







Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE04004	
			Nº CONTRATADA EX-51414	PÁGINA 1/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA N044500-C-1MC002	REV. 1

[illegible]



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	2/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			

SUMÁRIO

ITEM	DESCRIÇÃO	PÁGINA
1.0	OBJETIVO DO MEMORIAL	4
2.0	DESCRIÇÃO DO PROJETO	4
3.0	NORMAS, MATERIAIS E SOFTWARES	6
4.0	AÇÕES E COMBINAÇÕES DE AÇÕES	7
4.1	PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA	7
4.2	PESO DE REVESTIMENTO	7
4.3	AÇÕES DEVIDO AO PESO DE EQUIPAMENTOS	7
4.4	SOBRECARGA OPERACIONAL	7
4.5	SOBRECARGA DE REAÇÃO DE SOLO SOBRE A LAJE	7
4.6	SUBPRESSÃO DE ÁGUA	8
4.7	AÇÃO DO VENTO	8
4.8	COMBINAÇÕES DE AÇÕES	8
5.0	MARCHA DE CÁLCULO	9
5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	9
5.2	MATERIAIS	10
5.2.1	CONCRETOS	10
5.2.2	AÇOS POR ELEMENTO	10
5.3	VERIFICAÇÃO GEOTÉCNICA PRELIMINAR	10
5.3.1	VERIFICAÇÃO DO RADIER	11
6.0	ANÁLISE DE DEFORMAÇÕES	16
6.1	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	16

Código:	FM-ENG-002					
Nº da revisão:	01					
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana					
Aprovador:	Christiano Barros					
Data da aprovação:	25/09/2020					
Periodicidade da revisão:	Anual					
Classificação:	Público					
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE04004			
			Nº CONTRATADA EX-51414		PÁGINA 3/18	
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA N044500-C-1MC002		REV. 1	

7.0	MODELO ANALÍTICO	17
8.0	CONCLUSÕES	17
9.0	ANEXO	18
9.1	LISTA QUANTITATIVOS DE MATERIAL	18

Código:	FM-ENG-002					
Nº da revisão:	01					
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana					
Aprovador:	Christiano Barros					
Data da aprovação:	25/09/2020					
Periodicidade da revisão:	Anual					
Classificação:	Público					
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE04004			
			Nº CONTRATADA EX-51414		PÁGINA 4/18	
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA N044500-C-1MC002		REV. 1	

1.0 OBJETIVO DO MEMORIAL

Este memorial de cálculo tem como objetivo apresentar o dimensionamento estrutural da fundação da **ETA** (Estação de Tratamento de Água), a ser implantada, no povoado de Degredo, no município de Linhares – ES.

2.0 DESCRIÇÃO DO PROJETO

Trata-se de uma estrutura de fundação em radier, em concreto armado convencional, com dimensões em planta de 6,15 m x 5,40 m e altura variável, assente diretamente sobre o solo. Em atendimento à norma **ABNT NBR-6118:2014**, as estruturas foram dimensionadas em concreto estrutural classe **C30**, considerando **CAA - II**. O cobrimento adotado foi 4,00 cm para todos os elementos estruturais. As figuras 2.1 @ 2.3 apresentam a geometria da estrutura.

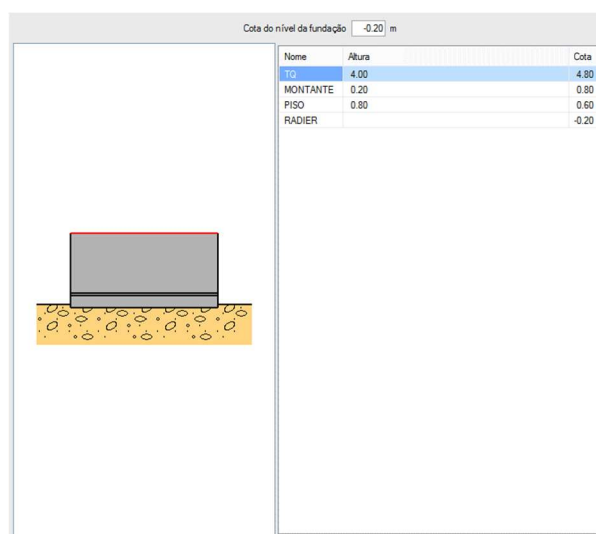




Figura 2.1 – Distribuição de pisos da Estação de Tratamento de água.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	5/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			

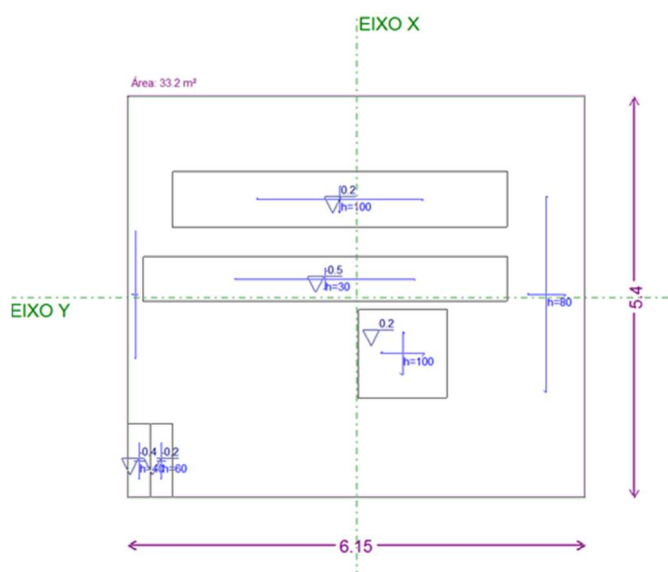


Figura 2.2 – Croquis da Estação de Tratamento de água.

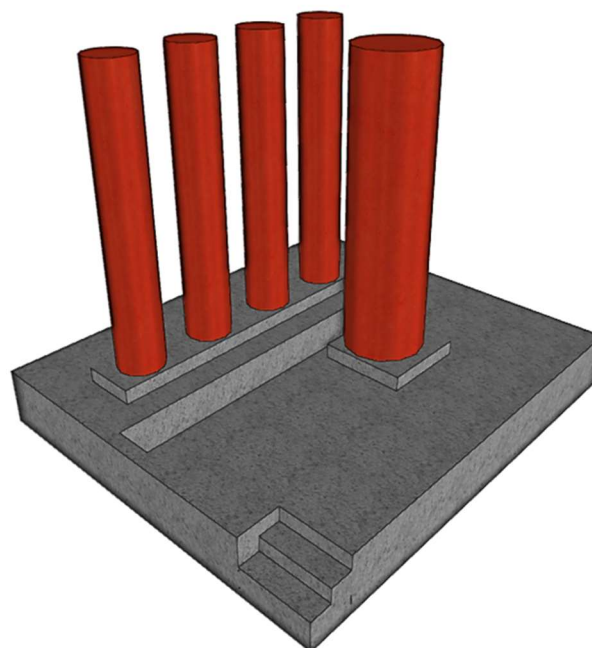




Figura 2.3 – Perspectiva da Estação de Tratamento de água.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	6/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			

3.0 NORMAS, MATERIAIS E SOFTWARES

Normas brasileiras



- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 6118:2019** – Projeto de Estruturas de Concreto;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 6122:2019** – Projeto e Execução de Fundações;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 8681:2004** – Ações e Segurança nas Estruturas;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 7480:2007** – Barras e Fios de Aço Destinados a Armadura para Concreto Armado;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 14931:2004** – Execução de Estruturas de Concreto.

Bibliografia complementar

- ✓ Tratado de Concreto Armado – A. Guerrin;
- ✓ Hormigón Armado – P. Jimenez Montoya;
- ✓ Concreto Armado – José Carlos Sussekund;
- ✓ Foundation analysis and design – J.E. Bowles;
- ✓ Mecânica dos Solos e Suas Aplicações – Homero Pinto Caputo.

Materiais

- ✓ Concreto estrutural, com resistência característica $f_{ck} \geq 30,00$ MPa e $E_{ci} = 31,00$ GPa; Peso Específico do Concreto: $25,00 \text{ kN/m}^3$; Classe de Agressividade Ambiental II, Agressividade Moderada, Ambiente Tipo Urbana, com abertura de fissuras $w_k \leq 0,30$ mm para região seca e $w_k \leq 0,10$ mm região submersa (**NBR 6118:2014**, Tabelas 6.1 e 13.4);
- ✓ Aço estrutural CA-50 com resistência característica $f_{yk} \geq 500,00$ MPa.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	7/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			

Softwares

- ✓ Planilhas de Excel;
- ✓ Cypecad v2021.b.
- ✓ MsCalc. v14.26.

4.0 AÇÕES E COMBINAÇÕES DE AÇÕES

4.1 PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA

As ações gravitacionais foram calculadas considerando-se peso específico do concreto $25,00 \text{ kN/m}^3$.

4.2 PESO DE REVESTIMENTO

As ações gravitacionais foram calculadas considerando-se peso de revestimento de $2,50 \text{ kN/m}^2$.

4.3 AÇÕES DEVIDO AO PESO DE EQUIPAMENTOS



Sobre o radier foi considerada sobrecarga devida ao peso de equipamentos de $40,00 \text{ kN/m}^2$, contemplando o peso próprio dos equipamentos bem como seu conteúdo.

4.4 SOBRECARGA OPERACIONAL

Sobre o piso considerou-se sobrecarga operacional de $5,00 \text{ kN/m}^2$.

4.5 SOBRECARGA DE REAÇÃO DE SOLO SOBRE A LAJE

As ações gravíticas devidas à reação do solo sobre a laje foram calculadas considerando-se uma tensão dada por $\sigma_a = 5,00 \text{ kN/m}^2$, aplicadas no sentido antigravitacional, perpendicularmente ao plano da laje.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	8/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			

4.6 SUBPRESSÃO DE ÁGUA

As ações gravíticas devidas à elevação do nível do lençol freático sobre a laje foram calculadas considerando-se uma tensão, dada por $\sigma_{\text{sub}} = 5,00 \text{ kN/m}^2$, aplicadas no sentido antigravitacional, perpendicularmente ao plano da laje.

4.7 AÇÃO DO VENTO

As ações de vento serão calculadas automaticamente pelo software, considerando-se velocidade básica de vento de 35,00 m/s.

4.8 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

Foram consideradas as combinações de ações indicadas na norma **ABNT NBR-8681:2004**.



▪ E.L.U. Concreto

ABNT NBR 6118:2014(ELU)

	Situação 1			
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.400	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.400	1.000	0.700

E.L.Util Fissuração. Concreto: ABNT NBR 6118:2014

	Situação 1			
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.600	0.400

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	9/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			

▪ Tensões sobre o terreno

Ações características

Ações variáveis sem sismo		
Coeficientes parciais de segurança (γ)		
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

▪ Deslocamentos

Ações características

Ações variáveis sem sismo		
Coeficientes parciais de segurança (γ)		
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000



▪ Nomes das ações

PP	Peso próprio
CP	Cargas permanentes
Qa	Sobrecarga
SC-OPER	SOBRECARGA OPERACIONAL
Sc-SUB	SOBREPRESSÃO
SC-EQUIP	SOBRECARGA DE EQUIPAMENTO
V(+X)	Vento +X
V(-X)	Vento -X
V(+Y)	Vento +Y
V(-Y)	Vento -Y

5.0 MARCHA DE CÁLCULO

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As análises estruturais foram realizadas através do software *Cypecad v2021.b*, baseadas no Método dos Elementos Finitos, considerando o atendimento aos estados limites. As paredes e lajes foram verificados aos esforços normais, cortantes e momentos fletores, conforme **ABNT NBR-6118:2014**. O radier de fundação foi verificado aos momentos fletores e esforços cortantes, conforme **ABNT NBR-6118:2014**. Estas foram analisadas

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	10/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			

também quanto ao tombamento, deslizamento e tensões máximas aplicadas ao solo. Nestas análises, se permitiu descolamento de $\frac{1}{3}$ da área total da sapata para combinações de ações com a presença de ações variáveis.

As verificações estruturais foram realizadas considerando o método dos estados limites e o modelo escolhido atendeu aos estados limites últimos e conduziu à deformações que atendem ao estado limite de serviços. A rotina apresentada a seguir, diz respeito à opção escolhida no intuito de simplificar a presente memória de cálculo.

5.2 MATERIAIS

5.2.1 CONCRETOS



Elemento	Concreto	f_{ck} (kgf/cm ²)	g_c	Agregado		E_c (kgf/cm ²)
				Natureza	Tamanho máximo (mm)	
Todos	C30, con.desfav.	306	1.54	Gnaisse	15	273578

5.2.2 AÇOS POR ELEMENTO

Elemento	Aço	f_{yk} (kgf/cm ²)	g_s
Todos	CA-50	5097	1.15

5.3 VERIFICAÇÃO GEOTÉCNICA PRELIMINAR

O modelo foi analisado considerando uma avaliação geotécnica expedita, conforme documento nº **N044500-O-1MC002**, desenvolvido pela **PEEX**. A capacidade portante de solo bem como os coeficientes de mola vertical e horizontal foram estimados por correlação semi-empírica com os valores obtidos a partir dos boletins de sondagem, fornecidos pela contratante e apresentados no naquele documento.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	11/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N044500-C-1MC002	1



A partir daquelas informações, considerou-se, para as verificações objeto deste trabalho, a tensão admissível do solo (σ_{adm}) de $400,00 \text{ kN/m}^2 \approx 4,00 \text{ kgf/cm}^2$. Sob as sapatas considerou-se base elástica, com coeficiente de *WINKLER* de $80.000,00 \text{ kN/m}^3$, contemplando o método tabular de *SAFE-MORRISON (1993)* e *CINTRA (2003) et al.*

A capacidade de suporte do material deve ser confirmada por ensaios expeditos de campo, conforme **ABNT NBR-6122:2019**. O solo de apoio das fundações e a sua capacidade de suporte deverão ser confirmadas e aprovadas, “*in loco*”, por profissional habilitado, conforme itens 9.2.1 e A.3 – Anexo A da **ABNT NBR-6122:2019** e caso sejam encontrados valores inferiores a $400,00 \text{ kN/m}^2$, a projetista deverá ser consultada.

5.3.1 VERIFICAÇÃO DO RADIER



O Radier foi verificado aos momentos fletores e esforços cortantes, conforme **ABNT NBR-6118:2014**. As estruturas foram, inicialmente, verificadas visando atender os requisitos de equilíbrio, isto é, deslizamento, tombamento e tensões máximas aplicadas ao solo. Em seguida as tensões atuantes nas sapatas foram avaliadas. Por fim, efetuou-se a verificação estrutural segundo norma **ABNT NBR-8681:2004** - Ações e segurança nas estruturas - Procedimento. Nesta análise, permitiu-se descolamento de até $\frac{1}{3}$ da área e tensões no solo 15% acima da tensão admissível máxima para as combinações de ações envolvendo o vento, conforme prescrições normativas da **ABNT NBR-6120:2019**.

A partir da geometria indicada no item 2 e das ações e combinações descritas no item 4 deste documento, procedeu-se à verificação estrutural do bloco em concreto armado. Na sequência são listadas as verificações efetuadas.



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE04004	
			Nº CONTRATADA EX-51414	PÁGINA 12/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA N044500-C-1MC002	REV. 1

Referências	Geometria	Armadura
TO-F1-F2-F3-F4	Sapata retangular excêntrica Largura inicial X: 300.0 cm Largura inicial Y: 360.0 cm Largura final X: 300.0 cm Largura final Y: 180.0 cm Largura da sapata X: 600.0 cm Largura da sapata Y: 540.0 cm Altura: 100.0 cm	Sup X: 27Ø16c/20 Sup Y: 50Ø12.5c/12 Inf X: 27Ø16c/20 Inf Y: 50Ø12.5c/12



Referência: TO-F1-F2-F3-F4 Dimensões: 600 x 540 x 100 Soldados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø12.5c/12 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø12.5c/12		
Verificação	Valores	Estado
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE</i> - Tensão média em combinações fundamentais: - Tensão máxima em combinações permanentes sem vento: - Tensão máxima em combinações permanentes com vento:	Máximo: 4 kgf/cm² Calculado: 0.384 kgf/cm² Máximo: 4 kgf/cm² Calculado: 0.446 kgf/cm² Máximo: 4.6 kgf/cm² Calculado: 0.479 kgf/cm²	Passa Passa Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i> - Na direção X: - Na direção Y:	Reserva segurança: 2116.4 % Reserva segurança: 957.2 %	Passa Passa
Deslizamento da sapata: - Combinações fundamentais: <i>Recomendação do livro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 16.83	Passa
Flexão na sapata: - Na direção X: - Na direção Y:	Momento: 14.71 t·m Momento: 13.29 t·m	Passa Passa
Cortante na sapata: - Na direção X:	Cortante: 1.49 t	Passa

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	13/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			



Referência: TO-F1-F2-F3-F4		
Dimensões: 600 x 540 x 100		
Soldados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø12.5c/12 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø12.5c/12		
Verificação	Valores	Estado
- Na direção Y:	Cortante: 2.62 t	Passa
Compressão oblíqua na sapata:		
- Combinações fundamentais:		
<i>Critério da CYPE</i>	Máximo: 595.73 t/m² Calculado: 0.41 t/m²	Passa
Altura mínima:		
<i>Critério da CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 100 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação:		
- TO:	Mínimo: 0 cm Calculado: 94 cm	Passa
- F1:	Calculado: 94 cm	Passa
- F2:	Calculado: 94 cm	Passa
- F3:	Calculado: 94 cm	Passa
- F4:	Calculado: 94 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima:		
<i>Critério da CYPE</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura superior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura superior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Quantia mínima necessária por flexão:		
<i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.0011	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.0011	Passa
- Armadura superior direção X:	Calculado: 0.0011	Passa
- Armadura superior direção Y:	Calculado: 0.0011	Passa
Diâmetro mínimo das barras:		
<i>Critério da CYPE</i>	Mínimo: 10 mm	
- Malha inferior:	Calculado: 12.5 mm	Passa
- Malha superior:	Calculado: 12.5 mm	Passa

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	14/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			

Referência: TO-F1-F2-F3-F4		
Dimensões: 600 x 540 x 100		
Soldados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø12.5c/12 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø12.5c/12		
Verificação	Valores	Estado
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 12 cm	Passa
- Armadura superior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura superior direção Y:	Calculado: 12 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 12 cm	Passa
- Armadura superior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura superior direção Y:	Calculado: 12 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 18 cm Calculado: 215 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para eq:	Mínimo: 18 cm Calculado: 213 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 14 cm Calculado: 92 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 14 cm Calculado: 199 cm	Passa
- Armadura sup. direção X para dir:	Mínimo: 25 cm Calculado: 61 cm	Passa
- Armadura sup. direção X para eq:	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Passa
- Armadura sup. direção Y para cima:	Mínimo: 20 cm Calculado: 98 cm	Passa
- Armadura sup. direção Y para baixo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 97 cm	Passa

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	15/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			

Referência: TO-F1-F2-F3-F4		
Dimensões: 600 x 540 x 100		
Soldados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø12.5c/12 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø12.5c/12		
Verificação	Valores	Estado
Comprimento mínimo das dobras:		
- Armadura inf. direção X para dir:	Mínimo: 18 cm Calculado: 18 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 18 cm Calculado: 18 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 14 cm Calculado: 14 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 14 cm Calculado: 14 cm	Passa
- Armadura sup. direção X para dir:	Mínimo: 18 cm Calculado: 25 cm	Passa
- Armadura sup. direção X para esq:	Mínimo: 18 cm Calculado: 25 cm	Passa
- Armadura sup. direção Y para cima:	Mínimo: 14 cm Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura sup. direção Y para baixo:	Mínimo: 14 cm Calculado: 20 cm	Passa
Abertura de fissuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0 mm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0 mm	Passa
- Armadura superior direção X:	Calculado: 0 mm	Passa
- Armadura superior direção Y:	Calculado: 0 mm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Informação adicional:		
- Sapata do tipo rígido (Critério da CYPE) - Deslizamento da sapata - Combinações fundamentais: Resistência frente ao deslizamento: 32.92 t, Força que produz deslizamento: 1.96 t, Força Axial simultânea: 89.55 t, Área comprimida da sapata: 32.4 m² (100 %) - Relação ruptura desfavorável (Na direção X): 0.08 - Relação ruptura desfavorável (Na direção Y): 0.06 - Cortante de esgotamento (Na direção X): 233.88 t - Cortante de esgotamento (Na direção Y): 260.02 t		

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	16/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			

6.0 ANÁLISE DE DEFORMAÇÕES

6.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A seguir são apresentados os principais resultados obtidos para a estrutura do reservatório apoiado.

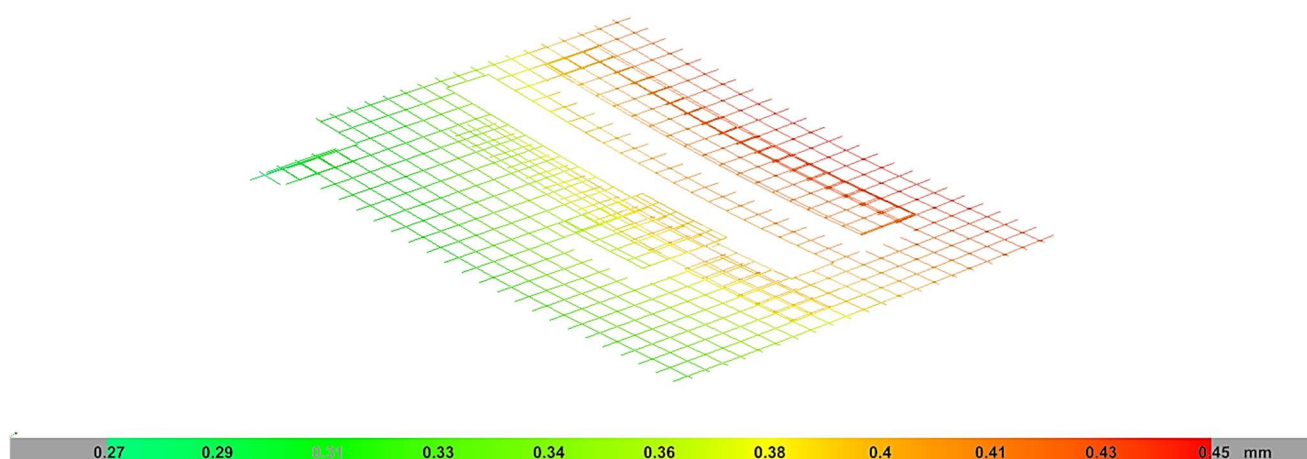




Figura 6.1 – Envoltória de deformações.

Valores admissíveis de acordo com a norma **ABNT NBR-6118:2014**:

Na **ABNT NBR-6122:2019** os recalques admissíveis de fundações superficiais são da ordem de 25,00 mm, considerando que o embutimento da fundação em solos granulares é $D \leq 1,00$ m. Os valores calculados de recalque imediato e ao longo do tempo e a distorção angular, acima evidenciados, atendem às prescrições da **ABNT NBR-6122:2019** e aos limites de Bjerrum.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE04004	
			Nº CONTRATADA EX-51414	PÁGINA 17/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA N044500-C-1MC002	REV. 1

7.0 MODELO ANALÍTICO

Na figura 7.1 é apresentado o modelo analítico desenvolvido para avaliação dos elementos estruturais.

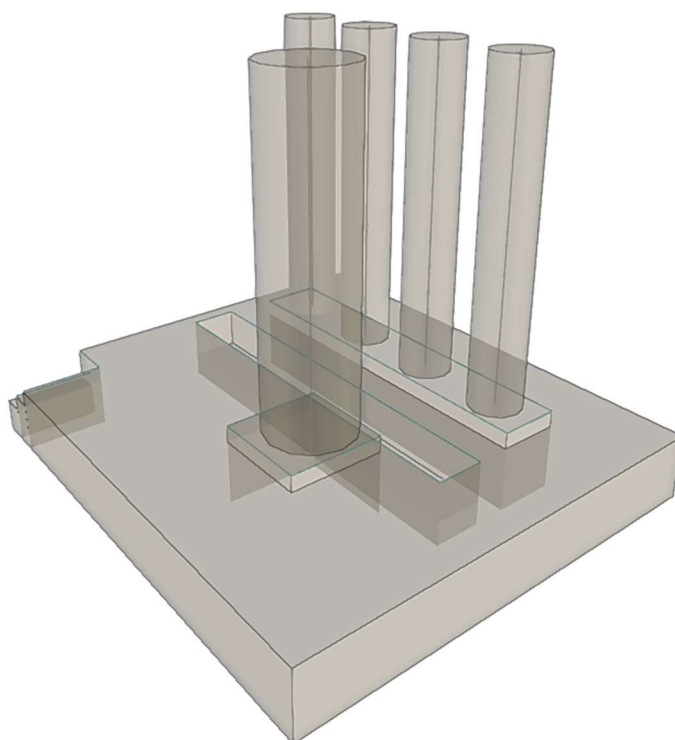




Figura 7.1 – Modelo da Estação de Tratamento de água.

8.0 CONCLUSÕES

A partir da geometria indicada no item 2 e das ações descritas no item 4, procedeu-se no item 5 deste documento ao dimensionamento das estruturas de fundação, em concreto armado, da estação de tratamento de água, a ser implantado, na **ETA** de Degredo. Pode-se observar que todos os critérios relacionados aos estados limites dos elementos estruturais

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51414	18/18
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-C-1MC002	1			

foram atendidos, desta forma o dimensionamento estrutural atende aos requisitos das normas vigentes, s.m.j.

Ressalta-se, também, que as análises consideram informações tabeladas, pela ausência de estudos geotécnicos laboratoriais e apresentam valores aproximados em condições drenadas de mobilização. A capacidade de suporte do solo deve ser confirmada “*in loco*”, por profissional habilitado, através de ensaios expeditos de campo, conforme **ABNT NBR-6122:2019 – Anexo A / item A.3** e caso sejam encontrados valores inferiores a 400,00 kN/m², a projetista deverá ser consultada.

9.0 ANEXO

9.1 LISTA QUANTITATIVOS DE MATERIAL

Total obra

Elemento	Fôrmas (m ²)	Superfície (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)	Laminado (kg)
Lajes de fundação	-	33.20	25.870	1719	-
Vigas	28.19	0.01	-	-	-
Pilares	-	-	-	-	3601
Total	-	33.21	25.870	1719	3601
Índices (por m²)	-	-	0.729	48.44	101.47
Superfície total: 35.49 m²					