



CONTRATO 174/2015
AS N°017/2018

MUNICÍPIO DE VENDA NOVA DO IMIGRANTE

**AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE VENDA
NOVA DO IMIGRANTE
BAIRRO VICENTE ZANDONADI**

VOLUME III – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO A – MEMORIAL DE CÁLCULO

B-067-000-91-4-MC-0001

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do contrato nº 174/2015, celebrado entre a **GANEM Engenharia EPP Ltda.** e a **Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN)**.

Este contrato visa atender as demandas de análise operacional e projetos da **Gerência do Interior (O-GIN)**, da **Diretoria Operacional (D-OP)**, e está sendo acompanhado pela **Divisão de Projetos Operacionais (E-DPO)**, da **Gerência de Projetos e Programas Estratégicos (E-GPP)**, da **Diretoria de Engenharia e Meio Ambiente (D-EM)**.

Quanto a operação do sistema a Gerência do Interior está dividida em quatro divisões, nomeadamente a **Divisão de Operação e Manutenção Noroeste (O-DNO)**, **Divisão de Operação e Manutenção Centro Norte (O-DCN)**, **Divisão de Operação e Manutenção Serrana (O-DSE)**, e **Divisão de Operação e Manutenção Sul (O-DSU)**. As divisões encontram-se ainda subdivididas em 9 polos de operação, conforme segue: Divisão Noroeste (Polo Barra de São Francisco e Polo São Gabriel da Palha); Divisão Centro Norte (Polo Nova Venécia, Polo Montanha e Polo Conceição da Barra); Divisão Serrana (Polo Santa Teresa e Polo Venda Nova do Imigrante); e Divisão Sul (Polo Muqui e Polo Castelo).

A **GANEM Engenharia EPP Ltda.** apresenta a seguir o projeto estrutural da ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário do Bairro Vicente Zandonadi, no município de Venda Nova do Imigrante / ES.

O projeto completo da extensão de rede de esgoto para o bairro Vicente Zandonadi está apresentado conforme descrito abaixo:

- Volume I – Topografia
 - Tomo A – Caderneta topográfica (B-067-000-94-1-CT-0001);
 - Tomo B – Desenhos.
- Volume II – Projeto Hidráulico:
 - Tomo A – Memorial Descritivo e de Cálculo (B-067-000-90-5-MD-0001);
 - Tomo B – Desenhos.
- Volume III – Projeto Estrutural:
 - Tomo A – Memorial de Cálculo (B-067-000-91-4-MC-0001);
 - Tomo B – Desenhos.

- Volume IV – Projeto Elétrico:
 - Tomo A – Memorial de Cálculo (B-067-000-91-6-MC-0001);
 - Tomo B – Desenhos.
- Volume V – Orçamento (B-067-000-90-0-OR-0001):
 - Planilha Orçamentária (B-067-000-90-0-PL-0001).

Seguem listados abaixo os desenhos produzidos neste projeto estrutural e apresentado no Tomo B desse volume.

Número da CESAN		Referência do Desenho
01	B-067-000-91-4-XX-0004	Projeto Estrutural – Estação Elevatória de Esgoto Bruto – Planta de Fôrmas e Cortes

.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES.....	V
1. ESPECIFICAÇÕES GERAIS	7
1.1. Objetivo	7
1.2. Normas técnicas	7
2. ESQUEMA ESTRUTURAL	8
2.1. EEEB / bloco de ancoragem / pilarete de apoio	8
3. MODELO ESTRUTURAL.....	9
3.1. Dimensões dos elementos estruturais	9
3.2. Planta e cortes.....	11
3.2.1. EEEB.....	11
3.2.2. Bloco de ancoragem	12
3.3. EEEB.....	12
3.3.1. Carregamentos	12
3.3.2. Combinações	13
3.3.3. Verificações	14
3.3.3.1. <i>Deslocamentos e Estabilidade</i>	14
3.4. Blocos de ancoragem	15
3.4.1. Carregamentos	15
3.4.2. Combinações	15
3.4.3. Verificações	16
3.4.3.1. <i>Deslocamentos</i>	16
3.5. Pilares de apoio	16
3.5.1. Carregamentos	16
3.5.2. Combinações	16
3.5.3. Verificações	17
3.5.3.1. <i>Deslocamentos</i>	17
4. ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS.....	18
4.1. EEEB.....	18
4.1.1. Paredes (20 cm)	18
4.1.2. Tampa (15 cm)	19
4.1.3. Fundo (20 cm)	20
4.2. Blocos de ancoragem	21
4.3. Pilaretes de apoio	22

4.3.1. Pilares 20 x40	22
4.3.2. Sapata	22

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Imagem esquemática da estrutura da EEEB.	9
Figura 2 – Imagem esquemática da estrutura do bloco de ancoragem.	10
Figura 3 – Imagem esquemática da estrutura do pilar de apoio.	10
Figura 4 – Vista superior da elevatória de esgoto.....	11
Figura 5 – Corte da elevatória.	11
Figura 6 – Planta baixa da travessia com indicações dos blocos de ancoragem.....	12
Figura 7 – Corte com detalhe da localização dos blocos.	12

MEMORIAL DE CÁLCULO

1. ESPECIFICAÇÕES GERAIS

1.1. Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a memória de cálculo estrutural de uma elevatória de esgoto, blocos de ancoragem e pilares de apoio dos projetos do município de Venda Nova do Imigrante – ES.

1.2. Normas técnicas

- NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – procedimento;
- NBR 14931 – Execução de estruturas de concreto – procedimento;
- NBR 6122 – projeto e execução de fundações;
- NBR 7191 – Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado;
- NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas.

2. ESQUEMA ESTRUTURAL

2.1. EEEB / bloco de ancoragem / pilarete de apoio

Características dos materiais e do solo de apoio:

CONCRETO	Fck	30 MPa
	Classe de Agressividade	Classe III
	Classe de Concreto	> C30
	Relação Água/Cimento	< 0,50
	Cobrimento	4,0cm
AÇO	CA 50 Fyk	500 MPa
	CA 60 Fyk	600 MPa
SOLO	Peso Específico	2000 kgf/m ³
	Ângulo de Atrito Interno	30°
FUNDAÇÃO	Pressão Admissível	0,05 MPa

Os modelos estruturais adotados, os esforços solicitantes nos diversos pontos da estrutura e seus correspondentes deslocamentos são obtidos através do método dos elementos finitos, utilizando elementos retangulares para os blocos e pilares de apoio, e um modelo cilíndrico para representar a EEEB. O programa utilizado para as simulações foi o AltoQi Eberick V10.

A análise estrutural é feita pelo método matricial da rigidez direta, cujo objetivo é determinar os efeitos das ações na estrutura para que possam ser feitas as verificações dos estados limites últimos e de utilização. Os resultados da análise, basicamente, são os deslocamentos nodais, os esforços internos e as reações nos vínculos de apoio.

3. MODELO ESTRUTURAL

3.1. Dimensões dos elementos estruturais

A elevatória de esgoto (EEEB) que tem formato cilíndrico e diâmetro de 160 cm, altura total de 349 cm, sendo que a laje de fundo e a tampa possuem espessura de 20 e 15 cm respectivamente, as paredes da elevatória são de 20 cm de espessura. Os blocos de ancoragem da travessia são apoiados no solo por uma camada de regularização e tem como dimensões em planta 30 x 60 cm, com altura de 70 cm. Os pilares que foram dimensionados para apoiar um trecho da tubulação são de 20 cm de base e 40 cm de altura e tem como fundação uma sapata de 60 x 80 cm.

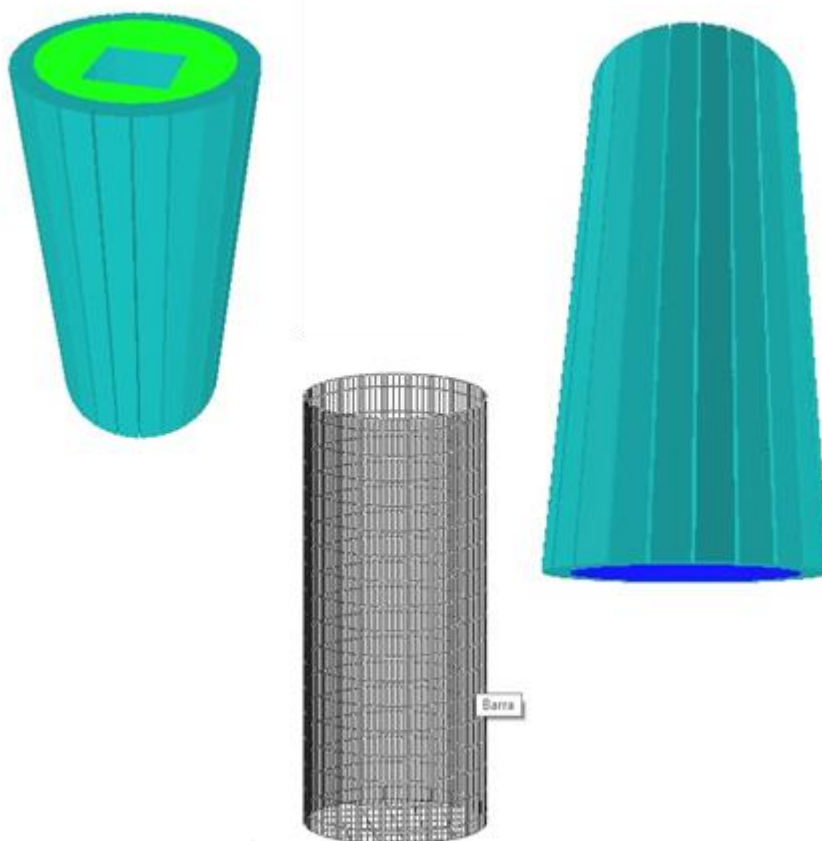


Figura 1 – Imagem esquemática da estrutura da EEEB.

A Figura 2 e a Figura 3 mostram uma imagem esquemática dos blocos de ancoragem da travessia e dos pilares de apoio, respectivamente.

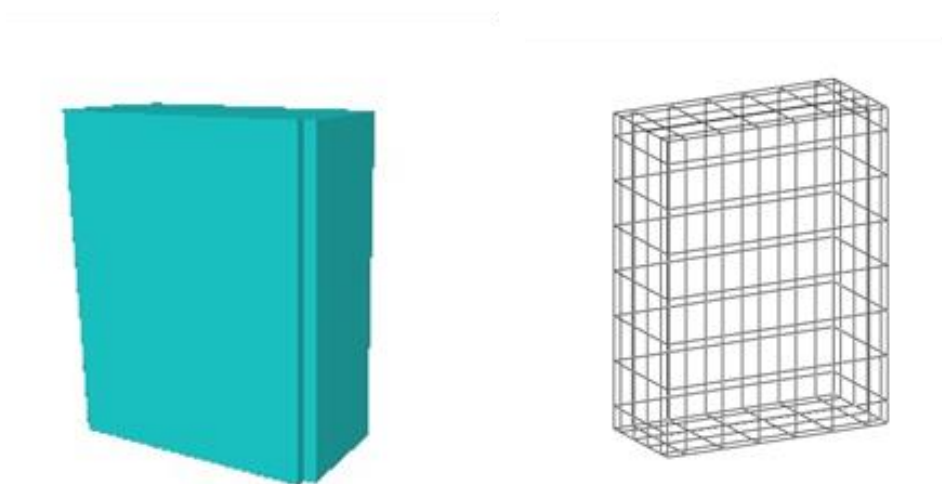


Figura 2 – Imagem esquemática da estrutura do bloco de ancoragem.

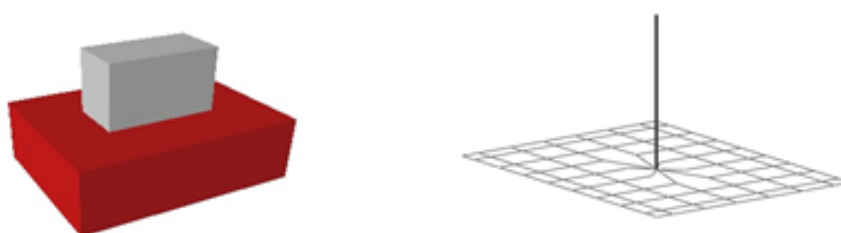


Figura 3 – Imagem esquemática da estrutura do pilar de apoio.

3.2. Planta e cortes

3.2.1. EEEB

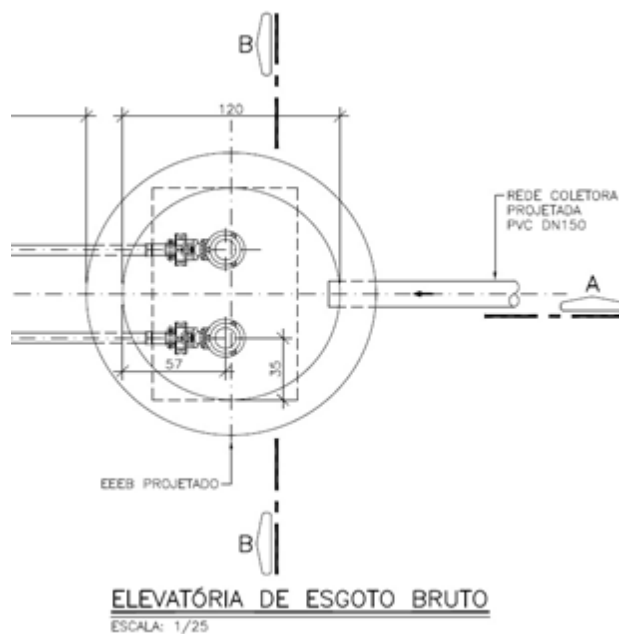


Figura 4 – Vista superior da elevatória de esgoto.

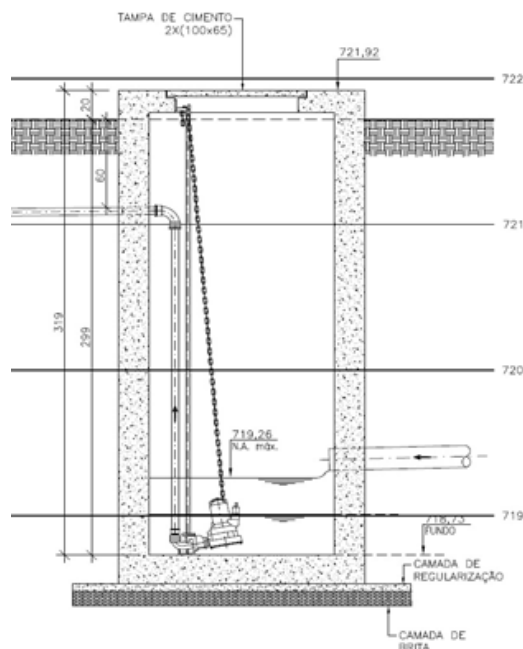


Figura 5 – Corte da elevatória.

3.2.2. Bloco de ancoragem

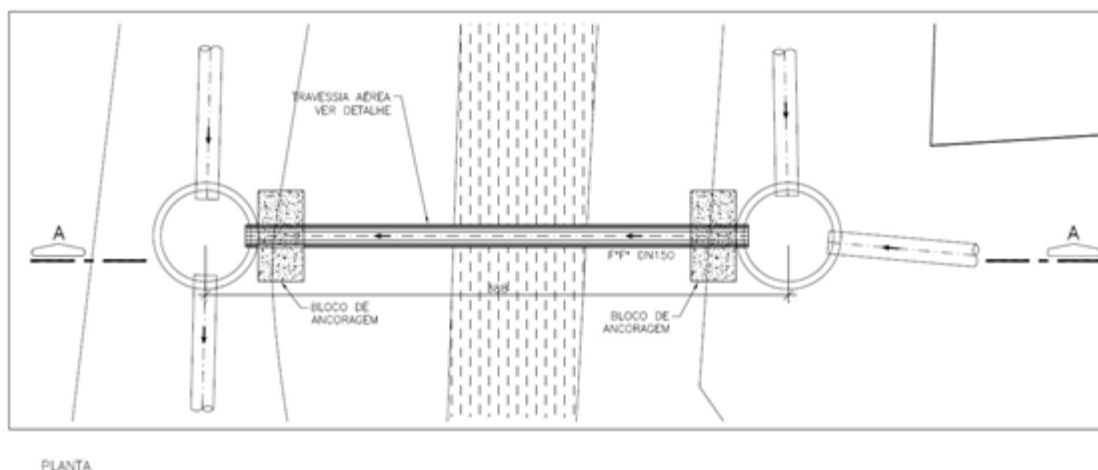


Figura 6 – Planta baixa da travessia com indicações dos blocos de ancoragem.

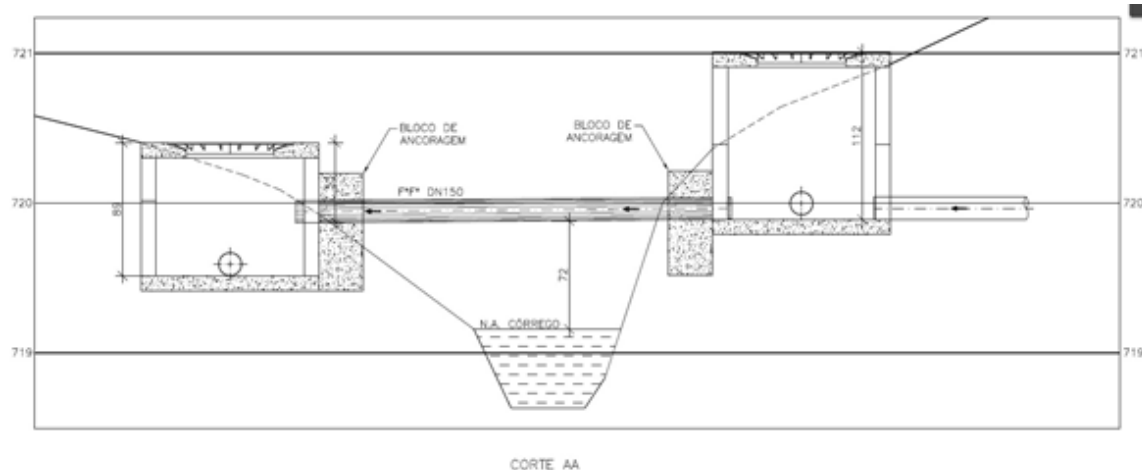


Figura 7 – Corte com detalhe da localização dos blocos.

3.3. EEEB

3.3.1. Carregamentos

Os carregamentos utilizados no cálculo estrutural seguem as referências da NBR 6120 e são uniformemente distribuídos conforme o trecho do elemento (Paredes, laje de fundo e laje da tampa).

- Peso próprio – 2500 kgf/m^3
- Acidental sobre a tampa – 500 kgf/m^2
- Empuxo da terra – Conforme teoria de Coulomb
- Água – 1000 kgf/m^3 (Esgoto na estação, empuxo)

3.3.2. Combinações

Coeficientes de ponderação das ações:

Ação	Coeficientes de ponderação			Fatores de combinação		
	Desfavorável	Favorável	Fundações	Psi0	Psi1	Psi2
Peso próprio (Peso próprio)	1.35	1.00	1.00	-	-	-
Empuxo Solo (Empuxo Solo)	1.35	1.00	1.00	-	-	-
Acidental (Tampa)	1.20	-	1.00	0.70	0.60	0.40
Água (Acidental Água)	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00

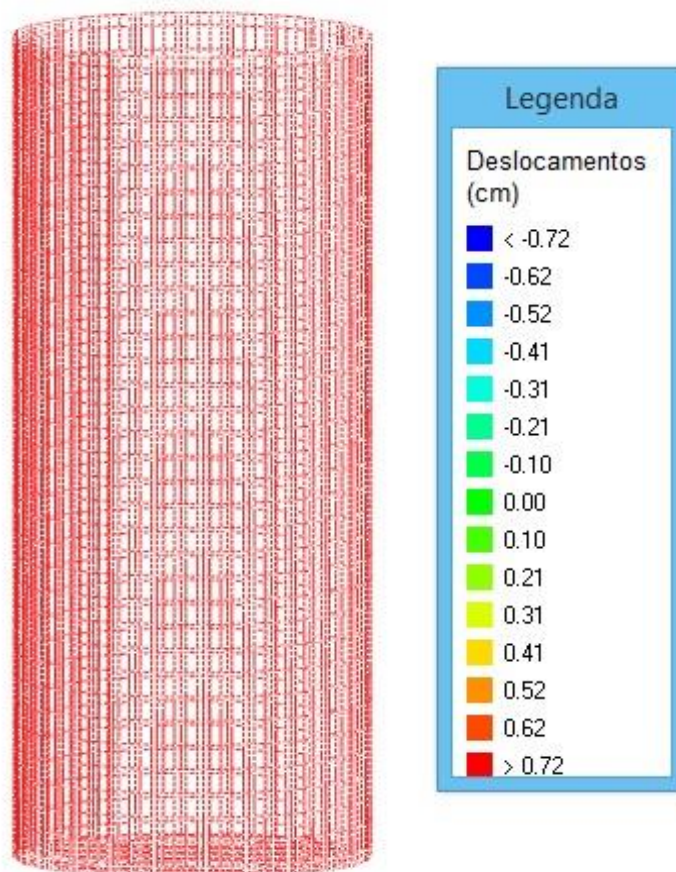
A partir das ações de carregamento definidas, obtiveram-se as seguintes combinações para análise e dimensionamento da estrutura nos estados limites (ELU) últimos e de serviço (ELS).

Combinações:

Tipo	Combinações
ELU	1.35Peso próprio+1.35Empuxo Solo 1.35Peso próprio+1.35Empuxo Solo+0.84Acidental (tampa) +1.5Acidental Água 1.35Peso próprio+1.35Empuxo Solo+1.2Acidental(tampa) +1.5Acidental Água
ELS	Peso próprio+Empuxo Solo Peso próprio+Empuxo Solo+0.4Acidental(tampa) +Acidental Água Peso próprio+Empuxo Solo+0.6Acidental(tampa) +Acidental Água

3.3.3. Verificações

3.3.3.1. Deslocamentos e Estabilidade



Valor encontrado de 7,22 mm (maior deslocamento localizado nas paredes da EEEB).

- Estabilidade ao empuxo
 - Volume de concreto – 3,22 m³
 - Peso da Estrutura – 80,5 kN
 - Volume líquido deslocado – 6,43 m³* (Considerando o nível d'água na face inferior da tampa)
 - Empuxo d'água – 64,3 kN

Como o peso total da estrutura (80,5 kN) é maior que o empuxo d'água, a estrutura está estável.

3.4. Blocos de ancoragem

3.4.1. Carregamentos

- Peso próprio – 2500 kgf/m³
- Peso da tubulação – 50 kgf/m
- Água – 1000 kgf/m³ (tubulação)

3.4.2. Combinações

Coeficientes de ponderação das ações:

Ação	Coeficientes de ponderação			Fatores de combinação		
	Desfavorável	Favorável	Fundações	Psi0	Psi1	Psi2
Peso próprio (Peso próprio)	1.35	1.00	1.00	-	-	-
Peso da tubulação	1.35	1.00	1.00	-	-	-
Água (Acidental Água)	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00

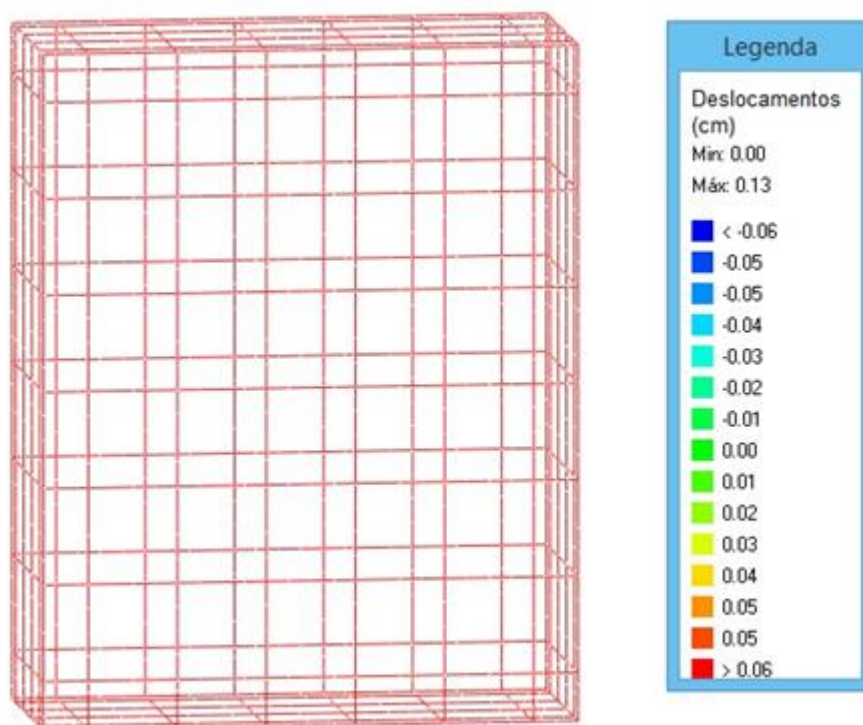
A partir das ações de carregamento definidas, obtiveram-se as seguintes combinações para análise e dimensionamento da estrutura nos estados limites (ELU) últimos e de serviço (ELS).

Combinações:

Tipo	Combinações
ELU	1.35Peso próprio+1.35Peso da tubulação
	1.35Peso próprio+1.35Peso da tubulação +1.5Acidental Água
ELS	Peso próprio+Peso da tubulação +Acidental Água

3.4.3. Verificações

3.4.3.1. Deslocamentos



Valor encontrado de 0,65 mm.

3.5. Pilares de apoio

3.5.1. Carregamentos

- Peso próprio – 2500 kgf/m³
- Peso da tubulação – 35 kgf/m
- Água – 1000 kgf/m³ (tubulação)

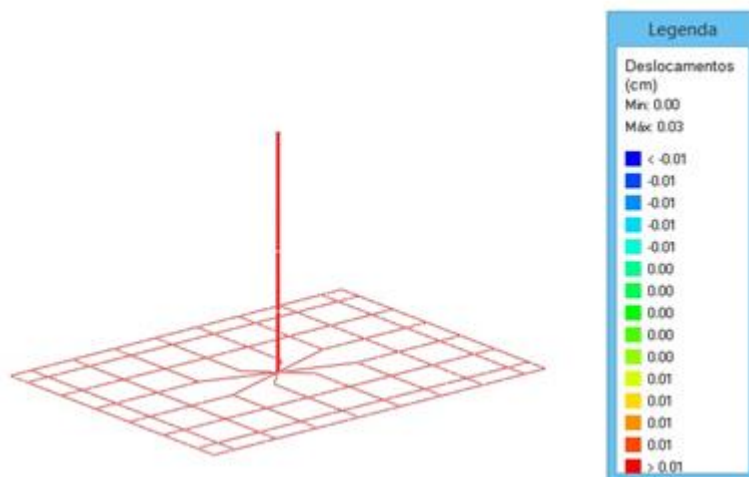
3.5.2. Combinações

Combinações:

Tipo	Combinações
ELU	1.35Peso próprio+1.35Peso da tubulação 1.35Peso próprio+1.35Peso da tubulação +1.5Acidental Água
ELS	Peso próprio + Peso da tubulação+Acidental Água

3.5.3. Verificações

3.5.3.1. Deslocamentos

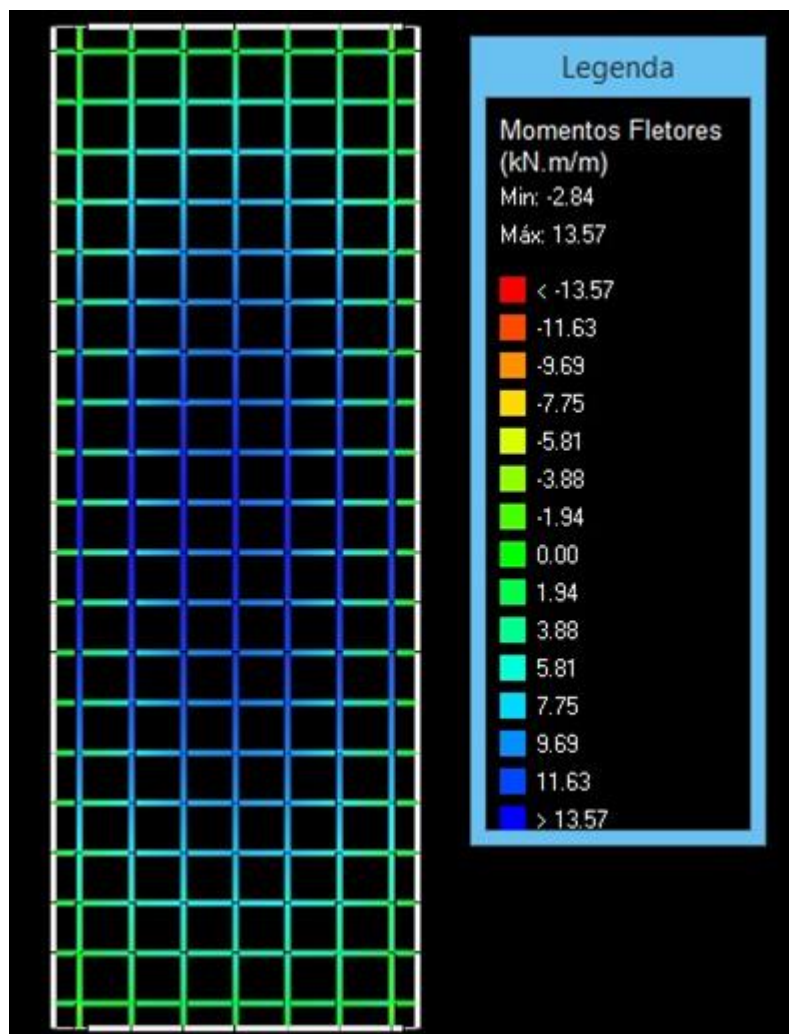


Valor encontrado de 0,16 mm.

4. ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS

4.1. EEEB

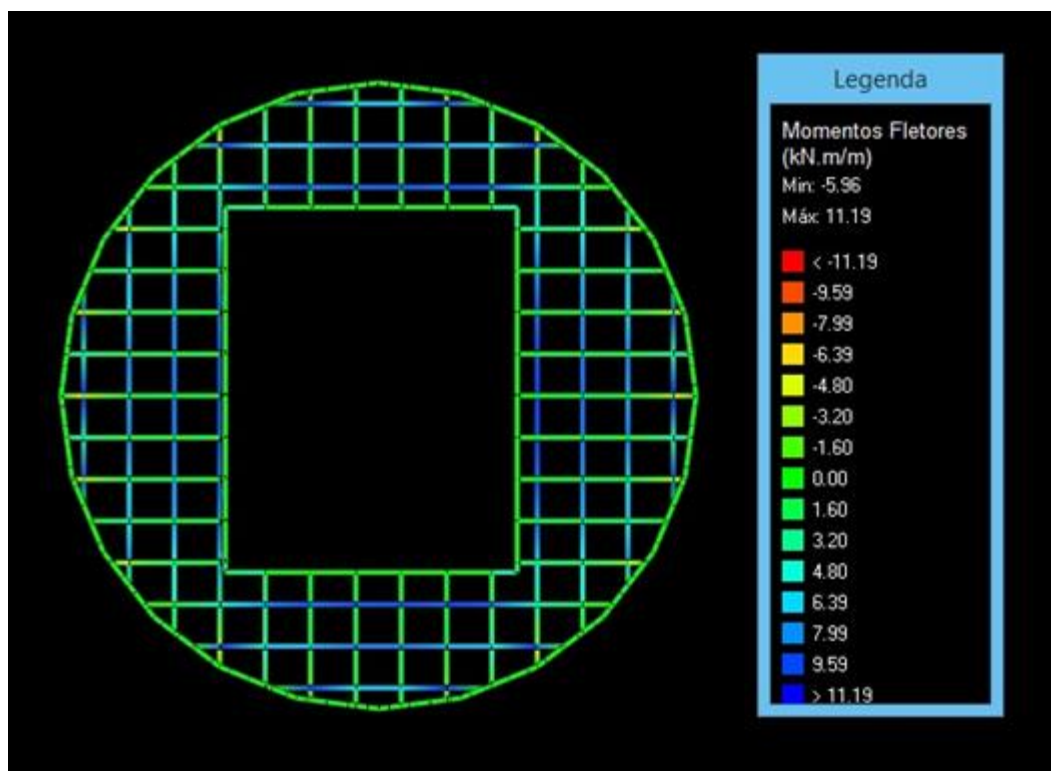
4.1.1. Paredes (20 cm)



Foi encontrado momento máximo de 13,57 kN.m/m na face externa e 12,7 kN.m/m na face interna, ambos na direção X. Na direção Y foram obtidos 9,63 kN.m/m na face externa e 9,26 kN.m/m na face interna. Sendo assim, foram dimensionadas as armaduras com base nesses valores.

- As Paredes (Longitudinal) – 4,25 cm² - Adotado $\phi 10,0$ c/15 cm
- As Paredes (Transversais) – 3,32 cm² - Adotado $\phi 10,0$ c/15 cm

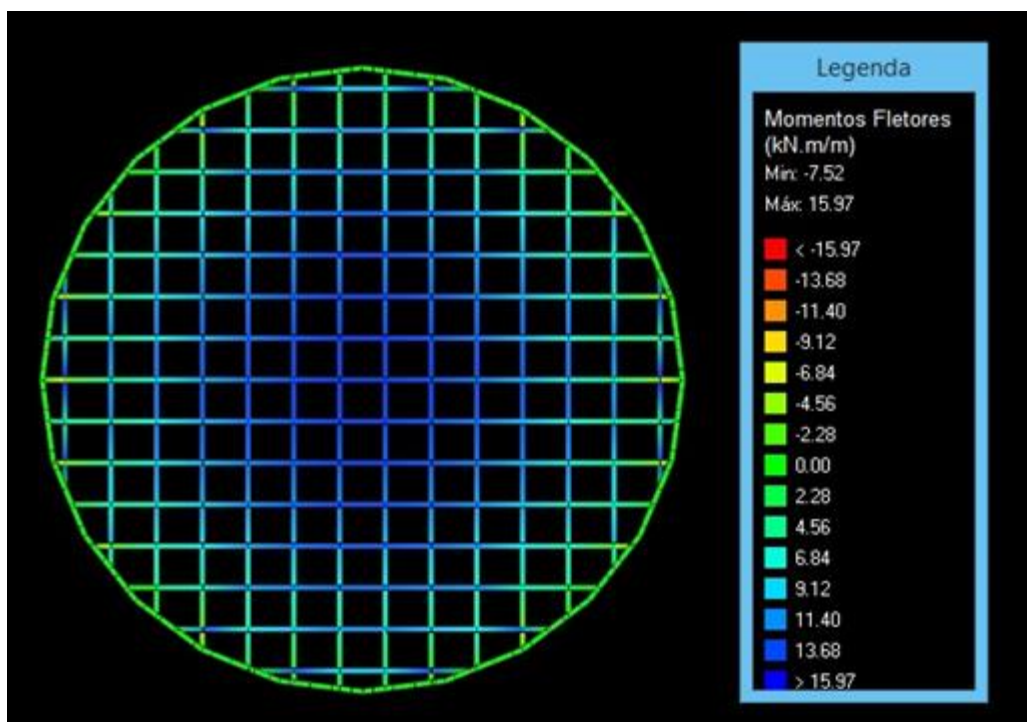
4.1.2. Tampa (15 cm)



Foi encontrado momento máximo de 11,19 kN.m/m em ambas as direções (X e Y), o elemento foi armado da seguinte forma:

- $K_c = 10,81$
- $K_s = 0,024$
- $A_s = 2,44 \text{ cm}^2$ - Adotado $\phi 8,0 \text{ c}/15 \text{ cm}$ nas duas direções, na face superior e inferior.

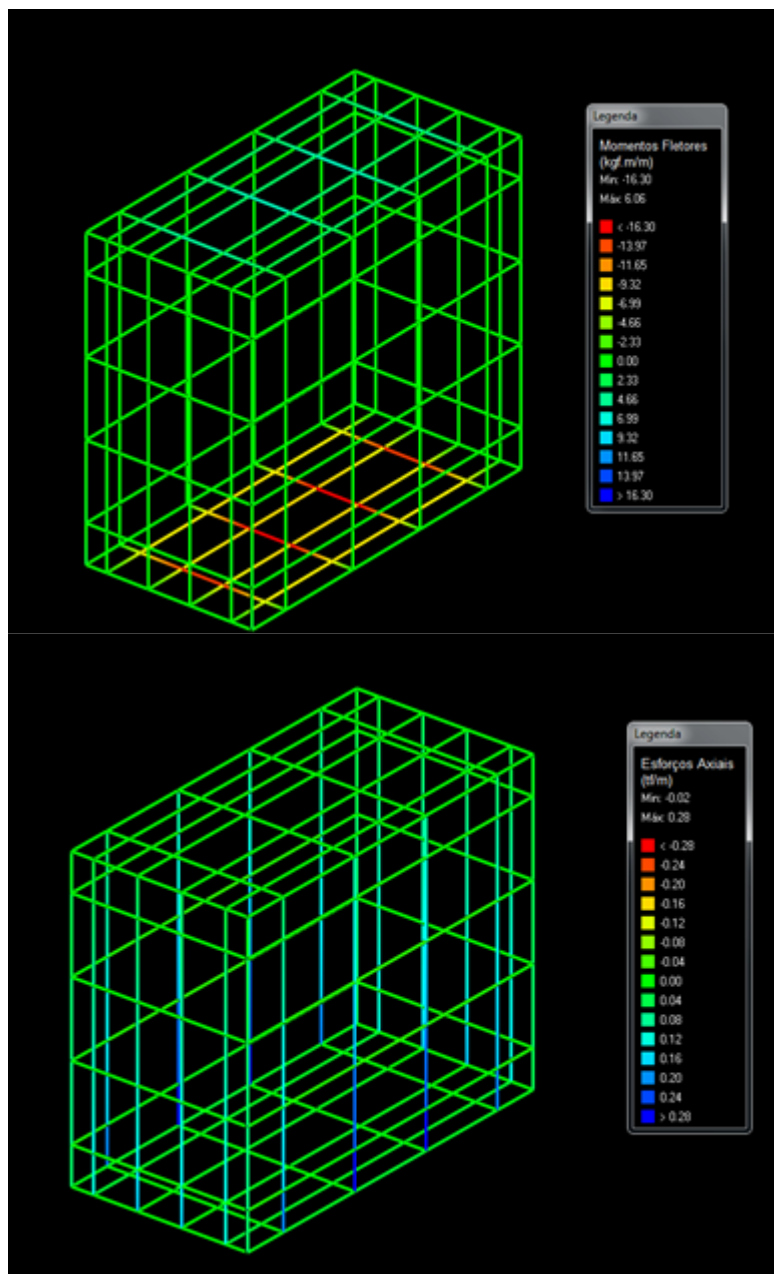
4.1.3. Fundo (20 cm)



Foi encontrado momento máximo de 15,97 kN.m/m nas direções X e Y. Considerando o esforço, a laje de fundo da EEEB foi armada da seguinte maneira.

- $K_c = 16,03$
- $K_s = 0,023$
- $A_s = 2,29 \text{ cm}^2$ - Adotado $\phi 10,0 \text{ c}/15 \text{ cm}$ nas duas direções, inferior e superior.

4.2. Blocos de ancoragem

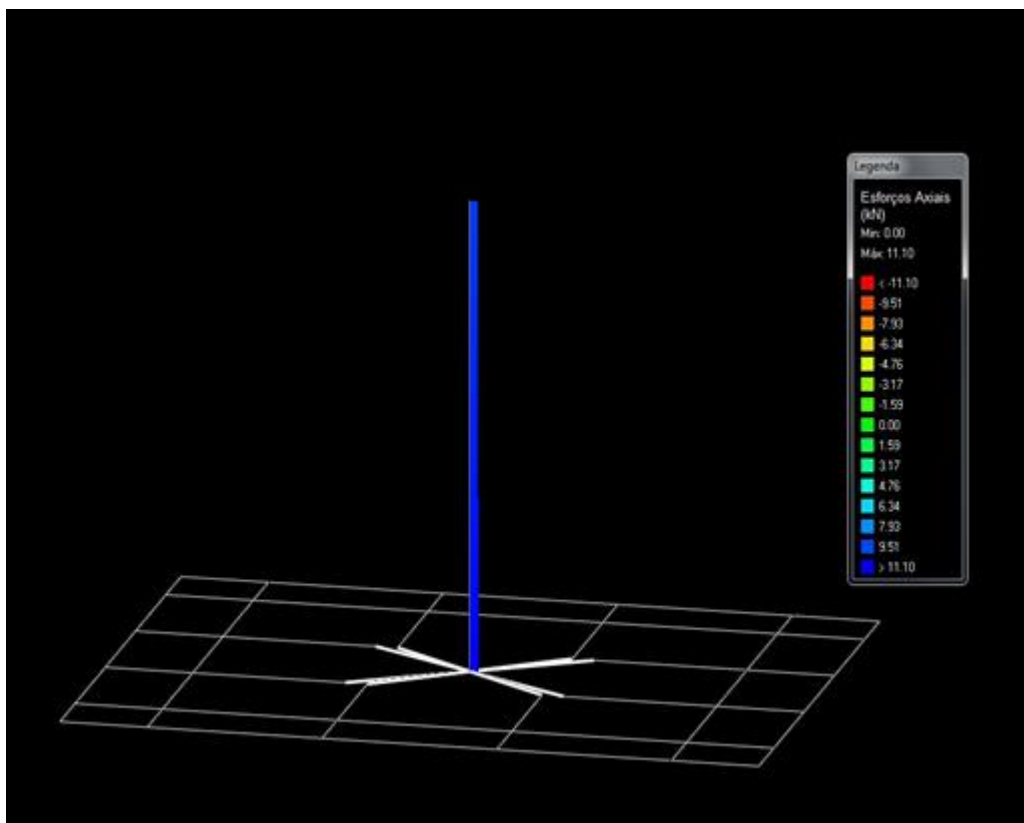


Foi encontrado momento máximo de 16,30 kN.m/m e uma carga vertical com valor de 2,86 kN. Sendo assim foram dimensionadas as armaduras com base nesses valores.

- $k_6 = 267,2$
- $k_3 = 0,327$
- A_s (Longitudinal) = $3,07 \text{ cm}^2$ - Adotado $\phi 8.0 \text{ c}/15 \text{ cm}$.
- A_s (Vertical) = $1,8 \text{ cm}^2$ (mínimo) - Adotado $\phi 8,0 \text{ c}/15 \text{ cm}$.

4.3. Pilaretes de apoio

4.3.1. Pilares 20 x40



Foi encontrado uma força normal de compressão de 11,10 kN. Como a força normal de cálculo é muito baixa, foi adotada a armadura longitudinal mínima.

- $A_{s,min}$ (longitudinal) = 3,20 cm² (mínimo) - Adotado 6 ϕ 8.0.
- $A_{s,min}$ (transversal) = 1,80 cm² (mínimo) - Adotado ϕ 5.0 c/12 cm.

4.3.2. Sapata

A sapata foi dimensionada com a força solicitante verificada do pilar de apoio que transfere à sapata uma carga vertical centrada total de 11,10 kN, com armadura vertical no pilar composta por 6 barras de 10 mm.

- $T_x = 2,2$ kN
- $T_y = 2,2$ kN
- $A_{s,x} = 0,0708$ cm²/m
- $A_{s,y} = 0,0708$ cm²/m

Como os valores encontrados ficaram abaixo dos requisitos mínimos $0,0018 \cdot b_w \cdot d$, o valor adotado foi de 2,7 cm² e 3,60 cm².

- $A_{s,x} = 2,70 \text{ cm}^2$ (mínimo) - Adotado $\phi 8.0 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$.
- $A_{s,y} = 3,60 \text{ cm}^2$ (mínimo) - Adotado $\phi 8.0 \text{ c}/10 \text{ cm}$.



CONTRATO 174/2015
AS N°017/2018

MUNICÍPIO DE VENDA NOVA DO IMIGRANTE

**AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE VENDA
NOVA DO IMIGRANTE
BAIRRO VICENTE ZANDONADI**

VOLUME III – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO B – DESENHOS

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do contrato nº 174/2015, celebrado entre a **GANEM Engenharia EPP Ltda.** e a **Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN)**.

Este contrato visa atender as demandas de análise operacional e projetos da **Gerência do Interior (O-GIN)**, da **Diretoria Operacional (D-OP)**, e está sendo acompanhado pela **Divisão de Projetos Operacionais (E-DPO)**, da **Gerência de Projetos e Programas Estratégicos (E-GPP)**, da **Diretoria de Engenharia e Meio Ambiente (D-EM)**.

Quanto a operação do sistema a Gerência do Interior está dividida em quatro divisões, nomeadamente a **Divisão de Operação e Manutenção Noroeste (O-DNO)**, **Divisão de Operação e Manutenção Centro Norte (O-DCN)**, **Divisão de Operação e Manutenção Serrana (O-DSE)**, e **Divisão de Operação e Manutenção Sul (O-DSU)**. As divisões encontram-se ainda subdivididas em 9 polos de operação, conforme segue: Divisão Noroeste (Polo Barra de São Francisco e Polo São Gabriel da Palha); Divisão Centro Norte (Polo Nova Venécia, Polo Montanha e Polo Conceição da Barra); Divisão Serrana (Polo Santa Teresa e Polo Venda Nova do Imigrante); e Divisão Sul (Polo Muqui e Polo Castelo).

A **GANEM Engenharia EPP Ltda.** apresenta a seguir os desenhos do projeto estrutural da ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário do Bairro Vicente Zandonadi, no município de Venda Nova do Imigrante / ES.

O projeto completo da extensão de rede de esgoto para o bairro Vicente Zandonadi está apresentado conforme descrito abaixo:

- Volume I – Topografia
 - Tomo A – Caderneta topográfica (B-067-000-94-1-CT-0001);
 - Tomo B – Desenhos.
- Volume II – Projeto Hidráulico:
 - Tomo A – Memorial Descritivo e de Cálculo (B-067-000-90-5-MD-0001);
 - Tomo B – Desenhos.
- Volume III – Projeto Estrutural:
 - Tomo A – Memorial de Cálculo (B-067-000-91-4-MC-0001);
 - Tomo B – Desenhos.

- Volume IV – Projeto Elétrico:
 - Tomo A – Memorial de Cálculo (B-067-000-91-6-MC-0001);
 - Tomo B – Desenhos.
- Volume V – Orçamento (B-067-000-90-0-OR-0001):
 - Planilha Orçamentária (B-067-000-90-0-PL-0001).

Seguem listados abaixo os desenhos produzidos neste projeto estrutural e apresentado no Tomo B desse volume.

Número da CESAN		Referência do Desenho
01	B-067-000-91-4-XX-0004	Projeto Estrutural – Estação Elevatória de Esgoto Bruto – Planta de Fôrmas e Cortes

.

DESENHOS