11
30	gmin	Combination	-26,72	-2,20	0,76	2,28	-0,07
30	gmin	Combination	-25,38	-1,94	0,72	2,25	-0,15

11.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 11.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
5	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,56	0,00	0,00	0,00
6	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,21	0,00	0,00	0,00
7	Gmax	Combination	0,00	0,00	27,75	0,00	0,00	0,00
8	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,26	0,00	0,00	0,00
9	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,86	0,00	0,00	0,00
10	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,96	0,00	0,00	0,00
11	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,17	0,00	0,00	0,00
12	Gmax	Combination	0,00	0,00	28,19	0,00	0,00	0,00
13	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,76	0,00	0,00	0,00
14	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,94	0,00	0,00	0,00
15	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,98	0,00	0,00	0,00
16	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,59	0,00	0,00	0,00
17	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,43	0,00	0,00	0,00
18	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,27	0,00	0,00	0,00
19	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,20	0,00	0,00	0,00

20	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,09	0,00	0,00	0,00
21	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,83	0,00	0,00	0,00
22	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,29	0,00	0,00	0,00
23	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,60	0,00	0,00	0,00
24	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,46	0,00	0,00	0,00
25	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,18	0,00	0,00	0,00
26	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,18	0,00	0,00	0,00
27	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,86	0,00	0,00	0,00
28	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,06	0,00	0,00	0,00
29	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,87	0,00	0,00	0,00
30	Gmax	Combination	0,00	0,00	28,48	0,00	0,00	0,00
31	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,86	0,00	0,00	0,00
32	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,03	0,00	0,00	0,00
33	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,74	0,00	0,00	0,00
34	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,97	0,00	0,00	0,00
35	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,25	0,00	0,00	0,00
36	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,62	0,00	0,00	0,00
37	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,05	0,00	0,00	0,00
38	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,03	0,00	0,00	0,00
39	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,15	0,00	0,00	0,00
40	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,13	0,00	0,00	0,00
41	Gmax	Combination	0,00	0,00	25,19	0,00	0,00	0,00
42	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,99	0,00	0,00	0,00
43	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,49	0,00	0,00	0,00
44	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,30	0,00	0,00	0,00
45	Gmax	Combination	0,00	0,00	24,64	0,00	0,00	0,00
46	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,50	0,00	0,00	0,00
47	Gmax	Combination	0,00	0,00	24,48	0,00	0,00	0,00
48	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,25	0,00	0,00	0,00
49	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,51	0,00	0,00	0,00
50	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,66	0,00	0,00	0,00
51	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,36	0,00	0,00	0,00
52	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,32	0,00	0,00	0,00
53	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,32	0,00	0,00	0,00
54	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,50	0,00	0,00	0,00
55	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,48	0,00	0,00	0,00
56	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,82	0,00	0,00	0,00
57	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,79	0,00	0,00	0,00
58	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,56	0,00	0,00	0,00
59	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,50	0,00	0,00	0,00
60	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,67	0,00	0,00	0,00
61	Gmax	Combination	0,00	0,00	24,18	0,00	0,00	0,00

62	Gmax	Combination	0,00	0,00	25,54	0,00	0,00	0,00
63	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,21	0,00	0,00	0,00
64	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,09	0,00	0,00	0,00
65	Gmax	Combination	0,00	0,00	24,66	0,00	0,00	0,00
66	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,89	0,00	0,00	0,00
67	Gmax	Combination	0,00	0,00	25,59	0,00	0,00	0,00
68	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,98	0,00	0,00	0,00
69	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,44	0,00	0,00	0,00
70	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,90	0,00	0,00	0,00
71	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,78	0,00	0,00	0,00
72	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,89	0,00	0,00	0,00
73	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,90	0,00	0,00	0,00
74	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,47	0,00	0,00	0,00
75	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,94	0,00	0,00	0,00
76	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,75	0,00	0,00	0,00
77	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,67	0,00	0,00	0,00
78	Gmax	Combination	0,00	0,00	25,31	0,00	0,00	0,00
79	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,91	0,00	0,00	0,00
80	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,84	0,00	0,00	0,00
81	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,25	0,00	0,00	0,00
82	Gmax	Combination	0,00	0,00	25,16	0,00	0,00	0,00
83	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,11	0,00	0,00	0,00
84	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,53	0,00	0,00	0,00
85	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,62	0,00	0,00	0,00
86	Gmax	Combination	0,00	0,00	24,36	0,00	0,00	0,00
87	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,27	0,00	0,00	0,00
88	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,92	0,00	0,00	0,00
89	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,12	0,00	0,00	0,00
90	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,59	0,00	0,00	0,00
91	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,06	0,00	0,00	0,00
92	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,02	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 1250,10 kN. A área do apoio no solo é de 22,00 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{1250,10}{22,00} = 56,82 \frac{kN}{m^2} = 0,56 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,20 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

As figuras 11.3 a 11.4 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 11.3 – Momento na direção X nas lajes e paredes.

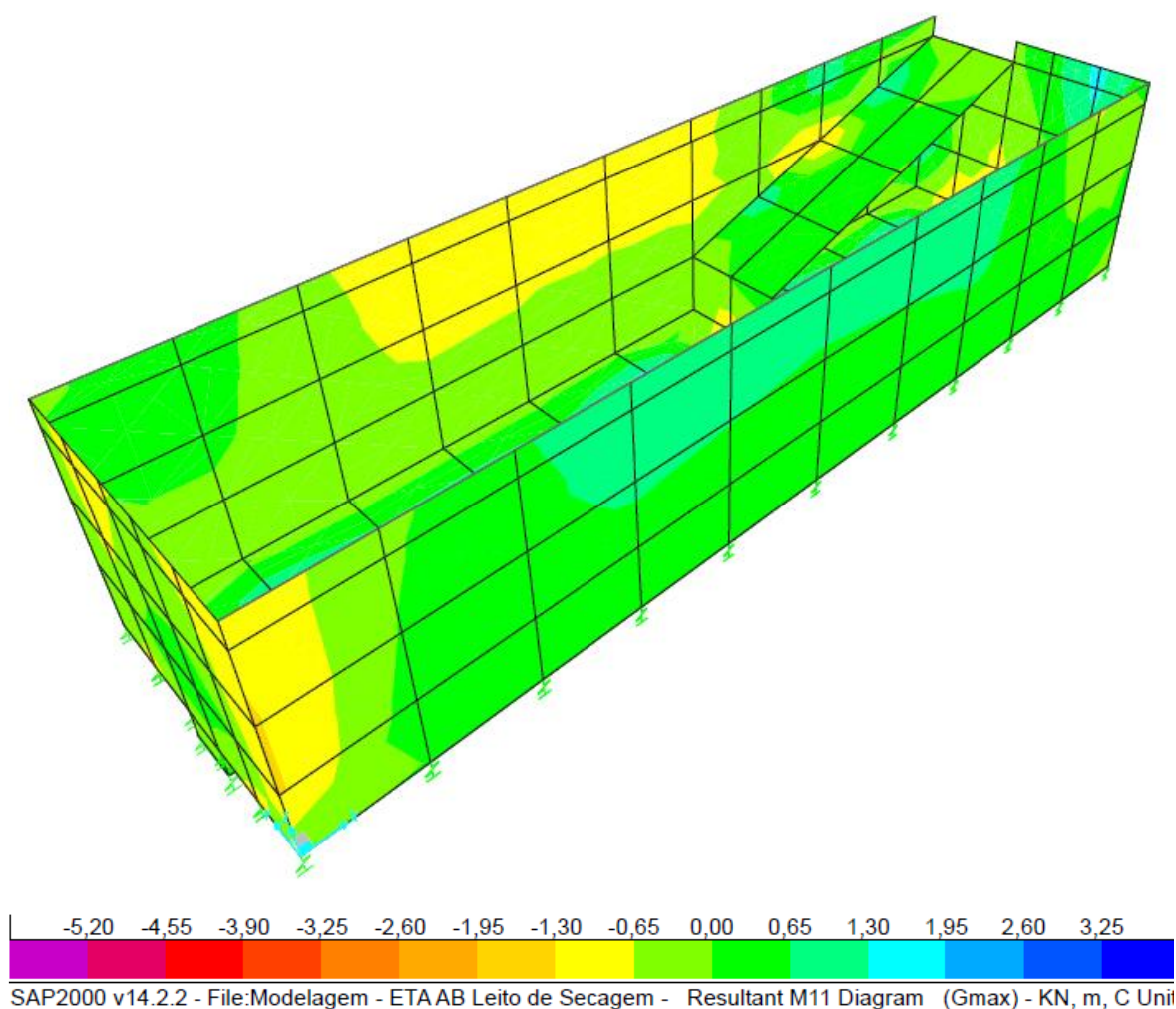
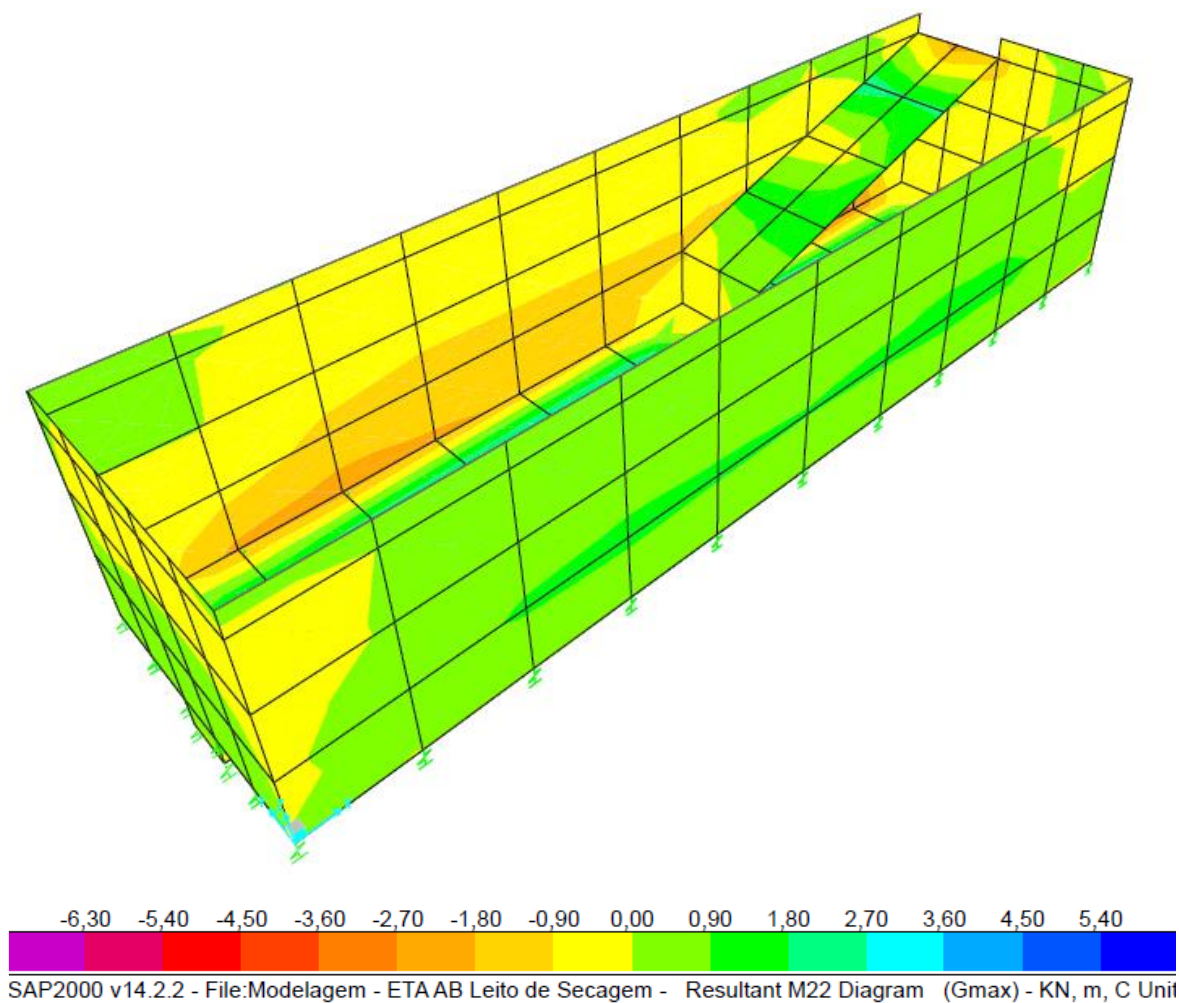


Figura 3.4 – Momento na direção Y nas lajes e paredes.



11.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 5,51 \text{ kNm} \\ M_y = 6,32 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 5,51 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa

**2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL** $d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$ Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

 $d = 14,50$ cmAdotar $d = 14,00$ cm**2) DETERMINAÇÃO DE KMD**

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0184$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0184 \rightarrow K_x = 0,0298$
 $\rightarrow K_z = 0,9881$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,28 \text{ cm}^2/\text{m}$$
$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADAMomento Fletor Máximo = 6,32 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa
h = 20 cm
b = 100 cm**2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL** $d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$ Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

d = 14,50 cm

Adotar d = 14,00 cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0211$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0211 \rightarrow K_x = 0,0298$ $\rightarrow K_z = 0,9881$ **3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO**

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{y,d}} = 1,47 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{y,d}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

11.5. ARMAÇÃO DAS PAREDES

Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

$$\text{Paredes } e=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 3,24 \text{ kN.m} \\ M_y = 6,11 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 3,24 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} h &= 20 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{bf \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0108$$

$$\begin{aligned} \text{Conforme tabela temos: } KMD &= 0,0108 \rightarrow K_x = 0,0148 \\ &\rightarrow K_z = 0,9941 \end{aligned}$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,75 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,min} &= \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases} \end{aligned}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 6,11 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 14,50$ cm

Adotar $d = 14,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0204$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0204 \rightarrow K_x = 0,0298$
 $\rightarrow K_z = 0,9881$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

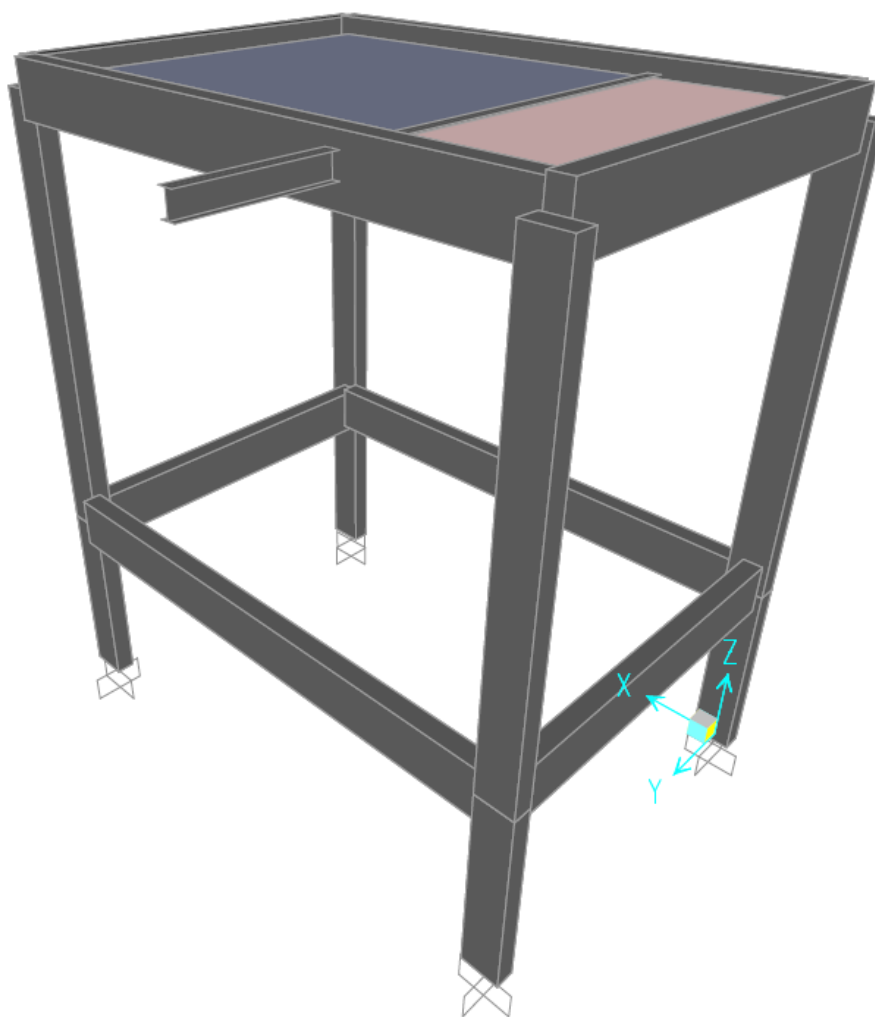
Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

12. DIMENSIONAMENTO – ELEVATÓRIA DE LODO ADENSADO UTR

12.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 12.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 12.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
 - Peso próprio
 - Alvenaria
 - Cobertura em telha de fibrocimento
 - Monovia

- Sobrecargas (SC)

Sobrecarga de laje de piso (SCP)

Sobrecarga de laje de cobertura (SCC)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP + 1,4SCC$

12.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 12.1 – Status de utilização

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
1	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1530	Column	No Messages	1,70	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1530	Column	No Messages	3,40	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	1,70	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	3,40	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	1,70	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	3,40	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1530	Column	No Messages	1,70	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1530	Column	No Messages	3,40	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA

8	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	3,31	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	3,78	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	4,25	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	0,49	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	0,98	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	1,48	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	1,97	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	2,46	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	2,95	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	0,49	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	0,98	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	1,48	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	1,97	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	2,46	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	2,95	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	3,31	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	3,78	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	4,25	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,83	ENVOLTORIA	PASSA

14	V1540	Beam	No Messages	2,32	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	2,80	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	3,28	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	3,77	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	4,25	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,49	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,98	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,48	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,97	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,46	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,95	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,49	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,98	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,48	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,97	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,46	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,95	ENVOLTORIA	PASSA

12.3. FUNDAÇÕES

A figura 12.2 apresenta o quadro de cargas dos pilares. As fundações serão do tipo diretas em sapatas, cujo o dimensionamento será apresentado a seguir.

Figura 12.2 – Quadro de cargas.

PLANO DE CARGAS								
PILAR	DIMENSÕES (cm)	CASO	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Mz (kN.m)
P01	15x30	Gmax	6,98	-1,91	66,69	0,94	3,22	0,00
		gmin	4,99	-1,36	47,61	0,67	2,30	0,00
P02	15x30	Gmax	-6,98	-1,91	66,22	0,94	-3,27	0,00
		gmin	-4,98	-1,36	47,28	0,67	-2,34	0,00
P03	15x30	Gmax	7,00	1,91	66,27	-0,94	3,23	0,00
		gmin	5,00	1,36	47,31	-0,67	2,31	0,00
P04	15x30	Gmax	-7,00	1,91	66,03	-0,94	-3,28	0,00
		gmin	-5,00	1,36	47,15	-0,67	-2,35	0,00

a) Sapatas Grupo I

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: ETA ÁGUA DOCE DO NORTE - ELEVATORIA DE LODO ADENSADO		FOLHA 01/04
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-03	DATA: 12/02/2019

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Dimensões do pilar
 $a_0 = 30 \text{ cm}$
 $b_0 = 15 \text{ cm}$

Esforços
 $N = 66,69 \text{ kN}$
 $M = 3,22 \text{ kN.m}$

Tensão admissível $\sigma_{adm} = 2,20 \text{ kgf/cm}^2$

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

Aço a ser utilizado CA 50

Cobrimento $c = 4,0 \text{ cm}$

Nota: Editar somente células verdes

2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA

$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 3334,5 \text{ cm}^2$

$a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 66 \text{ cm}$

$b = \frac{S}{a_0} = 51 \text{ cm}$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

$a = 75 \text{ cm}$
 $b = 60 \text{ cm}$

3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO

3.1) Cálculo da Excentricidade

$e = \frac{M}{N} = 0,05$ Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e a força normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

$\frac{a}{6} = 12,50$

3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas

$\sigma_{max} = 2,05 \text{ kgf/cm}^2$ $1,3\sigma_{adm} = 2,86 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{min} = 0,91 \text{ kgf/cm}^2$ $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 1,48 \text{ kgf/cm}^2$

Condições:

Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata
 $a = 75 \text{ cm}$
 $b = 60 \text{ cm}$

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: ETA ÁGUA DOCE DO NORTE - ELEVATORIA DE LODO ADENSADO

FOLHA 02/04

SAPATA: S01

SONDAÇÃO: SP-03

DATA: 12/02/2019

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 15,00 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 15,00 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 10,31 \text{ cm} \end{cases}$$


 Adotar $d = 15 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 19,00 \text{ cm}$

$$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$$

 Adotar $h = 25 \text{ cm}$

 Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,23 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,27 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,05625 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{\max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{\min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{\max} = 308,37 \text{ kN/m}^2$$

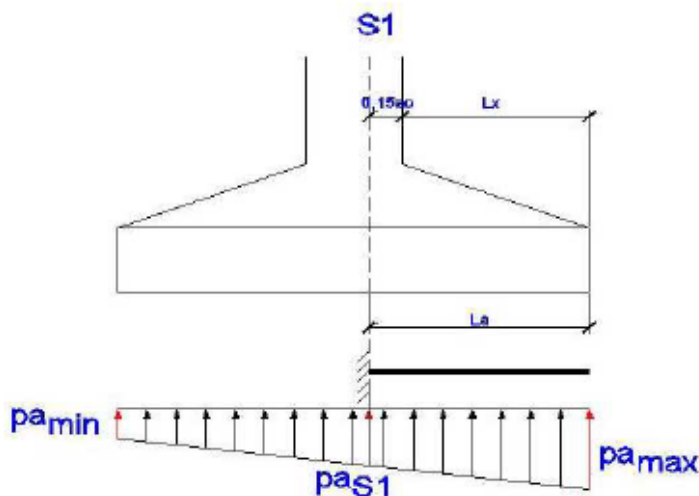
$$\sigma_{\min} = 148,09 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a_{\max}} = \sigma_{\max} \times b = 185,02 \text{ kN/m} \quad p_{a_{\min}} = \sigma_{\min} \times b = 88,85 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $p_{a_{S1}} = 123,47 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{p_{a_{S1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{\max} - p_{a_{S1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2 \quad M_{Sda} = 6,00 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS														
CLIENTE: CESAN														
OBRA: ETA ÁGUA DOCE DO NORTE - ELEVATORIA DE LODO ADENSADO	FOLHA 03/04													
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-03	DATA: 12/02/2019												
5.1.2) Direção Paralela a "b" $L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,23 \text{ m}$ $L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,25 \text{ m}$ Tensões máximas e mínimas $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 228,2 \text{ kN/m}^2$ $pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 171,2 \text{ kN/m}$ Logo: $M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot L_b^2}{2} \qquad M_{Sdb} = 5,24 \text{ kN.m}$ 5.2) Cálculo da Armadura 5.2.1) Direção Paralela a "a" $A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,61 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,25 \text{ cm}^2$ Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$ Armadura adotada = 2,25 cm² Aço a ser utilizado: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>5</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>3</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>2</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> Ø da barra escolhida = 8 Nº de Barras = 5 Avaliação do espaçamento $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 12,60 \text{ cm}$ $s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$ Escolher o menor valor e comparar com s calculado: Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	5	10,0	3	12,5	2	16,0	2	20,0	1
Ø (mm)	Nº de Barras													
8,0	5													
10,0	3													
12,5	2													
16,0	2													
20,0	1													

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: ETA ÁGUA DOCE DO NORTE - ELEVATORIA DE LODO ADENSADO

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-03

DATA: 12/02/2019

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,15 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,81 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$

Armadura adotada = 2,81 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	6
10,0	4
12,5	3
16,0	2
20,0	1

Ø da barra escolhida = 8

Nº de Barras = 6

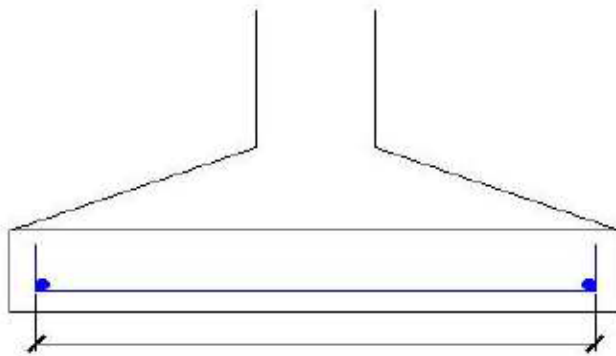
Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 13,08 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro

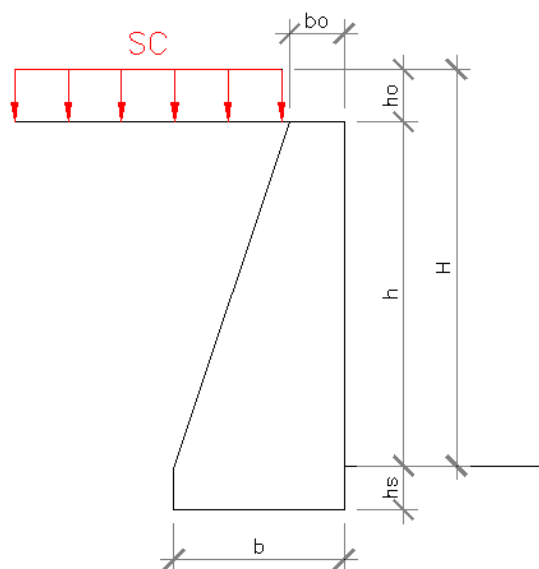


Direção a	5	Ø	8	C/	10	cm
Direção b	6	Ø	8	C/	10	cm

13. DIMENSIONAMENTO – ESTRUTURAS DE CONTENÇÕES – PLATÔ UTR

13.1. MURO MCC-01

O muro MCC-01 será do tipo de peso em concreto ciclópico.



As dimensões do muro serão determinadas através de equações empíricas da literatura

Sendo $h = 110 \text{ cm}$

$$b_0 = 0,14h = 0,14 \times 110 = 15,40 \text{ cm}$$

Adotar $b_0 = 20 \text{ cm}$

$$b = b_0 + \frac{h}{3} = 20 + \frac{110}{3} = 56,67 \text{ cm}$$

Adotar $b = 60 \text{ cm}$

Adotar $h_s = 50 \text{ cm}$

13.2. MURO MCA-01

O muro MCA-01 será do tipo flexível em concreto armado.

13.2.1. Fixação das Dimensões

a) Cálculo do Empuxo

- Coeficiente de empuxo

$$K = tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi^2}{2} \right) = tg^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) = 0,333$$

- Altura de solo equivalente a sobrecarga $SC = 4,00 \text{ kN/m}^2$

$$q = 4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow h_0 = \frac{q}{\gamma_m} = \frac{4}{19} = 0,21 \text{ m}$$

- Altura total

$$H = h + h_0 \rightarrow H = 3,00 + 0,21 = 3,21 \text{ m}$$

- Grandeza do empuxo

$$E = \frac{1}{2} K \gamma_t (H^2 - h_0^2) = 0,5 \times 0,333 \times 19,0 (3,21^2 - 0,21^2)$$

$$E = 32,46 \text{ kN/m}$$

- Direção

$$\delta = \theta_1 + \varphi_1 = 0 \rightarrow \text{direção horizontal}$$

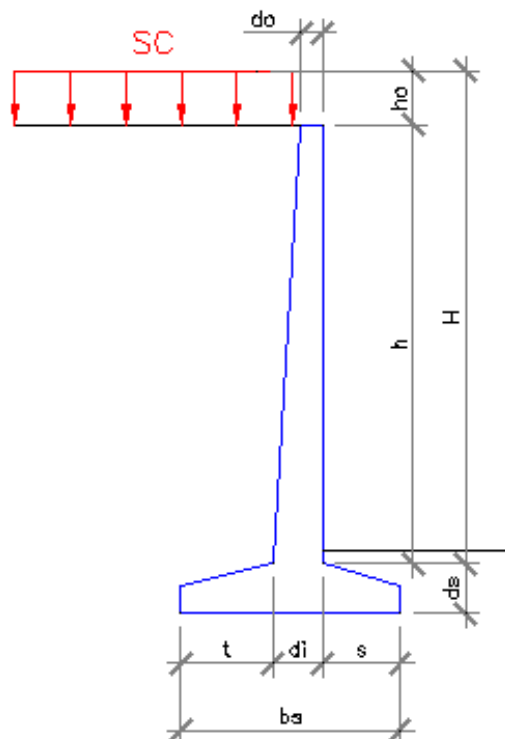
- Ponto de aplicação

$$y = \frac{h}{3} \times \left(\frac{2h_0 + H}{h_0 + H} \right) = \frac{3,00}{3} \times \left(\frac{2 \times 0,21 + 3,21}{0,21 + 3,21} \right) = 1,06 \text{ m}$$

b) Momento Fletor

$$M = 32,46 \times 1,06 = 34,45 \text{ kN.m} = 3,45 \text{ tf.m}$$

c) Pré-dimensionamento



- Base do muro

$$d = 10\sqrt{M} = 10 \times \sqrt{3,45} = 18,57 \cong 20 \text{ cm}$$

Cobrimento de 4 cm

$$di = d + 4 = 20 + 4 = 24 \text{ cm}$$

Adotar $di = 35 \text{ cm}$

- Topo do muro

$$do_{min} = 4 \times 25 \text{ mm} = 100 \text{ mm}$$

Adotar $do = 15 \text{ cm}$

- Sapata

$$bs = 0,6h = 0,6 \times 300 = 180 \text{ cm}$$

Adotar $bs = 155$

$$s = \frac{1}{6} h = \frac{1}{6} \times 300 = 50,00 \text{ cm adotar } 55 \text{ cm}$$

$$t = bs - (s + di) = 155 - (55 + 35) = 65 \text{ cm}$$

$$ds \geq di = 20 \text{ cm}$$

A espessura da sapata é variável no engastamento $d_s \geq d_i$

Na extremidade da sapata será adotada a altura de 20 cm.

13.3. MURO MCA-02

O muro MCA-02 será do tipo flexível em concreto armado.

13.3.1. Fixação das Dimensões

a) Cálculo do Empuxo

- Coeficiente de empuxo

$$K = tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi^2}{2} \right) = tg^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) = 0,333$$

- Altura de solo equivalente a sobrecarga $SC = 4,00 \text{ kN/m}^2$

$$q = 4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow h_0 = \frac{q}{\gamma_m} = \frac{4}{19} = 0,21 \text{ m}$$

- Altura total

$$H = h + h_0 \rightarrow H = 3,10 + 0,21 = 3,31 \text{ m}$$

- Grandeza do empuxo

$$E = \frac{1}{2} K \gamma_t (H^2 - h_0^2) = 0,5 \times 0,333 \times 19,0 (3,31^2 - 0,21^2)$$

$$E = 34,52 \text{ kN/m}$$

- Direção

$$\delta = \theta_1 + \varphi_1 = 0 \rightarrow \text{direção horizontal}$$

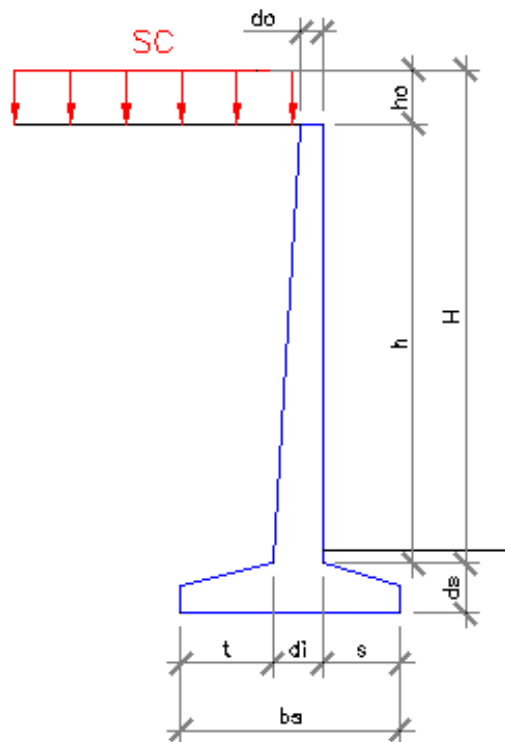
- Ponto de aplicação

$$y = \frac{h}{3} x \left(\frac{2h_0 + H}{h_0 + H} \right) = \frac{3,10}{3} x \left(\frac{2 \times 0,21 + 3,31}{0,21 + 3,31} \right) = 1,09 \text{ m}$$

b) Momento Fletor

$$M = 34,52 \times 1,09 = 37,80 \text{ kN.m} = 3,78 \text{ tf.m}$$

c) Pré-dimensionamento



- Base do muro

$$d = 10\sqrt{M} = 10 \times \sqrt{3,78} = 19,44 \cong 20 \text{ cm}$$

Cobrimento de 4 cm

$$di = d + 4 = 20 + 4 = 24 \text{ cm}$$

Adotar $di = 30 \text{ cm}$

- Topo do muro

$$do_{min} = 4 \times 25 \text{ mm} = 100 \text{ mm}$$

Adotar $do = 15 \text{ cm}$

- Sapata

$$bs = 0,6 \cdot h = 0,6 \times 310 = 186 \text{ cm}$$

Adotar $bs = 200$

$$s = \frac{1}{6}h = \frac{1}{6} \times 310 = 51,67 \text{ cm adotar } 60 \text{ cm}$$

$$t = bs - (s + di) = 200 - (60 + 30) = 110 \text{ cm}$$

$$ds \geq di = 30 \text{ cm}$$

A espessura da sapata é variável no engastamento $ds \geq di$

Na extremidade da sapata será adotada a altura de 20 cm.

14. DIMENSIONAMENTO – COBERTURA METÁLICA DA ETA

14.1. NORMAS APLICÁVEIS

- NBR-6120 – Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações.
- NBR-6123 – Forças Devidas ao Vento em Edificações.
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento.
- NBR 8800 - Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas Aço e Concreto de Edifícios.
- NBR 14762 – 2010 – Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas Por Perfis Formados a Frio.
- AISC-LFRD 93 – American Institute of Steel Construction – Load and Resistance factor Design Specification.
- ASTM – American Society for Testing and Materials
- AWS D1.1 – Structural Welding Code.

14.2. CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO

14.2.1. Esquema Estrutural

A estruturas principais é caracterizada como coberturas metálicas compostas de pilares, vigas, terças, tirantes e contraventamentos, com suas bases de apoio e suas ligações engastadas espaçadas entre si conforme desenhos de projeto.

O cálculo e o dimensionamento dos elementos estruturais, foram realizados segundo as considerações das especificações do AISC-LFRD 93 – American Institute of Steel Construction – Load and Resistance factor Design e, onde cabíveis, as prescrições das Normas da ABNT.

14.2.2. Materiais Utilizados

Aços para chapas e perfis soldados:	ASTM A36 ($f_y = 25 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 40 \text{ kN/cm}^2$)
Aços para perfis laminados L / U:	ASTM A36 ($f_y = 25 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 40 \text{ kN/cm}^2$)



Aços para perfis laminados W: ASTM A572 Gr50
($f_y = 34,5 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 45 \text{ kN/cm}^2$)

Aço para barras redondas: ASTM A36
($f_y = 25 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 45 \text{ kN/cm}^2$)

Aço para perfis laminados a frio: ASTM A570 Gr33
($f_y = 23 \text{ kN/cm}^2$ / $f_u = 36 \text{ kN/cm}^2$)

Parafusos das ligações principais: ASTM A325 Galvanizados – tipo 3

Parafusos das ligações secundárias: ASTM A307 Galvanizados

Aço para arruelas e porcas: ASTM A563

Chumbadores:

Pré-concretagem Em barra $\varnothing 3/4"$.

Eletrodos para solda (conforme AWS): E70XX

As coberturas serão em telhas translúcidas trapezoidal LR-40 espessura de 1,00mm em fibra de vidro. Peso próprio $1,20 \text{ kgf/m}^2$.

14.2.3. Software Utilizado

- SAP 2000;

14.2.4. Deformações Limites

Conforme a NBR 8800-2008.

DEFORMAÇÕES VERTICAIS	
Vigas de cobertura	L/300 - L/200
Vigas secundárias de piso	L/300 - L/200
Vigas principais de piso	L/400 - L/350
Terças e travessas de fechamento	L/200 (Máx. 3cm)

DEFORMAÇÕES HORIZONTAIS	
Colunas ao nível da cobertura	h/400
Travessas de fechamento	L/200

14.2.5. Carregamento

C) PESO PRÓPRIO

- Valores calculados automaticamente pelo programa

D) CARGA PERMANENTE

- Peso próprio 1,20 kgf/m².

14.2.6. Sobrecarga

Conforme NBR 8800 nas coberturas comuns (telhados), na ausência de especificações mais rigorosa, deve ser prevista uma sobrecarga característica mínima de 0,25 kN/m², em projeção horizontal. Admite-se que essa sobrecarga englobe as cargas decorrentes de instalações elétricas e hidráulicas, de isolamentos térmico e acústico e de pequenas peças eventualmente fixadas na cobertura, até um limite superior de 0,05 kN/m².

14.2.7. Carga de Vento

Cidade de Águia Branca: velocidade característica do vento de 35 m/s

14.3. DESENVOLVIMENTO DO DIMENSIONAMENTO

14.3.1. Modelagem

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figuras 14.1 e 14.2) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 14.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.

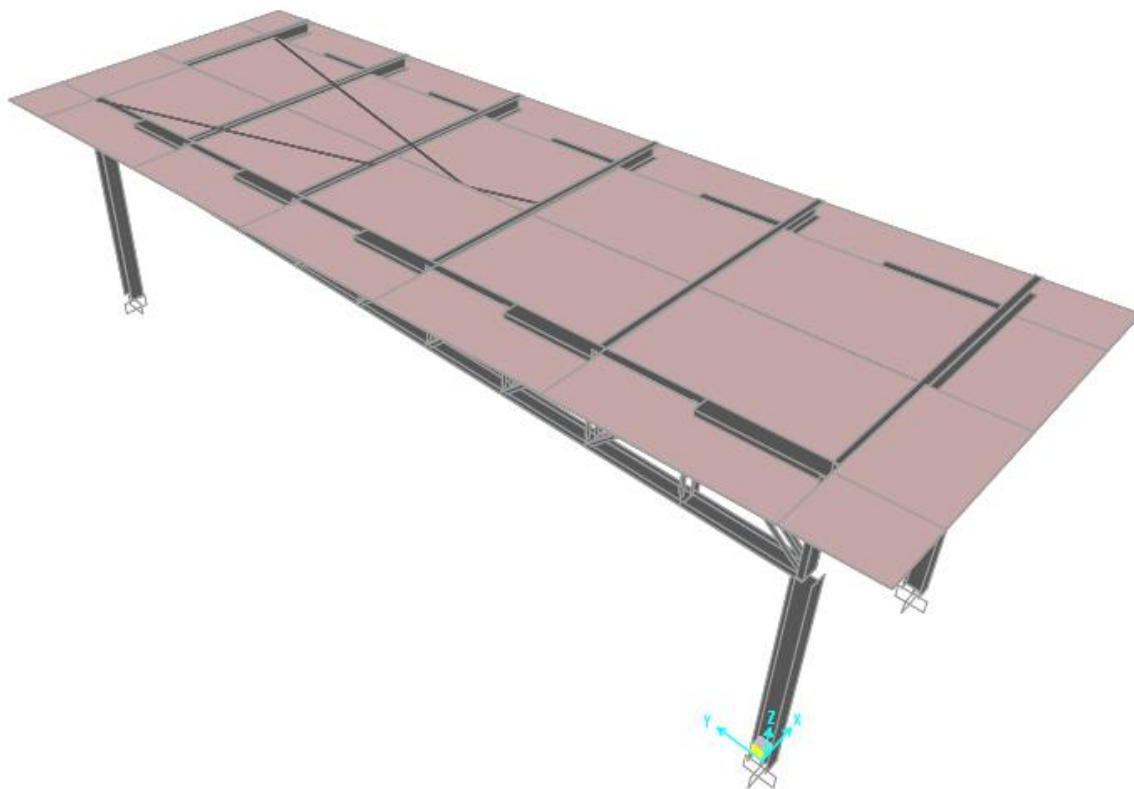
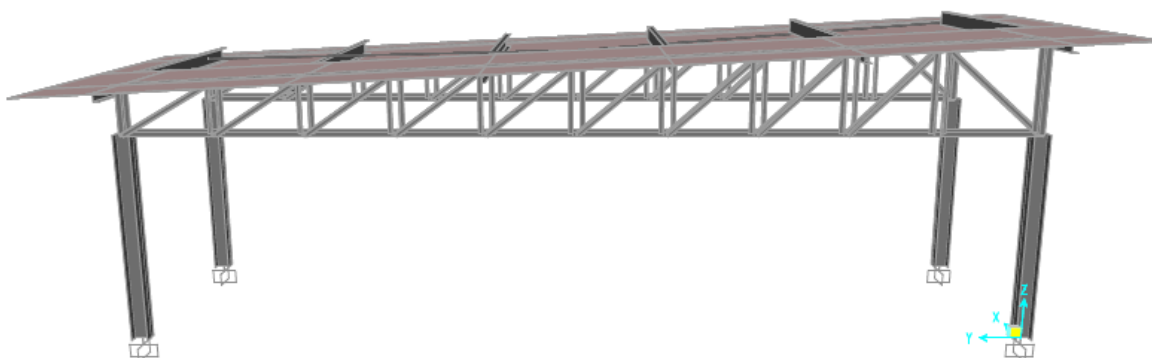


Figura 14.2 – Modelo estrutural 3D vista 2.



14.4. RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO ELETRÔNICO

A tabela a seguir apresentam os resultados da modelagem. A tabela 14.1 apresenta o percentual de utilização dos perfis, bem como a situação se o mesmo está aprovado ou não, conforme as solicitações que foram impostas.



ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.

Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210
Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br

Tabela 14.1 – Resultados.

Numero	Barra	Tipo	Status	Percentual de Utilização	Combinação	Situação
1	H W 150x22.5	Column	No Messages	6,56%	Envoltoria	Passa
2	H W 150x22.5	Column	No Messages	7,20%	Envoltoria	Passa
3	H W 150x22.5	Column	No Messages	6,92%	Envoltoria	Passa
4	H W 150x22.5	Column	No Messages	7,46%	Envoltoria	Passa
5	Us 150x50x4.76	Column	No Messages	53,56%	Envoltoria	Passa
6	Us 150x50x4.76	Column	No Messages	35,11%	Envoltoria	Passa
7	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	12,19%	Envoltoria	Passa
8	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	9,85%	Envoltoria	Passa
9	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	5,27%	Envoltoria	Passa
10	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	8,81%	Envoltoria	Passa
11	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	5,16%	Envoltoria	Passa
12	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	5,63%	Envoltoria	Passa
13	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	10,06%	Envoltoria	Passa
14	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	7,23%	Envoltoria	Passa
15	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	8,59%	Envoltoria	Passa
16	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	11,49%	Envoltoria	Passa
17	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	23,60%	Envoltoria	Passa
18	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	11,63%	Envoltoria	Passa
19	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	10,34%	Envoltoria	Passa
20	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	11,08%	Envoltoria	Passa
21	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	9,00%	Envoltoria	Passa
22	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	8,91%	Envoltoria	Passa
23	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	9,99%	Envoltoria	Passa
24	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	8,58%	Envoltoria	Passa
25	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	6,54%	Envoltoria	Passa
26	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	19,14%	Envoltoria	Passa
27	Us 150x50x4.76	Column	No Messages	54,19%	Envoltoria	Passa
28	Us 150x50x4.76	Column	No Messages	36,71%	Envoltoria	Passa
29	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	12,19%	Envoltoria	Passa
30	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	10,39%	Envoltoria	Passa
31	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	5,73%	Envoltoria	Passa
32	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	9,46%	Envoltoria	Passa
33	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	5,55%	Envoltoria	Passa
34	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	6,81%	Envoltoria	Passa
35	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	8,96%	Envoltoria	Passa
36	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	6,71%	Envoltoria	Passa
37	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	10,36%	Envoltoria	Passa
38	Us 150x50x4.76	Brace	No Messages	11,69%	Envoltoria	Passa

39	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	25,86%	Envoltoria	Passa
40	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	13,09%	Envoltoria	Passa
41	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	11,43%	Envoltoria	Passa
42	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	12,01%	Envoltoria	Passa
43	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	9,54%	Envoltoria	Passa
44	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	9,47%	Envoltoria	Passa
45	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	10,52%	Envoltoria	Passa
46	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	9,00%	Envoltoria	Passa
47	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	6,82%	Envoltoria	Passa
48	Us 150x50x4.76	Beam	No Messages	20,19%	Envoltoria	Passa
49	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	8,88%	Envoltoria	Passa
50	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	56,17%	Envoltoria	Passa
51	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	31,14%	Envoltoria	Passa
52	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	30,93%	Envoltoria	Passa
53	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	3,01%	Envoltoria	Passa
54	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	4,64%	Envoltoria	Passa
55	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	5,49%	Envoltoria	Passa
56	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	9,72%	Envoltoria	Passa
57	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	16,16%	Envoltoria	Passa
58	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	51,79%	Envoltoria	Passa
59	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	59,50%	Envoltoria	Passa
60	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	30,75%	Envoltoria	Passa
61	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	26,16%	Envoltoria	Passa
62	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	1,54%	Envoltoria	Passa
63	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	3,31%	Envoltoria	Passa
64	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	5,24%	Envoltoria	Passa
65	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	6,18%	Envoltoria	Passa
66	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	9,96%	Envoltoria	Passa
67	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	57,85%	Envoltoria	Passa
68	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	9,02%	Envoltoria	Passa
69	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	57,65%	Envoltoria	Passa
70	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	33,28%	Envoltoria	Passa
71	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	32,92%	Envoltoria	Passa
72	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	4,54%	Envoltoria	Passa
73	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	7,39%	Envoltoria	Passa
74	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	6,64%	Envoltoria	Passa
75	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	10,38%	Envoltoria	Passa
76	2L 38.1x3.18	Column	No Messages	17,63%	Envoltoria	Passa
77	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	52,53%	Envoltoria	Passa
78	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	58,01%	Envoltoria	Passa
79	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	31,93%	Envoltoria	Passa
80	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	27,59%	Envoltoria	Passa

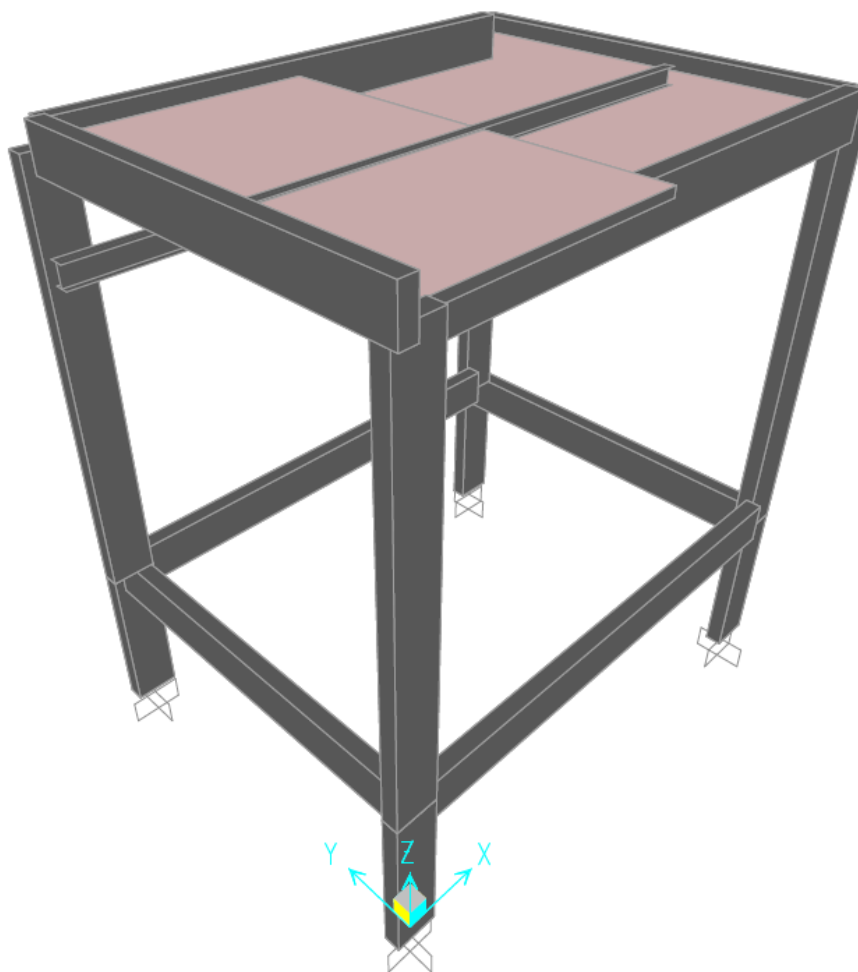
81	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	2,10%	Envoltoria	Passa
82	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	3,60%	Envoltoria	Passa
83	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	5,75%	Envoltoria	Passa
84	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	6,61%	Envoltoria	Passa
85	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	10,00%	Envoltoria	Passa
86	2L 38.1x3.18	Brace	No Messages	51,59%	Envoltoria	Passa
87	BR 1/2	Brace	No Messages	60,25%	Envoltoria	Passa
88	BR 1/2	Brace	No Messages	61,00%	Envoltoria	Passa
89	Ue 150x60x20x3.0	Beam	No Messages	17,35%	Envoltoria	Passa
90	Ue 150x60x20x3.0	Beam	No Messages	13,37%	Envoltoria	Passa
91	Ue 150x60x20x3.0	Beam	No Messages	16,50%	Envoltoria	Passa
92	Ue 150x60x20x3.0	Beam	No Messages	23,27%	Envoltoria	Passa
93	Ue 150x60x20x3.0	Beam	No Messages	21,53%	Envoltoria	Passa
94	Ue 150x60x20x3.0	Beam	No Messages	18,76%	Envoltoria	Passa

15. DIMENSIONAMENTO – BOOSTER

15.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 15.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 15.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)

Peso próprio

Alvenaria

Cobertura em telha de fibrocimento

Monovia

- Sobrecargas (SC)

Sobrecarga de laje de piso (SCP)

Sobrecarga de laje de cobertura (SCC)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP + 1,4SCC$

15.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 15.1 – Status de utilização

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
1	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1540	Column	No Messages	1,96	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1540	Column	No Messages	3,92	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1540	Column	No Messages	1,96	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1540	Column	No Messages	3,92	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1540	Column	No Messages	1,96	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1540	Column	No Messages	3,92	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA

8	P1540	Column	No Messages	1,96	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1540	Column	No Messages	3,92	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	1,41	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	1,88	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	2,82	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	3,29	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	3,76	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	4,23	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	4,70	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	0,46	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	0,91	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	1,37	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	1,83	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	2,28	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	2,74	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	3,19	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	3,65	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	0,46	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	0,91	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	1,37	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	1,83	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	2,28	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	2,74	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	3,19	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	3,65	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	1,41	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	1,88	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	2,82	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	3,29	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	3,76	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	4,23	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	4,70	ENVOLTORIA	PASSA

13	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	1,41	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	1,88	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	2,82	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	3,29	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	3,76	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	4,23	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	4,70	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,40	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,80	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,20	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,60	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,60	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	2,01	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	2,42	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	3,24	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	3,65	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,40	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,80	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,20	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,60	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,60	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,01	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,42	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	3,24	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	3,65	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,41	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,88	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,82	ENVOLTORIA	PASSA

16	V1540	Beam	No Messages	3,29	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	3,76	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	4,23	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	4,70	ENVOLTORIA	PASSA

15.3. FUNDAÇÕES

A figura 15.2 apresenta o quadro de cargas dos pilares. As fundações serão do tipo diretas em sapatas, cujo o dimensionamento será apresentado a seguir.

Figura 15.2 – Quadro de cargas.

PLANO DE CARGAS								
PILAR	DIMENSÕES (cm)	CASO	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Mz (kN.m)
P01	15x40	Gmax	7,51	-2,99	60,08	1,47	3,25	0,00
		gmin	5,37	-2,14	42,90	1,05	2,32	0,00
P02	15x40	Gmax	-7,51	-3,00	59,91	1,47	-3,25	0,00
		gmin	-5,37	-2,14	42,77	1,05	-2,32	0,00
P03	15x40	Gmax	7,51	2,99	60,22	-1,47	3,25	0,00
		gmin	5,36	2,14	42,99	-1,05	2,32	0,00
P04	15x40	Gmax	-7,51	3,00	60,00	-1,47	-3,24	0,00
		gmin	-5,36	2,14	42,84	-1,05	-2,32	0,00

a) Sapatas Grupo I

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: ETA ÁGUA DOCE DO NORTE - BOOSTER		FOLHA 01/04
SAPATA: S01	SONDAGEM:	DATA: 12/02/2019

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Dimensões do pilar
 $a_0 = 40 \text{ cm}$
 $b_0 = 15 \text{ cm}$

Esforços
 $N = 60,08 \text{ kN}$
 $M = 4,55 \text{ kN.m}$

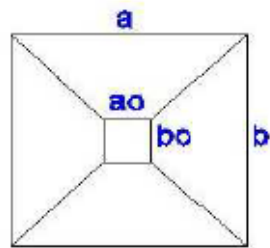
Tensão admissível $\sigma_{adm} = 1,50 \text{ kgf/cm}^2$

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

Aço a ser utilizado CA 50

Cobrimento $c = 4,0 \text{ cm}$

Nota: Editar somente células verdes



2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA

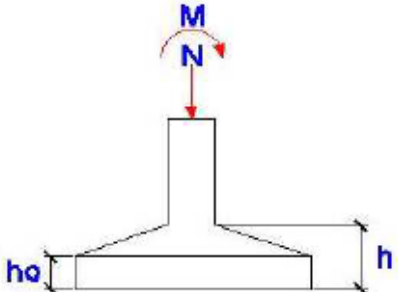
$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 4405,87 \text{ cm}^2$

$a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 80 \text{ cm}$

$b = \frac{S}{a_0} = 55 \text{ cm}$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

$a = 85 \text{ cm}$
 $b = 60 \text{ cm}$



3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO

3.1) Cálculo da Excentricidade

$e = \frac{M}{N} = 0,08$ Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e a força normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

$\frac{a}{6} = 14,17$

3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas

$\sigma_{max} = 1,81 \text{ kgf/cm}^2$ $1,3\sigma_{adm} = 1,95 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{min} = 0,55 \text{ kgf/cm}^2$ $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 1,18 \text{ kgf/cm}^2$

Condições:

Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata
 $a = 85 \text{ cm}$
 $b = 60 \text{ cm}$

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: ETA ÁGUA DOCE DO NORTE - BOOSTER

FOLHA 02/04

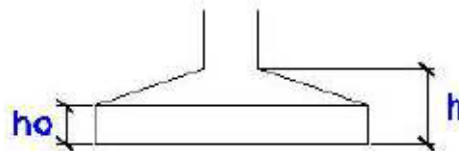
SAPATA: S01

SONDAGEM: 0

DATA: 12/02/2019

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 15,00 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 15,00 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 9,79 \text{ cm} \end{cases}$$


 Adotar $d = 15 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 19,00 \text{ cm}$

$$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$$

 Adotar $h = 25 \text{ cm}$

 Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,23 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,29 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,07225 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = 269,58 \text{ kN/m}^2$$

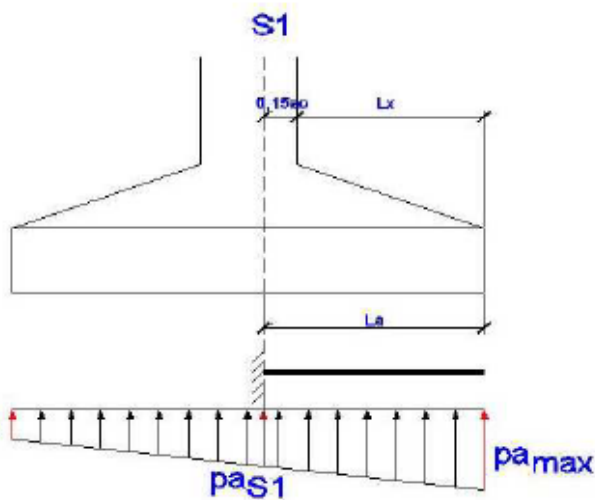
$$\sigma_{min} = 93,25 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a_{max}} = \sigma_{max} \times b = 161,75 \text{ kN/m} \quad p_{a_{min}} = \sigma_{min} \times b = 55,95 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $p_{a_{S1}} = 91,43 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{p_{a_{S1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - p_{a_{S1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2 \quad M_{Sda} = 5,62 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS														
CLIENTE: CESAN														
OBRA: ETA ÁGUA DOCE DO NORTE - BOOSTER		FOLHA 03/04												
SAPATA: S01	SONDAGEM: 0	DATA: 12/02/2019												
5.1.2) Direção Paralela a "b" $L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,23 \text{ m}$ $L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,25 \text{ m}$ Tensões máximas e mínimas $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 181,4 \text{ kN/m}^2$ $pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 154,2 \text{ kN/m}$ Logo: $M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot L_b^2}{2} \qquad M_{Sdb} = 4,72 \text{ kN.m}$ 5.2) Cálculo da Armadura 5.2.1) Direção Paralela a "a" $A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,51 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,25 \text{ cm}^2$ Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$ Armadura adotada = 2,25 cm² Aço a ser utilizado: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>5</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>3</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>2</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> Ø da barra escolhida = 8 Nº de Barras = 5 Avaliação do espaçamento $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 12,60 \text{ cm}$ $s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$ Escolher o menor valor e comparar com s calculado: Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	5	10,0	3	12,5	2	16,0	2	20,0	1
Ø (mm)	Nº de Barras													
8,0	5													
10,0	3													
12,5	2													
16,0	2													
20,0	1													

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: ETA ÁGUA DOCE DO NORTE - BOOSTER

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: 0

DATA: 12/02/2019

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,03 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 3,19 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$

Armadura adotada = 3,19 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	7
10,0	5
12,5	3
16,0	2
20,0	2

Ø da barra escolhida = 8

Nº de Barras = 7

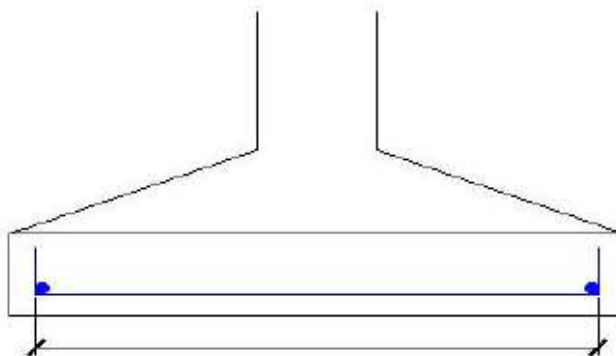
Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 12,57 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro



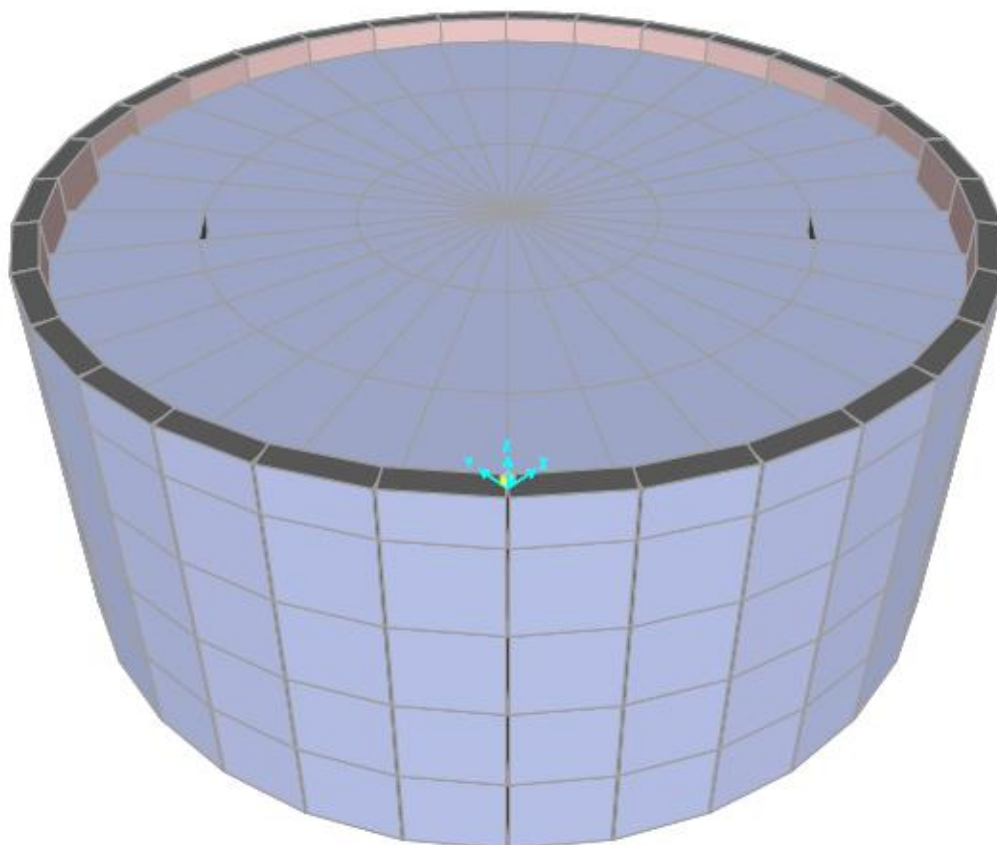
Direção a	5	Ø	8	C/	10	cm
Direção b	7	Ø	8	C/	10	cm

16. DIMENSIONAMENTO – RESERVATÓRIO APOIADO

16.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 16.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 16.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
Peso próprio
- Sobrecargas (SC)
Carregamento na laje de fundo (SCLF)
Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)
Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: 1,4CP + 1,4SC

Comb 2: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF

Comb 3: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI

Comb 4: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE

16.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 16.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	1,93	21,19	-0,95
1	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	2,30	20,82	-2,81
1	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,79	-5,06	-0,57
1	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,86	-4,98	-0,19
2	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,40	-10,64	0,01
2	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,41	-10,63	0,03
2	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
3	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,68	-6,48	-0,11
3	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,64	-6,53	-0,32
3	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,40	-10,11	-0,04
3	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,40	-10,10	-0,01
4	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,86	-4,98	0,19
4	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,79	-5,06	0,57
4	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	2,30	20,82	2,81
4	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	1,93	21,19	0,95
5	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
5	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,41	-10,63	-0,03
5	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,40	-10,64	-0,01
6	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,40	-10,10	0,01
6	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,40	-10,11	0,04
6	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,64	-6,53	0,32
6	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,68	-6,48	0,11
7	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,16	-5,69	1,51
7	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,84	-6,00	1,72
7	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	7,00	16,12	8,54

7	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	5,42	17,70	7,48
8	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
8	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,46	-10,57	-0,10
8	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,44	-10,59	-0,09
9	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,35	-10,16	0,12
9	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,32	-10,18	0,13
9	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,10	-7,06	0,97
9	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,28	-6,88	0,85
10	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	4,08	19,04	6,14
10	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	3,02	20,10	4,56
10	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,64	-5,20	0,92
10	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,43	-5,42	1,24
11	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,43	-10,61	-0,08
11	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,41	-10,62	-0,06
11	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
12	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,43	-6,73	0,70
12	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,55	-6,61	0,52
12	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,38	-10,12	0,07
12	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,37	-10,14	0,09
13	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-5,42	-8,43	1,24
13	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-5,20	-8,64	0,92
13	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	20,10	3,02	4,56
13	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	19,04	4,08	6,14
14	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
14	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,62	-10,41	-0,06
14	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,61	-10,43	-0,08
15	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,14	-10,37	0,09
15	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,12	-10,38	0,07
15	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,61	-8,55	0,52
15	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,73	-8,43	0,70
16	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	17,70	5,42	7,48
16	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	16,12	7,00	8,54
16	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,00	-7,84	1,72
16	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-5,69	-8,16	1,51
17	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,59	-10,44	-0,09
17	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,57	-10,46	-0,10
17	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
18	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,88	-8,28	0,85
18	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,06	-8,10	0,97
18	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,18	-10,32	0,13
18	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,16	-10,35	0,12
19	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	10,61	12,51	9,63

19	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	8,75	14,37	9,26
19	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,49	-6,36	1,87
19	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,11	-6,73	1,94
20	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,51	-10,53	-0,12
20	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,48	-10,55	-0,11
20	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
21	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,69	-7,47	1,10
21	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,90	-7,26	1,06
21	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,30	-10,21	0,14
21	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,27	-10,24	0,15
22	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,73	-7,11	1,94
22	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,36	-7,49	1,87
22	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	14,37	8,75	9,26
22	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	12,51	10,61	9,63
23	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
23	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,55	-10,48	-0,11
23	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,53	-10,51	-0,12
24	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,24	-10,27	0,15
24	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,21	-10,30	0,14
24	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,26	-7,90	1,06
24	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,47	-7,69	1,10
25	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,43	-5,42	-1,24
25	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,64	-5,20	-0,92
25	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	3,02	20,10	-4,56
25	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	4,08	19,04	-6,14
26	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
26	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,41	-10,62	0,06
26	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,43	-10,61	0,08
27	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,37	-10,14	-0,09
27	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,38	-10,12	-0,07
27	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,55	-6,61	-0,52
27	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,43	-6,73	-0,70
28	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	5,42	17,70	-7,48
28	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	7,00	16,12	-8,54
28	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,84	-6,00	-1,72
28	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,16	-5,69	-1,51
29	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,44	-10,59	0,09
29	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,46	-10,57	0,10
29	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
30	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,28	-6,88	-0,85
30	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,10	-7,06	-0,97
30	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,32	-10,18	-0,13

30	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,35	-10,16	-0,12
31	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	12,51	10,61	-9,63
31	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	14,37	8,75	-9,26
31	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,36	-7,49	-1,87
31	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,73	-7,11	-1,94
32	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,53	-10,51	0,12
32	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,55	-10,48	0,11
32	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
33	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,47	-7,69	-1,10
33	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,26	-7,90	-1,06
33	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,21	-10,30	-0,14
33	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,24	-10,27	-0,15
34	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,11	-6,73	-1,94
34	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,49	-6,36	-1,87
34	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	8,75	14,37	-9,26
34	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	10,61	12,51	-9,63
35	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
35	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,48	-10,55	0,11
35	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,51	-10,53	0,12
36	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,27	-10,24	-0,15
36	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,30	-10,21	-0,14
36	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,90	-7,26	-1,06
36	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,69	-7,47	-1,10
37	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	21,19	1,93	0,95
37	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	20,82	2,30	2,81
37	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-5,06	-8,79	0,57
37	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-4,98	-8,86	0,19
38	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,64	-10,40	-0,01
38	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,63	-10,41	-0,03
38	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
39	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,48	-8,68	0,11
39	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,53	-8,64	0,32
39	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,11	-10,40	0,04
39	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,10	-10,40	0,01
40	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-4,98	-8,86	-0,19
40	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-5,06	-8,79	-0,57
40	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	20,82	2,30	-2,81
40	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	21,19	1,93	-0,95
41	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
41	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,63	-10,41	0,03
41	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,64	-10,40	0,01
42	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,10	-10,40	-0,01

42	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,11	-10,40	-0,04
42	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,53	-8,64	-0,32
42	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,48	-8,68	-0,11
43	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-5,69	-8,16	-1,51
43	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,00	-7,84	-1,72
43	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	16,12	7,00	-8,54
43	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	17,70	5,42	-7,48
44	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
44	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,57	-10,46	0,10
44	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,59	-10,44	0,09
45	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,16	-10,35	-0,12
45	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,18	-10,32	-0,13
45	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-7,06	-8,10	-0,97
45	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,88	-8,28	-0,85
46	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	19,04	4,08	-6,14
46	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	20,10	3,02	-4,56
46	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-5,20	-8,64	-0,92
46	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-5,42	-8,43	-1,24
47	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,61	-10,43	0,08
47	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,62	-10,41	0,06
47	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
48	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,73	-8,43	-0,70
48	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-6,61	-8,55	-0,52
48	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,12	-10,38	-0,07
48	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,14	-10,37	-0,09
49	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,43	-5,42	-1,24
49	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-8,64	-5,20	-0,92
49	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	3,02	20,10	-4,56
49	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	4,08	19,04	-6,14
50	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-9,99	-9,99	0,00
50	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,41	-10,62	0,06
50	Gmax	Combination	-25,03	-25,03	-10,43	-10,61	0,08

16.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 16.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
2	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
3	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
4	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
5	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
6	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
7	Gmax	Combination	0,00	0,00	80,12	0,00	0,00	0,00
8	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
9	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
10	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
11	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
12	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
13	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
14	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
15	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
16	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
17	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
18	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
19	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
20	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
21	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
22	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
23	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
24	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
25	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
26	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
27	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
28	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
29	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
30	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
31	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
32	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
33	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
34	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
35	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00

36	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
37	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
38	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
39	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
40	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
41	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
42	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
43	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
44	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
45	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
46	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
47	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
48	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
49	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
50	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
51	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
52	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
53	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
54	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
55	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
56	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
57	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
58	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
59	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
60	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
61	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
62	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
63	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
64	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
65	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
66	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
67	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
68	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
69	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
70	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
71	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
72	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
73	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
74	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
75	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
76	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
77	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00

78	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
79	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
80	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
81	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
82	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
83	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
84	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
85	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
86	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
87	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
88	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
89	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
90	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
91	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
92	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
93	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
94	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
95	Gmax	Combination	0,00	0,00	37,51	0,00	0,00	0,00
96	Gmax	Combination	0,00	0,00	44,82	0,00	0,00	0,00
97	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 3246,51 kN. A área do apoio no solo é de 116,13 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{3246,51}{116,13} = 28,04 \frac{kN}{m^2} = 0,26 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,50 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

As figuras 16.2 a 16.5 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 16.2 – Momento na direção X na laje de fundo.

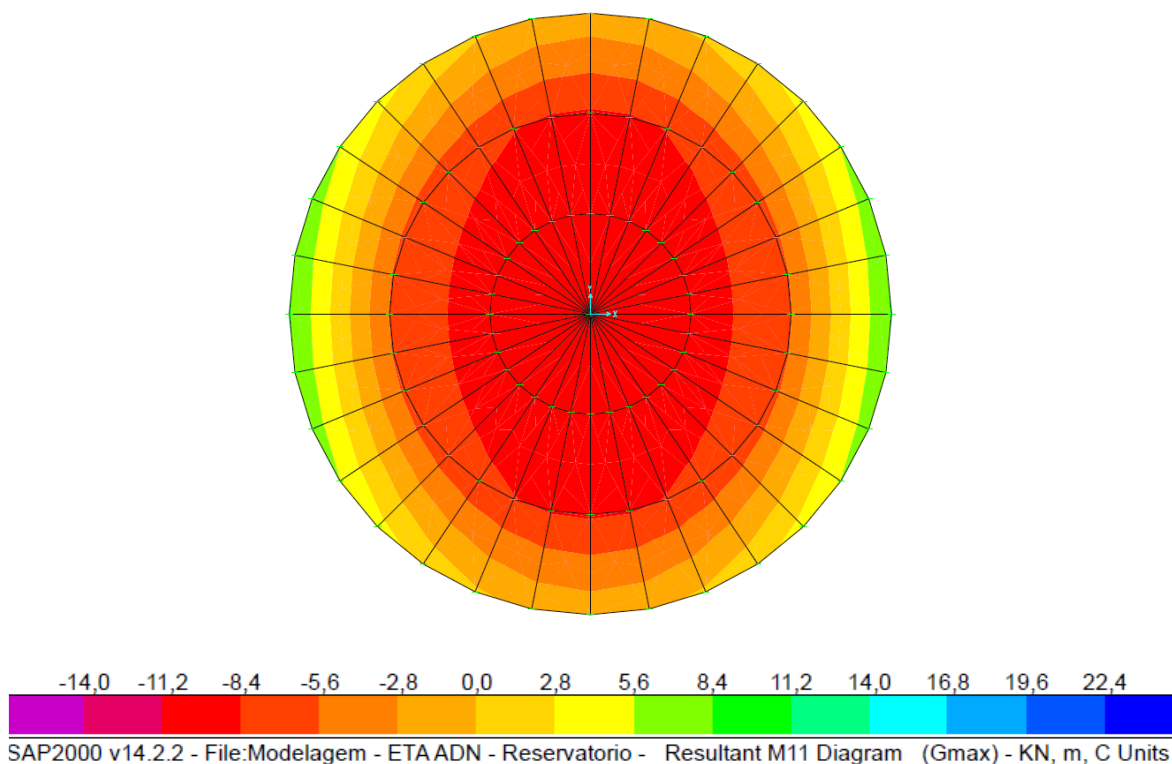


Figura 16.3 – Momento na direção Y na laje de fundo.

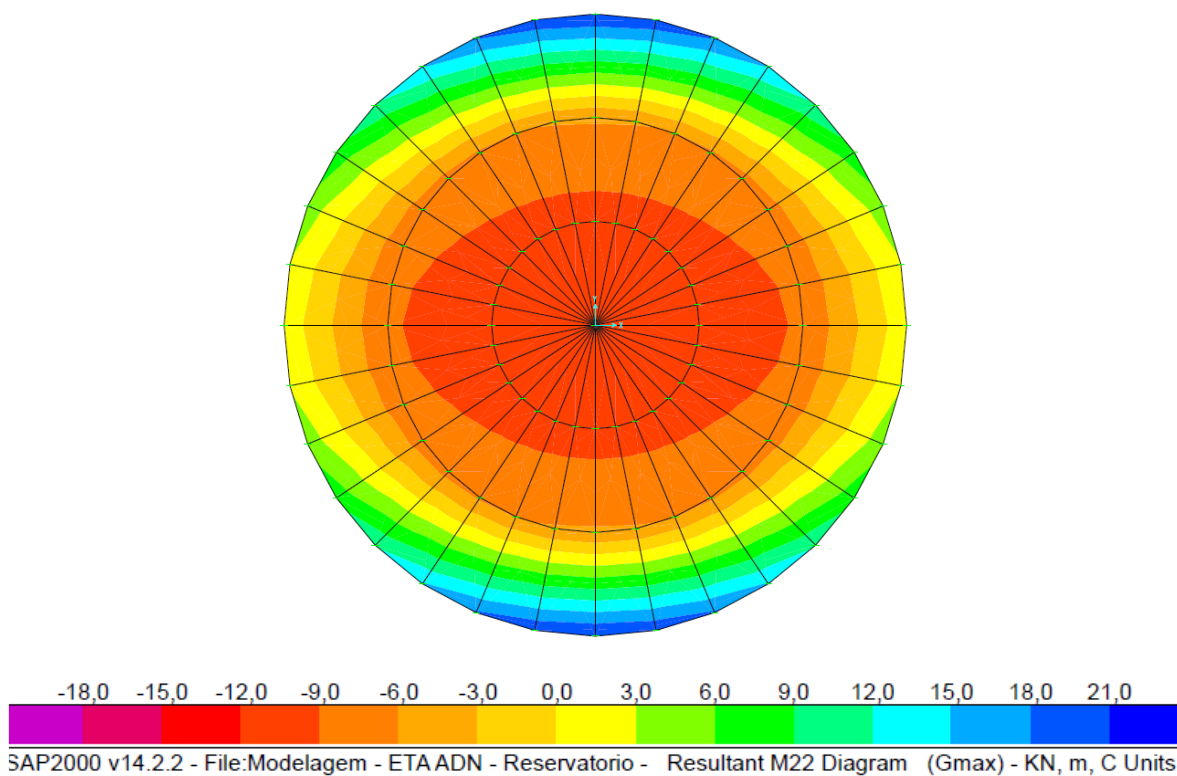


Figura 16.4 – Momento na direção X nas paredes e laje superior.

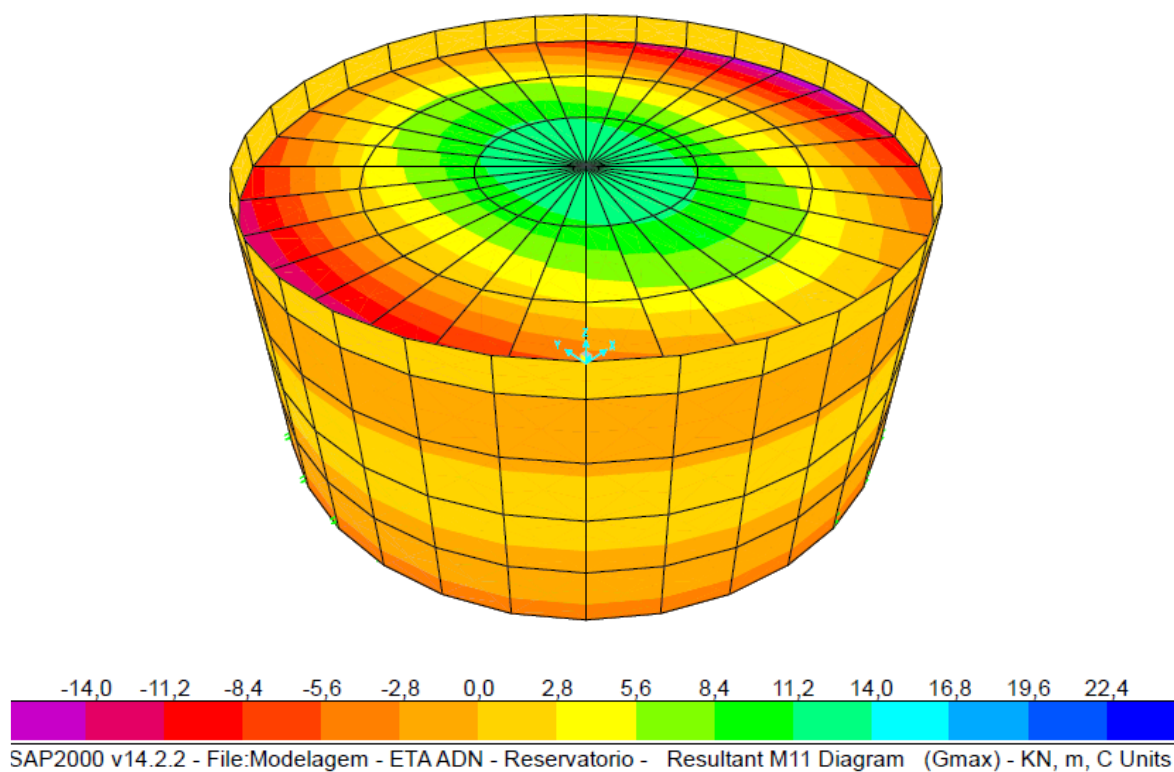
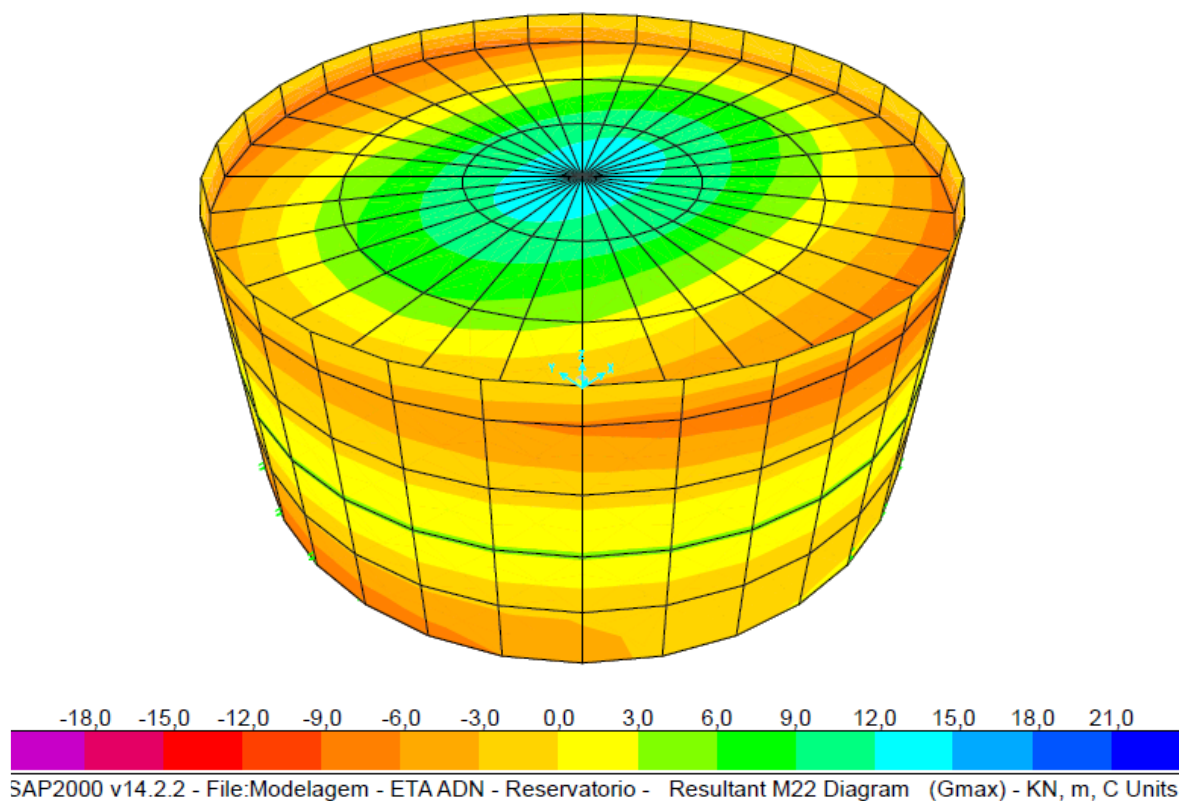


Figura 16.5 – Momento na direção Y nas paredes e laje superior.



16.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=25\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 21,20 \text{ kNm} \\ M_y = 21,20 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x/y

SEÇÃO TRANSVERSAL

b	100	cm
h	25	cm
d"	6,0	cm
d'	6,0	cm
d	19	cm

MOMENTO FLETOR SOLICITANTE DE CÁLCULO

M_d	21,2	kNm
$M_d/M_{d,lim}$	0,11	
armadura	SIMPLES	$SE(M_d/M_{d,lim} \leq 1; "SIMPLES"; "DUPLA")$

MOMENTO FLETOR MÁXIMO COM ARMADURA SIMPLES

k_{duc}	0,45	$SE(f_{ck} \leq 50; 0,45; 0,35)$
x_{lim}	8,55	cm $k_{duc}d$
$M_{d,lim}$	194,1	kNm $b \lambda x_{lim} \eta f_{cd} (d - \lambda x_{lim}/2)$
$A_{s,lim}$	28,65	cm ²
ρ_{lim}	1,51%	$A_{s,lim}/(bd)$

ALTURA MÍNIMA PARA ARMADURA SIMPLES

d_{lim}	6,3	cm $RAIZ(M_d/(k_{duc} \lambda \eta (1 - k_{duc} \lambda/2) b f_{cd}))$
h_{lim}	12,3	cm $d_{lim} + d''$

PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

x	0,78	cm $SE(armadura="SIMPLES"; (d/\lambda) RAIZ(1 - 2M_d/(b d^2 \eta f_{cd})); x_{lim})$
λx	0,62	cm λx

ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO

$A_{s,cal}$	2,61	cm ² $b \lambda x \eta f_{cd}/f_{yd} + A'_s \sigma'_s/\sigma'_s f_{yd}$
$A_{s,min}/(bh)$	0,150%	MÁXIMO(0,15%; $0,25 f_{ctm}/f_{yk}$)
$A_{s,min}$	3,75	cm ² $(A_{s,min}/(bh))bh$
A_s	3,75	cm ² MÁXIMO($A_{s,cal}$; $A_{s,min}$)
ρ	0,197%	$A_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL DE COMPRESSÃO

ϵ'_s	0,104%	$\epsilon_{cu}(x_{lim} - d'')/x_{lim}$
σ'_s	21,92	kN/cm ² $SE(\epsilon'_s < \epsilon_{sd}; E_s \epsilon'_s; f_{yd})$
ΔM_d	0,0	kNm MÁXIMO($M_d - M_{d,lim}$; 0)
A'_s	0,00	cm ² $\Delta M_d/(\sigma'_s (d - d''))$
ρ'	0,000%	$A'_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL TOTAL

$A_{s,max}/(bh)$	4,0%	
$(A_s + A'_s)/(bh)$	0,15%	$(A_s + A'_s)/(bh)$
ρ/ρ_{max}	0,04	✓

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,75 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\emptyset 10.0$ c/10 que equivale a 8,00 cm²/m em cada face.

16.5. ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes superiores são:

$$\text{Laje } h=30\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 15,09 \text{ kNm} \\ M_y = 15,09 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x/y

SEÇÃO TRANSVERSAL

b	100	cm
h	20	cm
d"	6,0	cm
d'	6,0	cm
d	14	cm

MOMENTO FLETOR SOLICITANTE DE CÁLCULO

M_d	15,1	kNm
$M_d/M_{d,lim}$	0,14	
armadura	SIMPLES	$SE(M_d/M_{d,lim} \leq 1; "SIMPLES"; "DUPLA")$

MOMENTO FLETOR MÁXIMO COM ARMADURA SIMPLES

k_{duc}	0,45	$SE(f_{ck} \leq 50; 0,45; 0,35)$
x_{lim}	6,30	cm $k_{duc}d$
$M_{d,lim}$	105,4	kNm $b \lambda x_{lim} \eta f_{cd} (d - \lambda x_{lim}/2)$
$A_{s,lim}$	21,11	cm ²
ρ_{lim}	1,51%	$A_{s,lim}/(bd)$

ALTURA MÍNIMA PARA ARMADURA SIMPLES

d_{lim}	5,3	cm $RAIZ(M_d / (k_{duc} \lambda \eta (1 - k_{duc} \lambda / 2) b f_{cd}))$
h_{lim}	11,3	cm $d_{lim} + d''$

PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

x	0,76	cm $SE(armadura = "SIMPLES"; (d/\lambda) RAIZ(1 - 2M_d / (b d^2 \eta f_{cd}))); x_{lim}$
λx	0,60	cm λx

ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO

$A_{s,cal}$	2,53	cm ² $b \lambda x \eta f_{cd} / f_{yd} + A'_s \sigma'_s / f_{yd}$
$A_{s,min}/(bh)$	0,150%	$MÁXIMO(0,15\%; 0,25 f_{ctm} / f_{yk})$
$A_{s,min}$	3,00	cm ² $(A_{s,min}/(bh))bh$
A_s	3,00	cm ² $MÁXIMO(A_{s,cal}; A_{s,min})$
ρ	0,214%	$A_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL DE COMPRESSÃO

ϵ'_s	0,017%	$\epsilon_{cu}(x_{lim} - d')/x_{lim}$
σ'_s	3,50	kN/cm ² $SE(\epsilon'_s < \epsilon_{sd}; E_s \epsilon'_s; f_{yd})$
ΔM_d	0,0	kNm $MÁXIMO(M_d - M_{d,lim}; 0)$
A'_s	0,00	cm ² $\Delta M_d / (\sigma'_s (d - d'))$
ρ'	0,000%	$A'_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL TOTAL

$A_{s,max}/(bh)$	4,0%	
$(A_s + A'_s)/(bh)$	0,15%	$(A_s + A'_s)/(bh)$
ρ/ρ_{max}	0,04	✓

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,00 cm²/m. Será utilizada armadura simples na face inferior de Ø12.5 c/10 que equivale a 12,50 cm²/m.

16.6. ARMAÇÃO DAS PAREDES

Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

$$\text{Paredes } e=25\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 5,17 \text{ kN.m} \\ M_y = 19,41 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

SEÇÃO TRANSVERSAL

b	100	cm
h	25	cm
d"	6,0	cm
d'	6,0	cm
d	19	cm

MOMENTO FLETOR SOLICITANTE DE CÁLCULO

M_d	5,2	kNm
$M_d/M_{d,lim}$	0,03	
armadura	SIMPLES	$SE(M_d/M_{d,lim} \leq 1; "SIMPLES"; "DUPLA")$

MOMENTO FLETOR MÁXIMO COM ARMADURA SIMPLES

k_{duc}	0,45	$SE(f_{ck} \leq 50; 0,45; 0,35)$
x_{lim}	8,55	cm $k_{duc}d$
$M_{d,lim}$	194,1	kNm $b \lambda x_{lim} \eta f_{cd} (d - \lambda x_{lim}/2)$
$A_{s,lim}$	28,65	cm ²
ρ_{lim}	1,51%	$A_{s,lim}/(bd)$

ALTURA MÍNIMA PARA ARMADURA SIMPLES

d_{lim}	3,1	cm $RAIZ(M_d/(k_{duc} \lambda \eta (1 - k_{duc} \lambda/2) b f_{cd}))$
h_{lim}	9,1	cm $d_{lim} + d''$

PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

x	0,19	cm $SE(armadura="SIMPLES"; (d/\lambda) RAIZ(1 - 2M_d/(b d^2 \eta f_{cd})); x_{lim})$
λx	0,15	cm λx

ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO

$A_{s,cal}$	0,63	cm ² $b \lambda x \eta f_{cd}/f_{yd} + A'_s \sigma'_s/\sigma'_s f_{yd}$
$A_{s,min}/(bh)$	0,150%	MÁXIMO(0,15%; $0,25 f_{ctm}/f_{yk}$)
$A_{s,min}$	3,75	cm ² $(A_{s,min}/(bh))bh$
A_s	3,75	cm ² MÁXIMO($A_{s,cal}$; $A_{s,min}$)
ρ	0,197%	$A_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL DE COMPRESSÃO

ϵ'_s	0,104%	$\epsilon_{cu}(x_{lim} - d'')/x_{lim}$
σ'_s	21,92	kN/cm ² $SE(\epsilon'_s < \epsilon_{sd}; E_s \epsilon'_s; f_{yd})$
ΔM_d	0,0	kNm MÁXIMO($M_d - M_{d,lim}$; 0)
A'_s	0,00	cm ² $\Delta M_d/(\sigma'_s (d - d''))$
ρ'	0,000%	$A'_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL TOTAL

$A_{s,max}/(bh)$	4,0%	
$(A_s + A'_s)/(bh)$	0,15%	$(A_s + A'_s)/(bh)$
ρ/ρ_{max}	0,04	✓

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,75 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face interna e externa) de $\emptyset 10.0$ c/10 que equivale a 8,00 cm²/m em cada face.

b) Direção y

SEÇÃO TRANSVERSAL

b	100	cm
h	25	cm
d"	6,0	cm
d'	6,0	cm
d	19	cm

MOMENTO FLETOR SOLICITANTE DE CÁLCULO

M_d	19,4	kNm
$M_d/M_{d,lim}$	0,10	$M_d/M_{d,lim}$
armadura	SIMPLES	SE($M_d/M_{d,lim} \leq 1$; "SIMPLES"; "DUPLA")

MOMENTO FLETOR MÁXIMO COM ARMADURA SIMPLES

k_{duc}	0,45	SE($f_{ck} \leq 50$; 0,45; 0,35)
x_{lim}	8,55	cm $k_{duc}d$
$M_{d,lim}$	194,1	kNm $b \lambda x_{lim} \eta f_{cd} (d - \lambda x_{lim}/2)$
$A_{s,lim}$	28,65	cm ²
ρ_{lim}	1,51%	$A_{s,lim}/(bd)$

ALTURA MÍNIMA PARA ARMADURA SIMPLES

d_{lim}	6,0	cm $RAIZ(M_d/(k_{duc} \lambda \eta (1 - k_{duc} \lambda/2) b f_{cd}))$
h_{lim}	12,0	cm $d_{lim} + d''$

PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

x	0,71	cm $SE(armadura = "SIMPLES"; (d/\lambda) RAIZ(1 - 2M_d/(bd^2 \eta f_{cd}))); x_{lim}$
λx	0,57	cm λx

ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO

$A_{s,cal}$	2,39	cm ² $b \lambda x \eta f_{cd}/f_{yd} + A'_s \sigma'_s/f_{yd}$
$A_{s,min}/(bh)$	0,150%	MÁXIMO(0,15%; 0,25 f_{ctm}/f_{yk})
$A_{s,min}$	3,75	cm ² $(A_{s,min}/(bh))bh$
A_s	3,75	cm ² MÁXIMO($A_{s,cal}$; $A_{s,min}$)
ρ	0,197%	$A_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL DE COMPRESSÃO

ϵ'_s	0,104%	$\epsilon_{cu}(x_{lim} - d')/x_{lim}$
σ'_s	21,92	kN/cm ² $SE(\epsilon'_s < \epsilon_{sd}; E_s \epsilon'_s; f_{yd})$
ΔM_d	0,0	kNm MÁXIMO($M_d - M_{d,lim}$; 0)
A'_s	0,00	cm ² $\Delta M_d/(\sigma'_s (d - d'))$
ρ'	0,000%	$A'_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL TOTAL

$A_{s,max}/(bh)$	4,0%	
$(A_s + A'_s)/(bh)$	0,15%	$(A_s + A'_s)/(bh)$
ρ/ρ_{max}	0,04	✓

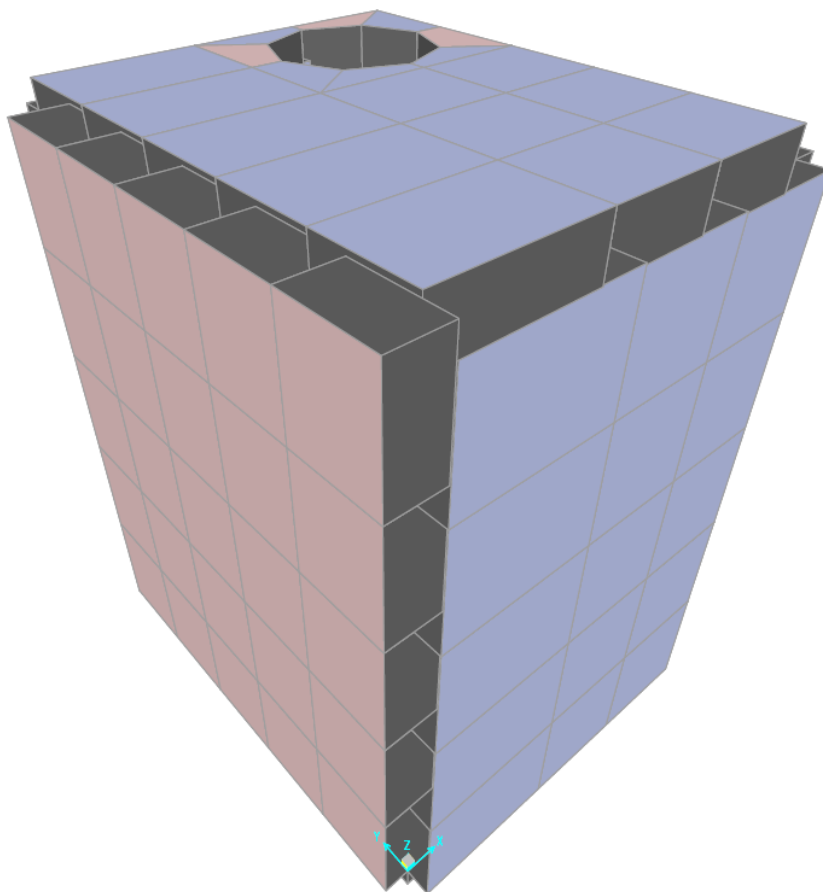
Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,75 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face interna e externa) de $\varnothing 10.0$ c/10 que equivale a 8,00 cm²/m em cada face.

17. DIMENSIONAMENTO – CAIXAS ADUTORA/REDE

17.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 17.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2. Como as caixas tanto da adutora quanto da rede possuem dimensões semelhantes, será apresentado o cálculo da caixa no pior cenário, com a maior profundidade.

Figura 17.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
Peso próprio
- Sobrecargas (SC)
Carregamento na laje de fundo (SCLF)
Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)
Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI$

Comb 4: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE$

17.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 17.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	ENVOLTORIA	Combination	-3,49	-10,98	0,46	3,33	-0,85
1	ENVOLTORIA	Combination	-1,91	-3,09	0,23	0,31	-0,70
1	ENVOLTORIA	Combination	-9,69	-4,65	2,63	0,32	-0,97
1	ENVOLTORIA	Combination	-11,27	-12,53	-2,51	-1,63	-1,11
2	ENVOLTORIA	Combination	-10,21	-7,24	-2,50	-1,61	-0,92
2	ENVOLTORIA	Combination	-10,74	-9,87	2,66	0,45	-0,81
2	ENVOLTORIA	Combination	-16,94	-11,11	4,53	0,63	-0,50
2	ENVOLTORIA	Combination	-16,41	-8,48	-4,20	-2,45	-0,61
3	ENVOLTORIA	Combination	-17,99	-14,86	4,87	0,80	0,22
3	ENVOLTORIA	Combination	-16,36	-6,73	-3,02	-1,94	0,22
3	ENVOLTORIA	Combination	-16,36	-6,73	-3,04	-1,99	-0,20
3	ENVOLTORIA	Combination	-17,98	-14,86	4,88	0,80	-0,20
4	ENVOLTORIA	Combination	-15,65	-6,59	-2,93	-1,93	0,06
4	ENVOLTORIA	Combination	-15,49	-5,82	-4,13	-2,46	0,05
4	ENVOLTORIA	Combination	-15,48	-5,82	-4,15	-2,51	-0,06
4	ENVOLTORIA	Combination	-15,64	-6,58	-2,95	-1,97	-0,05
5	ENVOLTORIA	Combination	-15,90	-5,90	-4,20	-2,47	-0,20
5	ENVOLTORIA	Combination	-17,49	-13,88	4,55	0,74	-0,20
5	ENVOLTORIA	Combination	-17,48	-13,88	4,56	0,73	0,18
5	ENVOLTORIA	Combination	-15,88	-5,89	-4,23	-2,52	0,18
6	ENVOLTORIA	Combination	-17,36	-11,73	4,86	0,67	-0,49
6	ENVOLTORIA	Combination	-16,77	-8,78	-3,04	-1,97	-0,71
6	ENVOLTORIA	Combination	-10,63	-7,55	-1,87	-1,39	-1,07
6	ENVOLTORIA	Combination	-11,22	-10,50	2,87	0,49	-0,85
7	ENVOLTORIA	Combination	-16,05	-8,64	-2,95	-1,95	-0,45

7	ENVOLTORIA	Combination	-16,01	-8,44	-4,15	-2,49	0,14
7	ENVOLTORIA	Combination	-9,00	-7,04	-2,52	-1,70	0,06
7	ENVOLTORIA	Combination	-9,04	-7,24	-1,85	-1,39	-0,54
8	ENVOLTORIA	Combination	-16,40	-8,52	-4,23	-2,51	0,60
8	ENVOLTORIA	Combination	-16,93	-11,16	4,54	0,63	0,49
8	ENVOLTORIA	Combination	-10,78	-9,93	2,68	0,44	0,81
8	ENVOLTORIA	Combination	-10,25	-7,29	-2,55	-1,70	0,92
9	ENVOLTORIA	Combination	-10,09	-4,83	2,84	0,34	-1,04
9	ENVOLTORIA	Combination	-11,39	-11,32	-1,87	-1,40	-1,32
9	ENVOLTORIA	Combination	-2,80	-9,61	0,36	2,78	-1,02
9	ENVOLTORIA	Combination	-1,50	-3,12	0,27	0,32	-0,74
10	ENVOLTORIA	Combination	-9,80	-11,00	-1,85	-1,40	-0,68
10	ENVOLTORIA	Combination	-10,06	-12,35	-2,52	-1,72	0,10
10	ENVOLTORIA	Combination	-7,30	-11,79	0,38	3,38	0,17
10	ENVOLTORIA	Combination	-7,03	-10,45	0,34	2,77	-0,61
11	ENVOLTORIA	Combination	-11,31	-12,59	-2,56	-1,73	1,13
11	ENVOLTORIA	Combination	-9,73	-4,71	2,65	0,31	0,98
11	ENVOLTORIA	Combination	-1,99	-3,16	0,23	0,32	0,72
11	ENVOLTORIA	Combination	-3,57	-11,05	0,46	3,39	0,86
12	ENVOLTORIA	Combination	-11,15	-10,45	2,84	0,50	0,85
12	ENVOLTORIA	Combination	-10,56	-7,50	-1,82	-1,31	1,06
12	ENVOLTORIA	Combination	-16,76	-8,74	-3,02	-1,92	0,72
12	ENVOLTORIA	Combination	-17,35	-11,69	4,84	0,68	0,51
13	ENVOLTORIA	Combination	-8,99	-7,19	-1,80	-1,30	0,54
13	ENVOLTORIA	Combination	-8,95	-6,98	-2,47	-1,60	-0,06
13	ENVOLTORIA	Combination	-16,01	-8,40	-4,12	-2,44	-0,14
13	ENVOLTORIA	Combination	-16,05	-8,60	-2,93	-1,90	0,46
14	ENVOLTORIA	Combination	-1,44	-3,04	0,26	0,31	0,72
14	ENVOLTORIA	Combination	-2,73	-9,54	0,37	2,72	1,00
14	ENVOLTORIA	Combination	-11,31	-11,25	-1,82	-1,31	1,30
14	ENVOLTORIA	Combination	-10,01	-4,76	2,81	0,35	1,02
15	ENVOLTORIA	Combination	-6,80	-10,35	0,34	2,72	0,59
15	ENVOLTORIA	Combination	-7,07	-11,69	0,38	3,31	-0,17
15	ENVOLTORIA	Combination	-10,01	-12,28	-2,47	-1,63	-0,10
15	ENVOLTORIA	Combination	-9,74	-10,94	-1,80	-1,31	0,67
16	ENVOLTORIA	Combination	-7,54	-21,57	-0,31	-0,25	-0,39
16	ENVOLTORIA	Combination	-5,04	-21,07	0,51	2,69	0,04
16	ENVOLTORIA	Combination	-0,13	3,46	0,25	0,38	0,19
16	ENVOLTORIA	Combination	-2,63	2,96	1,30	0,43	-0,23
17	ENVOLTORIA	Combination	-15,47	-14,19	-0,87	-0,40	-0,27
17	ENVOLTORIA	Combination	-5,67	-12,24	-0,31	-0,22	-0,37
17	ENVOLTORIA	Combination	-4,72	-7,49	1,32	0,50	-0,13

17	ENVOLTORIA	Combination	-14,52	-9,45	3,04	0,44	-0,03
18	ENVOLTORIA	Combination	-16,61	-7,48	-0,94	-0,37	-0,04
18	ENVOLTORIA	Combination	-14,02	-6,96	-0,87	-0,43	-0,11
18	ENVOLTORIA	Combination	-15,43	-14,01	3,07	0,58	-0,06
18	ENVOLTORIA	Combination	-18,02	-14,52	3,42	0,59	0,01
19	ENVOLTORIA	Combination	-13,07	-4,44	-0,77	-0,50	0,22
19	ENVOLTORIA	Combination	-16,13	-5,05	-0,95	-0,38	0,13
19	ENVOLTORIA	Combination	-17,40	-11,40	3,42	0,62	-0,04
19	ENVOLTORIA	Combination	-14,34	-10,79	2,33	0,43	0,06
20	ENVOLTORIA	Combination	0,28	-0,23	0,01	0,26	0,35
20	ENVOLTORIA	Combination	-12,75	-2,83	-0,77	-0,48	0,36
20	ENVOLTORIA	Combination	-13,45	-6,33	2,32	0,36	0,11
20	ENVOLTORIA	Combination	-0,42	-3,73	0,37	0,07	0,10
21	ENVOLTORIA	Combination	-8,41	-20,32	0,22	0,10	0,72
21	ENVOLTORIA	Combination	-6,75	-19,99	-0,51	-2,79	0,16
21	ENVOLTORIA	Combination	-2,14	3,06	-0,25	-0,35	0,01
21	ENVOLTORIA	Combination	-3,80	2,73	-1,31	-0,40	0,57
22	ENVOLTORIA	Combination	-13,83	-15,80	0,61	0,71	0,58
22	ENVOLTORIA	Combination	-7,24	-14,48	0,22	0,11	0,76
22	ENVOLTORIA	Combination	-5,89	-7,72	-1,31	-0,44	0,51
22	ENVOLTORIA	Combination	-12,48	-9,04	-3,06	-0,45	0,33
23	ENVOLTORIA	Combination	-14,54	-11,68	0,64	0,74	0,00
23	ENVOLTORIA	Combination	-12,94	-11,36	0,61	0,73	0,26
23	ENVOLTORIA	Combination	-13,39	-13,60	-3,06	-0,49	0,20
23	ENVOLTORIA	Combination	-14,99	-13,92	-3,43	-0,58	-0,05
24	ENVOLTORIA	Combination	-13,37	-8,48	0,54	0,51	-0,59
24	ENVOLTORIA	Combination	-13,93	-8,59	0,64	0,74	-0,36
24	ENVOLTORIA	Combination	-14,37	-10,79	-3,43	-0,58	-0,19
24	ENVOLTORIA	Combination	-13,81	-10,68	-2,33	-0,46	-0,42
25	ENVOLTORIA	Combination	-0,87	-2,54	0,00	-0,67	-0,63
25	ENVOLTORIA	Combination	-12,66	-4,89	0,52	0,46	-0,76
25	ENVOLTORIA	Combination	-12,92	-6,23	-2,31	-0,36	-0,50
25	ENVOLTORIA	Combination	-1,14	-3,87	-0,39	0,02	-0,37
26	ENVOLTORIA	Combination	-4,56	-25,00	-0,59	-0,37	-0,02
26	ENVOLTORIA	Combination	-9,95	-26,08	0,57	3,28	0,10
26	ENVOLTORIA	Combination	-9,11	-21,89	0,55	2,70	-0,05
26	ENVOLTORIA	Combination	-3,72	-20,81	-0,35	-0,25	-0,16
27	ENVOLTORIA	Combination	-14,30	-15,28	-1,42	-0,58	0,05
27	ENVOLTORIA	Combination	-2,12	-12,84	-0,58	-0,32	0,03
27	ENVOLTORIA	Combination	-1,85	-11,47	-0,35	-0,23	-0,21
27	ENVOLTORIA	Combination	-14,03	-13,91	-0,82	-0,39	-0,19
28	ENVOLTORIA	Combination	-17,51	-7,19	-1,61	-0,58	0,02

28	ENVOLTORIA	Combination	-12,49	-6,19	-1,43	-0,60	-0,01
28	ENVOLTORIA	Combination	-12,58	-6,68	-0,83	-0,42	-0,07
28	ENVOLTORIA	Combination	-17,61	-7,68	-0,92	-0,37	-0,03
29	ENVOLTORIA	Combination	-10,76	-3,27	-1,12	-0,72	0,00
29	ENVOLTORIA	Combination	-16,98	-4,51	-1,60	-0,58	-0,04
29	ENVOLTORIA	Combination	-17,12	-5,25	-0,92	-0,37	0,10
29	ENVOLTORIA	Combination	-10,91	-4,01	-0,72	-0,49	0,15
30	ENVOLTORIA	Combination	-6,45	-4,17	0,08	0,82	-0,09
30	ENVOLTORIA	Combination	-11,13	-5,11	-1,13	-0,74	-0,01
30	ENVOLTORIA	Combination	-10,59	-2,40	-0,71	-0,47	0,25
30	ENVOLTORIA	Combination	-5,9	-1,47	-0,13	0,24	0,17

17.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 17.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,33	0,00	0,00	0,00
2	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	4,32	0,00	0,00	0,00
3	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	8,71	0,00	0,00	0,00
4	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	14,73	0,00	0,00	0,00
5	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	8,75	0,00	0,00	0,00
6	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	14,77	0,00	0,00	0,00
7	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	6,11	0,00	0,00	0,00
8	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	12,26	0,00	0,00	0,00
9	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	12,32	0,00	0,00	0,00
10	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	6,15	0,00	0,00	0,00
11	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	14,84	0,00	0,00	0,00
12	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	8,79	0,00	0,00	0,00
13	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	12,46	0,00	0,00	0,00
14	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	6,20	0,00	0,00	0,00
15	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,02	0,00	0,00	0,00
16	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	8,87	0,00	0,00	0,00
17	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	6,31	0,00	0,00	0,00
18	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,13	0,00	0,00	0,00
19	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,61	0,00	0,00	0,00
20	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	4,48	0,00	0,00	0,00
21	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	6,08	0,00	0,00	0,00

22	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	12,22	0,00	0,00	0,00
23	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,02	0,00	0,00	0,00
24	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	6,08	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 210,54 kN. A área do apoio no solo é de 3,60 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{210,54}{3,60} = 58,48 \frac{kN}{m^2} = 0,58 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,50 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

As figuras 17.2 a 17.5 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 17.2 – Momento na direção X na laje de fundo.

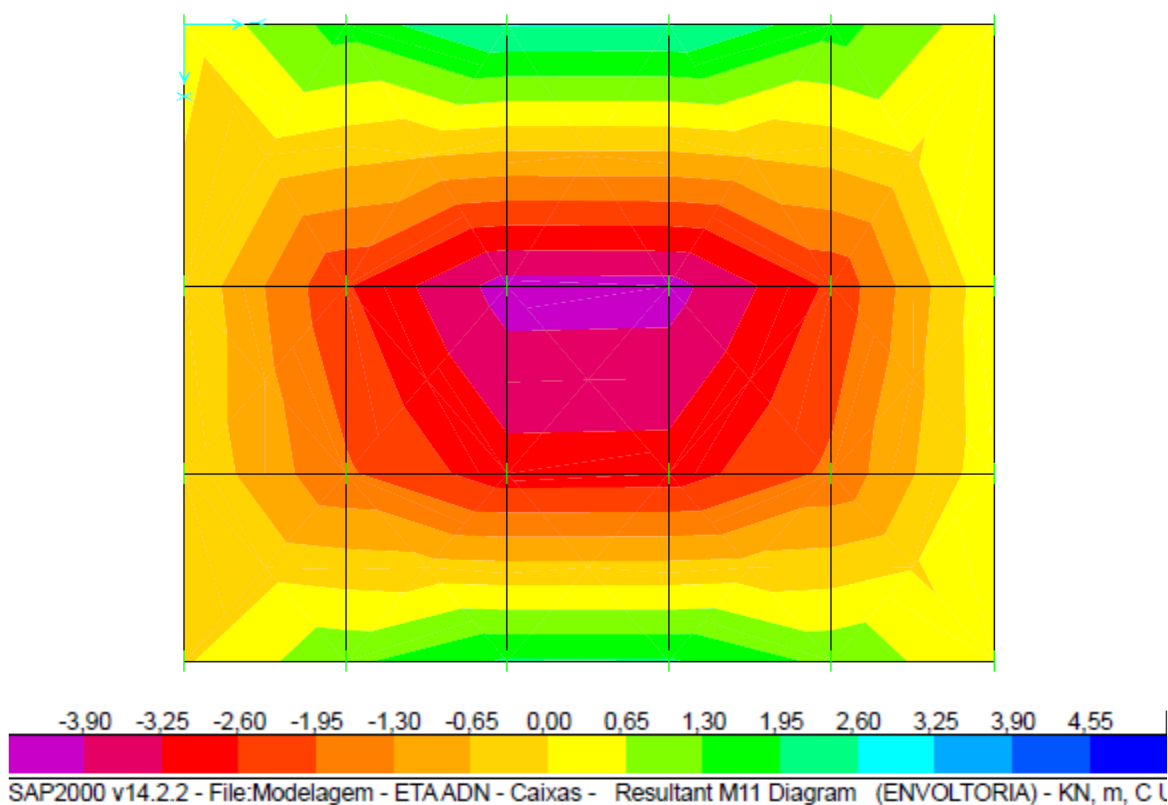


Figura 17.3 – Momento na direção Y na laje de fundo.

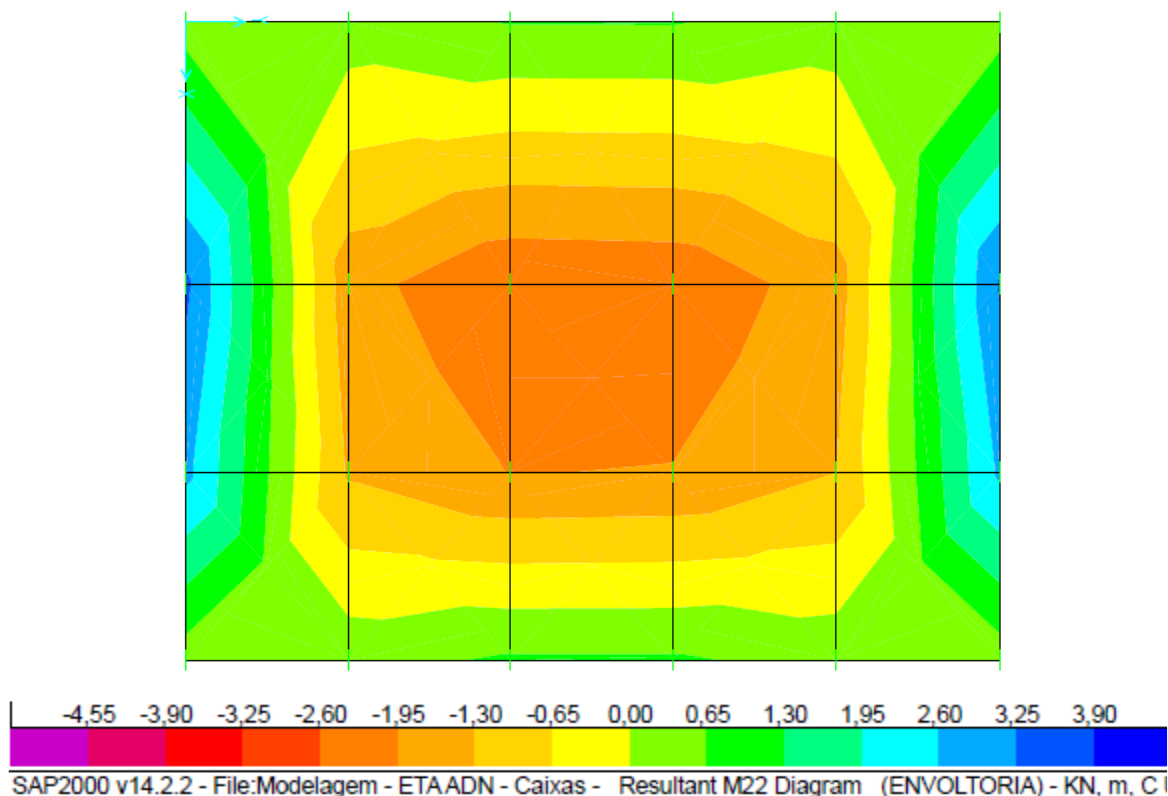


Figura 17.4 – Momento na direção X na laje superior e paredes.

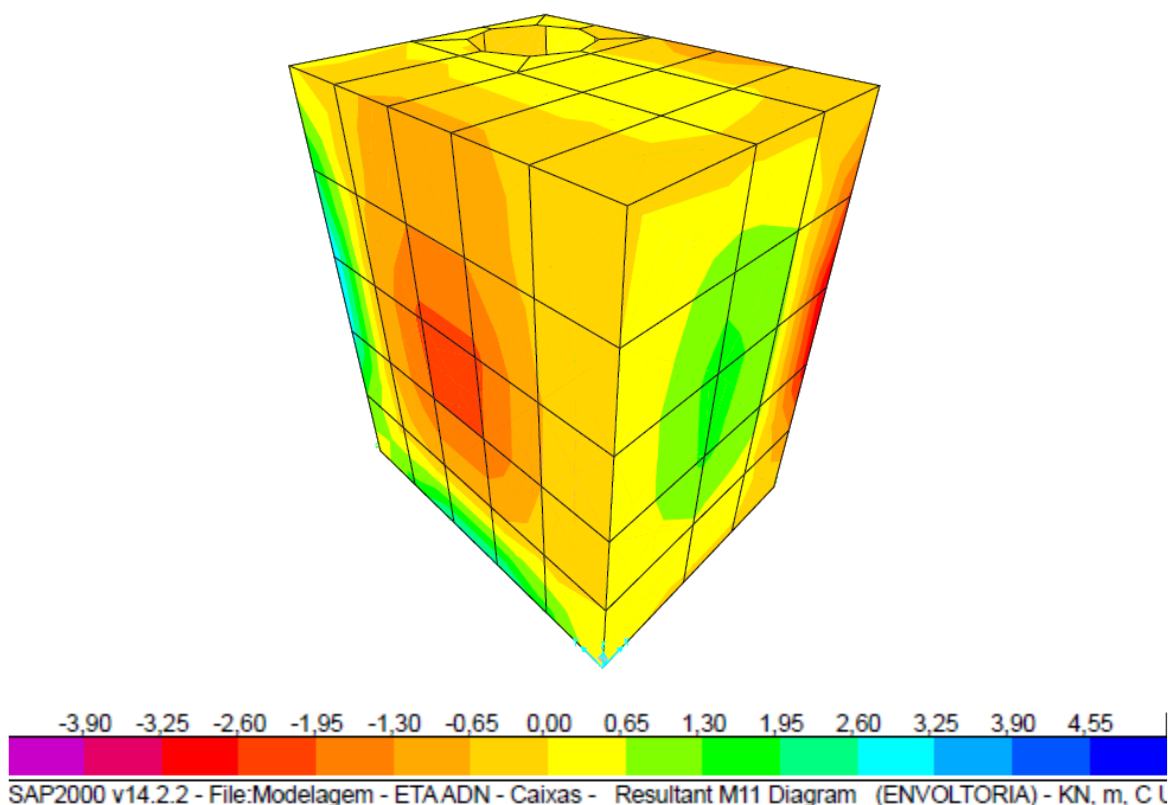
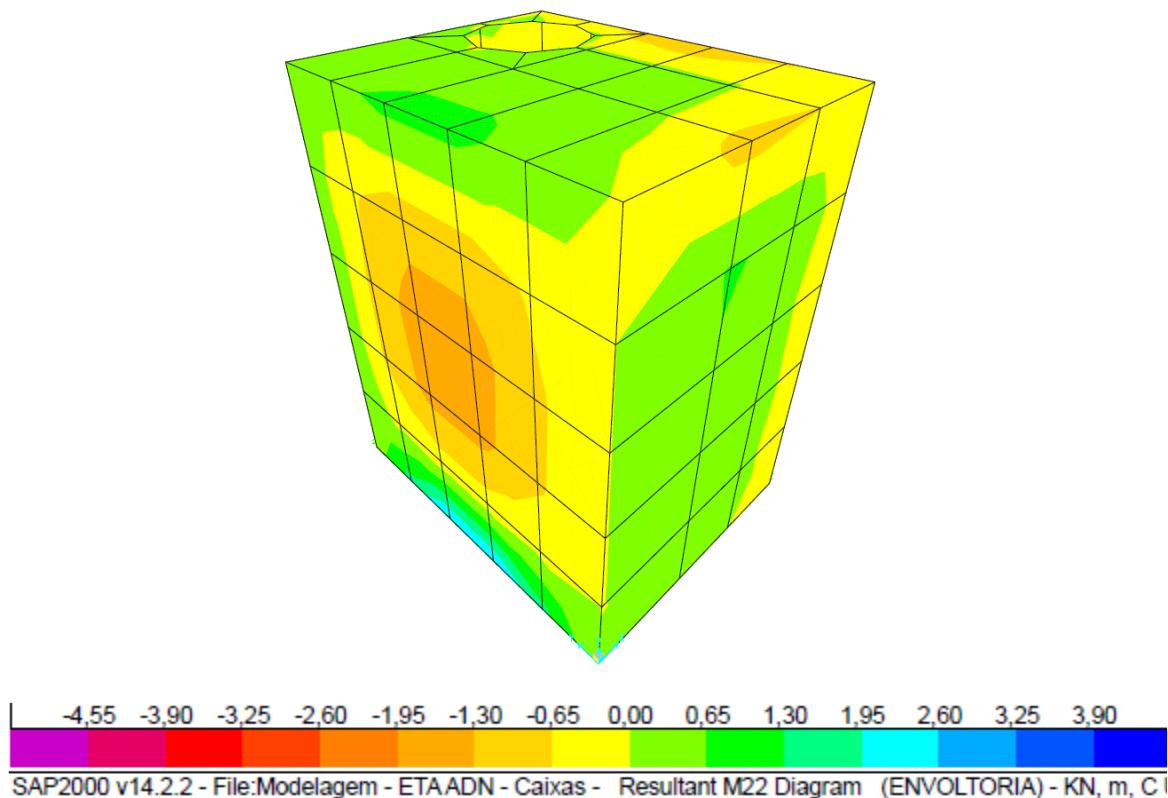


Figura 17.5 – Momento na direção Y na laje superior e paredes.



17.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 3,95 \text{ kNm} \\ M_y = 3,96 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x/y

SEÇÃO TRANSVERSAL

b	100	cm
h	20	cm
d"	6,0	cm
d'	6,0	cm
d	14	cm

MOMENTO FLETOR SOLICITANTE DE CÁLCULO

M_d	4,0	kNm
$M_d/M_{d,lim}$	0,04	
armadura	SIMPLES	$SE(M_d/M_{d,lim} \leq 1; "SIMPLES"; "DUPLA")$

MOMENTO FLETOR MÁXIMO COM ARMADURA SIMPLES

k_{duc}	0,45	$SE(f_{ck} \leq 50; 0,45; 0,35)$
x_{lim}	6,30	cm $k_{duc}d$
$M_{d,lim}$	105,4	kNm $b \lambda x_{lim} \eta f_{cd} (d - \lambda x_{lim} / 2)$
$A_{s,lim}$	21,11	cm ²
ρ_{lim}	1,51%	$A_{s,lim} / (bd)$

ALTURA MÍNIMA PARA ARMADURA SIMPLES

d_{lim}	2,7	cm $RAIZ(M_d / (k_{duc} \lambda \eta (1 - k_{duc} \lambda / 2) b f_{cd}))$
h_{lim}	8,7	cm $d_{lim} + d''$

PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

x	0,19	cm $SE(armadura = "SIMPLES"; (d/\lambda) RAIZ(1 - 2M_d / (bd^2 \eta f_{cd}))); x_{lim}$
λx	0,16	cm λx

ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO

$A_{s,cal}$	0,65	cm ² $b \lambda x \eta f_{cd} / f_{yd} + A'_s \sigma'_s / f_{yd}$
$A_{s,min} / (bh)$	0,150%	MÁXIMO(0,15%; 0,25 f_{ctm} / f_{yk})
$A_{s,min}$	3,00	cm ² $(A_{s,min} / (bh)) bh$
A_s	3,00	cm ² MÁXIMO($A_{s,cal}$; $A_{s,min}$)
ρ	0,214%	$A_s / (bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL DE COMPRESSÃO

ϵ'_s	0,017%	$\epsilon_{cu} (x_{lim} - d') / x_{lim}$
σ'_s	3,50	kN/cm ² $SE(\epsilon'_s < \epsilon_{sd}; E_s \epsilon'_s; f_{yd})$
ΔM_d	0,0	kNm MÁXIMO($M_d - M_{d,lim}$; 0)
A'_s	0,00	cm ² $\Delta M_d / (\sigma'_s (d - d'))$
ρ'	0,000%	$A'_s / (bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL TOTAL

$A_{s,max} / (bh)$	4,0%	
$(A_s + A'_s) / (bh)$	0,15%	$(A_s + A'_s) / (bh)$
ρ / ρ_{max}	0,04	✓

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,00 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 5,33 cm²/m em cada face.

17.5. ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes superiores são:

$$\text{Laje } h=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 1,78 \text{ kNm} \\ M_y = 1,82 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x

SEÇÃO TRANSVERSAL

b	100	cm
h	20	cm
d"	6,0	cm
d'	6,0	cm
d	14	cm

MOMENTO FLETOR SOLICITANTE DE CÁLCULO

M_d	1,9	kNm
$M_d/M_{d,lim}$	0,02	$M_d/M_{d,lim}$
armadura	SIMPLES	SE($M_d/M_{d,lim} \leq 1$; "SIMPLES"; "DUPLA")

MOMENTO FLETOR MÁXIMO COM ARMADURA SIMPLES

k_{duc}	0,45	SE($f_{ck} \leq 50$; 0,45; 0,35)
x_{lim}	6,30	cm $k_{duc}d$
$M_{d,lim}$	105,4	kNm $b \lambda x_{lim} \eta f_{cd} (d - \lambda x_{lim}/2)$
$A_{s,lim}$	21,11	cm ²
ρ_{lim}	1,51%	$A_{s,lim}/(bd)$

ALTURA MÍNIMA PARA ARMADURA SIMPLES

d_{lim}	1,9	cm
h_{lim}	7,9	cm

RAIZ($M_d/(k_{duc} \lambda \eta (1 - k_{duc} \lambda/2) b f_{cd})$)
 $d_{lim} + d''$

PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

x	0,09	cm
λx	0,07	cm

SE(armadura="SIMPLES"; (d/λ).RAIZ(1-2M_d/(b d² η f_{cd}))); x_{lim}
 λx

ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO

$A_{s,cal}$	0,30	cm ²
$A_{s,min}/(bh)$	0,150%	MÁXIMO(0,15%; 0,25 f _{ctm} /f _{yk})
$A_{s,min}$	3,00	cm ² (A _{s,min} /(bh))bh
A_s	3,00	cm ² MÁXIMO(A _{s,cal} ; A _{s,min})
ρ	0,214%	$A_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL DE COMPRESSÃO

ϵ'_s	0,017%	$\epsilon_{cu}(x_{lim} - d'')/x_{lim}$
σ'_s	3,50	kN/cm ² SE($\epsilon'_s < \epsilon_{yd}$; E _s ϵ'_s ; f _{yd})
ΔM_d	0,0	kNm MÁXIMO(M _d - M _{d,lim} ; 0)
A'_s	0,00	cm ² $\Delta M_d/(\sigma'_s (d - d''))$
ρ'	0,000%	$A'_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL TOTAL

$A_{s,max}/(bh)$	4,0%	
(A _s + A' _s)/(bh)	0,15%	(A _s + A' _s)/(bh)
ρ/ρ_{max}	0,04	✓

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,00 cm²/m. Será utilizada armadura simples na face inferior de ø10.0 c/15 que equivale a 5,33 cm²/m.

17.6. ARMAÇÃO DAS PAREDES

Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

$$\text{Paredes } e=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 4,01 \text{ kN.m} \\ M_y = 3,96 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x/y

SEÇÃO TRANSVERSAL

b	100	cm
h	20	cm
d"	6,0	cm
d'	6,0	cm
d	14	cm

MOMENTO FLETOR SOLICITANTE DE CÁLCULO

M_d	4,0	kNm
$M_d/M_{d,lim}$	0,04	
armadura	SIMPLES	$SE(M_d/M_{d,lim} \leq 1; "SIMPLES"; "DUPLA")$

MOMENTO FLETOR MÁXIMO COM ARMADURA SIMPLES

k_{duc}	0,45	$SE(f_{ck} \leq 50; 0,45; 0,35)$
x_{lim}	6,30	cm $k_{duc}d$
$M_{d,lim}$	105,4	kNm $b \lambda x_{lim} \eta f_{cd} (d - \lambda x_{lim}/2)$
$A_{s,lim}$	21,11	cm ²
ρ_{lim}	1,51%	$A_{s,lim}/(bd)$

ALTURA MÍNIMA PARA ARMADURA SIMPLES

d_{lim}	2,7	cm $RAIZ(M_d / (k_{duc} \lambda \eta (1 - k_{duc} \lambda / 2) b f_{cd}))$
h_{lim}	8,7	cm $d_{lim} + d''$

PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

x	0,19	cm $SE(armadura = "SIMPLES"; (d/\lambda) RAIZ(1 - 2M_d / (b d^2 \eta f_{cd}))); x_{lim}$
λx	0,16	cm λx

ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO

$A_{s,cal}$	0,65	cm ² $b \lambda x \eta f_{cd} / f_{yd} + A'_s \sigma'_s / f_{yd}$
$A_{s,min}/(bh)$	0,150%	$MÁXIMO(0,15\%; 0,25 f_{ctm} / f_{yk})$
$A_{s,min}$	3,00	cm ² $(A_{s,min}/(bh))bh$
A_s	3,00	cm ² $MÁXIMO(A_{s,cal}; A_{s,min})$
ρ	0,214%	$A_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL DE COMPRESSÃO

ϵ'_s	0,017%	$\epsilon_{cu}(x_{lim} - d'')/x_{lim}$
σ'_s	3,50	kN/cm ² $SE(\epsilon'_s \leq \epsilon_{sd}; E_s \epsilon'_s; f_{yd})$
ΔM_d	0,0	kNm $MÁXIMO(M_d - M_{d,lim}; 0)$
A'_s	0,00	cm ² $\Delta M_d / (\sigma'_s (d - d''))$
ρ'	0,000%	$A'_s/(bd)$

ARMADURA LONGITUDINAL TOTAL

$A_{s,max}/(bh)$	4,0%	
$(A_s + A'_s)/(bh)$	0,15%	$(A_s + A'_s)/(bh)$
ρ/ρ_{max}	0,04	✓

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 6,90 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face interna e externa) de $\varnothing 10.0$ c/15 que equivale a 5,33 cm²/m em cada face.

18. DIMENSIONAMENTO – BLOCOS DE ANCORAGEM

18.1. CONSIDERAÇÕES DE PROJETO

As tubulações se encontram enterradas com uma camada de mínima de 0,80 m de solo compactado sobre o bloco. Para evitar que o bloco se movimente a força de atrito estático tem que ser maior do que a força imposta pela pressão na tubulação. O esforço normal N será composta pelo peso do bloco de ancoragem e a camada de solo sobre o bloco. Ainda contribui para evitar o movimento do bloco o empuxo passivo do solo, porém este item não será levado em consideração, pois não temos parâmetros geotécnicos.

Conforme projeto hidráulico será considerado:

- Pressão na rede 60 mca = 6,00 kgf/cm².
- Diâmetro nominal 200mm.
- Atrito estático do solo 0,40.

a) Força na tubulação

$$F = \frac{\pi D^2}{4} p$$

$$F = \frac{\pi \times 20^2}{4} \times 6,0 = 1884,96 \text{ kgf} = 18,85 \text{ kN}$$

18.2. BLOCOS PARA CURVA HORIZONTAL 22,5°

Nos blocos temos a inflexão de 22,5°, logo o empuxo será:

$$R_y = F \sin \theta = 18,85 \times \sin 22,5^\circ = 7,21 \text{ kN}$$

Para que o bloco não se mova a equação abaixo deve ser obedecida

$$R_y \leq \mu_e \cdot N$$

$$N = P_{\text{Bloco}} + P_{\text{solo}} = A \gamma_c h_c + A \gamma_s h_s$$

$$R_y \leq \mu_e \cdot A (\gamma_c h_c + \gamma_s h_s)$$

$$A_{\text{bloco}} \geq \frac{R_y}{\mu_e \cdot (\gamma_c h_c + \gamma_s h_s)}$$

Considerando:

$$R_y = 7,21 \text{ kN}$$

$$\mu_e = 0,40$$

$$\gamma_c = 25,00 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_s = 18,00 \text{ kN/m}^3$$

$$h_c = 0,60 \text{ m}$$

$$h_s = 0,80 \text{ m}$$

Logo;

$$A_{bloco} \geq \frac{7,21}{0,40(25 \times 0,6 + 18 \times 0,80)} = 0,61 \text{ m}^2$$

18.3. BLOCOS PARA CURVA HORIZONTAL 45°

18.4. BLOCOS PARA CURVA HORIZONTAL 90°

1. ANEXOS**1.1. RELAÇÃO DE DESENHOS – VOLUME 2**

ITEM	Nº CESAN	Nº ENGESOLO	TÍTULO
01	B-013-000-00-4-MC-0001	SA_PR064_15_RE_11_084_001_A	AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES VOLUME I - PROJETO ESTRUTURAL - TOMO A MEMORIAL DE CÁLCULO - ESTRUTURAS DE CONCRETO
02	B-013-000-40-4-XX-0003	SA_PR064_15_DE_11_084_001_A	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - ADENSADOR DE LODO E LEITO DE SECAGEM FORMA E ARMAÇÃO
03	B-013-000-40-4-XX-0004	SA_PR064_15_DE_11_084_002_A	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - BASES DA ETA FORMA E ARMAÇÃO
04	B-013-000-40-4-XX-0005	SA_PR064_15_DE_11_084_013_A	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - TANQUE DE CONTATO 01/03 FORMA
05	B-013-000-40-4-XX-0006	SA_PR064_15_DE_11_084_014_A	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - TANQUE DE CONTATO 02/03 ARMAÇÃO
06	B-013-000-40-4-XX-0007	SA_PR064_15_DE_11_084_015_A	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - TANQUE DE CONTATO 03/03 ARMAÇÃO
07	B-013-000-40-4-XX-0008	SA_PR064_15_DE_11_084_018_A	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - TANQUE DE EQUALIZAÇÃO 01/02 FORMA
08	B-013-000-40-4-XX-0009	SA_PR064_15_DE_11_084_019_A	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - TANQUE DE EQUALIZAÇÃO 02/02 ARMAÇÃO
09	B-013-000-40-4-XX-0010	SA_PR064_15_DE_11_084_021_A	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE MACROMEDIÇÃO DA ETA 01/02 FORMA E ARMAÇÃO
10	B-013-000-40-4-XX-0011	SA_PR064_15_DE_11_084_024_A	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE MACROMEDIÇÃO DA ETA 02/02 FORMA E ARMAÇÃO
11	B-013-000-70-4-XX-0001	SA_PR064_15_DE_11_084_007_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - CAIXAS DE MANOBRA E REGISTRO 01/03 FORMA
12	B-013-000-70-4-XX-0002	SA_PR064_15_DE_11_084_008_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - CAIXAS DE MANOBRA E REGISTRO 02/03 ARMAÇÃO
13	B-013-000-70-4-XX-0003	SA_PR064_15_DE_11_084_009_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - CAIXAS DE MANOBRA E REGISTRO 03/03 ARMAÇÃO
14	B-013-000-70-4-XX-0004	SA_PR064_15_DE_11_084_010_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - RESERVATÓRIO 300M³ 01/03 FORMA

ITEM	Nº CESAN	Nº ENGESOLO	TÍTULO
15	B-013-000-70-4-XX-0005	SA_PR064_15_DE_11_084_011_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - RESERVATÓRIO 300M³ 02/03 ARMAÇÃO
16	B-013-000-70-4-XX-0006	SA_PR064_15_DE_11_084_012_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - RESERVATÓRIO 300M³ 03/03 ARMAÇÃO
17	B-013-000-70-4-XX-0007	SA_PR064_15_DE_11_084_016_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - RESERVATÓRIO ELEVADO 01/02 FORMA
18	B-013-000-70-4-XX-0008	SA_PR064_15_DE_11_084_017_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - RESERVATÓRIO ELEVADO 02/02 ARMAÇÃO
19	B-013-000-70-4-XX-0009	SA_PR064_15_DE_11_084_020_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE MACROMEDIÇÃO 01 E 02 01/03 FORMA E ARMAÇÃO
20	B-013-000-70-4-XX-0011	SA_PR064_15_DE_11_084_023_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE MACROMEDIÇÃO 01 E 02 02/03 ARMAÇÃO
21	B-013-000-70-4-XX-0012	SA_PR064_15_DE_11_084_025_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE MACROMEDIÇÃO 01 E 02 03/03 ARMAÇÃO
22	B-013-000-40-4-MC-0001	SA_PR064_15_RE_11_084_002_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ÁGUA DOCE DO NORTE VOLUME II - PROJETO ESTRUTURAL MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL
23	B-013-000-10-4-XX-0001	SA_PR064_15_DE_11_084_003_A	CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL 01/04 FORMA
24	B-013-000-10-4-XX-0002	SA_PR064_15_DE_11_084_004_A	CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL 02/04 FORMA E ARMAÇÃO
25	B-013-000-10-4-XX-0003	SA_PR064_15_DE_11_084_005_A	CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL 03/04 ARMAÇÃO
26	B-013-000-10-4-XX-0004	SA_PR064_15_DE_11_084_006_A	CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL 04/04 ARMAÇÃO
27	B-013-000-40-4-XX-0012	SA_PR064_15_RE_11_084_026_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - CASA DE QUIMICA LOCAÇÃO DA FUNDAÇÃO – FORMA E ARMAÇÃO
28	B-013-000-40-4-XX-0013	SA_PR064_15_RE_11_084_027_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - CASA DE QUIMICA PLANTAS – FORMA
29	B-013-000-40-4-XX-0014	SA_PR064_15_RE_11_084_028_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - CASA DE QUIMICA CORTES E ESCADA 1 E 2 – FORMA E ARMAÇÃO
30	B-013-000-40-4-XX-0015	SA_PR064_15_RE_11_084_029_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - CASA DE QUIMICA LAJES – ARMAÇÃO
31	B-013-000-40-4-XX-0016	SA_PR064_15_RE_11_084_030_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - CASA DE QUIMICA PILARES E VIGAS EL +246,30 1/2 – ARMAÇÃO
32	B-013-000-40-4-XX-0017	SA_PR064_15_RE_11_084_031_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - CASA DE QUIMICA

ITEM	Nº CESAN	Nº ENGESOLO	TÍTULO
			VIGAS EL +246,30 2/2 E VIGAS EL. +250,20 1/2 - ARMAÇÃO
33	B-013-000-40-4-XX-0018	SA_PR064_15_RE_11_084_032_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - CASA DE QUIMICA VIGAS EL +250,20 2/2, VIGAS EL. +251,70 E VIGAS EL. +254,00 – ARMAÇÃO
34	B-013-000-40-4-XX-0019	SA_PR064_15_RE_11_084_033_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - CASA DE QUIMICA ESCADA 3 E 4 – FORMA E ARMAÇÃO
35	B-013-000-40-4-XX-0020	SA_PR064_15_RE_11_084_034_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - ARMAZENAMENTO DE HIPOCLORITO PLANTAS, CORTES E VISTAS - FORMA E ARMAÇÃO
36	B-013-000-40-4-XX-0021	SA_PR064_15_RE_11_084_035_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - SALA DE CLORAÇÃO PLANTAS, CORTES, FUNDAÇÃO, PILARES E VIGAS – FORMA E ARMAÇÃO
37	B-013-000-40-4-XX-0022	SA_PR064_15_RE_11_084_036_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - TANQUE DE CONTATO PLANTAS, CORTES, LAJES E PAREDES – FORMA E ARMAÇÃO
38	B-013-000-40-4-XX-0023	SA_PR064_15_RE_11_084_037_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - TANQUE DE SULFATO E FLUOR PLANTAS E CORTES – FORMA
39	B-013-000-40-4-XX-0024	SA_PR064_15_RE_11_084_038_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - TANQUE DE SULFATO E FLUOR FUNDO, PAREDES, PILARES E VIGAS - ARMAÇÃO
40	B-013-000-40-4-XX-0025	SA_PR064_15_RE_11_084_039_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - BASE DA ETA COMPACTA LOCAÇÃO DA FUNDAÇÃO E BLOCOS – FORMA E ARMAÇÃO
41	B-013-000-40-4-XX-0026	SA_PR064_15_RE_11_084_040_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - BASE DA ETA COMPACTA PLANTA BAIXA 1/2 – FORMAS
42	B-013-000-40-4-XX-0027	SA_PR064_15_RE_11_084_041_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - BASE DA ETA COMPACTA PLANTA BAIXA 2/2 – FORMAS
43	B-013-000-40-4-XX-0028	SA_PR064_15_RE_11_084_042_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - BASE DA ETA COMPACTA CORTES E LAJE DE FUNDO – FORMA E ARMAÇÃO
44	B-013-000-40-4-XX-0029	SA_PR064_15_RE_11_084_043_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - BASE DA ETA COMPACTA PAREDES – ARMAÇÃO
45	B-013-000-40-4-XX-0030	SA_PR064_15_RE_11_084_044_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - BASE DA ETA COMPACTA BASES – ARMAÇÃO
46	B-013-000-40-4-XX-0031	SA_PR064_15_RE_11_084_045_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - COBERTURA METÁLICA DA ETA COMPACTA PLANO DE BASES, DETALHE DAS BASES

ITEM	Nº CESAN	Nº ENGESOLO	TÍTULO
47	B-013-000-40-4-XX-0032	SA_PR064_15_RE_11_084_046_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - COBERTURA METÁLICA DA ETA COMPACTA PLANO DAS VIGAS, CONTRAVENTAMENTO DO FLANGE SUPERIOR E DETALHES
48	B-013-000-40-4-XX-0033	SA_PR064_15_RE_11_084_047_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - COBERTURA METÁLICA DA ETA COMPACTA PLANO DAS TERÇAS, ELEVÇÃO DOS EIXOS E DETALHES
49	B-013-000-40-4-XX-0034	SA_PR064_15_RE_11_084_048_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - COBERTURA METÁLICA DA ETA COMPACTA ELEVÇÃO DAS FILAS E DETALHES
50	B-013-000-40-4-XX-0035	SA_PR064_15_RE_11_084_049_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE DESCARGA ETA PLANTAS, CORTES E VISTAS - FORMA E ARMAÇÃO
51	B-013-000-40-4-XX-0036	SA_PR064_15_RE_11_084_050_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE MACROMEDICÃO PLANTAS, CORTES E VISTAS - FORMA E ARMAÇÃO
52	B-013-000-40-4-XX-0037	SA_PR064_15_RE_11_084_051_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - SUPORTES LOCAÇÃO, PLANTA E CORTES – FORMA E ARMAÇÃO
53	B-013-000-40-4-XX-0038	SA_PR064_15_RE_11_084_052_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - ADENSADOR DE LODO UTR PLANTA E CORTES – FORMA E ARMAÇÃO
54	B-013-000-40-4-XX-0039	SA_PR064_15_RE_11_084_053_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - ADENSADOR DE LODO UTR CAIXAS DE SAÍDA – PLANTA, CORTES E VISTAS - FORMA E ARMAÇÃO
55	B-013-000-40-4-XX-0040	SA_PR064_15_RE_11_084_054_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE DESCARGA UTR PLANTAS, CORTES E VISTAS - FORMA E ARMAÇÃO
56	B-013-000-40-4-XX-0041	SA_PR064_15_RE_11_084_055_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - ELEVATORIA CLARIFICAÇÃO UTR PLANTAS, CORTES E VISTAS - FORMA E ARMAÇÃO
57	B-013-000-40-4-XX-0042	SA_PR064_15_RE_11_084_056_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - ELEVATORIA DE LODO ADENSADO UTR PLANTAS E CORTES – FORMA
58	B-013-000-40-4-XX-0043	SA_PR064_15_RE_11_084_057_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - ELEVATORIA DE LODO ADENSADO UTR FUNDAÇÃO, PILARES, LAJES E VIGAS – ARMAÇÃO
59	B-013-000-40-4-XX-0044	SA_PR064_15_RE_11_084_058_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - LEITO DE SECAGEM UTR PLANTAS – FORMA
60	B-013-000-40-4-XX-0045	SA_PR064_15_RE_11_084_059_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - LEITO DE SECAGEM UTR CORTES E LAJE DE FUNDO – FORMA E ARMAÇÃO

ITEM	Nº CESAN	Nº ENGESOLO	TÍTULO
61	B-013-000-40-4-XX-0046	SA_PR064_15_RE_11_084_060_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO ESTRUTURAL - LEITO DE SECAGEM UTR PAREDES E RAMPAS - ARMAÇÃO
62	B-013-000-40-4-XX-0047	SA_PR064_15_RE_11_084_061_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÕES - PLATÔ DA UTR PLANTA DE LOCAÇÃO
63	B-013-000-40-4-XX-0048	SA_PR064_15_RE_11_084_062_A	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DUAS BOCAS PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÕES - PLATÔ DA UTR MUROS DE CONTENÇÕES - SEÇÕES TÍPICAS
64	B-013-000-40-4-XX-0049	SA_PR064_15_RE_11_084_081_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PROJETO ESTRUTURAL - UTR LEITOS DE SECAGEM 1/2 COBERTURA METÁLICA - PLANO DE BASES E DETALHES
65	B-013-000-40-4-XX-0050	SA_PR064_15_RE_11_084_082_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PROJETO ESTRUTURAL - UTR LEITOS DE SECAGEM 1/2 COBERTURA METÁLICA - CONTRAVENTAMENTO, PLANO DAS TERÇAS E DETALHES
66	B-013-000-40-4-XX-0051	SA_PR064_15_RE_11_084_083_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PROJETO ESTRUTURAL - UTR LEITOS DE SECAGEM 1/2 COBERTURA METÁLICA - ELEVÇÃO DAS FILAS, CONJUNTO TRELIÇA E DETALHES
67	B-013-000-40-4-XX-0052	SA_PR064_15_RE_11_084_085_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DO MACROMEDIDOR - RAP / EAT PLANTAS, CORTES E VISTAS - FORMA E ARMAÇÃO
68	B-013-000-40-4-XX-0053	SA_PR064_15_RE_11_084_086_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DO MACROMEDIDOR - RAP MONTE ARARAT PLANTAS, CORTES E VISTAS - FORMA E ARMAÇÃO
69	B-013-000-60-4-XX-0001	SA_PR064_15_RE_11_084_063_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - BOOSTER AAT PROJETO ESTRUTURAL – BOOSTER - PLANTA E CORTES – FORMA
70	B-013-000-60-4-XX-0002	SA_PR064_15_RE_11_084_064_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - BOOSTER AAT PROJETO ESTRUTURAL - BOOSTER - PLANTA, CORTES E VISTA – ARMAÇÃO
71	B-013-000-50-4-XX-0003	SA_PR064_15_RE_11_084_065_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE DESCARGA 1 PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
72	B-013-000-50-4-XX-0004	SA_PR064_15_RE_11_084_066_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE DESCARGA 2 PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
73	B-013-000-50-4-XX-0005	SA_PR064_15_RE_11_084_067_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE VENTOSA 1 PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
74	B-013-000-50-4-XX-0006	SA_PR064_15_RE_11_084_068_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE

ITEM	Nº CESAN	Nº ENGESOLO	TÍTULO
			VENTOSA 1 PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
75	B-013-000-50-4-XX-0007	SA_PR064_15_RE_11_084_069_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE VENTOSA 1 PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
76	B-013-000-50-4-XX-0008	SA_PR064_15_RE_11_084_070_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA PROJETO ESTRUTURAL - TRAVESSIA CAIXA DE DESCARGA - PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
77	B-013-000-50-4-XX-0009	SA_PR064_15_RE_11_084_071_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA PROJETO ESTRUTURAL - TRAVESSIA CAIXA DE VENTOSA - PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
78	B-013-000-50-4-XX-0010	SA_PR064_15_RE_11_084_084_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA PROJETO ESTRUTURAL - BLOCOS DE ANCORAGEM PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
79	B-013-000-70-4-XX-0010	SA_PR064_15_DE_11_084_022_A	RESERVATÓRIO DE ÁGUA DOCE DO NORTE-ES PROJETO ESTRUTURAL - CASA DO BOOSTER FORMA E ARMAÇÃO
80	B-013-000-70-4-XX-0013	SA_PR064_15_RE_11_084_072_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - RESERVATÓRIO PROJETO ESTRUTURAL PLANTA E CORTES - FORMA
81	B-013-000-70-4-XX-0014	SA_PR064_15_RE_11_084_073_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - RESERVATÓRIO PROJETO ESTRUTURAL LAJE DE FUNDO E DETALHES - ARMAÇÃO
82	B-013-000-70-4-XX-0015	SA_PR064_15_RE_11_084_074_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - RESERVATÓRIO PROJETO ESTRUTURAL LAJE DE TOPO E PAREDES - ARMAÇÃO
83	B-013-000-70-4-XX-0016	SA_PR064_15_RE_11_084_075_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - RESERVATÓRIO PROJETO ESTRUTURAL CAIXA DE MACROMEDICÇÃO - PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
84	B-013-000-70-4-XX-0017	SA_PR064_15_RE_11_084_076_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - RESERVATÓRIO PROJETO ESTRUTURAL CAIXA DE MANOBRA 1 - PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
85	B-013-000-70-4-XX-0018	SA_PR064_15_RE_11_084_077_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - RESERVATÓRIO PROJETO ESTRUTURAL CAIXAS DE REGISTRO 1 E 2 - PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
86	B-013-000-70-4-XX-0019	SA_PR064_15_RE_11_084_078_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - RESERVATÓRIO PROJETO ESTRUTURAL ESTRUTURAS DE CONTENÇÕES - LOCAÇÃO, FORMA E ARMAÇÃO
87	B-013-000-80-4-XX-0001	SA_PR064_15_RE_11_084_079_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - REDE DE DISTRIBUIÇÃO PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE VENTOSA E DESCARGA PARA ÁGUA CAIXA DE DESCARGA 2-5-6 - PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
88	B-013-000-80-4-XX-0002	SA_PR064_15_RE_11_084_080_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - REDE DE DISTRIBUIÇÃO PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE VENTOSA E DESCARGA PARA ÁGUA CAIXA DE DESCARGA 7-8 - PLANTA E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
89	B-013-000-80-4-XX-0003	SA_PR064_15_RE_11_084_087_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - REDE DE DISTRIBUIÇÃO PROJETO ESTRUTURAL - BOOSTER

ITEM	Nº CESAN	Nº ENGESOLO	TÍTULO
			VILA AUGUSTO PLANTAS E CORTES - FORMA E ARMAÇÃO
90	B-013-000-80-4-XX-0004	SA_PR064_15_RE_11_084_088_A	S.A.A. DE ÁGUA DOCE DO NORTE - REDE DE DISTRIBUIÇÃO PROJETO ESTRUTURAL - CAIXA DE DESCARGA TRAVESSIA 01 LOCAÇÃO, PLANTAS, CORTES E VISTAS - FORMA E ARMAÇÃO