



# **CESAN**

qualidade em saneamento



CONTRATO 226/2021  
AS Nº043/2022

**MUNICÍPIO DE IRUPI  
DISTRITO SEDE**

## **MELHORIAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE IRUPI NOVA BARRAGEM**

**VOLUME II – PROJETO ESTRUTURAL**

**TOMO A – MEMORIAL DE CÁLCULO**

C-104-000-10-4-MC-0001

**GANEM**  
Engenharia Ltda

NOVEMBRO/2022  
REVISÃO 1

## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do contrato n° 226/2021, celebrado entre a **GANEM Engenharia Ltda EPP** e a **Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN)**, em 21 de setembro de 2021.

Este contrato visa atender as demandas de análise operacional e projetos da **Gerência de Projetos (E-GPJ)**, e está sendo acompanhado pela **Divisão de Projetos Operacionais (E-DPO)**.

A **GANEM Engenharia Ltda EPP.**, apresenta a seguir o projeto estrutural da nova barragem e captação do município de Irupi / ES.

O projeto completo de melhorias do SAA de Irupi é apresentado conforme descrito abaixo:

- Volume I – Projeto Hidráulico:
  - Tomo A: Memorial Descritivo e de Cálculo (C-104-000-10-5-MD-0001);
  - Tomo B: Desenhos.
- Volume II – Projeto Estrutural:
  - Tomo A: Memorial de cálculo (C-104-000-10-4-MC-0001);
  - Tomo B: Desenhos.
- Volume III – Orçamento (C-104-000-10-0-OR-0001):
  - Planilha Orçamentária (C-104-000-10-0-PL-0001).

Segue listado abaixo o desenho produzido neste projeto estrutural e apresentado no Tomo B.

	Número da CESAN	Referência do desenho
1	C-104-000-10-4-XX-0001	PROJETO ESTRUTURAL - BARRAGEM - LOCAÇÃO E FÔRMA
2	C-104-000-10-4-XX-0002	PROJETO ESTRUTURAL - BARRAGEM - ARMAÇÃO
3	C-104-000-10-4-XX-0003	PROJETO ESTRUTURAL - TOMADA D'ÁGUA - CAPTAÇÃO - FÔRMA E ARMAÇÃO

## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>III</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	5
1.1.1 Objetivo.....	5
1.1.2 Normas técnicas .....	5
<b>2 ESQUEMA ESTRUTURAL .....</b>	<b>6</b>
<b>3 MODELO ESTRUTURAL.....</b>	<b>9</b>
3.1 DESCRIÇÃO DOS MODELOS.....	9
3.2 PLANTAS E CORTES .....	10
<b>4 ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS .....</b>	<b>11</b>
4.1 TOMADA D'ÁGUA.....	11
4.1.1 Paredes (15 cm) .....	11
4.1.2 Fundo (20 cm).....	12
4.1.3 Reações.....	13
4.2 BARRAGEM .....	14
4.2.1 Modelo de cálculo .....	14
4.2.2 Diagramas de esforços: .....	15

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Imagem esquemática da estrutura da tomada d'água (captação).....	9
Figura 2 – Tomada d'água na captação.....	10

## **MEMORIAL DE CÁLCULO**

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações gerais

### 1.1.1 *Objetivo*

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a memória de cálculo estrutural das melhorias da captação do sistema de abastecimento de água da Sede de Irupi/ES.

### 1.1.2 *Normas técnicas*

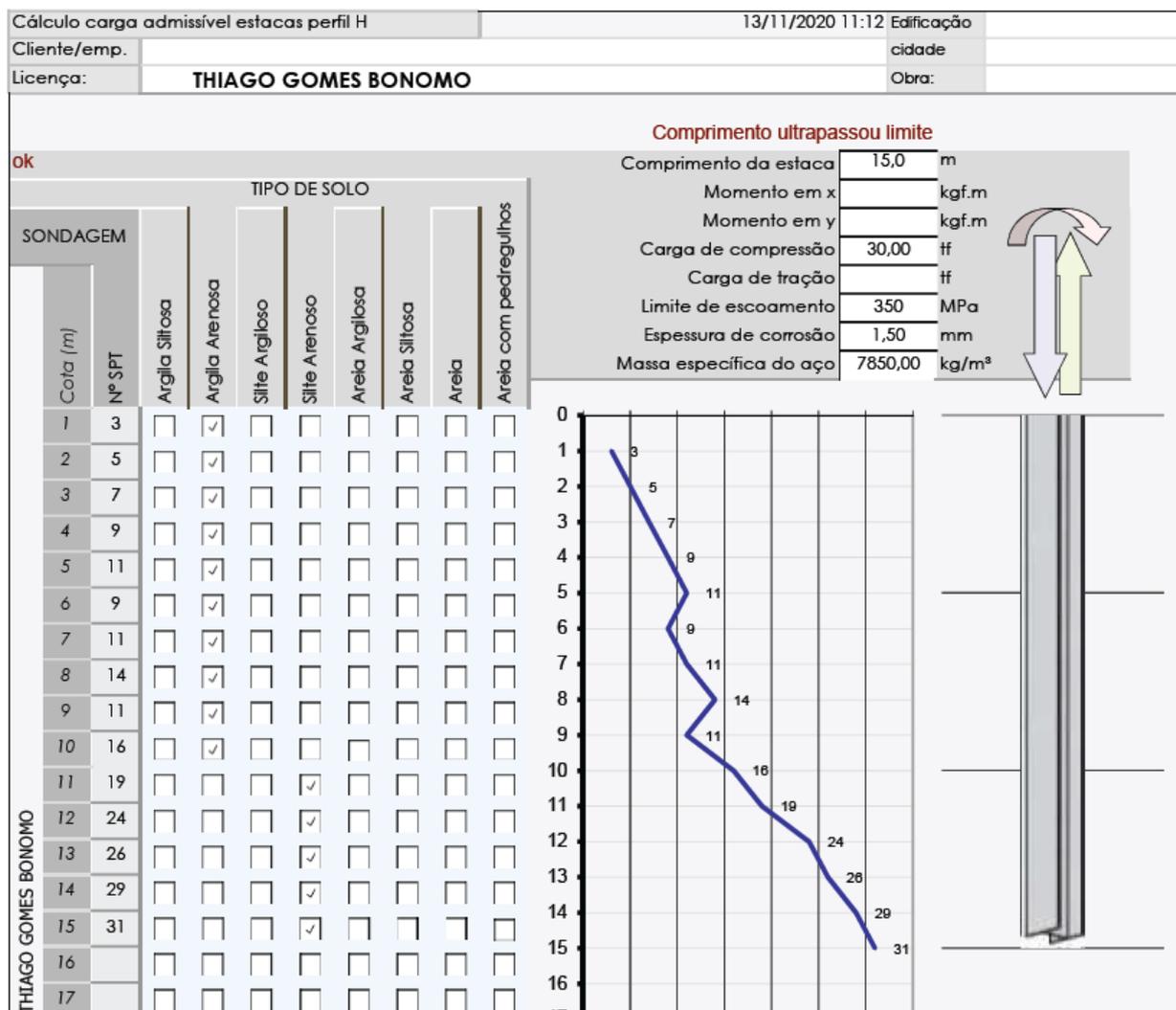
- NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – procedimento;
- NBR 14931 – Execução de estruturas de concreto – procedimento;
- NBR 6122 – Projeto e execução de fundações;
- NBR 7191 – Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado;
- NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas.

## 2 ESQUEMA ESTRUTURAL

Foram realizados 04 furos de Sondagem a Percussão na área da captação, conforme Volume V, abaixo um dos furos que caracteriza o perfil geológico da área de instalação:

Conforme perfil de sondagem na área da captação o solo encontrado foi caracterizado como argila arenosa com baixa capacidade de suporte ao apoio estrutural através de fundação direta. Desta forma, por estar às margens do rio, optou-se pela fundação profunda com a utilização de estacas metálicas, perfil W150x22,5. Conforme relatório de dimensionamento a seguir.

### Estacas W 150 x 22,5



**CARGA ADMISSIVEL RELAÇÃO ESTACA/SOLO**

Area de ponta	231,0	cm <sup>2</sup>	Carga admiss[ivel da estaca (tf)				
Perímetro	60,8	cm	Capacidade de carga total da estaca (tf)				
Eficiência de compressão			Capacidade de carga atrito de ponta (tf)				
Efic. de tração			Capacidade de carga atrito lateral (tf)				
Processo 1	0,0	1,5	Pedro Paulo Costa Velloso	87,0	25,4	112,4	45,0
Processo 2	0,0	1,2	Aoki-Velloso	45,9	23,2	69,1	34,6
Processo 3	0,0	1,3	Decourt-Quaresma	46,5	17,3	63,8	40,1
Processo 4	0,0	# 0,8	Alberto Henriques Teixeira	41,8	7,8	49,6	24,8
Processo 5	0,0	# 0,9	Urbano Rodrigues Alonso	46,4	10,1	56,4	28,2
Média	0,0	1,2	Médias dos processos	53,5	16,8	70,3	34,5

**CARGA DE TRABALHO DO PERFIL H - RELAÇÃO CARGA/ESTACA**

Perfil	
VS 550 x 65	<input type="radio"/>
W 150 x 22,5	<input checked="" type="radio"/>
VE 500 X 61	<input type="radio"/>
definição manual	<input type="radio"/>

Altura do perfil	h	152,0	mm
Espessura da alma	tw	5,8	mm
Largura da aba do perfil	b	152,0	mm
Altura livre da alma	hi	138,8	mm
Espessura da aba	tf	6,6	mm
Área	A	28,11	cm <sup>2</sup>
Área reduzida	Ar	14,70	cm <sup>2</sup>
Massa linear peso		22,07	Kg/m
Momento de inércia	Ix	1190	cm <sup>4</sup>
Módulo de resistência	Wx	156,63	cm <sup>3</sup>
Módulo de resistência reduzido	Wx-r	85,39	cm <sup>3</sup>
Raio de giração - x	ix	6,51	cm
Momento de inércia	Iy	387	cm <sup>4</sup>
Módulo de resistência	Wy	50,86	cm <sup>3</sup>
Módulo de resistência reduzido	Wy-r	26,12	cm <sup>3</sup>
Raio de giração - y	iy	3,71	cm
Relação h/b	h/b	1,00	

Tensão max adm na estaca	210,00	Mpa
Carga max de trabalho na estaca	30,87	tf
Carga de trabalho na estaca	30,00	tf
Eficiência de tração	0,00	
Eficiência de compressão	1,03	

CONCRETO	Fck	30 MPa
	Classe de Agressividade	Classe III
	Classe de Concreto	> C30
	Relação Água/Cimento	< 0,50
	Cobrimento demais peças	4,0cm
AÇO	CA 50 Fyk	500 MPa
SOLO	Peso Específico	1800 kgf/m <sup>3</sup>
	Ângulo de Atrito Interno	30°

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. O programa utilizado para as simulações foi o STRAP versão 2017.

### 3 MODELO ESTRUTURAL

#### 3.1 Descrição dos modelos

A tomada d'água foi modelada utilizando elementos finitos, em uma análise linear.

As peças de fundo, paredes e tampa foram utilizadas malhas de elementos quadriláteros de 20 x 20 cm, sendo o menor lado do elemento com 16 cm.

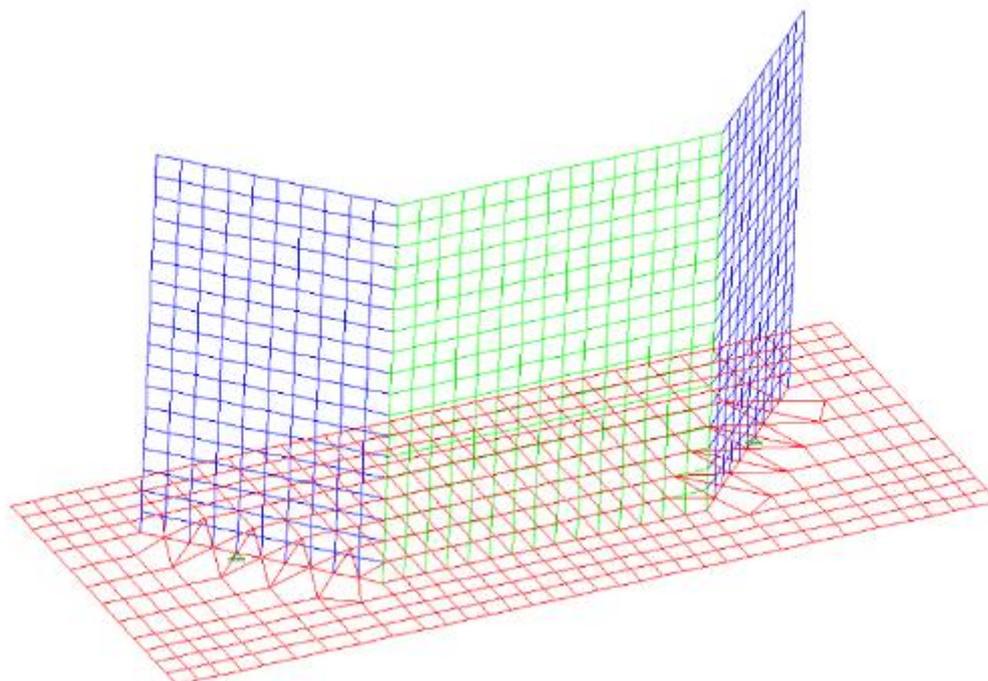


Figura 1 – Imagem esquemática da estrutura da tomada d'água (captação).

### 3.2 Plantas e cortes

A seguir, é apresentada a planta e o corte da estrutura de tomada d'água.

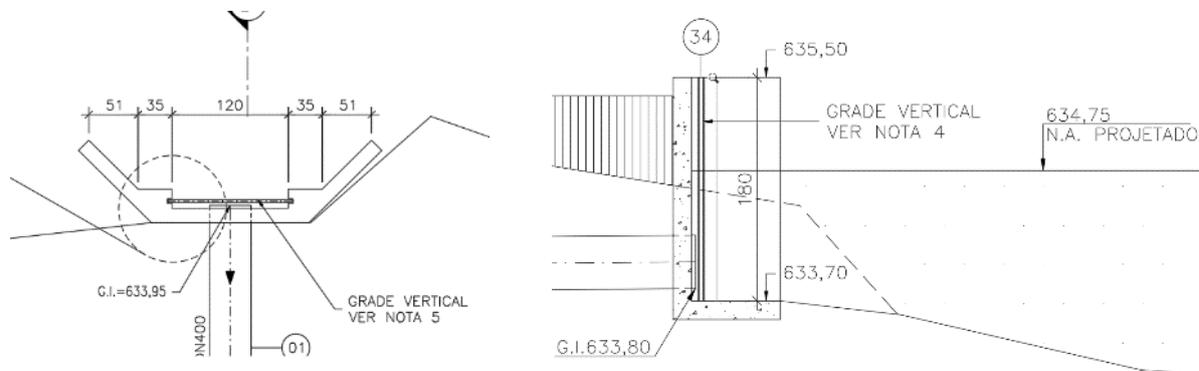
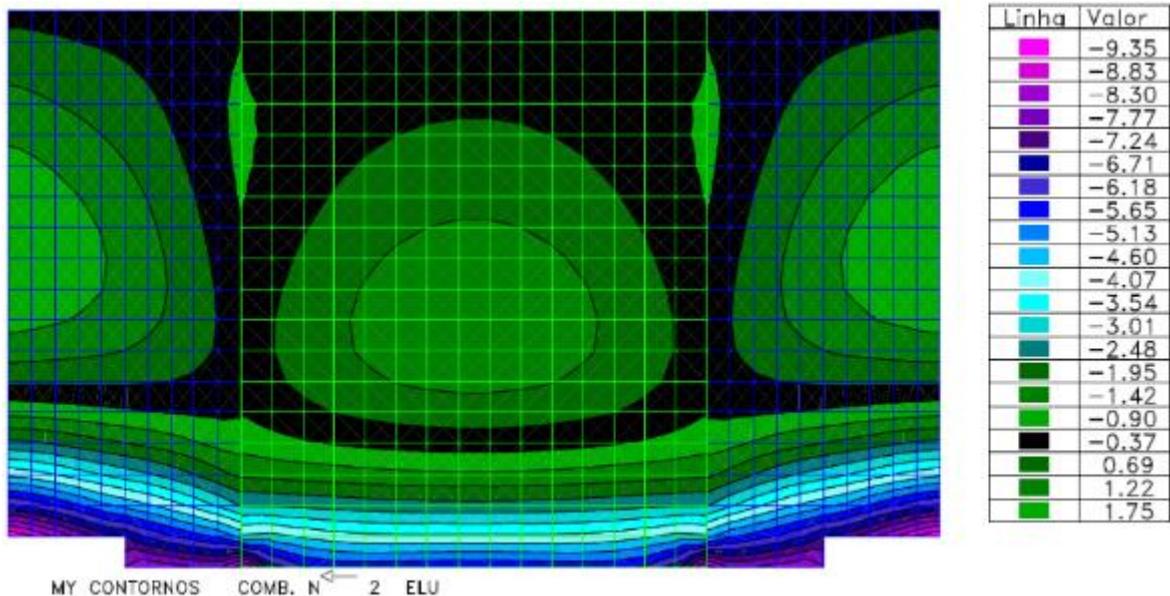
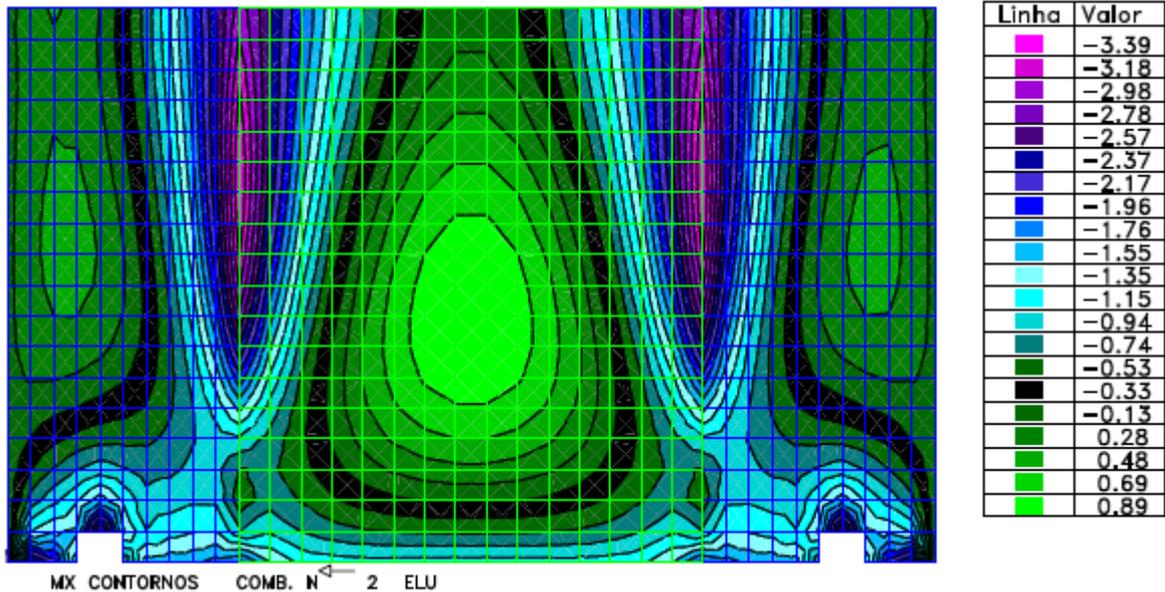


Figura 2 – Tomada d'água na captação.

## 4 ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS

### 4.1 Tomada d'água

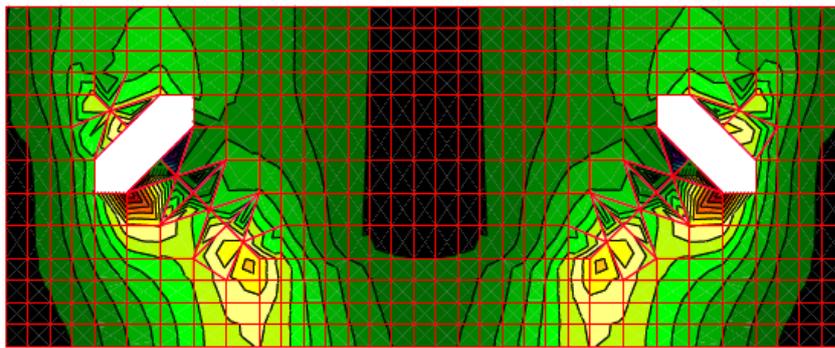
#### 4.1.1 Paredes (15 cm)



Foi encontrado momento máximo de 3,39 kN.m/m na direção X. Na direção Y foram obtidos 9,35 kN.m/m. Sendo assim foi dimensionado as armaduras com base nesses valores.

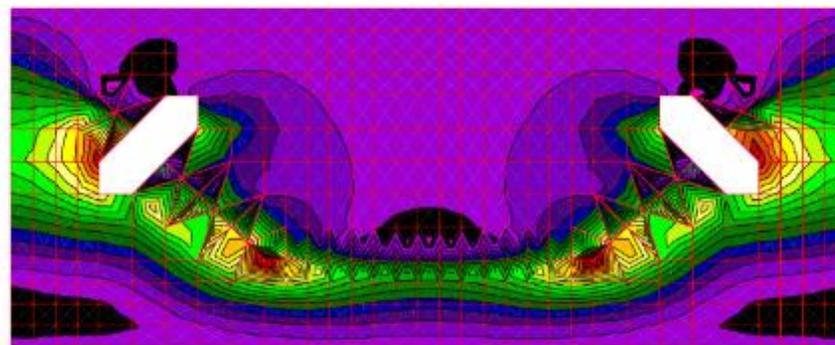
- As Paredes (Longitudinal) = 2,25 cm<sup>2</sup> (mínimo) - Adotado  $\phi 6,3$  c/12,5 cm.
- As Paredes (Vertical) = 2,25 cm<sup>2</sup> (mínimo) - Adotado  $\phi 6,3$  c/12,5 cm.

#### 4.1.2 Fundo (20 cm)



Linha	Valor
	-7.2
	-6.3
	-5.4
	-4.5
	-3.6
	-2.7
	-1.8
	-0.9
	1.0
	1.9
	2.8
	3.7
	4.6
	5.5
	6.4
	7.3
	8.3
	9.2
	10.1
	11.0
	11.9

MX CONTORNOS COMB. N ← 2 ELU



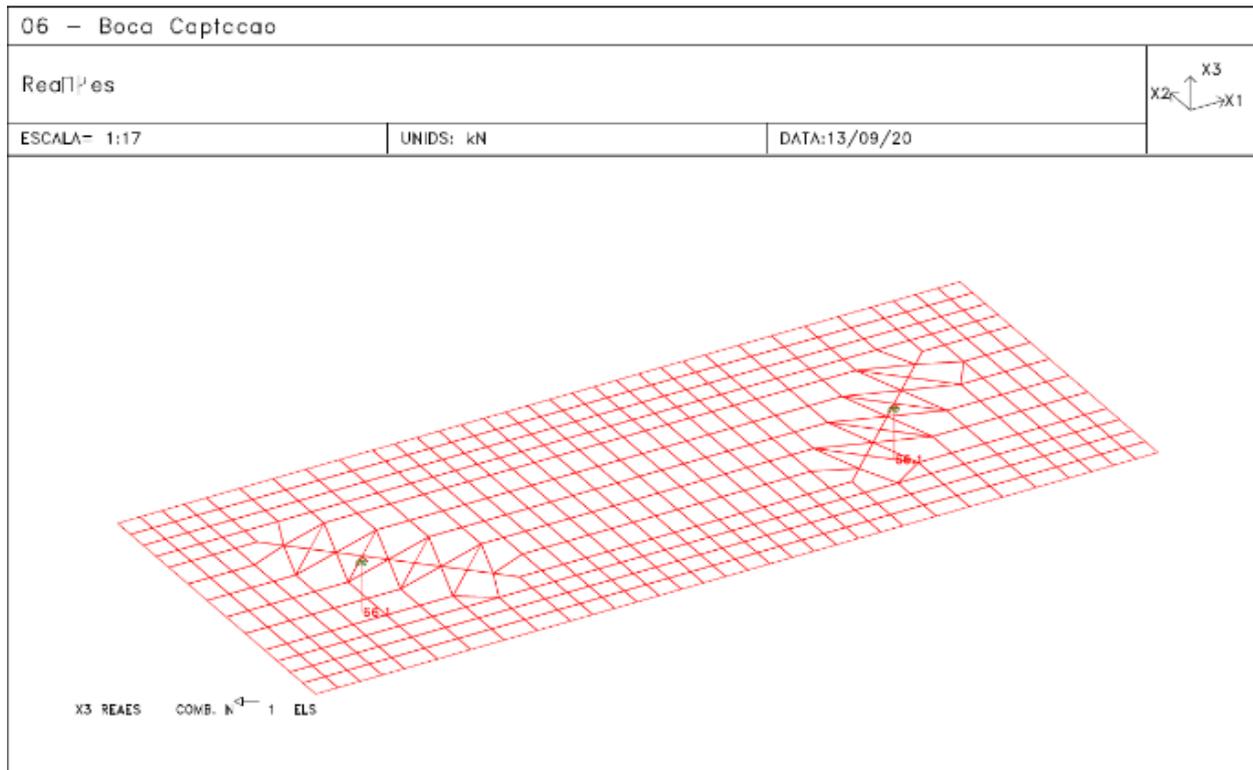
Linha	Valor
	-1.73
	-1.23
	-0.72
	0.29
	0.79
	1.30
	1.80
	2.31
	2.81
	3.32
	3.82
	4.33
	4.83
	5.34
	5.84
	6.35
	6.85
	7.36
	7.86
	8.37
	8.87

MY CONTORNOS COMB. N ← 2 ELU

Foi encontrado momento máximo de 11,90 kN.m/m na direção X. Na direção Y foram obtidos 8,87 kN.m/m. Sendo assim foi dimensionado as armaduras com base nesses valores.

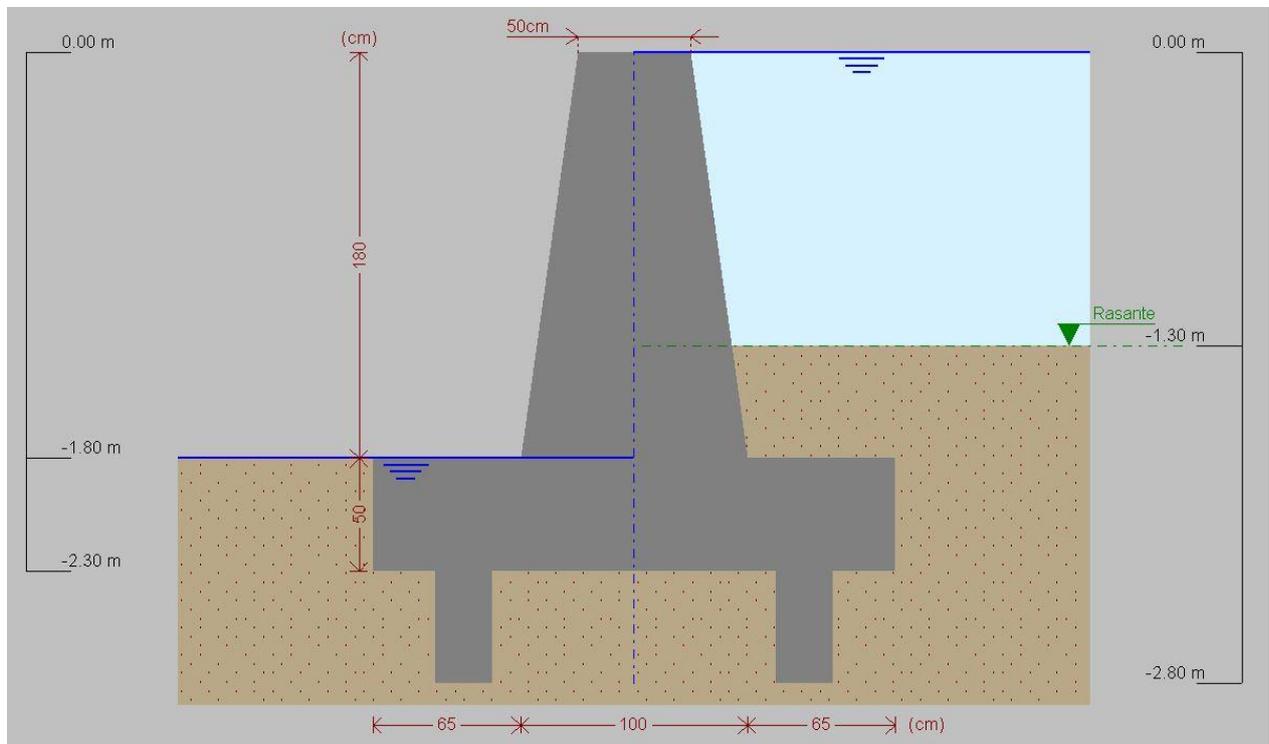
- As Fundo (Longitudinal) = 3,00 cm<sup>2</sup> (mínimo) - Adotado  $\phi 8$  c/15 cm.
- As Fundo (Transversal) = 3,00 cm<sup>2</sup> (mínimo) - Adotado  $\phi 8$  c/15 cm.

### 4.1.3 Reações



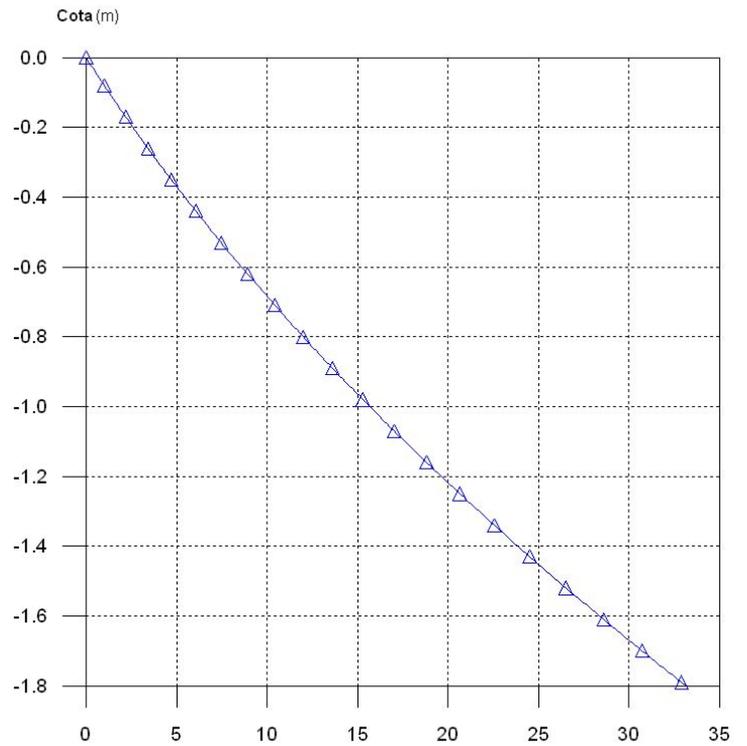
## 4.2 Barragem

### 4.2.1 Modelo de cálculo



### 4.2.2 Diagramas de esforços:

Peso próprio e empuxo de terras



Peso próprio e empuxo de terras

Diagrama de esforços axiais (kN/m)

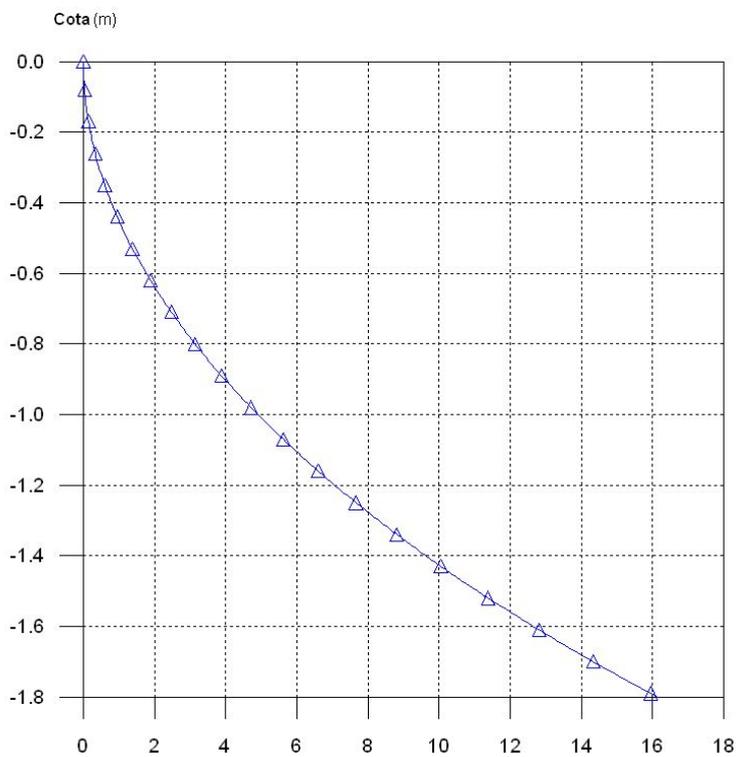
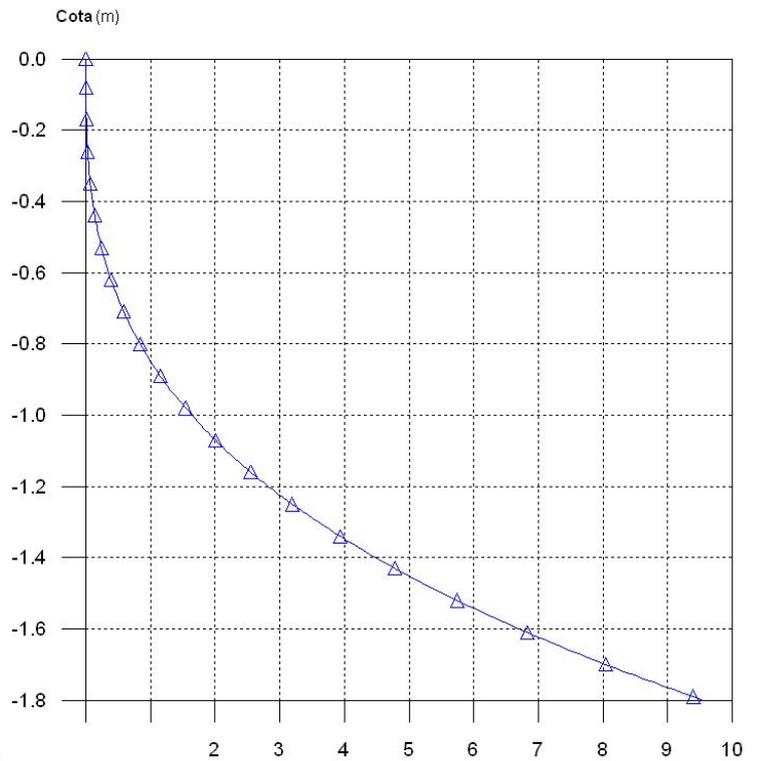


Diagrama de esforços cortantes (kN/m)

Peso próprio e empuxo de terras



Peso próprio e empuxo de terras

Diagrama de momentos fletores (kN·m/m)

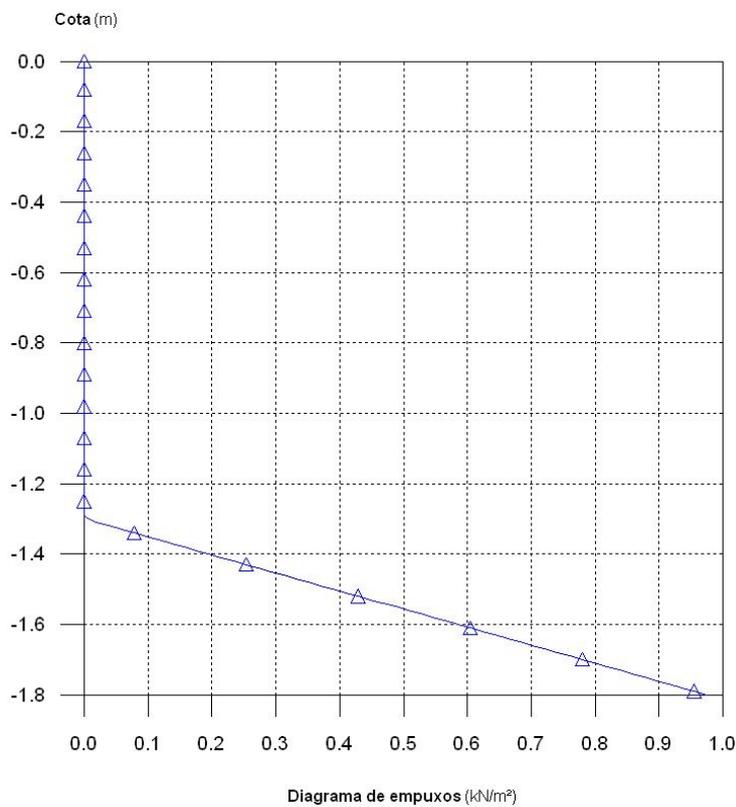


Diagrama de empuxos (kN/m²)



**CESAN**

qualidade em saneamento



CONTRATO 226/2021  
AS N°043/2022

**MUNICÍPIO DE IRUPI  
DISTRITO SEDE**

**MELHORIAS NO SISTEMA DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE IRUPI  
NOVA BARRAGEM**

**VOLUME II – PROJETO ESTRUTURAL**

**TOMO B – DESENHOS**

**GANEM**  
Engenharia Ltda

NOVEMBRO/2022

## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do contrato n° 226/2021, celebrado entre a **GANEM Engenharia Ltda EPP** e a **Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN)**, em 21 de setembro de 2021.

Este contrato visa atender as demandas de análise operacional e projetos da **Gerência de Projetos (E-GPJ)**, e está sendo acompanhado pela **Divisão de Projetos Operacionais (E-DPO)**.

A **GANEM Engenharia Ltda EPP.**, apresenta a seguir o projeto estrutural da nova barragem e captação do município de Irupi / ES.

O projeto completo de melhorias do SAA de Irupi é apresentado conforme descrito abaixo:

- Volume I – Projeto Hidráulico:
  - Tomo A: Memorial Descritivo e de Cálculo (C-104-000-10-5-MD-0001);
  - Tomo B: Desenhos.
- Volume II – Projeto Estrutural:
  - Tomo A: Memorial de cálculo (C-104-000-10-4-MC-0001);
  - Tomo B: Desenhos.
- Volume III – Orçamento (C-104-000-10-0-OR-0001):
  - Planilha Orçamentária (C-104-000-10-0-PL-0001).

Segue listado abaixo o desenho produzido neste projeto estrutural e apresentado no Tomo B.

	Número da CESAN	Referência do desenho
1	C-104-000-10-4-XX-0001	PROJETO ESTRUTURAL - BARRAGEM - LOCAÇÃO E FÔRMA
2	C-104-000-10-4-XX-0002	PROJETO ESTRUTURAL - BARRAGEM - ARMAÇÃO
3	C-104-000-10-4-XX-0003	PROJETO ESTRUTURAL - TOMADA D'ÁGUA - CAPTAÇÃO - FÔRMA E ARMAÇÃO

## DESENHOS