

Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia

GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Juazeiro do Norte - CE Bairro Aeroporto

Projeto Estrutural Básico do Novo Sistema de
Abastecimento de Água do Bairro Aeroporto
em Juazeiro do Norte

VOLUME VI
Projeto Estrutural

Cagece

JANEIRO/2018



EQUIPE TÉCNICA DA GPROJ – Gerência de Projetos
Produto: Projeto Estrutural Básico do Novo Sistema de
Abastecimento de Água do Bairro Aeroporto em Juazeiro
do Norte

Gerente de Projetos

Engº. Raul Tigre de Arruda Leitão

Coordenação de Projetos Técnicos

Engº. Celso Lira Ximenes Júnior

Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio

Engº. Gerardo Frota Neto

Engenheiro Projetista

Engº. Carlos Raphael Monteiro de Lemos

Desenhos

Gustavo Andrade

Caroline Basto

Edição Final

Janis Joplin Saara Moura Queiroz

Colaboração

Ana Beatriz Caetano de Oliveira

Gleiciane Cavalcante Gomes

Arquivo Técnico

Patrícia Santos Silva

I – APRESENTAÇÃO

O presente relatório consiste no dimensionamento de uma adutora que interligará o poço existente PT-23 ao Reservatório Apoiado (500m³), projetado. Está prevista ainda a perfuração de outro poço para complementar a vazão projetada para fim de plano. Este projeto altera a concepção do projeto original que trazia o PT-23 operando, em 1ª etapa, simultaneamente com o PT-18. Os dados de vazões dos poços foram consultados no *Plano Diretor de Abastecimento de Água dos Municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha, PDAA – JUABAR, agosto 2011, Relatório de Análise da Situação Operacional do município de Juazeiro do Norte, junho 2016*, e em consultas com a Unidade de Negócio Bacia do Salgado – UN-BSA.

Ademais, foi redimensionado o conjunto motor-bomba que interligará os Reservatórios Apoiados de 500m³ e 300m³ ao Reservatório Elevado 200m³, todos projetados, adotando tempo de funcionamento de 18 horas, conforme recomendação da SPO-016 do caderno de Normas Técnicas para *Projetos de Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário – Cagece*.

Esta proposta é um projeto de readequação ao documento intitulado *Projeto Executivo de Melhorias do Sistema de Abastecimento de Água do Bairro Aeroporto, agosto 2010*, o qual atendia à solicitação da UN-BSA através do processo nº 0094.000173/2009-00 de 31/03/2009, visando à construção de Reservatório Apoiado de 500m³, Reservatório Elevado de 200m³, Estação Elevatória, Adutora de Recalque e ampliação da rede de distribuição.

Para este projeto, foram conservados todos os dados, os parâmetros e as projeções do *Projeto Executivo de Melhorias do Sistema de Abastecimento de Água do Bairro Aeroporto, de agosto 2010*, além das decisões tomadas em nível de gerência.

Este documento é parte integrante do seguinte conjunto de volumes:

- Volume I – Relatório Geral, Especificações Técnicas, Memorial de Desapropriação e ART;
- Volume II (Tomo I e II) – Peças Gráficas;
- Volume III – Projeto Elétrico;
- Volume IV – Projeto de Automação;
- Volume V – Relatório de Sondagem;
- **Volume VI – Projeto Estrutural.**

II – SUMÁRIO

1. PROJETO ESTRUTURAL	1
1.1 RESERVATÓRIO APOIADO 500M ³	2
1.2 RESERVATÓRIO ELEVADO V=200M ³	39
1.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	75
1.4 RESERVATÓRIO APOIADO 300M ³	106



Projeto Estrutural

1. PROJETO ESTRUTURAL

1.1 Reservatório Apoiado 500m³

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO APOIADO 500M³



Cagece

Serra/ES

22 de agosto de 2017

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1	OBJETIVO.....	3
1.2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
1.3	INTRODUÇÃO	3
1.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO	3
2.0	MODELO DE CÁLCULO	6
2.1	CARGAS E COMBINAÇÕES	7
2.2	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES	9
2.3	SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS.....	10
2.4	FUNDAÇÕES.....	10
3.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA EEAT-08	12
3.1	FUNDO	12
3.2	PAR1=PAR2.....	16
3.3	PAR3=PAR4.....	20

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da estação elevatória de água tratada.

1.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos relacionados foram utilizados na elaboração deste documento ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele. Devem ser utilizados na sua revisão mais recente:

- JUAZEIRO_DO_NORTE_18-19.27_RAP_01-02.02

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: reservatório apoiado de 500m³.

O dimensionamento dos elementos citados fora executado tomando como base as normas que seguem:

- NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos
- NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- NBR 6122 – Projeto e execução de fundações
- NBR 6123 – Força devidas ao vento em edificações
- NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos.

Documentos técnicos e livros como:

- Resistência do Materiais, V. Feodosiev
- Curso de Concreto Armado, José Milton de Araújo

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 0.2 mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 2° Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%

➤ Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

➤ Cobrimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

- Limite de Abertura de Fissuras de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 13.4 – Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	–
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	Combinação frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação frequente
		ELS-D ^a	Combinação quase permanente
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação rara
		ELS-D ^a	Combinação frequente

^a A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com $a_p = 50$ mm (Figura 3.1).

NOTAS

1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.

2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.

3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

- Fator Água-Cimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

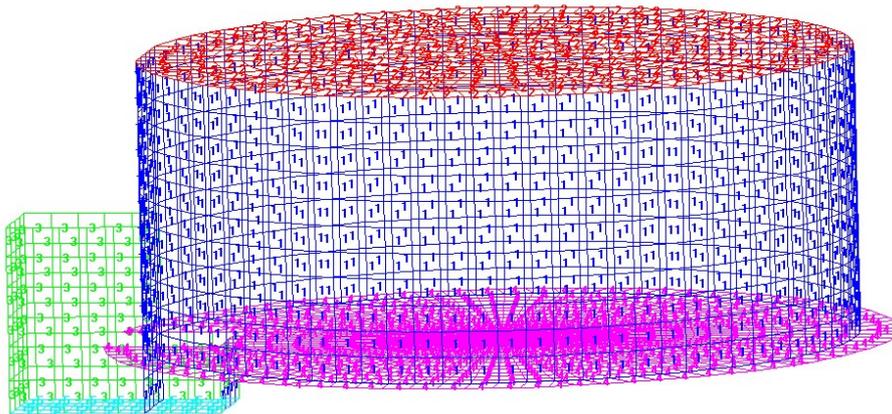
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

7.4.7.6 A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20 % a espessura nominal do cobrimento, ou seja:

$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

2.0 MODELO DE CÁLCULO

Laje de piso do reservatório apoiado sobre base elástica. O campo de deslocamentos e tensões foi calculada adotando-se a metodologia implementada pelo software comercial STRAP VERSÃO 2011.



PERSPECTIVA 3D DA MALHA - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Ações Permanentes:

- g1 - Peso próprio do concreto (permanente direta)
- g2 - Empuxo de terra (permanente direta)
- q1 - Água

Ações Variáveis Acidentais:

- q2 - Sobrecarga

Coefficientes de ponderação (γ_g, γ_q), fatores de combinação (ψ_q), e fatores de redução (ψ_1, ψ_2) para:

- Combinação Normal (CN) em Estado Limite de Utilização (ELU);
- Combinação Quase Permanente (CQP) em Estado Limite de Serviço (ELS);
- Combinação Freqüente (CF) em Estado Limite de Serviço (ELS).

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	γ_g	γ_g	γ_g
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	γ_q	γ_q	γ_q
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga	0,8	0,7	0,6
Empuxo hidrostático	0,8	0,7	0,6
Gradiente térmico	0,6	0,5	0,3

Grandezas Físicas das Ações:

- g1 - Peso próprio do concreto = Volume dos elementos multiplicado pelo peso específico do concreto armado. Unidades: peso em tf e o volume em m³.
- g2 - Empuxo de terra

Argila com areia fina cor variegada

$\gamma_t = 18,00 \text{ kN/m}^3$ Godoy, 1972

$\phi = 0^\circ$ $K_0 = 1,00$ $K_0 = 1 - \text{sen } \phi$

$p = K_0 \cdot \gamma_t \cdot h$

- g3 - Enchimentos = Volume do elemento multiplicado pelo peso específico do material. Unidades: peso em tf e volume em m³.
- g4 - Retração: Não Consideramos uma retração em toda a estrutura
- q1 - Empuxo Hidrostático interno: Em todas as faces internas estão sendo aplicada uma pressão de base ao topo. O peso específico utilizado no cálculo destas pressões é o da água, igual a 1tf/m³ multiplicado pela altura da lamina d'água.
- q2 - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a 0,3 tf/m².
- q3 - gradiente térmico: Não foi considerado, as estruturas estão enterradas e as partes expostas tem pequenas dimensões e em consequência as deformações devido ao gradiente térmico são insignificantes.

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

$$C01 = 1,40.(g1+g3)+g2+1,40.q1+1,20.q2$$

$$C02 = 1,40.(g1+g3)+g2+1,40.q2+1,20.q1$$

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

$$C03 = 1,40.(g1+g2+g3)+1,40.q2$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

$$C05 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q1+0,60.q2$$

$$C06 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2+0,60.q1$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

$$C07 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2$$

Especial, para verificação da flutuação

$$C08 = 1,00.(g1+g3)+1,00.q4$$

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

Os cálculos de paredes e lajes de fundo e tampas foram considerados um elemento estrutural de 100 cm de largura e altura h , para o dimensionamento a flexo-tração com a força da envoltória máxima nas direções x e y e momentos da envoltória máxima e mínima nas direções x e y . A compressão aqui foi desprezada por entender que a sollicitação máxima acontece quando o elemento estrutural em questão é tracionado junto com a flexão.

Após a verificação da flexo-tração o elemento foi verificado com relação à formação de fissuras.

Momento mínimo para a dispensa de análise de fissuração (ESTÁDIO I e II):

$$M_R = \alpha f_{ct} I_o / y_t [tf \cdot m] \quad (1)$$

Calculando teremos, M_r para um $f_{ck} = 30$ MPa e h variado igual à:

- $h=15$ cm ; $M_r = 3,45$ tf.m
- $h=20$ cm ; $M_r = 4,50$ tf.m
- $h=25$ cm ; $M_r = 4,50$ tf.m
- $h=30$ cm ; $M_r = 5,19$ tf.m
- $h=35$ cm ; $M_r = 6,03$ tf.m
- $h=40$ cm ; $M_r = 6,90$ tf.m

Armadura mínima prevista em norma:

$$A_{s,min} = \rho_{min} 100h \left[\frac{cm^2}{m} \right] \quad (2)$$

Sendo ρ_{min} taxa de armadura mínima conforme a NBR 6118:2003

Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^{(1)}$ ($A_{s,min}/A_c$) %							
	f_{ck} ω_{min}	20	25	30	35	40	45	50
Retangular	0,035	0,150	0,150	0,173	0,201	0,230	0,259	0,288
T (mesa comprimida)	0,024	0,150	0,150	0,150	0,150	0,158	0,177	0,197
T (mesa tracionada)	0,031	0,150	0,150	0,153	0,178	0,204	0,229	0,255
Circular	0,070	0,230	0,288	0,345	0,403	0,460	0,518	0,575

¹⁾ Os valores de ρ_{min} estabelecidos nesta tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $\gamma_c = 1,4$ e $\gamma_s = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, ρ_{min} deve ser recalculado com base no valor de ω_{min} dado.

NOTA - Nas seções tipo T, a área da seção a ser considerada deve ser caracterizada pela alma acrescida da mesa colaborante.

Calculando teremos, $A_{s,min}$ para um $f_{ck} = 30\text{MPa}$, $b=100\text{cm}$, seção retangular e h variado igual à:

- $h=15\text{cm}$; $A_{s,min} = 3,45\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/18$
- $h=20\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/12$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/20$
- $h=25\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/10$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/18$
- $h=30\text{cm}$; $A_{s,min} = 5,19\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/15$
- $h=35\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,03\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/12$
- $h=40\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,90\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/10$

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

Foram utilizadas as seguintes seções de concreto para as respectivas estruturas:

- Reservatório Apoiado 500m^3 :

Paredes: 20 cm

Fundo: 40 cm

Tampa: 20 cm

2.4 FUNDAÇÃO

Para a estrutura do Reservatório utilizamos a laje de fundo apoiada diretamente sobre o solo. Como modelo de cálculo adotamos um sistema de molas de resposta linear. Para obter a tensão média admissível a partir desse ensaio, utiliza-se o número médio de golpes aplicando a seguinte fórmula:

$$s = 0,20 * \text{SPT Médio (kgf/m}^2\text{)}$$

A partir dos valores de tensão média admissível é possível obter o valor de K_v por correlação, utilizando a tabela abaixo:

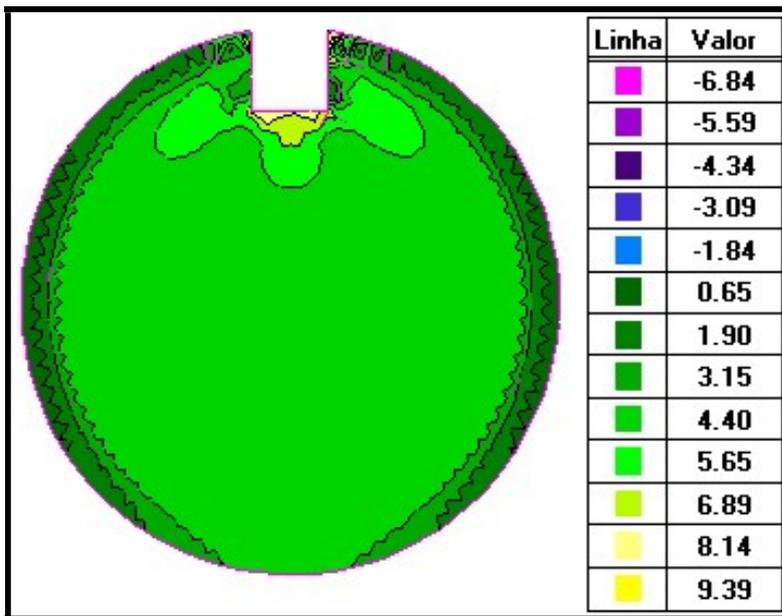
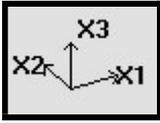
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	5,30
0,80	1,84	2,70	5,40
0,85	1,93	2,75	5,50
0,90	2,02	2,80	5,60
0,95	2,11	2,85	5,70
1,00	2,20	2,90	5,80
1,05	2,29	2,95	5,90
1,10	2,38	3,00	6,00
1,15	2,47	3,05	6,10
1,20	2,56	3,10	6,20
1,25	2,65	3,15	6,30
1,30	2,74	3,20	6,40
1,35	2,83	3,25	6,50
1,40	2,92	3,30	6,60
1,45	3,01	3,35	6,70
1,50	3,10	3,40	6,80
1,55	3,19	3,45	6,90
1,60	3,28	3,50	7,00
1,65	3,37	3,55	7,10
1,70	3,46	3,60	7,20
1,75	3,55	3,65	7,30
1,80	3,64	3,70	7,40
1,85	3,73	3,75	7,50
1,90	3,82	3,80	7,60
1,95	3,91	3,85	7,70
2,00	4,00	3,90	7,80
2,05	4,10	3,95	7,90
2,10	4,20	4,00	8,00

Fonte: Safe, Morrison (1993)

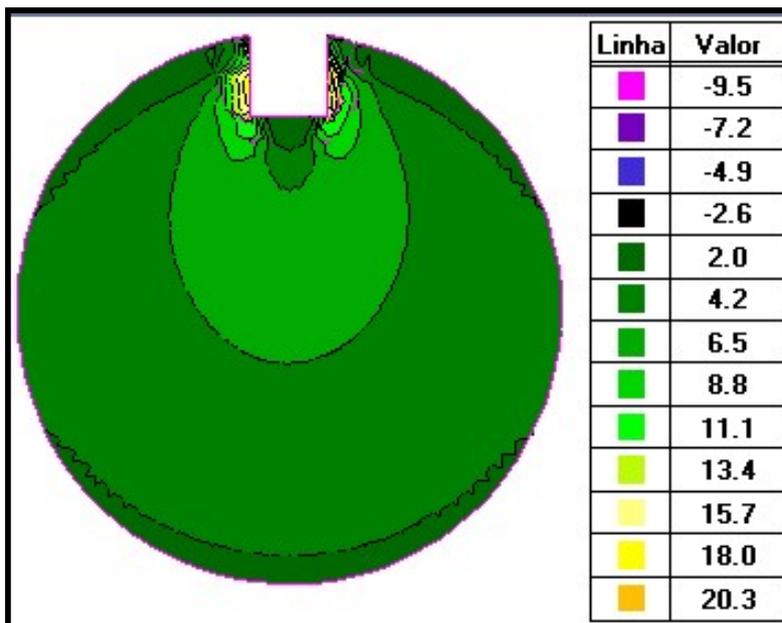
Adotamos uma taxa de solo de 1,5Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de x3=750tf/m

3.0 RESERVATÓRIO APOIADO 500M³

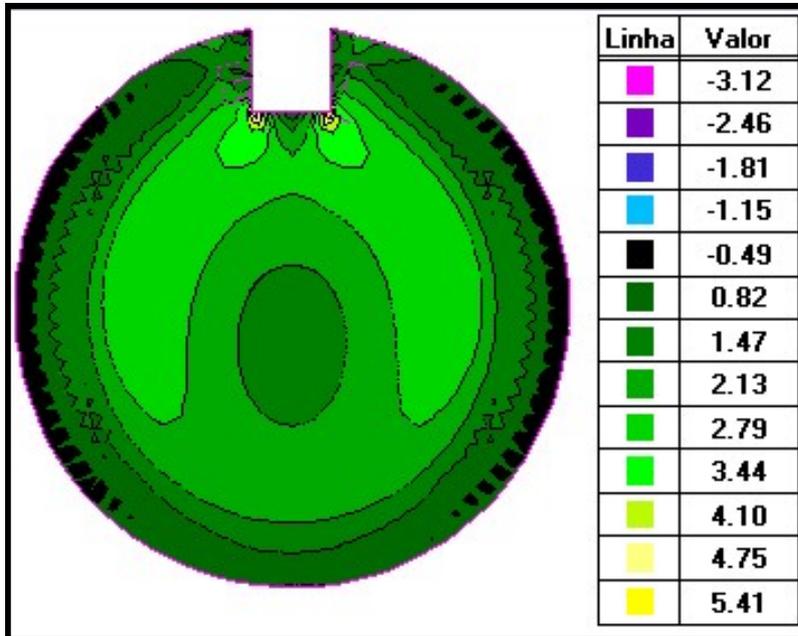
3.1 FUNDO



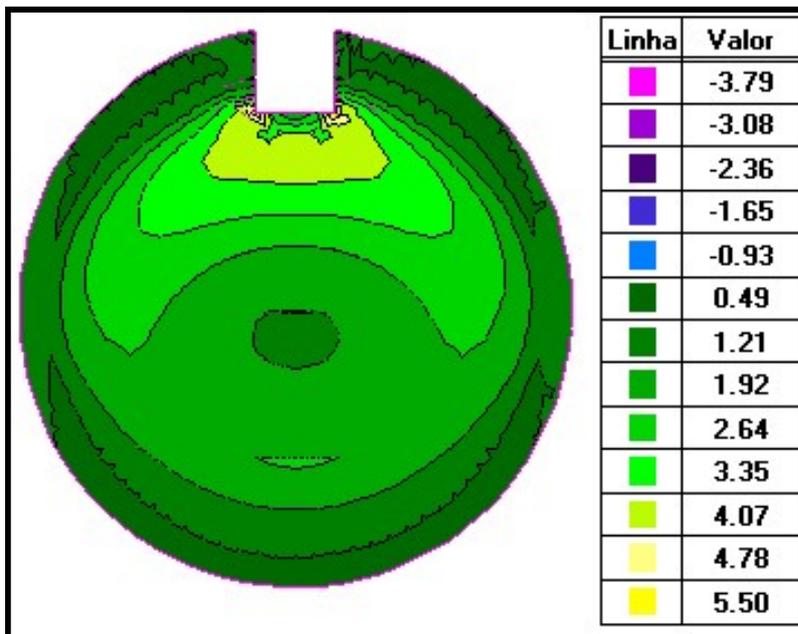
FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk) (cm ² /m)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ _{máx.}	As,min (cm ² /m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
500	30	3,44	5,65	40	5,0	0,5	6,92	1,40	1,15	1,40	Classe IV
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária		Arranjo									
As1 (cm ² /m)	As2 (cm ² /m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm ² /m)							
-	2,18	10	10,0	7,85							
		10	10,0	7,85							
Resumo - ELU											
Zona	ξ	ω1	ω2								
Zona D	0,034	0,000	0,015								
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais			Esforços				Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Mfr (tf/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30	3,44	3,44	5,65	40	5	10	10,0			
Cálculo											
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)				
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	125,00				
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,006283185	0,222	7,76	96,48	0,00	0,01632207	0,111339076				

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{máx.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.	
500	30	3,35	6,50	40	5,0	0,5	6,92	1,40	1,15	Classe IV	

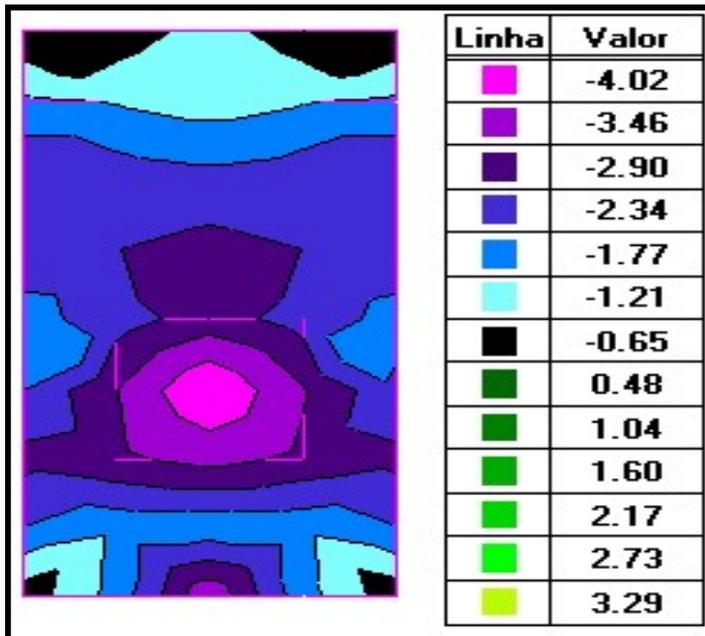
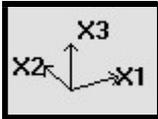
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	10	7,85
As2 (cm ² /m)	10	7,85

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,034	0,000	0,013

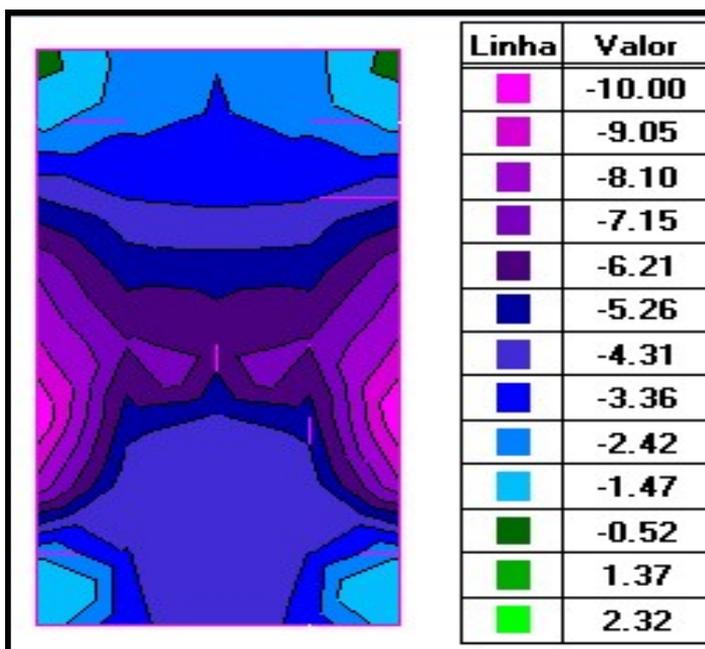
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais			Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	h (cm)	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
500	30	3,35	6,5	40	5	10	40	12,50	10,00	125,00
Cálculo										
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	87,78	0,00	0,01351112	0,101299108
α_s	pri	ξ	x (cm)							
8,05	0,006283185	0,232	8,13							

FUNDO - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

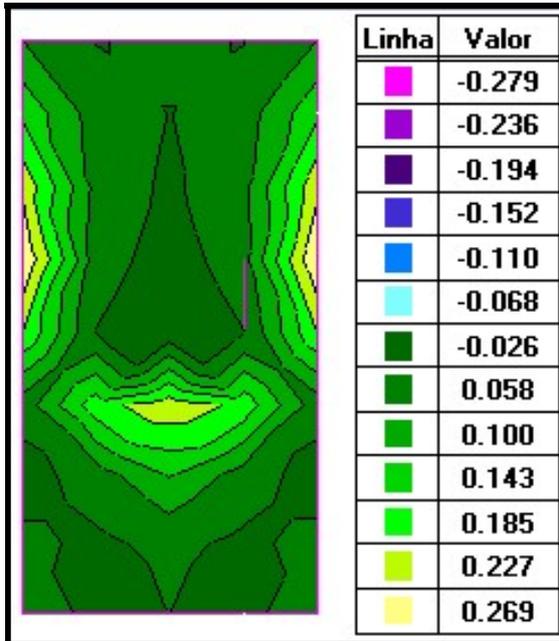
3.2 FUNDO CAIXA



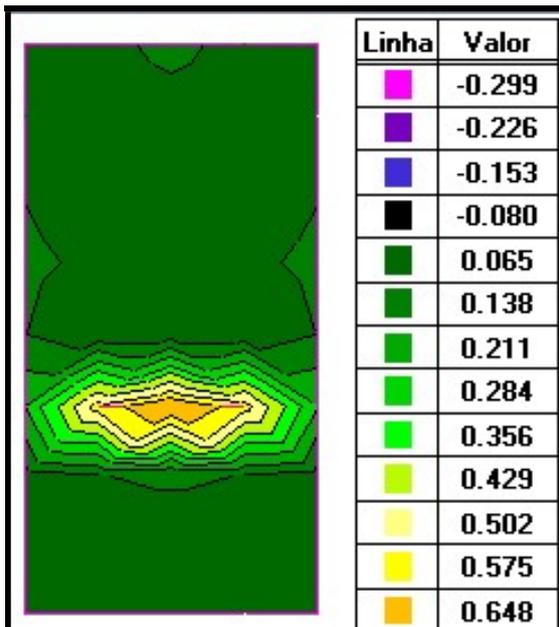
FUNDO CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX – MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	0,23	3,46	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária											
As1 (cm²/m)		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)							
-		8	12,0	4,19							
As2 (cm²/m)		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)							
-		8	12,0	4,19							
Resumo - ELU											
Zona	ξ	ω1	ω2								
Zona O	-	0,000	0,000								
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais				Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	h (cm)	d' (cm)	Esp. (cm)		
500	30	0,23	3,46	20	4,9	8	20	4,9	12,0		
Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)				
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80				
αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,003842927	0,722	10,90	2,02	0,00	5,7218E-06	0,002970346				

FUNDO CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003												
Materiais				Esforços			Seção			SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.	
500	30	0,58	6,21	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV	

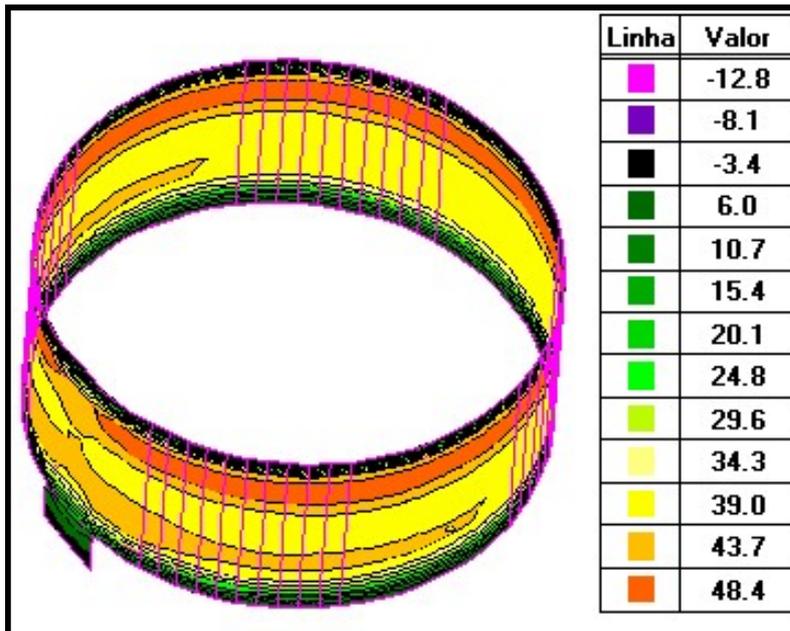
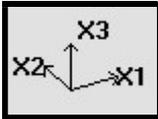
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm)
As1 (cm ² /m)	8	12,0
As2 (cm ² /m)	8	12,0

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona O	-	0,000

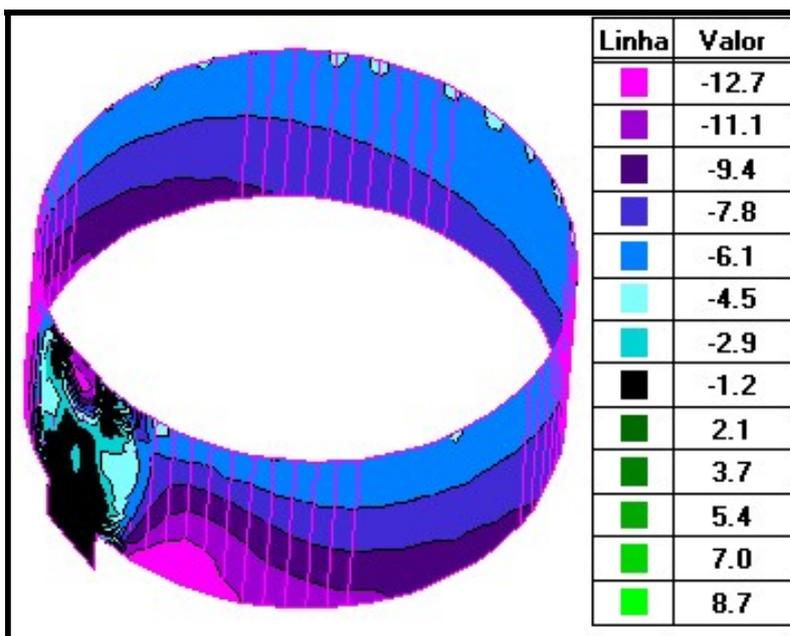
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	h (cm)	hi (cm)	bi (cm)
500	30	0,58	6,21	20	4,9	8	12,0	10,90	12,00
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)	0,028176129
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	19,16	0,00	0,00051485	0,028176129	

FUNDO CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

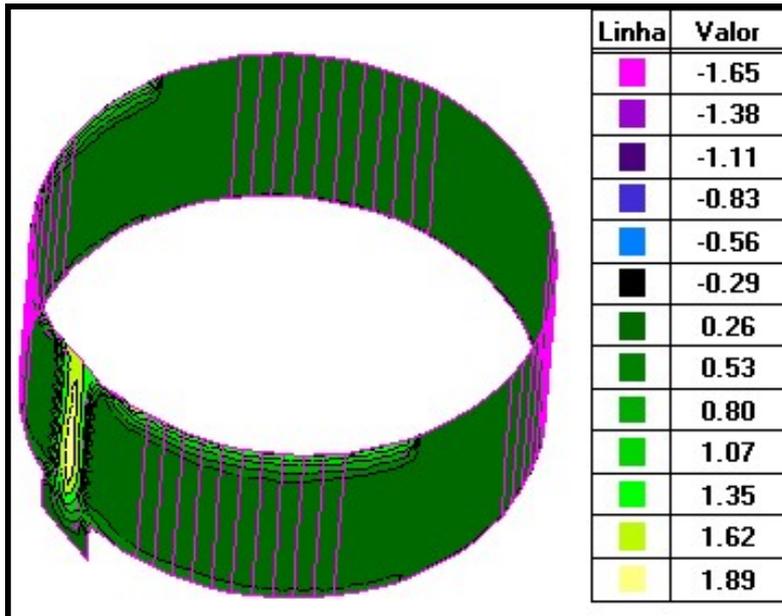
3.3 PAREDE



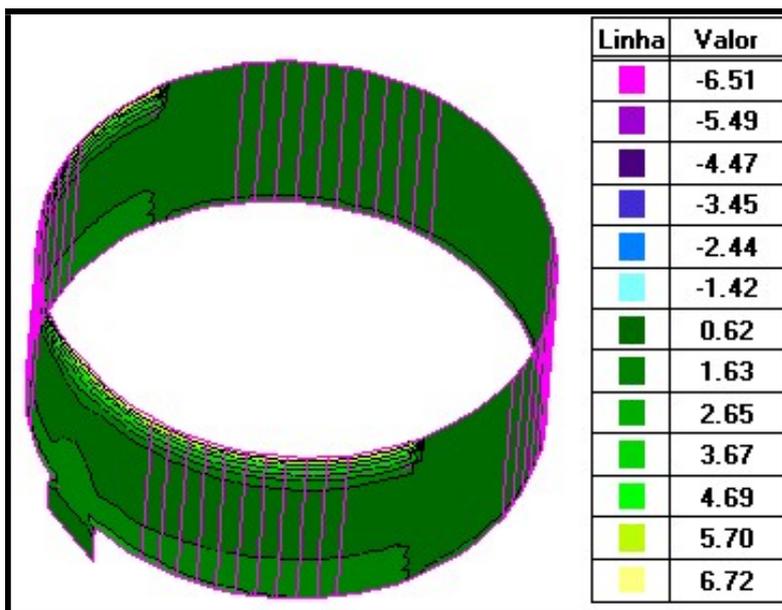
PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX- MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	$As_{,min}$ (cm ² /m)	γ^c	γ^s	γ^f	Classe Agres.
500	30	1,62	29,60	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm)
As1 (cm ² /m)	8	10,0
As2 (cm ² /m)	8	10,0

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona O	-	0,000

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO						
Materiais		Esforços			Seção	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ
500	30	1,62	29,6	20	4,9	8

Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η 1	hi (cm)	bi (cm)
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00

as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,004611512	0,911	13,76	3,39	0,00	1,6091E-05	0,004185426

PAREDE – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	3,67	11,10	20	5,1	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária		
As1 (cm ² /m)	As2 (cm ² /m)	As,tot (cm ² /m)
-	6,33	12,27
		12,27

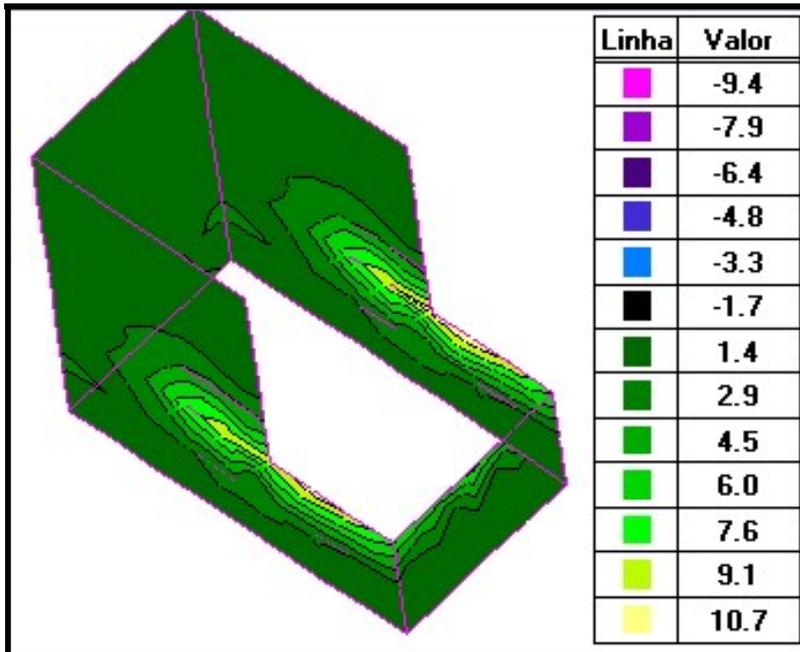
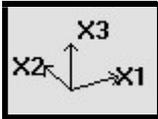
Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona D	0,199	0,000
		0,102

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais			Esforços				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	Esp. (cm)
500	30	3,67	11,1	20	5,125	12,5	10,0

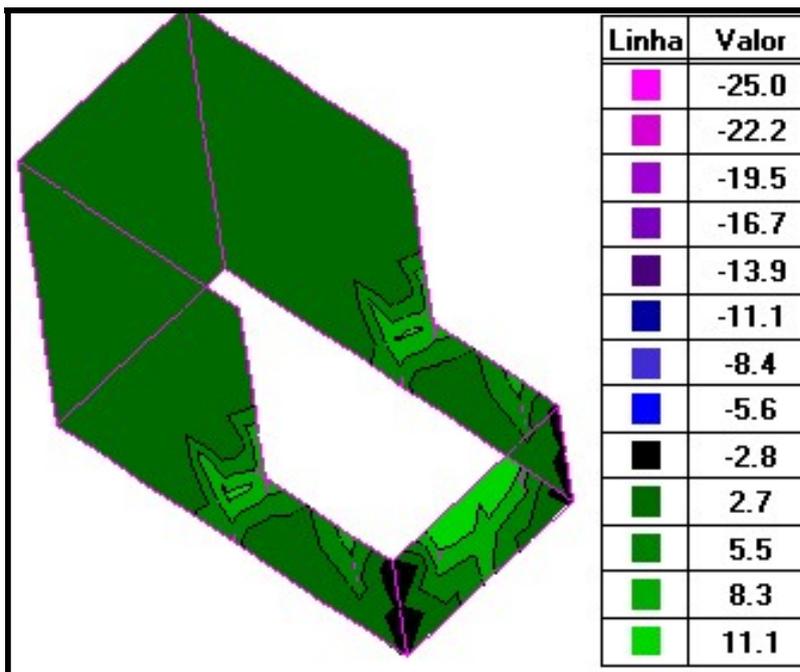
Cálculo							
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	10,00	145,00
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,008463342	0,360	5,36	171,73	0,00	0,06464332	0,188127033

PAREDE – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

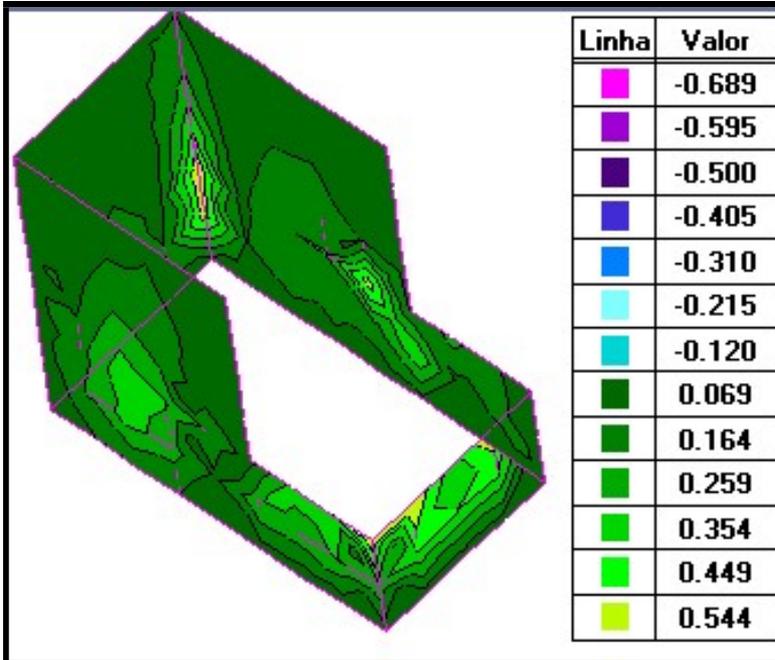
3.4 PAREDE CAIXA



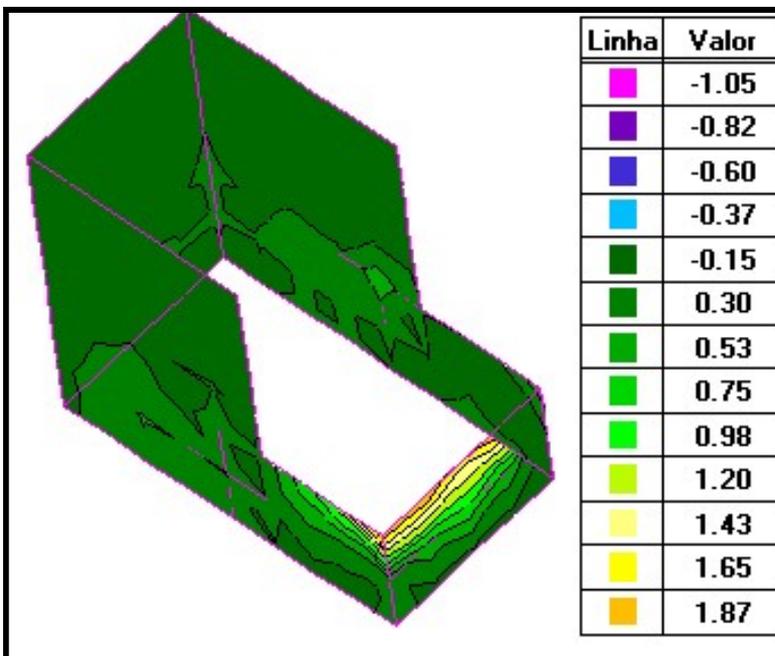
PAREDE CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAREDE CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAREDE CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX- MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAREDE CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	0,45	7,60	15	4,9	0,5	2,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária		
As1 (cm ² /m)	As2 (cm ² /m)	As,tot (cm ² /m)
-	-	3,35
-	-	3,35

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona O	-	0,000

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais			Esforços				Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	h (cm)	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
500	30	0,45	7,6	15	4,9	8	15,0	10,90	12,00	130,80
Cálculo										
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	σ_{si} (Mpa)	ξ	x (cm)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
3,35	210.000	26.072	2,90	2,25	13,42	0,610	6,17	0,00	0,00025279	0,019743493

PAREDE CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais		Esforços			Seção			SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{máx.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	0,75	8,30	15	4,9	0,5	2,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV

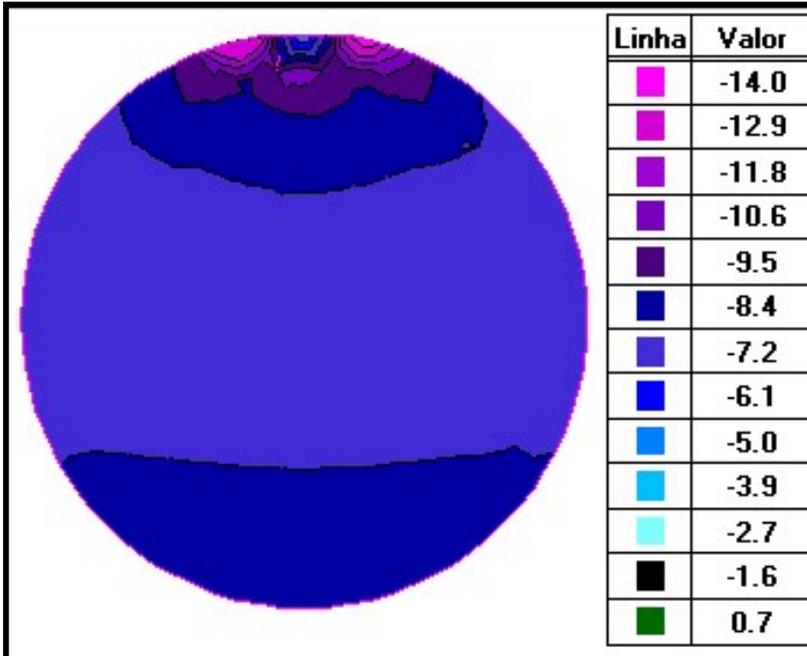
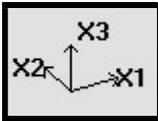
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Arranjo		
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)
As1 (cm ² /m)	8	15,0
As2 (cm ² /m)	8	15,0

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω_1
Zona D	0,095	0,000
		ω_2
		0,012

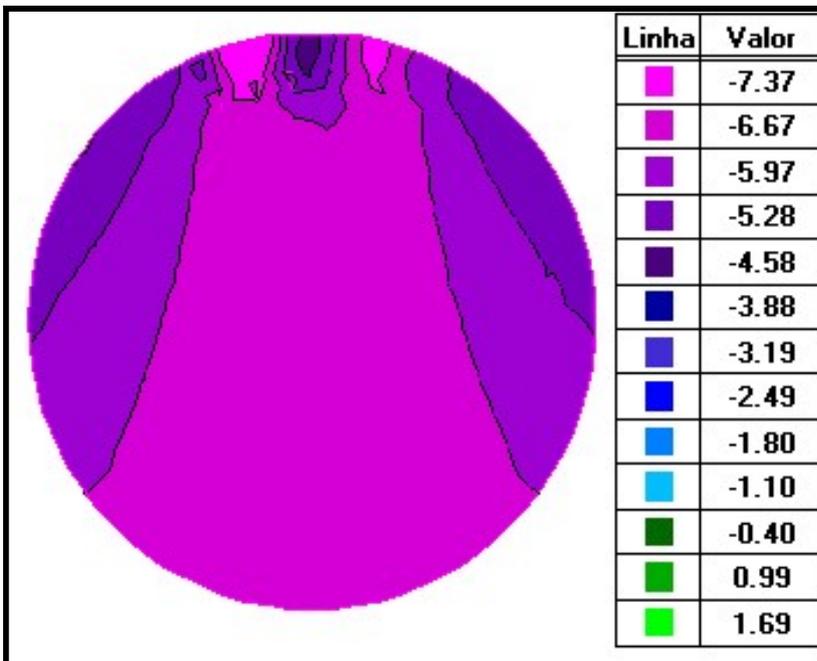
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO															
Materiais		Esforços				Seção									
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	h (cm)	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)					
500	30	0,75	8,3	15	4,9	8	15,0	10,90	12,00	130,80					
Cálculo															
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)	As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Acric (cm ²)					
3,35	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80	3,35	210.000	130,80					
α_s	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)	8,05	0,003842927	0,373	3,77	78,25	0,00	0,00858958	0,115087459

PAREDE CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

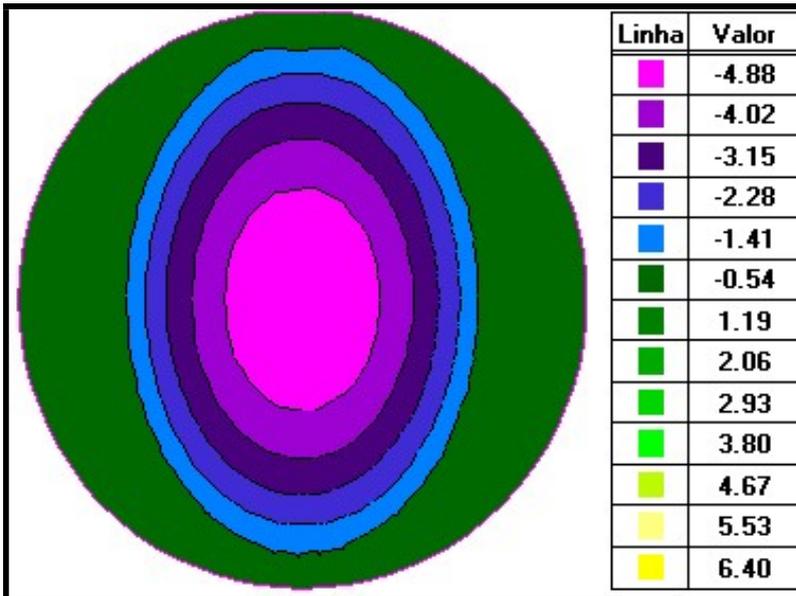
3.5 TAMPA



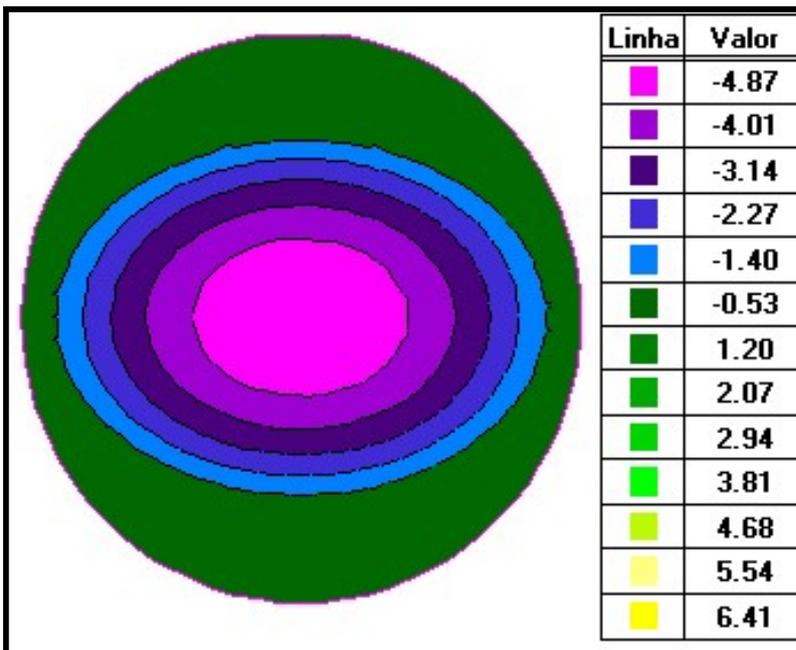
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX- MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais		Esforços			Seção			SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ_{\max} .	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	4,02	14,00	20	5,1	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	12,5	12,27
As2 (cm ² /m)	12,5	12,27

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona D	0,224	0,107

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO						
Materiais		Esforços			Seção	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ
500	30	4,02	14	20	5,125	12,5
Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	10,00
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)
8,05	0,008463342	0,370	5,50	179,76	0,00	0,196933398

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D

RESERVATÓRIO APOIADO 500M³

CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa

	FUNDAÇÃO	PAREDE CURVA	TAMPA	CAIXA	TOTAL
VOLUME (m ³)	61,00	44,00	55,00	7,50	167,50
FÔRMA (m ²)	50,00	451,00	264,00	31,00	796,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa

VOLUME (m ³)	8,50
--------------------------	------

FUNDAÇÃO

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	734	294
50A	10	7523	4739
TOTAL		8257	5033

PAREDE CURVA

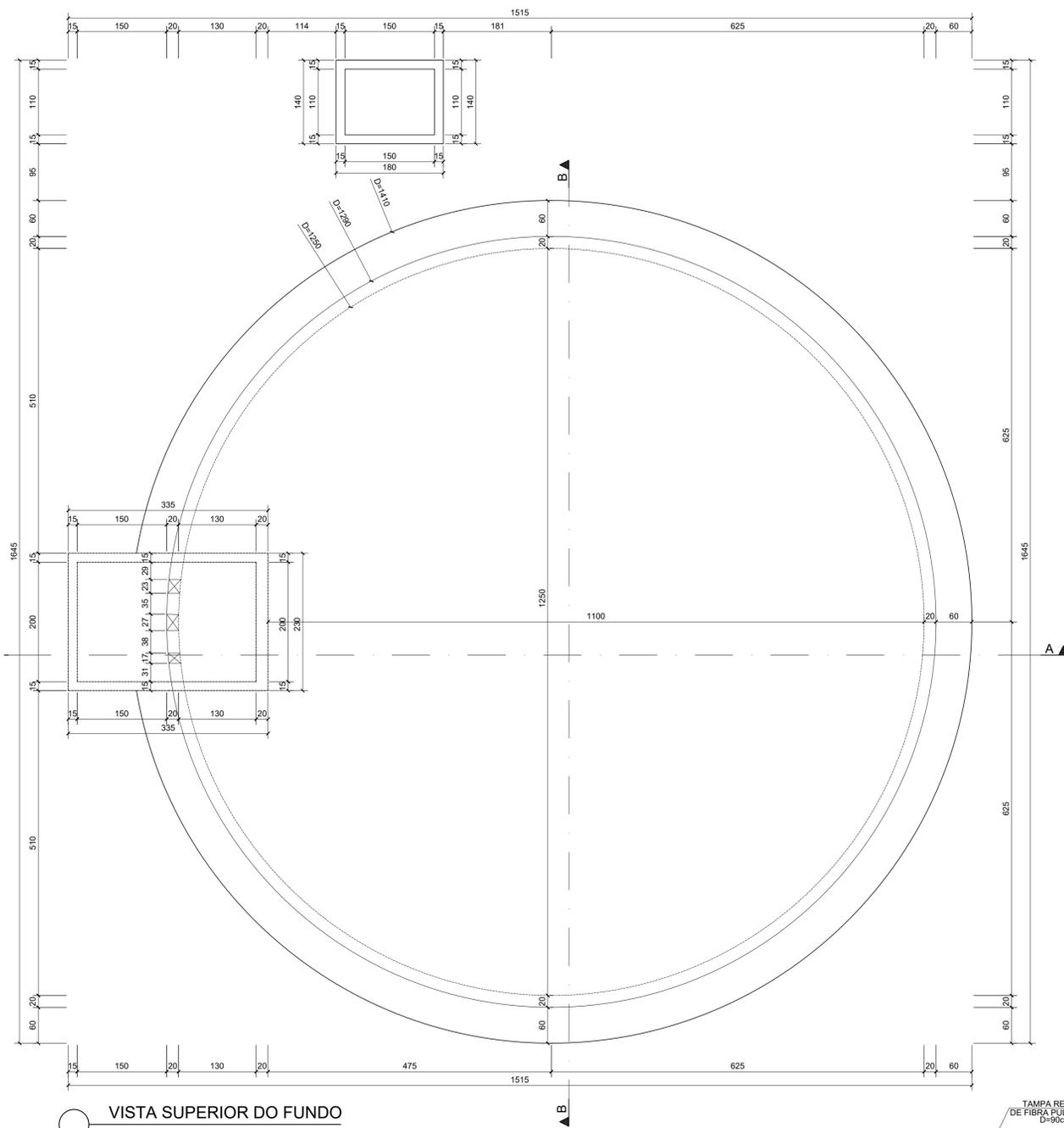
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	4917	1967
50A	12.5	5110	5110
TOTAL		10027	7077

TAMPA

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	106	43
50A	12.5	8649	8649
TOTAL		8755	8692

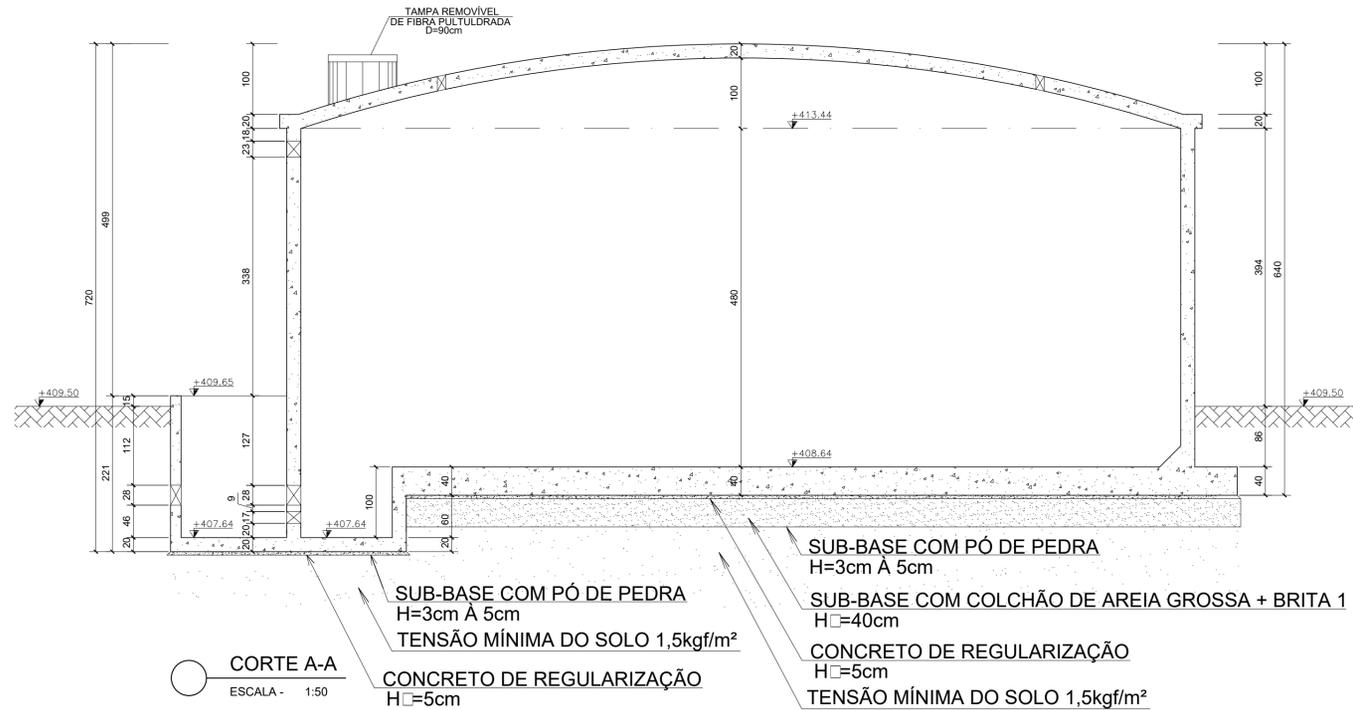


CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



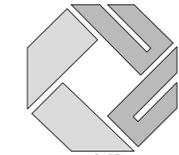
VISTA SUPERIOR DO FUNDO

ESCALA - 1:50



CORTE A-A

ESCALA - 1:50



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

QUANTITATIVOS

	ELEMENTOS ESTRUTURAIS							
	TAMPA	PAREDES	PAREDIS CURVA	VIGAS	PILAR	FUNDAÇÃO	CAIXAS	TOTAL
ÁREA DE FORMAS (M ²)	264,00	XXX	45,00	XXX	XXX	50,00	31,00	796,00
VOLUME DE CONCRETO ESTRUTURAL 30MPA (M ³)	55,00	XXX	44,00	XXX	XXX	61,00	7,50	167,50
VOLUME DE CONCRETO SIMPLES 15MPA (M ³)	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	8,00	0,50	8,50

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <= 0,45	RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M ³	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15696/2009	
3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	H - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18,5GPA	CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESURA : 5,0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M ³	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDAÇÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES	
7 - FATOR DO TERRENO SI = 1,0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S ₂ = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S ₂ = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTADÍSTICO S ₃ = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

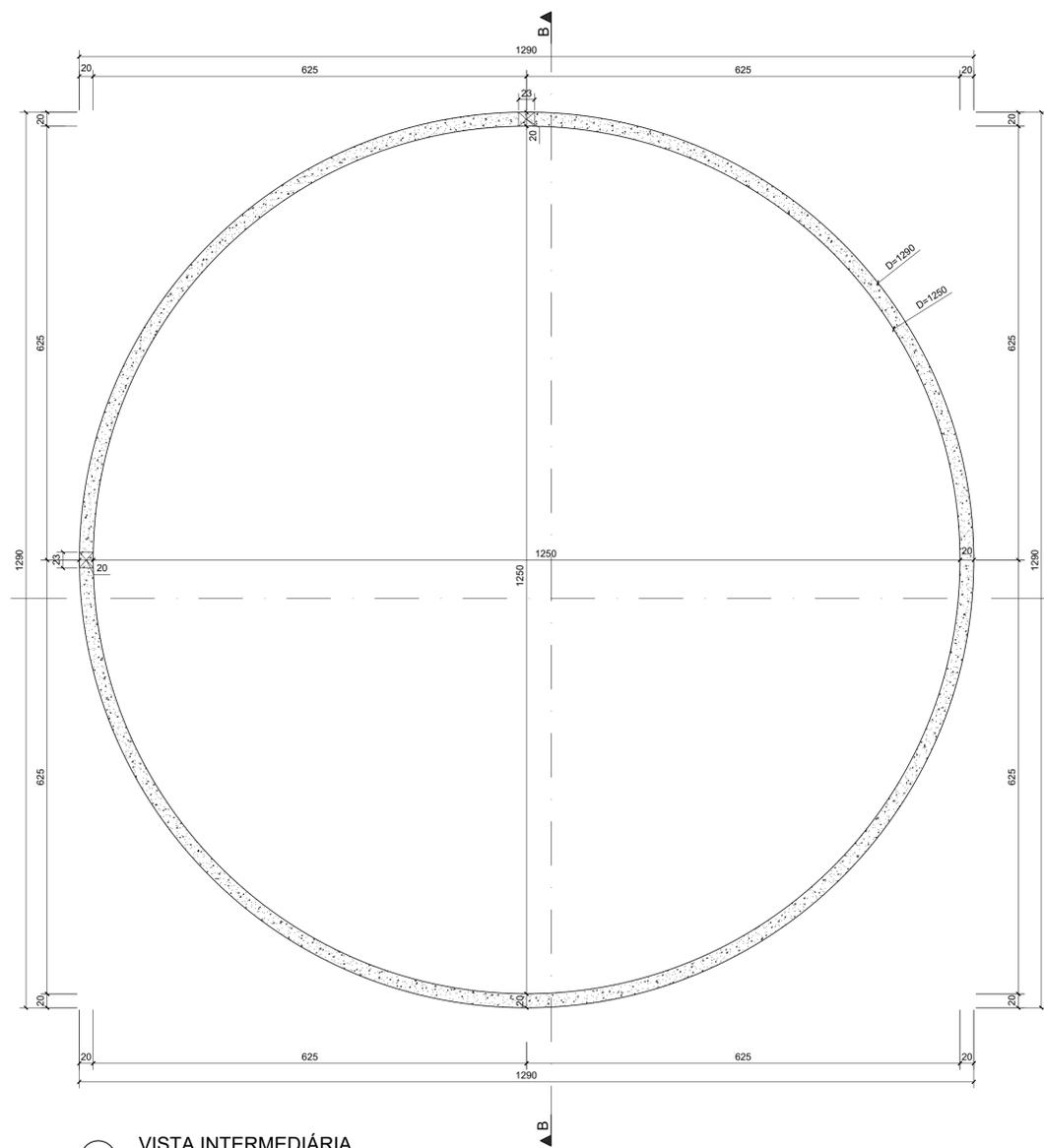
N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
 DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
 GERÊNCIA DE PROJETOS

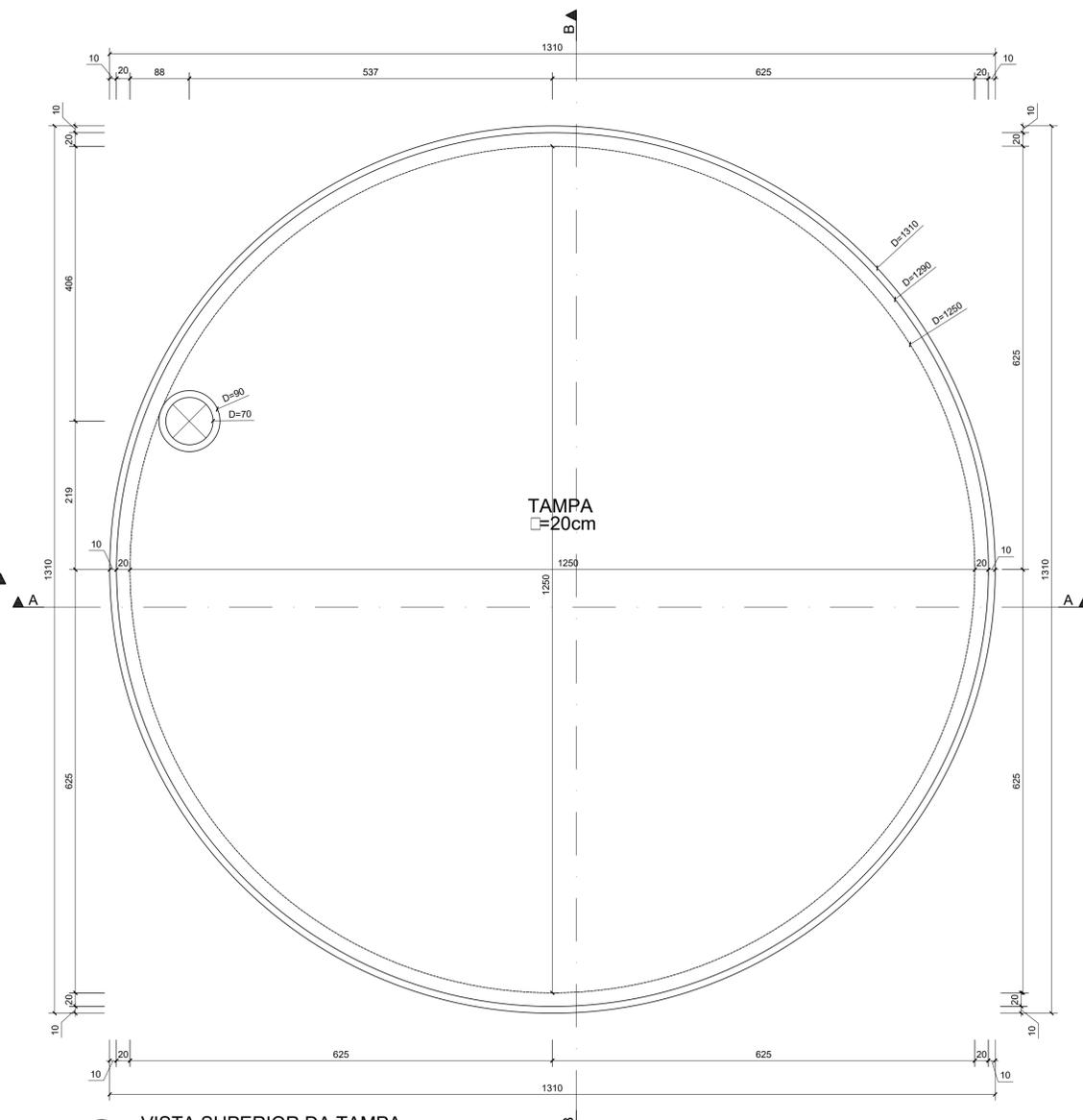
DESENHO 01 PRANCHA Nº 01/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)
PROJETO ESTRUTURAL
RESERVATÓRIO APOIADO 500M³
FORMAS E CORTES

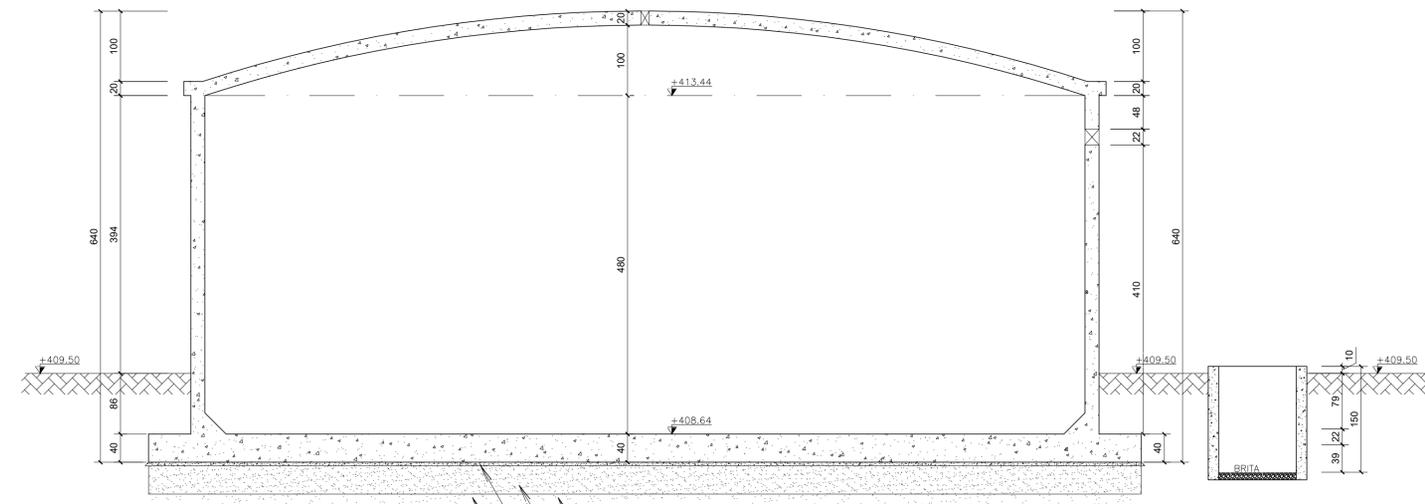
GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D	DATA:	OUTUBRO/2017
ARQUIVO:	0522ST-001-EST-R00.dwg				



VISTA INTERMEDIÁRIA
ESCALA - 1:50



VISTA SUPERIOR DA TAMPA
ESCALA - 1:50



CORTE B-B
ESCALA - 1:50

SUB-BASE COM PÓ DE PEDRA
H=3cm A 5cm
SUB-BASE COM COLCHÃO DE AREIA GROSSA + BRITA 1
H=40cm
CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO
H=5cm
TENSÃO MÍNIMA DO SOLO 1,5kgf/m²



NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C <= 0,45	RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 390KG/M3	11 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 14996/2009	
3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 5,0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

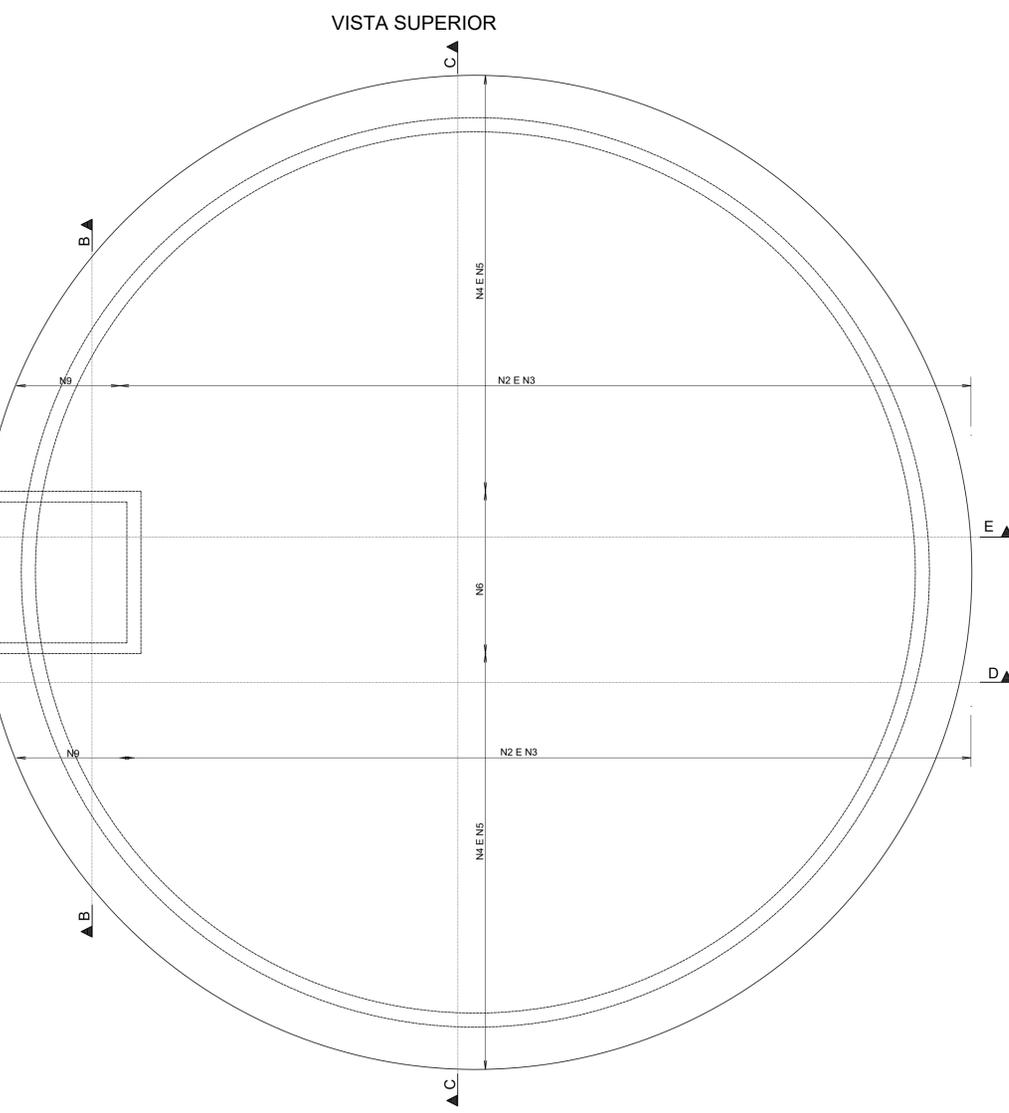
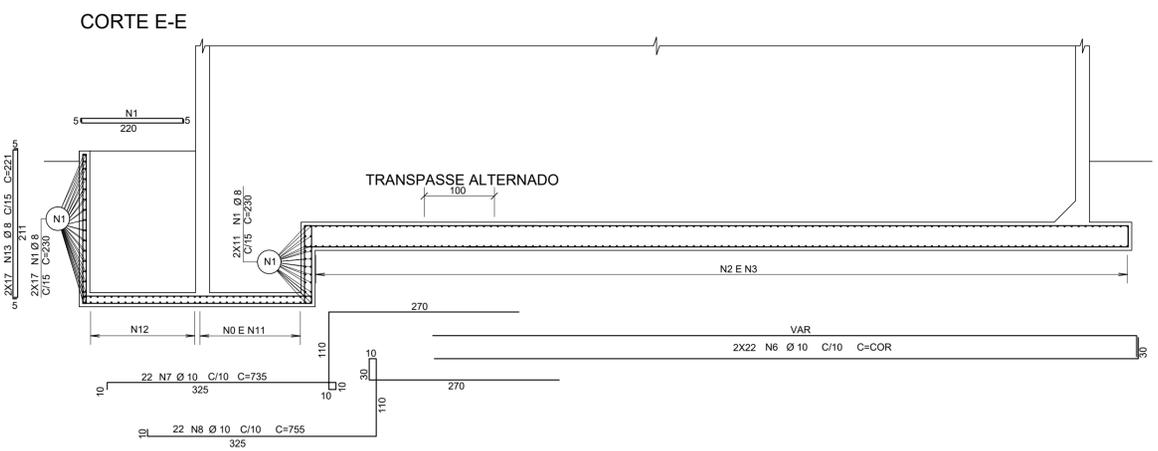
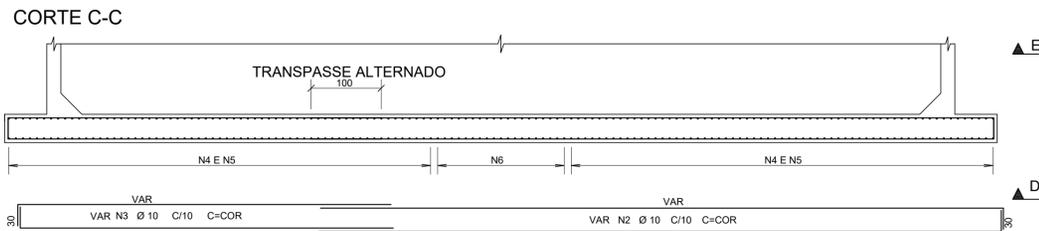
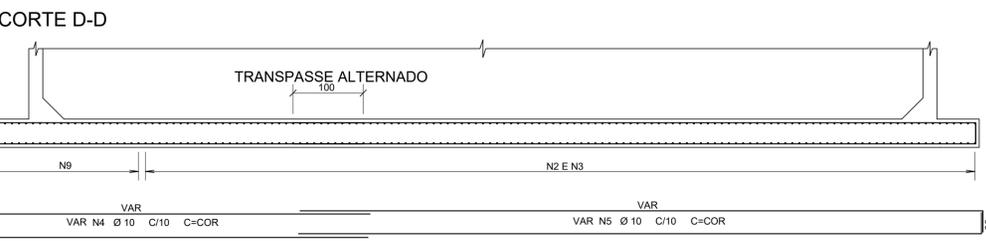
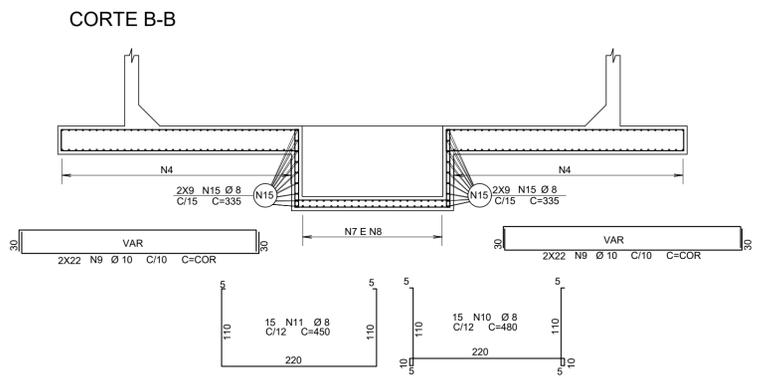
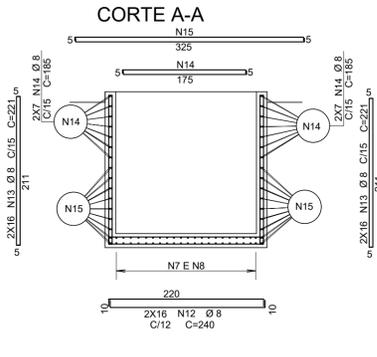
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO 01 PRANCHA Nº 02/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)
PROJETO ESTRUTURAL

RESERVATÓRIO APOIADO 500M³
FORMAS E CORTES

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	OUTUBRO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO		
ARQUIVO:	0522ST-002-EST-R00.dwg		



AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
50A	1	8	56	230	12880
50A	2	10	242	-CORR-	242000
50A	3	10	121	-CORR-	54450
50A	4	10	242	-CORR-	108900
50A	5	10	242	-CORR-	242000
50A	6	10	44	-CORR-	44000
50A	7	10	22	735	16170
50A	8	10	22	755	16610
50A	9	10	88	-CORR-	28180
50A	10	8	15	480	7200
50A	11	8	15	450	6750
50A	12	8	32	240	7680
50A	13	8	98	221	21658
50A	14	8	28	185	5180
50A	15	8	36	335	12060

RESUMO AÇO CA 50-60

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	734	294
50A	10	7523	4739
Peso Total	50A =		5033 kg



NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C ≤ 0,45	RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 390KG/M3		II - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 1996/2009
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA		FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
CA-60 - FYK = 600 MPA		PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:		IV - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA		CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
ESPESSURA : 5,0CM		IV - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3		PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO		VI - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV		PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0		VII - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1		PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C		VIII - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00		EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
II - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S		IX - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :		TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERENCIAL DE PROJETOS

DESENHO: 01 PRANCHA Nº: 03/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)

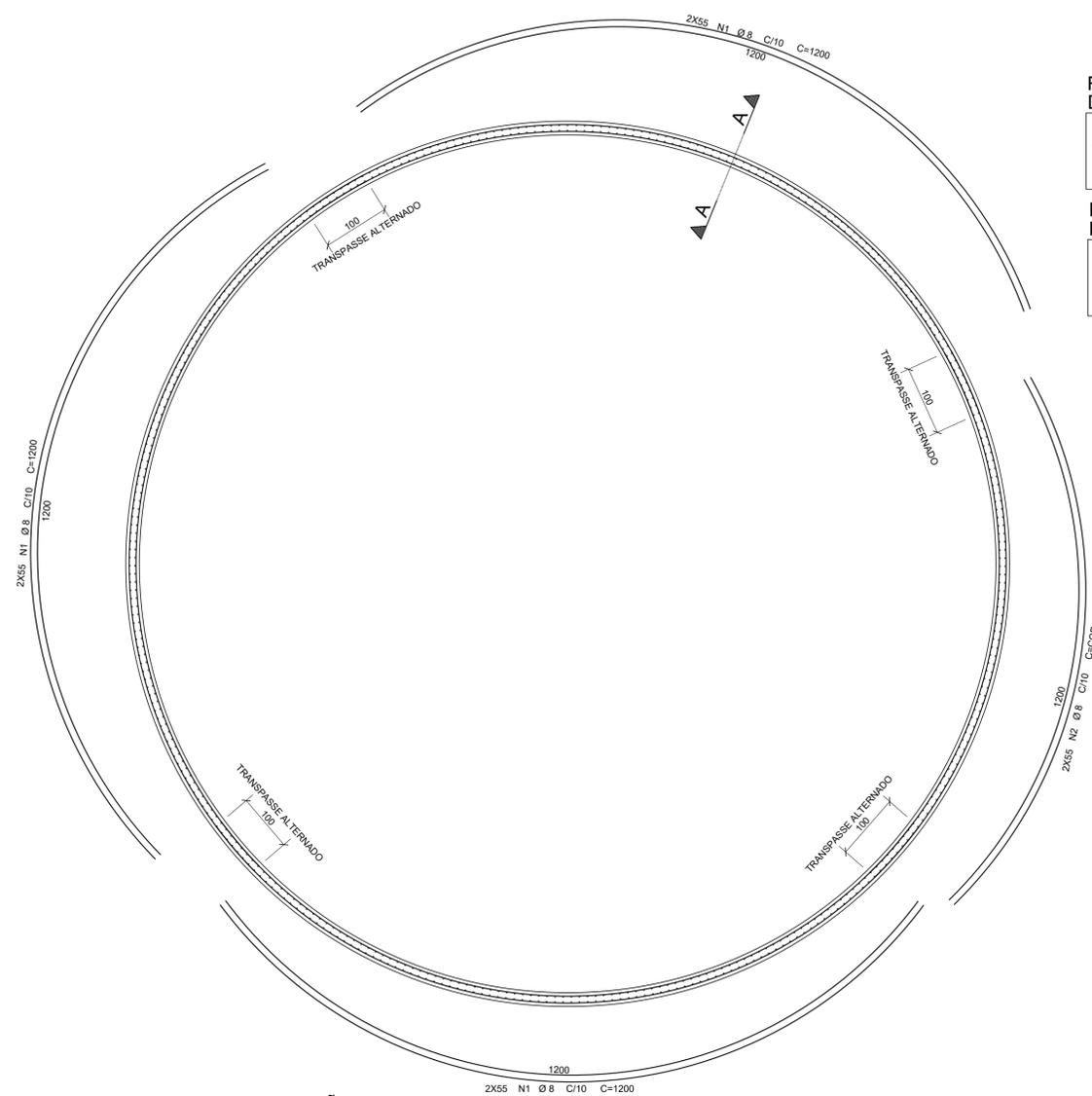
PROJETO ESTRUTURAL

RESERVATÓRIO APOIADO 500M³
ARMAÇÃO - DO FUNDO

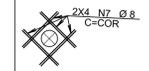
GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	OUTUBRO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO		
ARQUIVO:	0522ST-003-EST-R00.dwg		

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO PAREDE					
50A	1	8	330	1200	396000
50A	2	8	110	-CORR-	92400
50A	3	12.5	285	770	219450
50A	4	12.5	285	740	210900
50A	5	8	16	-CORR-	816
50A	6	12.5	285	283	80855
50A	7	8	16	-CORR-	1120
50A	8	8	16	-CORR-	1360

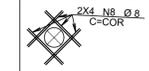
RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	4917	1967
50A	12.5	5110	5110
Peso Total	50A =		7077 kg



FUROS (X2)
D=23cm



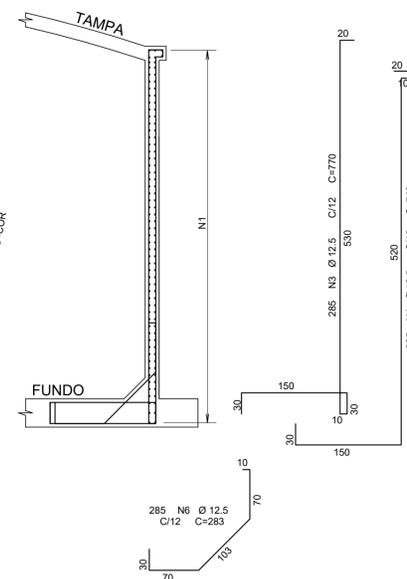
FUROS (X1)
D=28cm



FUROS (X2)
D=17cm



CORTE A-A



ARMAÇÃO PAREDE



NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM	TUBILÃO: 5,0CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C <= 0,45	RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 390KG/M3	II - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15996/2009	
3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	III - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 5,0CM	IV - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	V - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRSSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	VI - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	VII - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	VIII - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

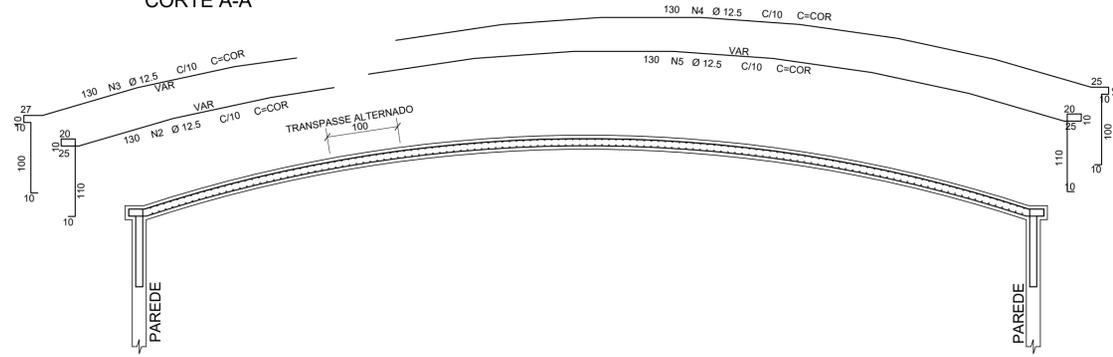
	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS	DESENHO 01	PRANCHA Nº 04/05
	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO) PROJETO ESTRUTURAL RESERVATÓRIO APOIADO 500M³ ARMAÇÃO - PAREDE		

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	OUTUBRO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO		
ARQUIVO:	0522ST-004-EST-R00.dwg		

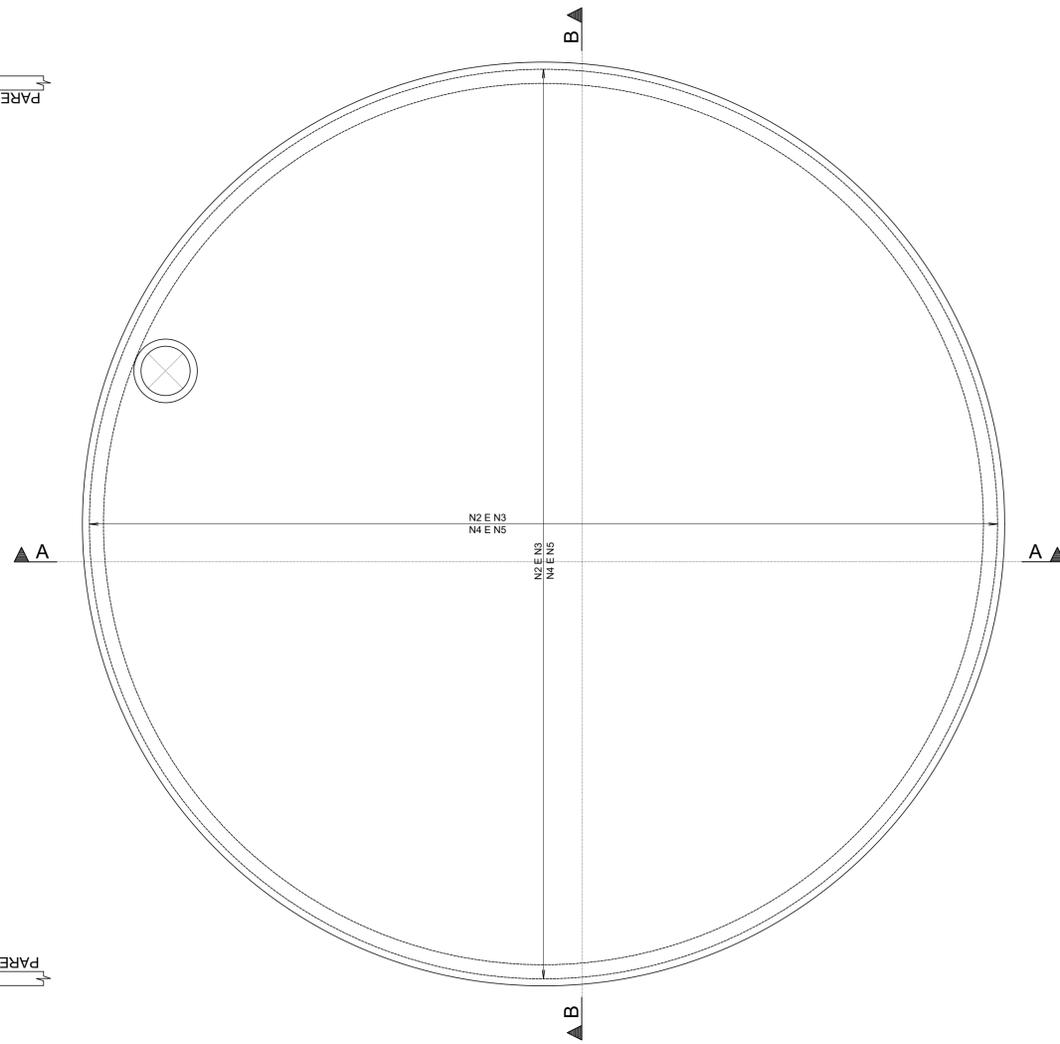
AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DA TAMPA					
50A	1	12.5	8	210	1680
50A	2	12.5	260	-CORR-	122200
50A	3	12.5	260	-CORR-	117000
50A	4	12.5	260	-CORR-	312000
50A	5	12.5	260	-CORR-	312000
50A	6	8	14	267	3738
50A	7	8	14	236	3304
50A	8	8	48	-CORR-	3600

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	106	43
50A	12.5	8649	8649
Peso Total	50A =		8691 kg

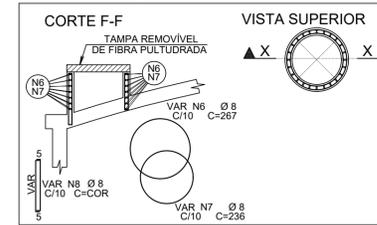
CORTE A-A



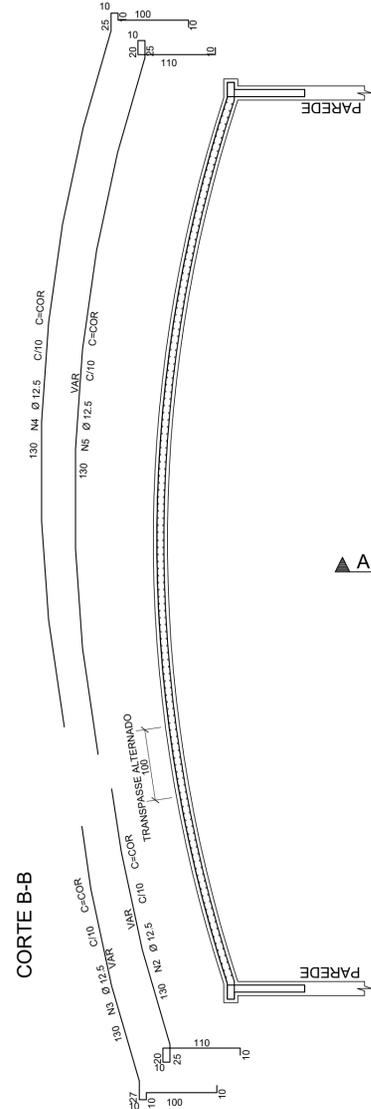
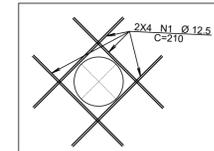
VISTA SUPERIOR



DET. ARMAÇÃO FURO DA TAMPA



FURO TAMPA D=70cm



ARMAÇÃO DA TAMPA
ESCALA - 1:50



NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM	TUBILÃO: 5,0CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C <= 0,45	RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 390KG/M3	11 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 14966/2009	
3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 5,0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				


COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
 DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
 GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO: 01
 PRANCHA Nº: 05/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)
PROJETO ESTRUTURAL
RESERVATÓRIO APOIADO 500M³
ARMAÇÃO - DA TAMPA

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	DESENHO:	01	PRANCHA Nº:	05/05
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA		
ARQUIVO:	0522ST-005-EST-R00.dwg	DATA:	OUTUBRO/2017		

1.2 Reservatório Elevado $V=200\text{m}^3$

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO ELEVADO V=200M³



Cagece

Serra/ES

24 de agosto de 2017

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1	OBJETIVO.....	3
1.2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
1.3	INTRODUÇÃO	3
1.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO	3
2.0	MODELO DE CÁLCULO	6
2.1	CARGAS E COMBINAÇÕES	7
2.2	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES	9
2.3	SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS.....	10
2.4	FUNDAÇÕES.....	11
3.0	RESERVATÓRIOS APOIADO.....	12
3.1	FUNDO	12
3.2	FUNDO RESERVATÓRIO	16
3.3	TAMPA	19
3.4	PAREDES CURVAS	24
3.5	PILAR-PAREDE.....	28

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural dos reservatório elevado $v=150m^3$.

1.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos relacionados foram utilizados na elaboração deste documento ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele. Devem ser utilizados na sua revisão mais recente:

- JUAZEIRO_DO_NORTE_20-21.27_REL_01-02.02

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: do reservatório elevado $v=200m^3$.

O dimensionamento dos elementos citados fora executado tomando como base as normas que seguem:

- NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos
- NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- NBR 6122 – Projeto e execução de fundações
- NBR 6123 – Força devidas ao vento em edificações
- NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos.

Documentos técnicos e livros como:

- Resistência do Materias, V. Feodosiev
- Curso de Concreto Armado, José Milton de Araújo

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 0.2 mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 2° Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%

➤ Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

- Cobrimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

- Limite de Abertura de Fissuras de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 13.4 – Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	–
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	Combinação frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação frequente
		ELS-D ^a	Combinação quase permanente
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação rara
		ELS-D ^a	Combinação frequente

^a A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com $a_p = 50$ mm (Figura 3.1).

NOTAS

1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.

2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.

3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

➤ Fator Água-Cimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

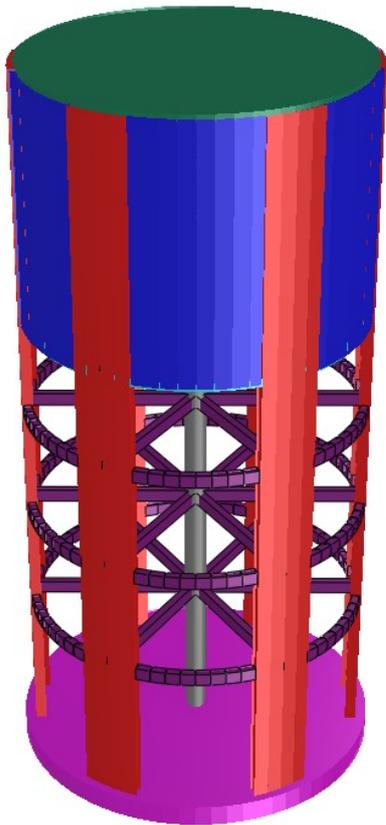
➤ Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

7.4.7.6 A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20 % a espessura nominal do cobrimento, ou seja:

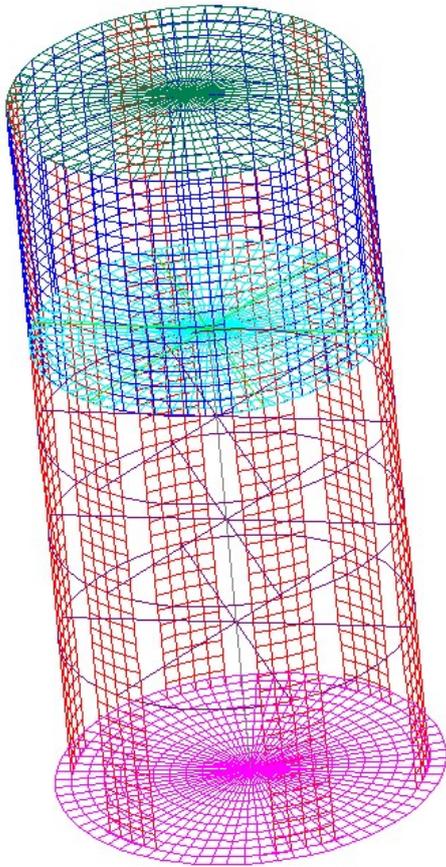
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

2.0 MODELO DE CÁLCULO

O campo de deslocamentos e tensões foi calculada adotando-se a metodologia implementada pelo software comercial STRAP VERSÃO 2011.



PERSPECTIVA 3D - Reservatórios Apoiado sobre Base Elástica



PERSPECTIVA 3D da malha - Reservatórios Apoiado sobre Base Elástica

2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Ações Permanentes:

- g1 - Peso próprio do concreto (permanente direta)
- g2 - Empuxo de terra (permanente direta)
- q1 - Água

Ações Variáveis Acidentais:

- q2 - Sobrecarga

Coefficientes de ponderação (γ_g, γ_q), fatores de combinação (ψ_q), e fatores de redução (ψ_1, ψ_1) para:

- Combinação Normal (CN) em Estado Limite de Utilização (ELU);
- Combinação Quase Permanente (CQP) em Estado Limite de Serviço (ELS);
- Combinação Frequente (CF) em Estado Limite de Serviço (ELS).

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	γ_g	γ_g	γ_g
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	γ_q	γ_q	γ_q
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga	0,8	0,7	0,6
Empuxo hidrostático	0,8	0,7	0,6
Gradiente térmico	0,6	0,5	0,3

Grandezas Físicas das Ações:

- g_1 - Peso próprio do concreto = Volume dos elementos multiplicado pelo peso específico do concreto armado. Unidades: peso em tf e o volume em m^3 .
- g_2 - Empuxo de terra

Argila com areia fina cor variegada

$\gamma_t = 18,00 \text{ kN/m}^3$ Godoy, 1972

$\phi = 0^\circ$ $K_0 = 1,00$ $K_0 = 1 - \text{sen } \phi$

$p = K_0 \cdot \gamma_t \cdot h$

- g_3 - Enchimentos = Volume do elemento multiplicado pelo peso específico do material. Unidades: peso em tf e volume em m^3 .
- g_4 - Retração: Não Consideramos uma retração em toda a estrutura
- q_1 - Empuxo Hidrostático interno: Em todas as faces internas estão sendo aplicada uma pressão de base ao topo. O peso específico utilizado no cálculo destas pressões é o da água, igual a 1 tf/m^3 multiplicado pela altura da lamina d'água.
- q_2 - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a $0,3 \text{ tf/m}^2$.
- q_3 - gradiente térmico: Não foi considerado, as estruturas estão enterradas e as partes expostas tem pequenas dimensões e em consequência as deformações devido ao gradiente térmico são insignificantes.

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

$C01 = 1,40 \cdot (g_1 + g_3) + g_2 + 1,40 \cdot q_1 + 1,20 \cdot q_2$

$C02 = 1,40 \cdot (g_1 + g_3) + g_2 + 1,40 \cdot q_2 + 1,20 \cdot q_1$

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

$$C03 = 1,40.(g1+g2+g3)+1,40.q2$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

$$C05 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q1+0,60.q2$$

$$C06 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2+0,60.q1$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

$$C07 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2$$

Especial, para verificação da flutuação

$$C08 = 1,00.(g1+g3)+1,00.q4$$

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

Os cálculos de paredes e lajes de fundo e tampas foram considerados um elemento estrutural de 100 cm de largura e altura h , para o dimensionamento a flexo-tração com a força da envoltória máxima nas direções x e y e momentos da envoltória máxima e mínima nas direções x e y . A compressão aqui foi desprezada por entender que a sollicitação máxima acontece quando o elemento estrutural em questão é tracionado junto com a flexão.

Após a verificação da flexo-tração o elemento foi verificado com relação à formação de fissuras.

Momento mínimo para a dispensa de análise de fissuração (ESTÁDIO I e II):

$$M_R = a_{fct} I_o / y_t [tf \cdot m] \quad (1)$$

Calculando teremos, M_r para um $f_{ck} = 30$ MPa e h variado igual à:

- $h=15$ cm ; $M_r = 3,45tf.m$
- $h=20$ cm ; $M_r = 4,50tf.m$
- $h=25$ cm ; $M_r = 4,50tf.m$
- $h=30$ cm ; $M_r = 5,19tf.m$
- $h=35$ cm ; $M_r = 6,03tf.m$
- $h=40$ cm ; $M_r = 6,90tf.m$

Armadura mínima prevista em norma:

$$A_{s,min} = \rho_{min} 100h \left[\frac{cm^2}{m} \right] \quad (2)$$

Sendo ρ_{min} taxa de armadura mínima conforme a NBR 6118:2003

Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^{(1)}$ ($A_{s,min}/A_c$) %							
	ω_{min}	20	25	30	35	40	45	50
Retangular	0,035	0,150	0,150	0,173	0,201	0,230	0,259	0,288
T (mesa comprimida)	0,024	0,150	0,150	0,150	0,150	0,158	0,177	0,197
T (mesa tracionada)	0,031	0,150	0,150	0,153	0,178	0,204	0,229	0,255
Circular	0,070	0,230	0,288	0,345	0,403	0,460	0,518	0,575

¹⁾ Os valores de ρ_{min} estabelecidos nesta tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $\gamma_c = 1,4$ e $\gamma_s = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, ρ_{min} deve ser recalculado com base no valor de ω_{min} dado.
NOTA - Nas seções tipo T, a área da seção a ser considerada deve ser caracterizada pela alma acrescida da mesa colaborante.

Calculando teremos, $A_{s,min}$ para um $f_{ck} = 30\text{MPa}$, $b=100\text{cm}$, seção retangular e h variado igual à:

- $h=15\text{cm}$; $A_{s,min} = 3,45\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/18$
- $h=20\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/12$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/20$
- $h=25\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/10$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/18$
- $h=30\text{cm}$; $A_{s,min} = 5,19\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/15$
- $h=35\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,03\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/12$
- $h=40\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,90\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/10$

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

Foram utilizadas as seguintes seções de concreto para as respectivas estruturas:

- Reservatório Elevado de Concreto Armado:

Tampas: 20 cm

Paredes: 20 cm

Fundo: 20 cm

Pilar: 35x35cm

Vigas: 20x50cm, 20x40cm e 35x60

2.4 FUNDAÇÃO

Para a estrutura do Reservatório utilizamos fundação direta, onde o reservatório é apoiado nas vigas e pilares que transmitem as cargas para as sapatas. Como modelo de cálculo adotamos um sistema de molas de resposta linear. Para obter a tensão média admissível a partir desse ensaio, utiliza-se o número médio de golpes aplicando a seguinte fórmula:

$$s = 0,20 * \text{SPT Médio (kgf/m}^2\text{)}$$

A partir dos valores de tensão média admissível é possível obter o valor de Kv por correlação, utilizando a tabela abaixo:

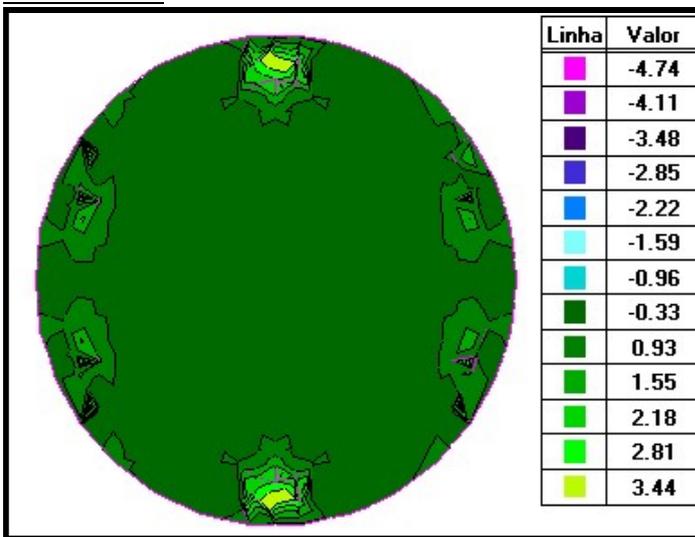
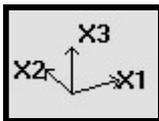
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	5,30
0,80	1,84	2,70	5,40
0,85	1,93	2,75	5,50
0,90	2,02	2,80	5,60
0,95	2,11	2,85	5,70
1,00	2,20	2,90	5,80
1,05	2,29	2,95	5,90
1,10	2,38	3,00	6,00
1,15	2,47	3,05	6,10
1,20	2,56	3,10	6,20
1,25	2,65	3,15	6,30
1,30	2,74	3,20	6,40
1,35	2,83	3,25	6,50
1,40	2,92	3,30	6,60
1,45	3,01	3,35	6,70
1,50	3,10	3,40	6,80
1,55	3,19	3,45	6,90
1,60	3,28	3,50	7,00
1,65	3,37	3,55	7,10
1,70	3,46	3,60	7,20
1,75	3,55	3,65	7,30
1,80	3,64	3,70	7,40
1,85	3,73	3,75	7,50
1,90	3,82	3,80	7,60
1,95	3,91	3,85	7,70
2,00	4,00	3,90	7,80
2,05	4,10	3,95	7,90
2,10	4,20	4,00	8,00

Fonte: Safe, Morrison (1993)

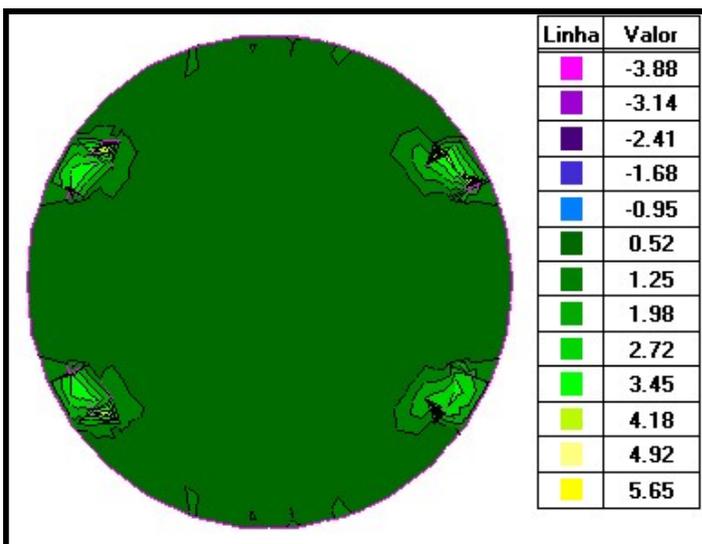
Adotamos uma taxa de solo de 1,5Kgf/cm², conforme sondagem fornecida.

3.0 RESERVATÓRIO APOIADO

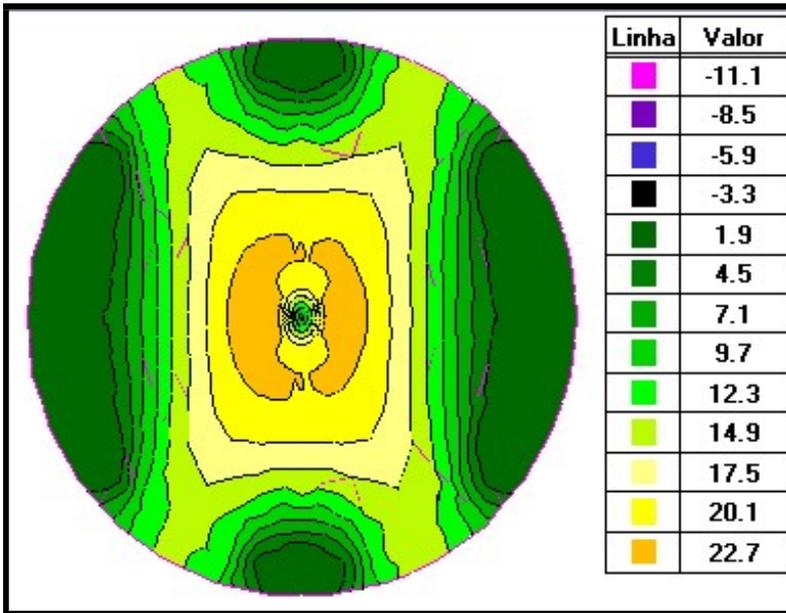
3.1 FUNDO



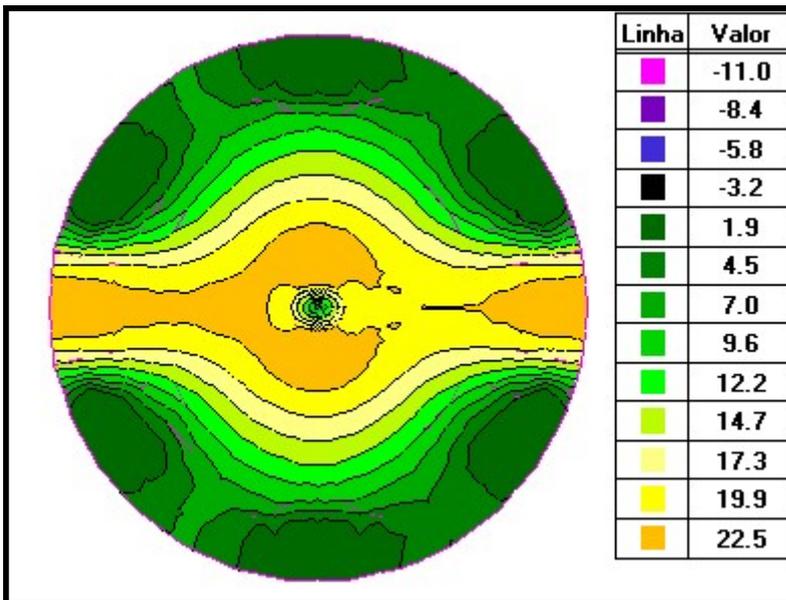
FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS Min - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	17,50	2,81	70	5,1	0,5	12,11	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	12,5	13,64
As2 (cm ² /m)	12,5	13,64

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω_2
Zona D	0,043	0,031

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO						
Materiais		Esforços			Seção	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Esp. (cm)
500	30	17,5	2,81	70	5,125	9,0

Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	Acrl (cm ²)
13,64	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	130,50
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk2 (mm)
8,05	0,009403714	0,175	11,39	199,59	0,00	0,19869168

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003												
Materiais				Esforços			Seção			SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.	
500	30	17,30	2,72	70	5,1	0,5	12,11	1,40	1,15	1,40	Classe IV	

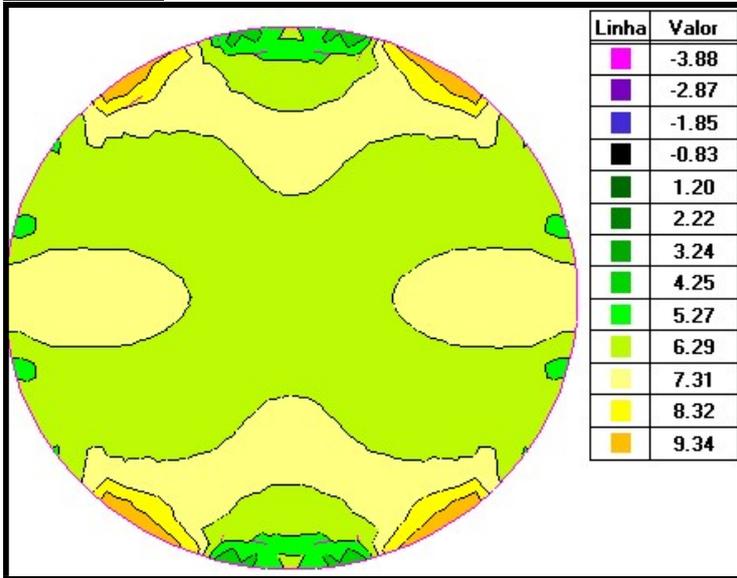
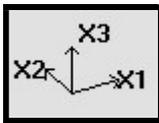
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	12,5	9,0
As2 (cm ² /m)	12,5	9,0

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,042	0,000	0,030

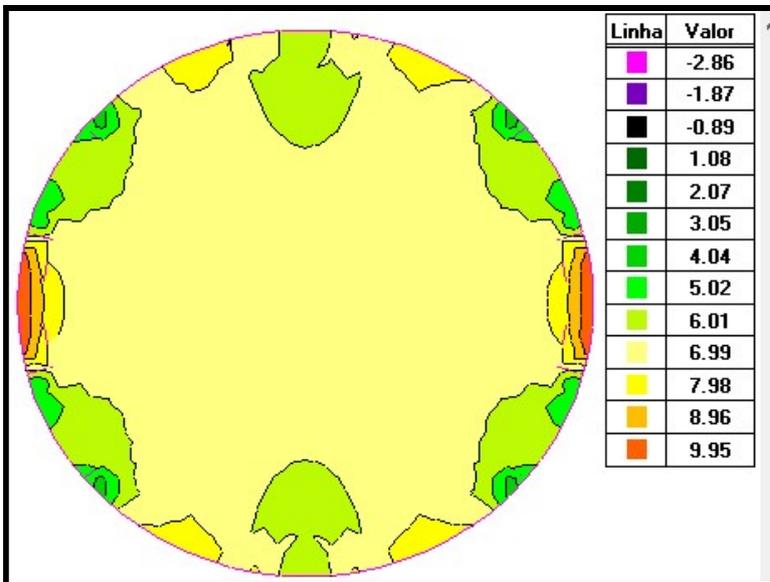
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais			Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	h (cm)	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)
500	30	17,3	2,72	70	5,125	12,5	70	14,50	9,00	130,50
Cálculo										
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)	Wk2 (mm)
13,64	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	9,00	14,50	9,00	130,50	130,50
α_s	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)	Wk2 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,009403714	0,175	11,37	197,52	-0,02	0,08551871	0,08551871	0,196624384	0,196624384	0,196624384

FUNDO - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

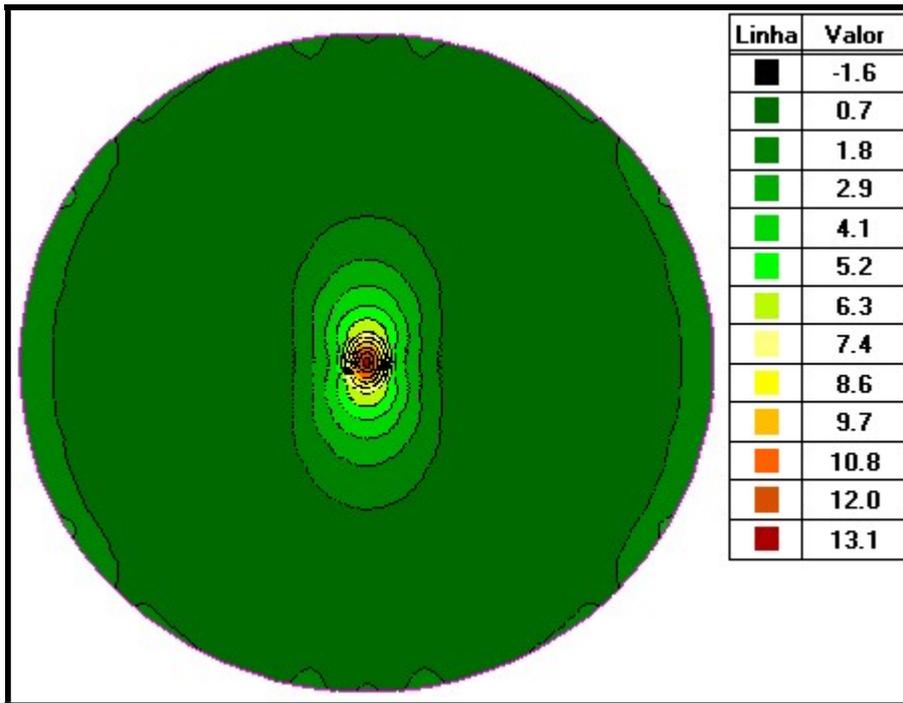
3.2 FUNDO RESERVATÓRIO



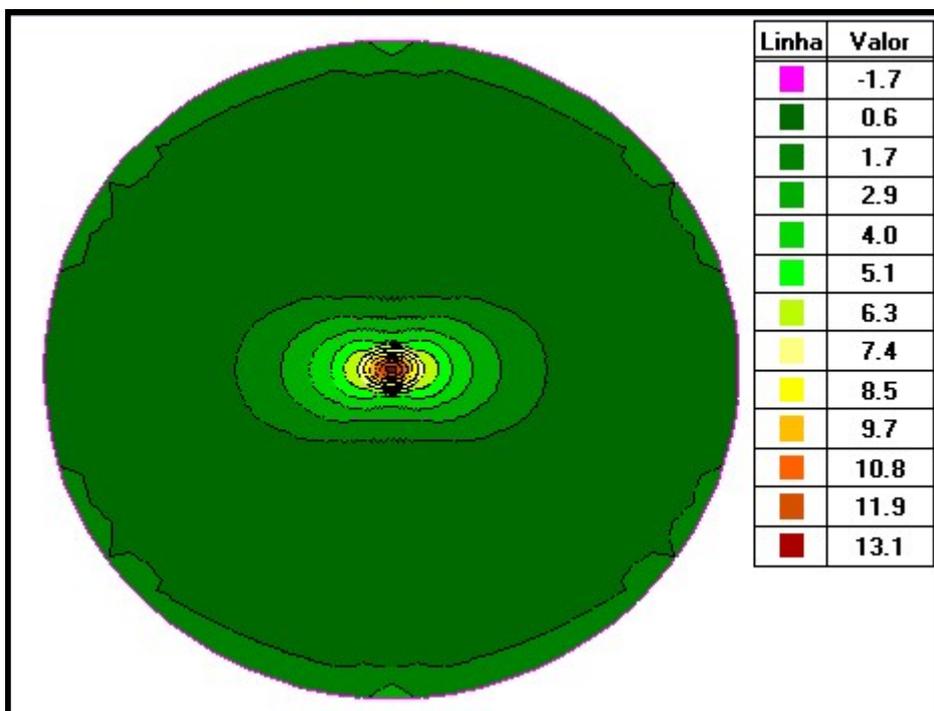
FUNDO RES. – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO RES. – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO RES. – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN – MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO RES. – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.	
500	30	4,10	8,32	25	5,0	0,5	4,33	1,40	1,15	Classe IV	

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	10	7,85
As2 (cm ² /m)	10	7,85

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω_2
Zona D	0,119	0,063

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO						
Materiais		Esforços			Seção	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Esp. (cm)
500	30	4,1	8,32	25	5	10,0

Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	Acric (cm ²)
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	125,00
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk2 (mm)
8,05	0,006283185	0,262	5,25	223,61	0,00	0,08768828
					0,00	0,258066

FUNDO RES. - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	$As_{\text{,min}}$ (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	4,00	6,99	25	5,0	0,5	4,33	1,40	1,15	1,40	Classe IV

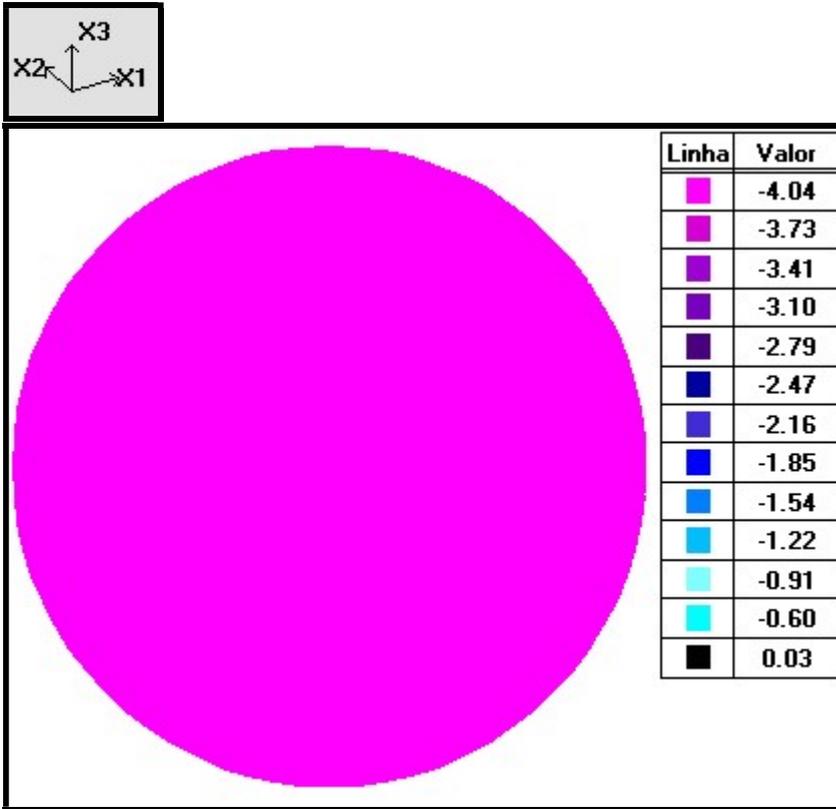
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm) / $As_{\text{,tot}}$ (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	10	10,0 / 7,85
As2 (cm ² /m)	10	10,0 / 7,85

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona D	0,114	0,000
		ω_2 0,064

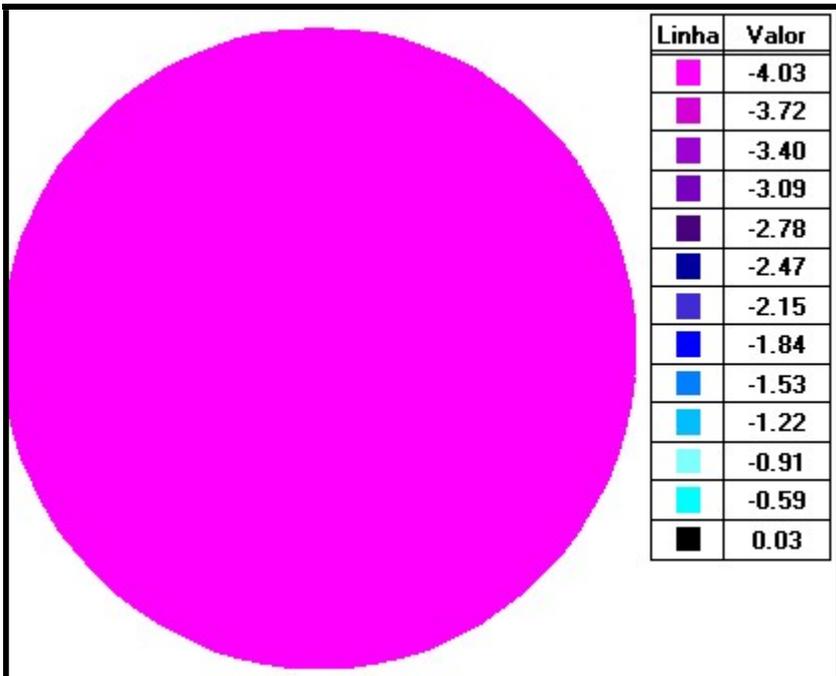
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	Esp. (cm)	
500	30	4	4	6,99	25	5	10	10,0	
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)		
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	125,00		
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,006283185	0,256	5,12	225,91	0,00	0,08949621	0,260712799		

FUNDO RES. – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

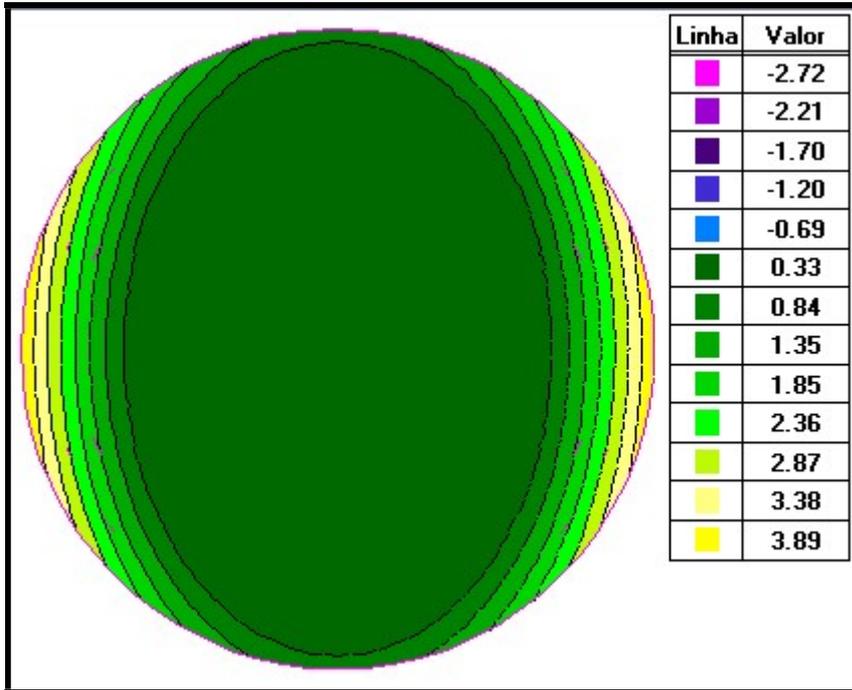
3.3 TAMPA



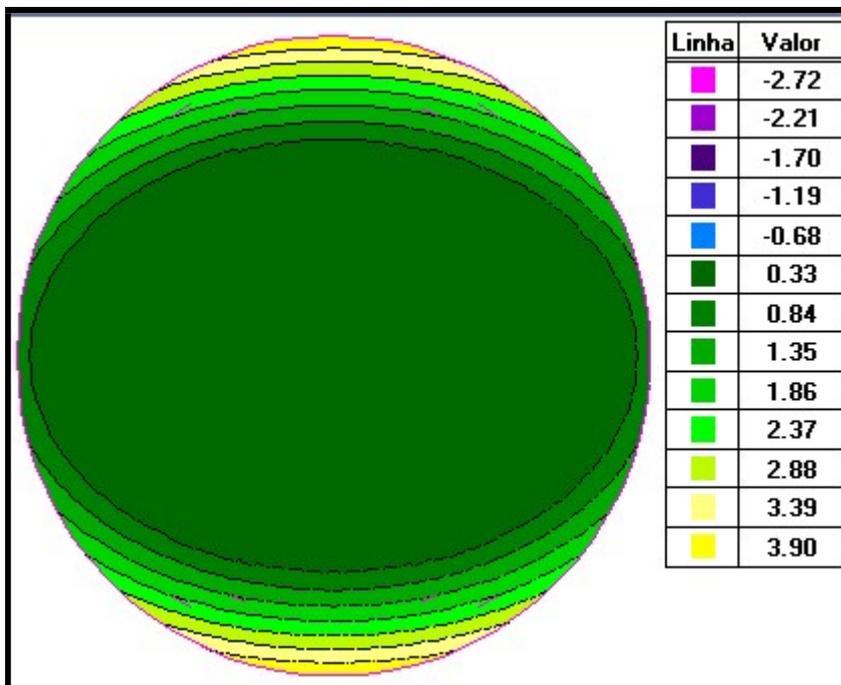
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN- MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	2,37	4,03	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	10	6,54
As2 (cm ² /m)	10	6,54

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,115	0,000	0,071

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais				Esforços			Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
500	30	2,37	4,03	20	5	10	12,0	12,0	
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)		
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00		
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,005235988	0,258	3,87	224,98	0,00	0,08876185	0,308140888		

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	1,85	4,03	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

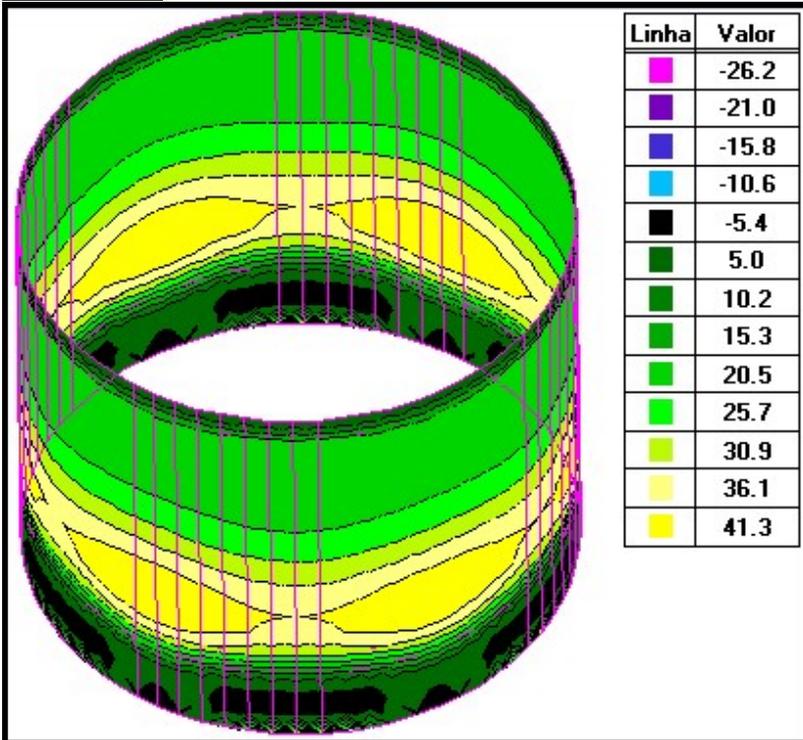
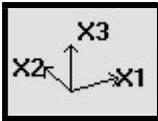
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm)
As1 (cm ² /m)	10	10,0
As2 (cm ² /m)	10	10,0

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona D	0,091	0,052

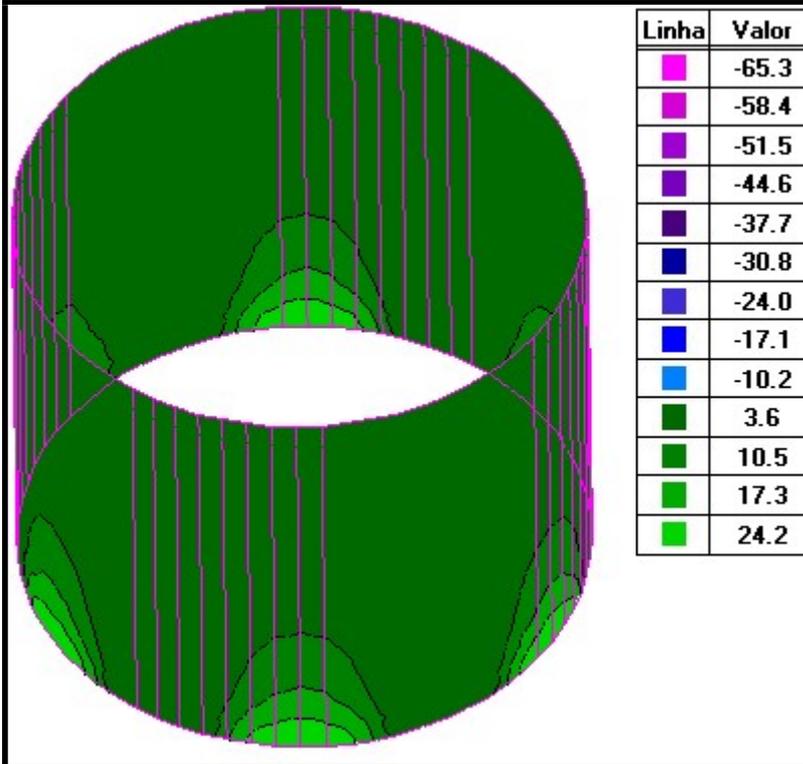
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais			Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	Esp. (cm)	η_1	bi (cm)	Acri (cm ²)
500	30	1,85	4,03	20	5	10	10,0	2,25	10,00	125,00
Cálculo										
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bk1 (mm)	Wk1 (mm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk2 (mm)
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	0,03496706	141,21	0,00	0,16296322
as	pri	ξ	x (cm)							
8,05	0,006283185	0,286	4,30							

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

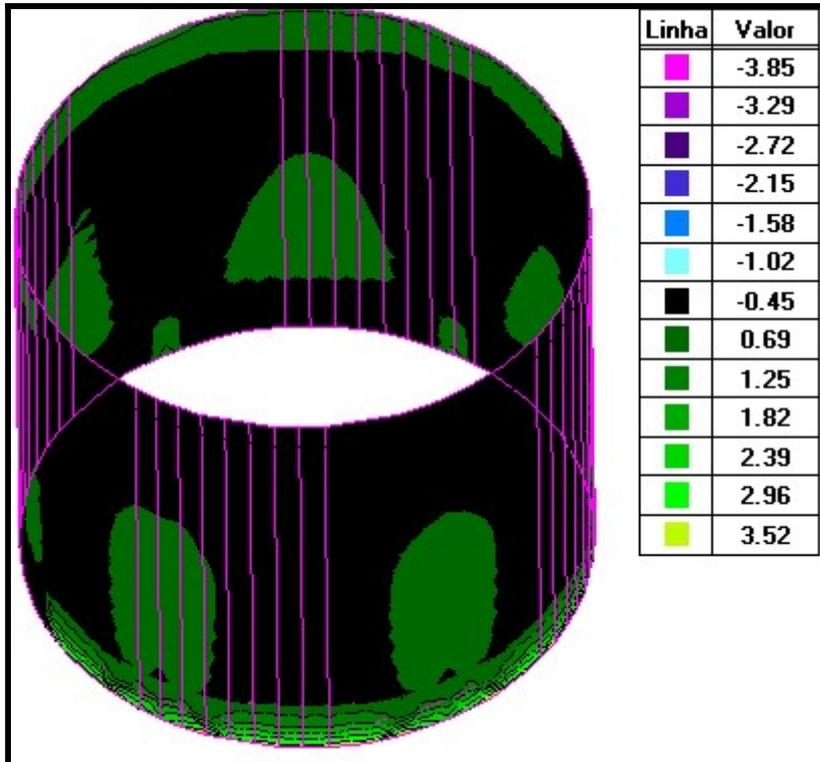
3.4 PAREDES CURVA



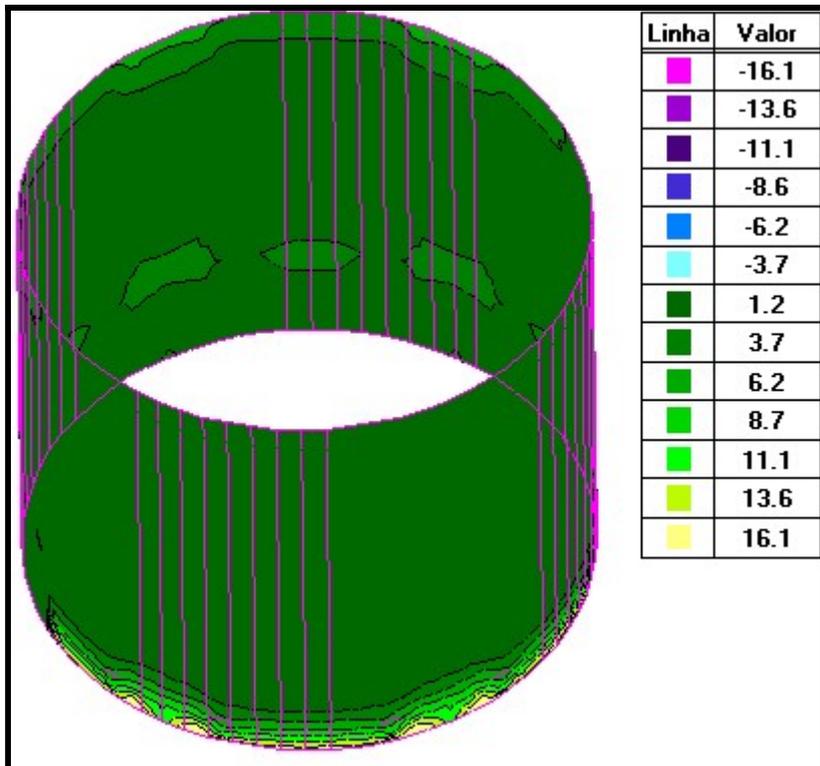
PAREDES CURVA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAREDES CURVA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAREDES CURVA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAREDES CURVA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	2,39	20,50	25	4,9	0,5	4,33	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica			
Armadura necessária	Arranjo		
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	8	10,0	5,03
As2 (cm²/m)	8	10,0	5,03

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona O	-	0,000	0,000

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES-CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)	
500	30	2,39	2,39	20,5	25	4,9	8	10,0	
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,004611512	0,447	8,98	51,29	0,00	0,00369049	0,063385162		

PAREDES CURVA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.	
500	30	3,70	17,30	25	5,0	0,5	4,33	1,40	1,15	Classe IV	

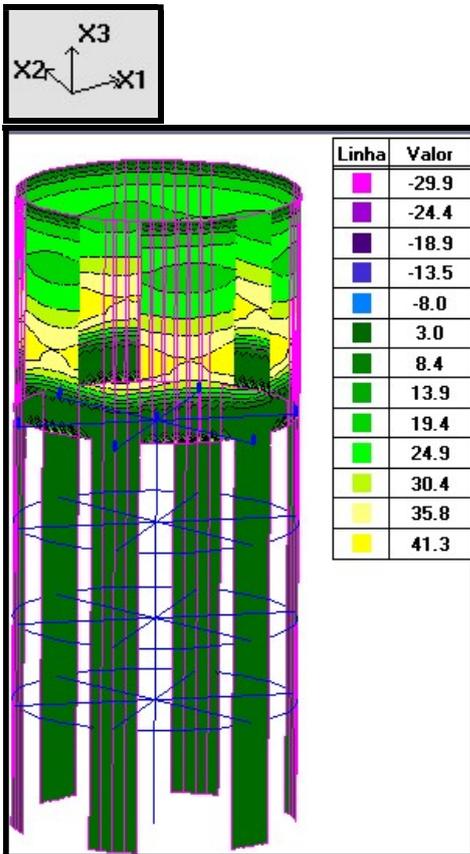
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm) As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	10	10,0 7,85
As2 (cm ² /m)	10	10,0 7,85

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,126	0,000	0,035

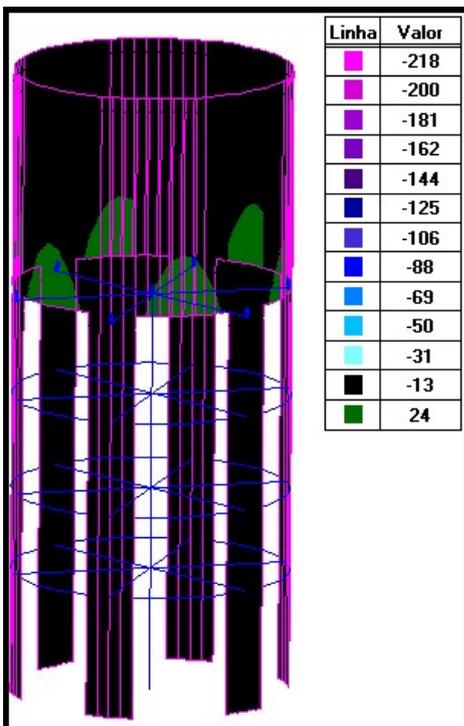
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	Esp. (cm)	As (cm ² /m)	Es (Mpa)
500	30	3,7	17,3	25	5	10	10,0	7,85	210.000
Cálculo									
as	8,05	0,006283185	0,332	137,43	0,00	0,03312214	0,158605858	0,03312214	0,158605858

PAREDES CURVA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

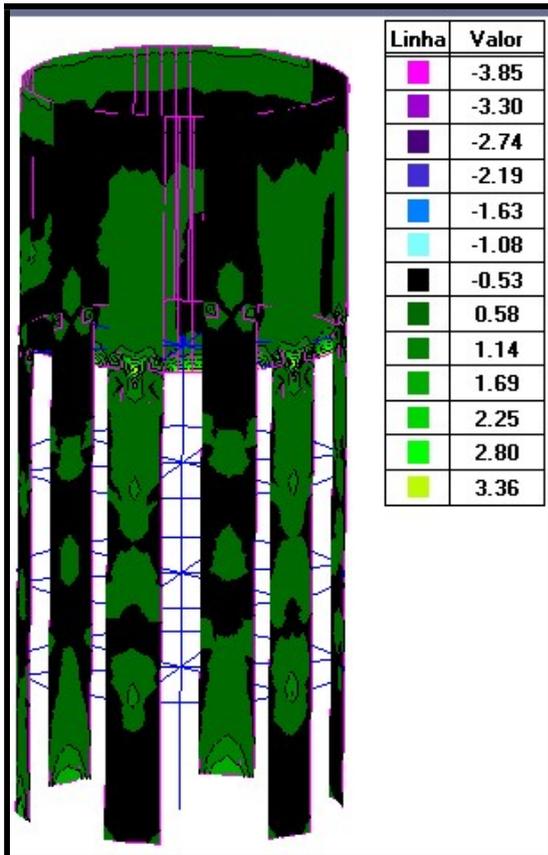
3.5 PILAR-PAREDE



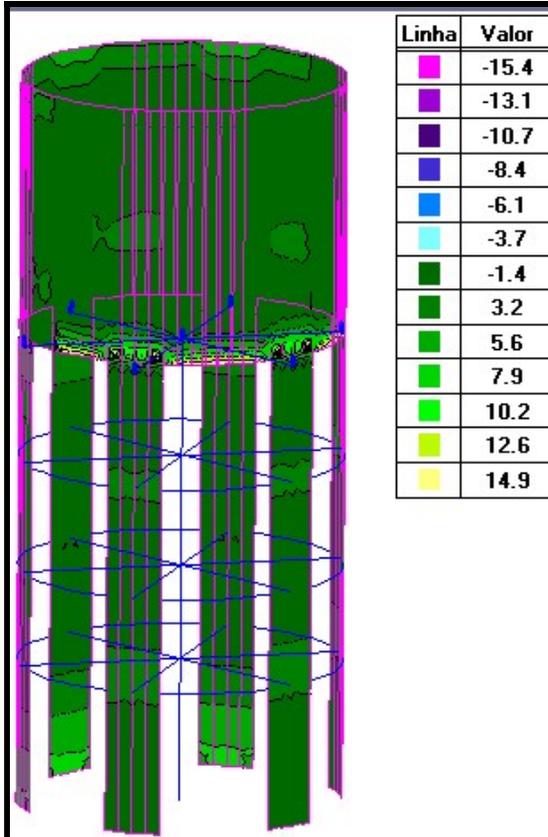
PILAR-PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PILAR-PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PILAR-PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR5 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

CREA-ES 011840/D

RESERVATÓRIO ELEVADO V=200M³

CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa

	FUNDAÇÃO	VIGAS	LAJES	PILAR	PAREDE CURVA	TOTAL
VOLUME (m ³)	51,50	24,50	26,50	69,00	33,00	204,50
FÔRMA (m ²)	24,00	258,00	117,00	536,00	263,00	1198,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa

VOLUME (m ³)	4,00
--------------------------	------

FUNDAÇÃO

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	12.5	3919	3919
50A	16	166	266
TOTAL		4085	4185

VIGAS

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	1352	338
50A	8	486	194
50A	10	590	371
50A	12.5	590	590
50A	16	264	423
50A	20	264	661
TOTAL		3546	2577

LAJES

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	5724	3606
TOTAL		5724	3606

PILAR

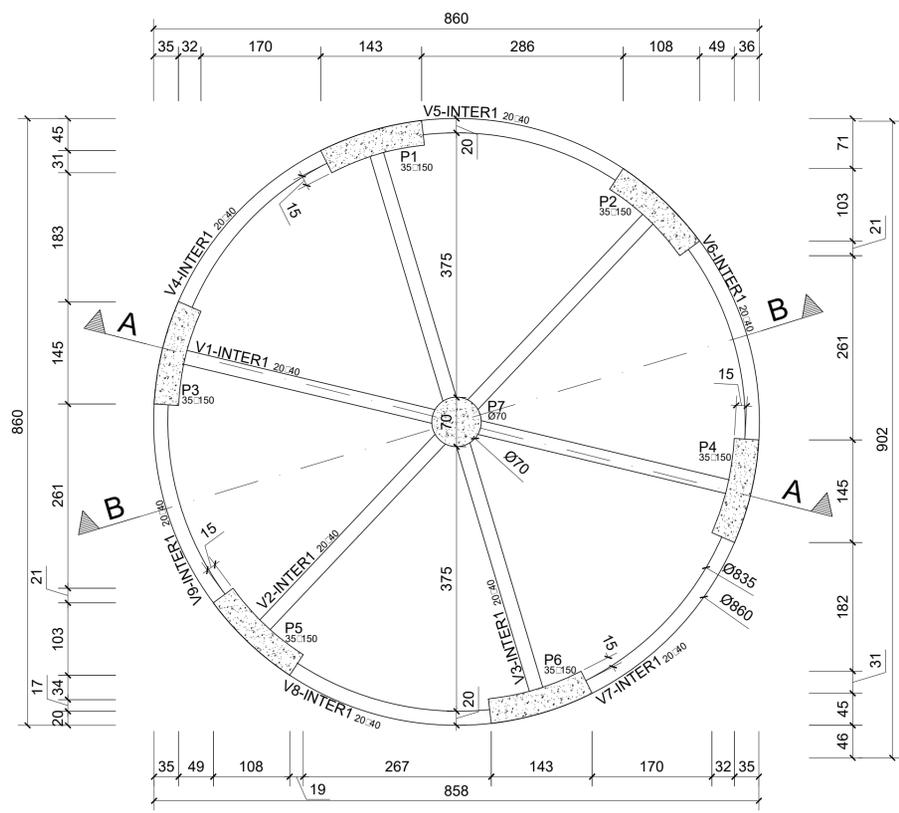
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	8268	2067
50A	16	3719	5950
TOTAL		11987	8017

PAREDES CURVA

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	5921	3730
TOTAL		5921	3730

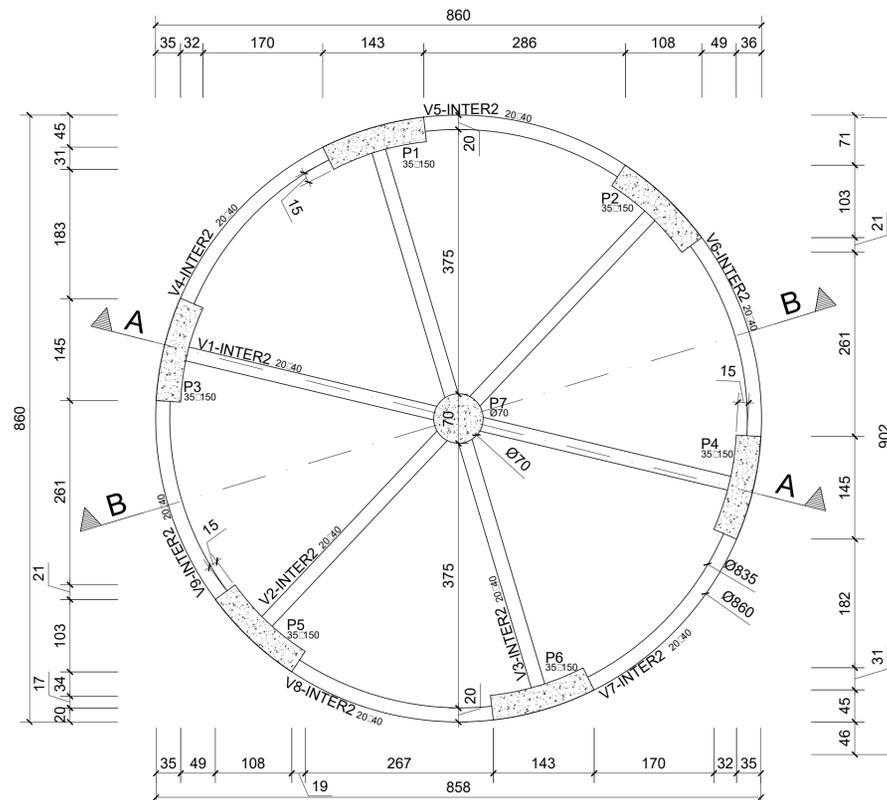


CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



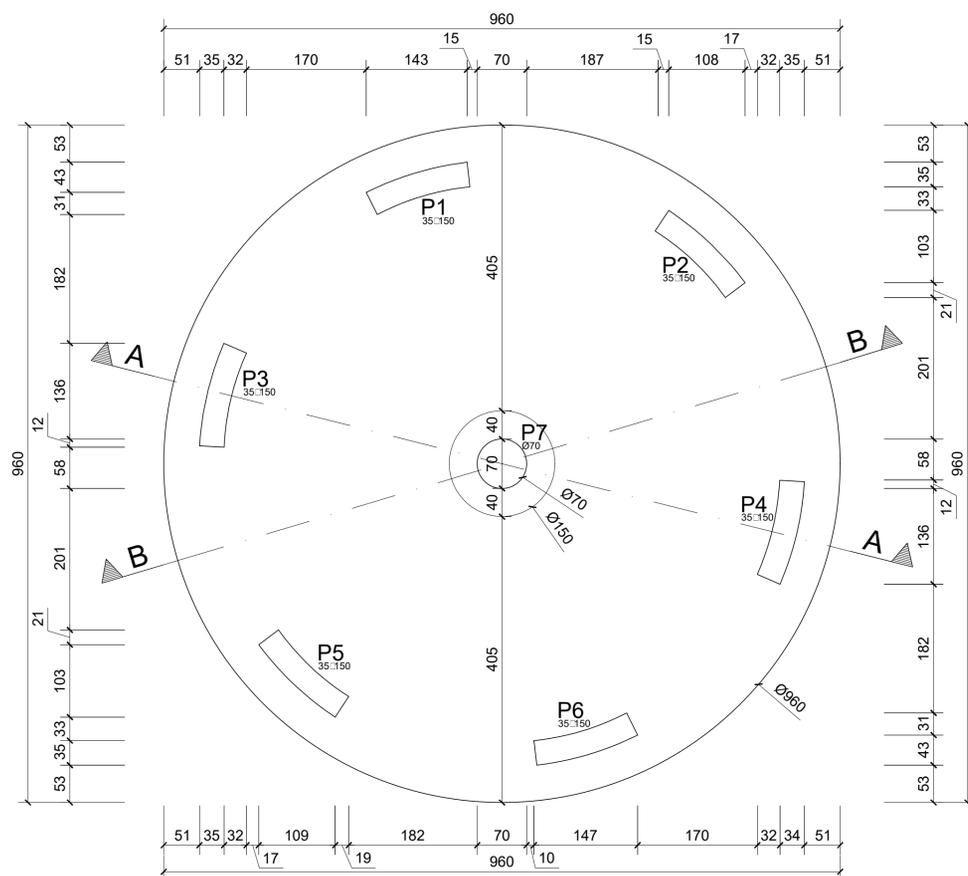
FORMAS INTER1 - NÍVEL 412.45

ESCALA - 1:50



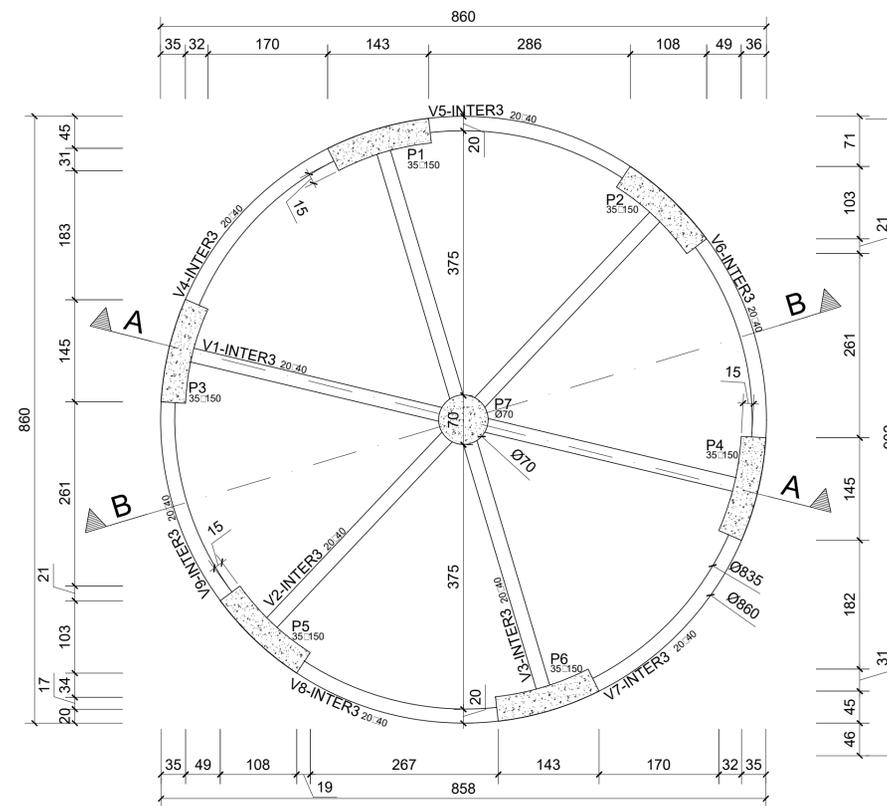
FORMAS INTER2 - NÍVEL 416.25

ESCALA - 1:50



FORMAS TÉRREO - NÍVEL 409.55

ESCALA - 1:50



FORMAS INTER3 - NÍVEL 420.05

ESCALA - 1:50



QUANTITATIVOS

ELEMENTOS ESTRUTURAIS								
	LAJES	PAREDES	PAREDES CURVA	VIGAS	PILAR	FUNDAÇÃO	CAIXAS	TOTAL
ÁREA DE FORMAS (M2)	117,00	XXX	263,00	258,00	536,00	24,00	XXX	1198,00
VOLUME DE CONCRETO ESTRUTURAL (M3)	26,50	XXX	33,00	24,50	69,00	51,50	XXX	204,50
VOLUME DE CONCRETO SIMPLES (M3)	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	4,00	XXX	4,00

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C = 0,45	RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 390KG/M3	B - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS - NBR 15696/2009	
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPa	FÓRMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPa	PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	H - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18,5GPA	CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 5,0CM	I5 - NORMA DE CALCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	I6 - NORMA DE FUNDAÇÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	I7 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	I8 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	I9 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

Cagece

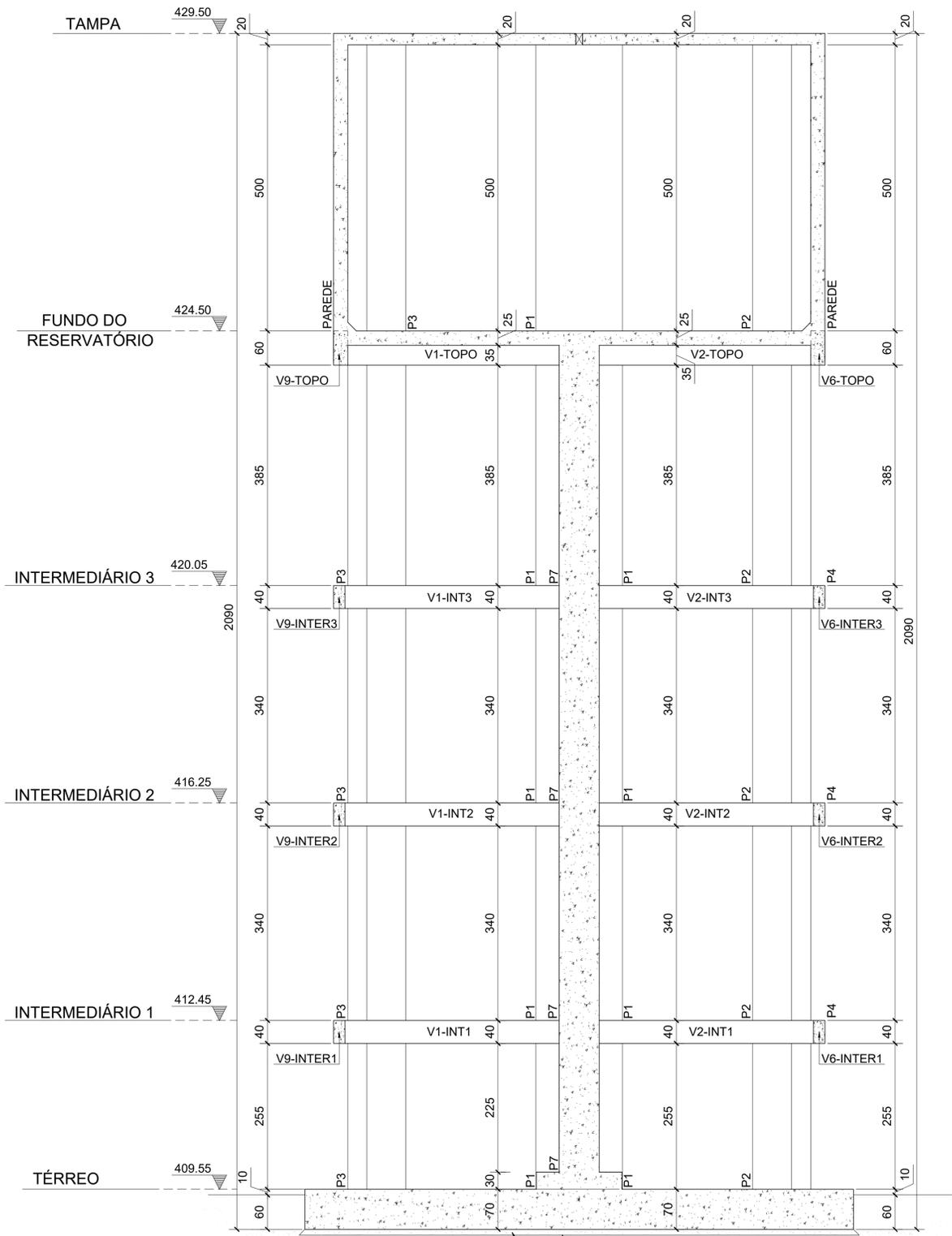
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO: 02
FRANCHA Nº: 01/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)
PROJETO ESTRUTURAL

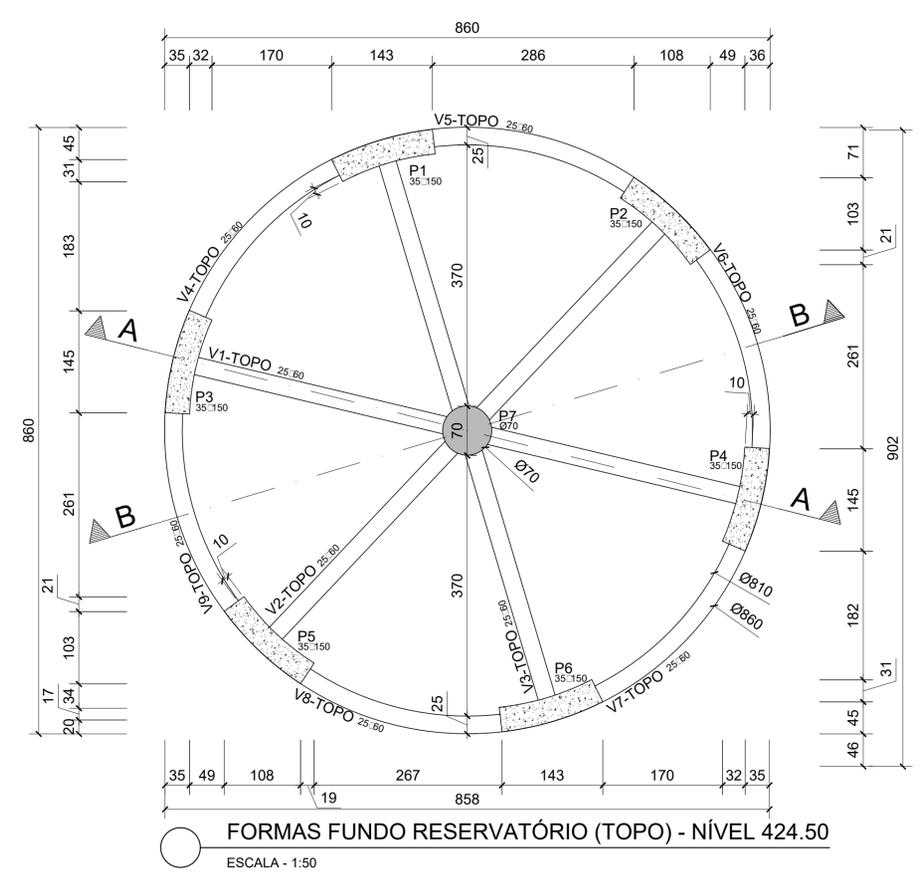
**RESERVATÓRIO ELEVADO V=200M³
FORMAS**

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D	DATA:	OUTUBRO/2017
ARQUIVO:	0523ST-001-EST-R00.dwg	ARQUIVO:			



CORTE A-A
ESCALA - 1:50

SOLO COMPACTADO
RESISTÊNCIA MINIMA=1,5kg/cm²
SUB-BASE COM PÓ DE PEDRA
H= 3cm à 5cm
CONCRETO DE REGULAMENTAÇÃO
H=5cm



FORMAS FUNDO RESERVATÓRIO (TOPO) - NÍVEL 424.50
ESCALA - 1:50



NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5.0CM	SAPATAS: 5.0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5.0CM	VIGAS: 5.0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA	BLOCOS: 5.0CM	TUBULÃO: 5.0CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C <= 0.45	RADIER: 5.0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15696/2009	
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18.5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESURA : 5.0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1.0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15209/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1.00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

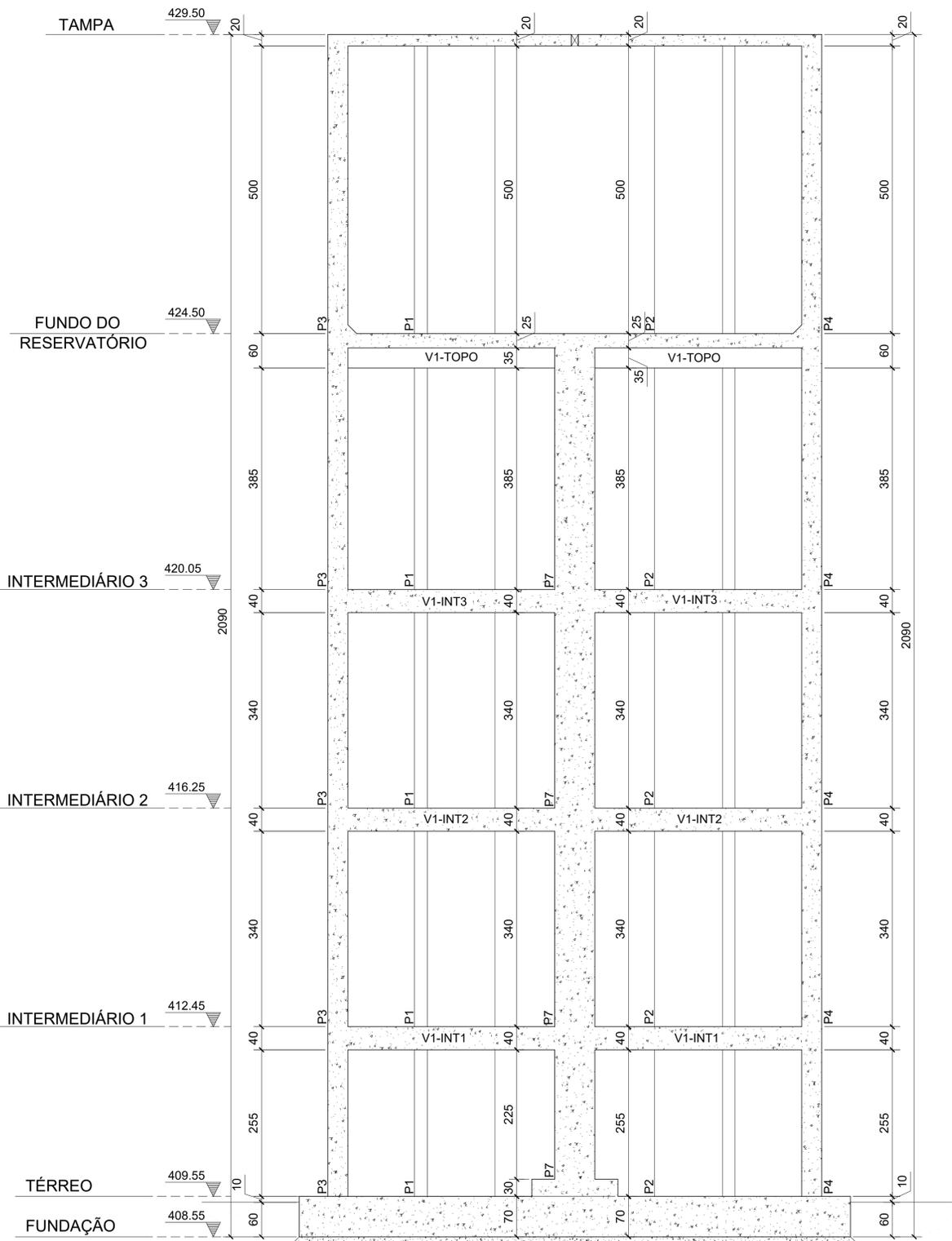
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO: 02
PRANCHA Nº: 02/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)
PROJETO ESTRUTURAL

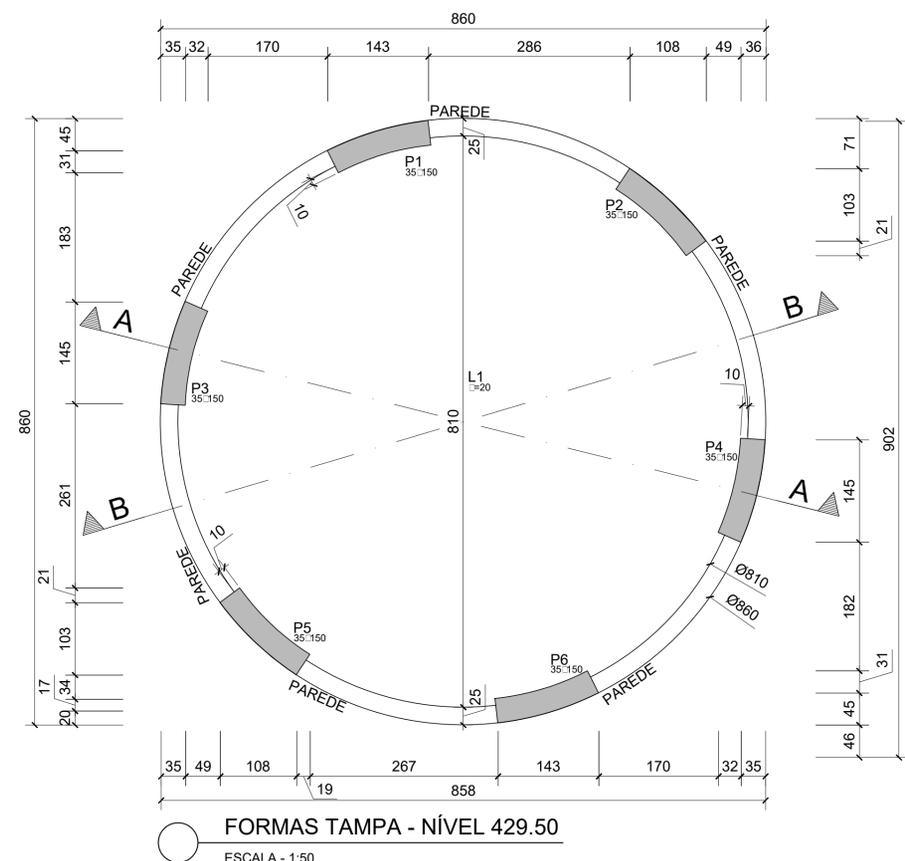
RESERVATÓRIO ELEVADO V=200M³
FORMAS E CORTES

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	ARQUIVO:	0523ST-002-EST-R00.dwg	DATA:	OUTUBRO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D				



CORTE B-B
ESCALA - 1:50

SOLO COMPACTADO
RESISTÊNCIA MÍNIMA=1,5kg/cm²
SUB-BASE COM PÓ DE PEDRA
H= 3cm à 5cm
CONCRETO DE REGULAMENTAÇÃO
H=5cm



FORMAS TAMPA - NÍVEL 429.50
ESCALA - 1:50



NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5.0CM	SAPATAS: 5.0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5.0CM	VIGAS: 5.0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA	BLOCOS: 5.0CM	TUBULÃO: 5.0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C = 0.45	RADIER: 5.0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M ³	B3 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15696/2009	
3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	H4 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18.5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 5.0CM	I5 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M ³	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	I6 - NORMA DE FUNDADAÇÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDADAÇÕES	
7 - FATOR DO TERRENO:SI = 1.0	I7 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADES= I	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO: S2 = C	I8 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO: S3 = 1.00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO: V = 30M/S	I9 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

Cagece

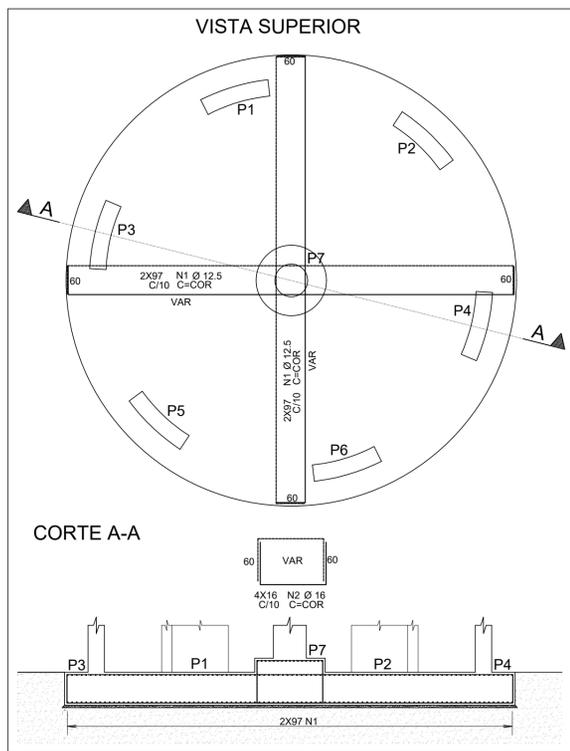
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO 02 PRANCHA Nº 03/05

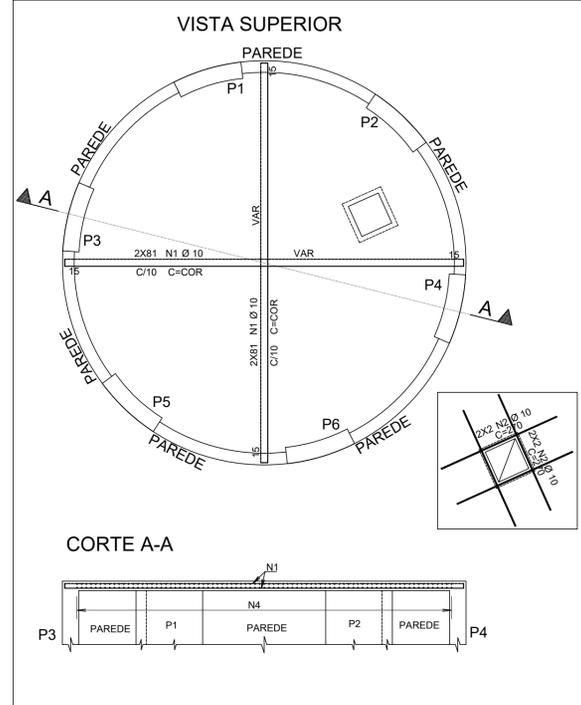
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)
PROJETO ESTRUTURAL

RESERVATÓRIO ELEVADO V=200M³
FORMAS E CORTES

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	OUTUBRO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO		
ARQUIVO:	0523ST-003-EST-R00.dwg		



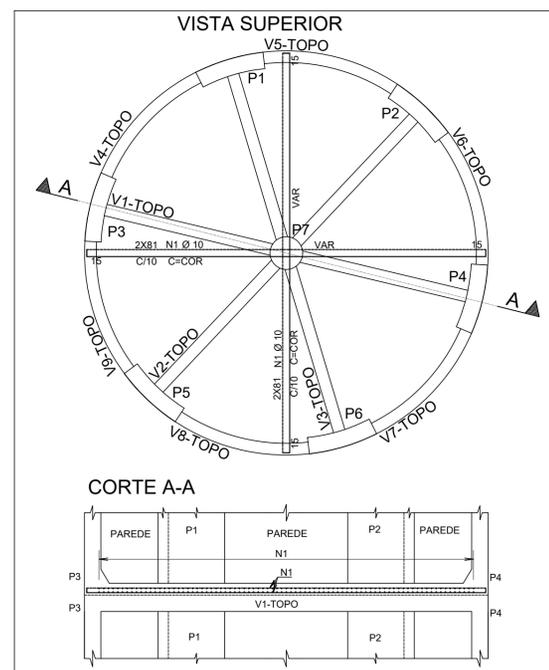
ARMAÇÃO FUNDO
ESCALA - 1:75



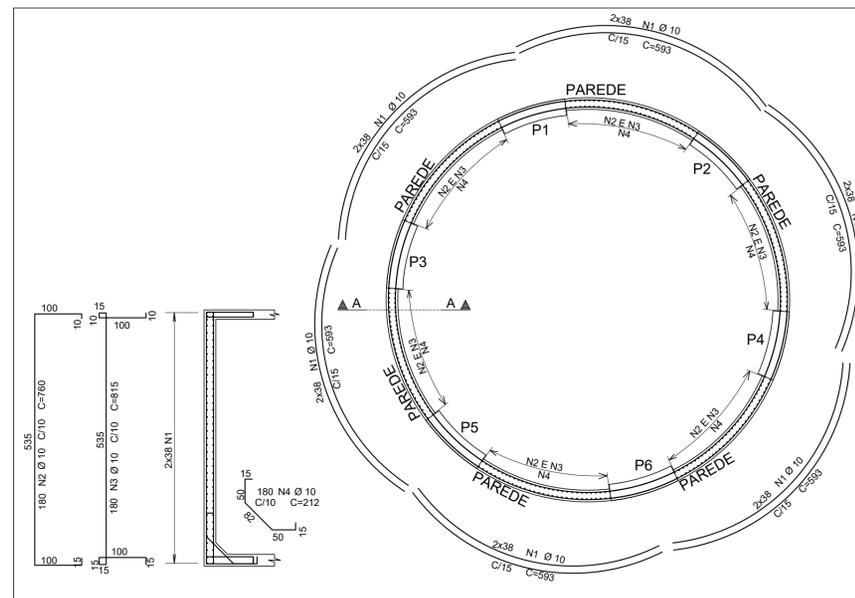
ARMAÇÃO DA TAMPA
ESCALA - 1:75

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DA TAMPA					
50A	1	10	324	-CORR-	285120
50A	2	10	8	270	2160
ARMAÇÃO FUNDO					
50A	1	12.5	388	-CORR-	391880
50A	2	16	64	-CORR-	16640
ARMAÇÃO FUNDO DO RESERVATÓRIO					
50A	1	10	324	-CORR-	285120
ARMAÇÃO PAREDE					
50A	1	10	456	593	270408
50A	2	10	180	760	136800
50A	3	10	180	815	146700
50A	4	10	180	212	38160

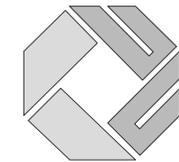
RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	11845	7336
50A	12.5	3919	3919
50A	16	166	266
Peso Total	50A =		11521 kg



ARMAÇÃO FUNDO DO RESERVATÓRIO
ESCALA - 1:75



ARMAÇÃO PAREDE
ESCALA - 1:50



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5.0CM	SAPATAS: 5.0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5.0CM	VIGAS: 5.0CM
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA	BLOCOS: 5.0CM	TUBULÃO: 5.0CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C = 0.45	RADIER: 5.0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15696/2009	
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18.5GPA	CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 5.0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1.0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1.00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

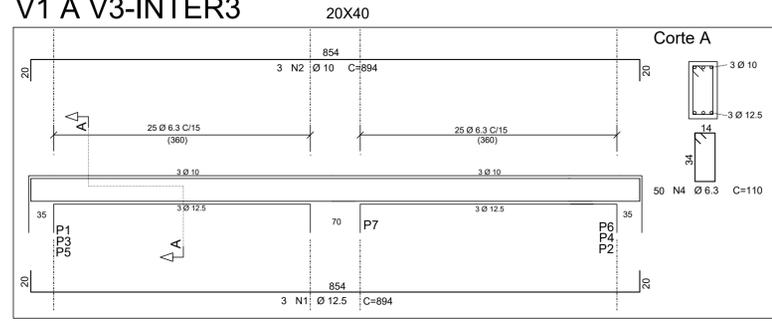
DESENHO 02 PRANCHA Nº 04/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)
PROJETO ESTRUTURAL

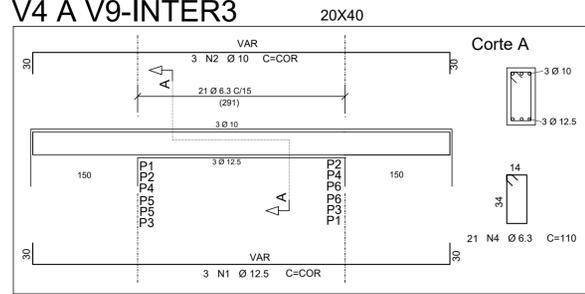
RESERVATÓRIO ELEVADO V=200M³
ARMAÇÃO

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	OUTUBRO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO		
ARQUIVO:	0523ST-004-EST-R00.dwg		

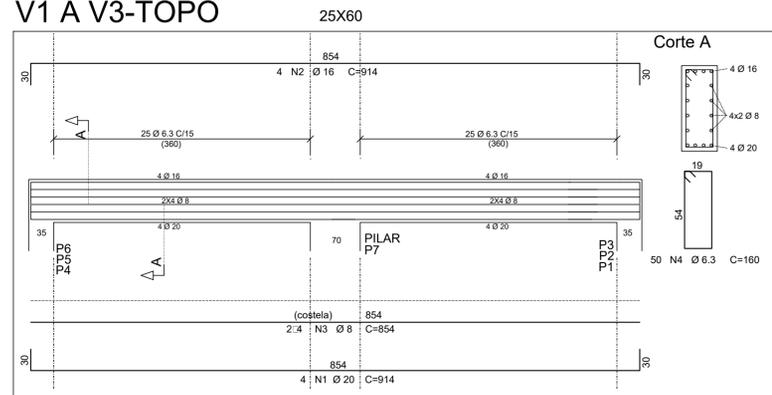
V1 À V3-INTER1
V1 À V3-INTER2
V1 À V3-INTER3



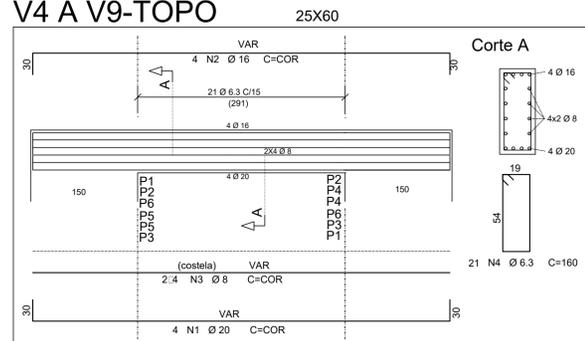
V4 À V9-INTER1
V4 À V9-INTER2
V4 À V9-INTER3



V1 À V3-TOPO

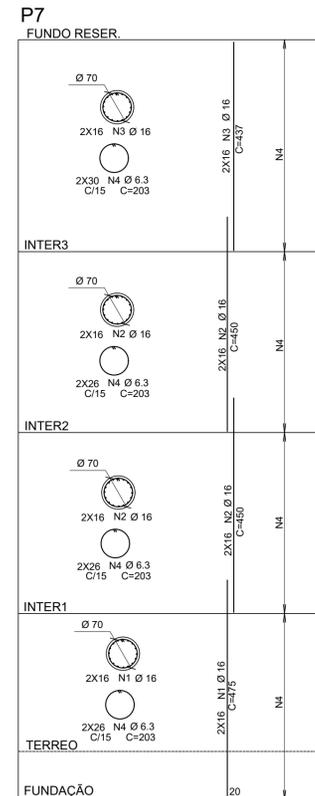


V4 À V9-TOPO

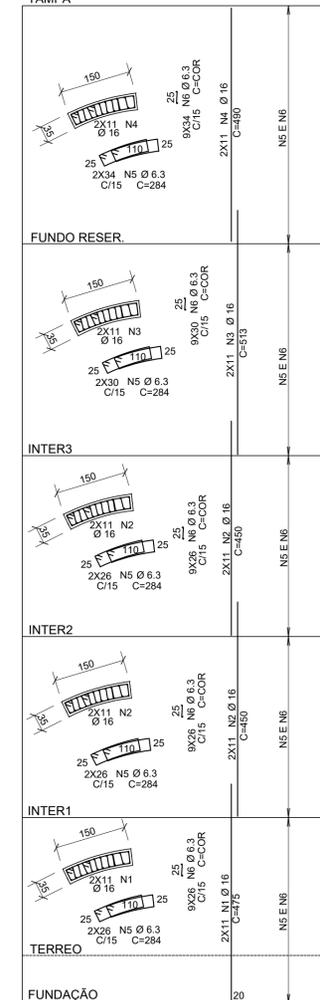


AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
P1=P2=P3=P4=P5=P6 (X6)					
50A	1	16	132	475	62700
50A	2	16	264	450	118900
50A	3	16	132	513	67716
50A	4	16	132	490	64680
50A	5	6.3	1704	284	483936
50A	6	6.3	7668	-CORR-	299052
P7					
50A	1	16	32	475	15200
50A	2	16	64	450	28800
50A	3	16	32	437	13984
50A	4	6.3	216	203	43848
V1 À V3-INTER1 (X9)					
50A	1	12.5	27	894	24138
50A	2	10	27	894	24138
50A	4	6.3	450	110	49500
V1 À V3-TOPO (X3)					
50A	1	20	12	914	10968
50A	2	16	12	914	10968
50A	3	8	24	854	20496
50A	4	6.3	150	160	24000
V4 À V9-INTER1 (X18)					
50A	1	12.5	54	-CORR-	34830
50A	2	10	54	-CORR-	34830
50A	4	6.3	378	110	41580
V4 À V9-TOPO (X6)					
50A	1	20	24	-CORR-	15480
50A	2	16	24	-CORR-	15480
50A	3	8	48	-CORR-	28080
50A	4	6.3	126	160	20160

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	9621	2405
50A	8	486	194
50A	10	590	371
50A	12.5	590	590
50A	16	3963	6373
50A	20	284	661
Peso Total	50A =		10595 kg



P1=P2=P3=P4=P5=P6 TAMPÁ



NOTAS :	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 50CM SAPATAS: 50CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 50CM VIGAS: 50CM
MODULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA	BLOCOS: 50CM TUBULÃO: 50CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C ≤ 0.45	RADIER: 50CM
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15696/2009
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	H4 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
MODULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18.5GPA	CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
ESPESURA : 50CM	I5 - NORMA DE CALCULO : NBR 6118/2014
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	I6 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1.0	I7 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S3 = C	I8 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1.00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	I9 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO 02 PRANCHA Nº 05/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)
PROJETO ESTRUTURAL

RESERVATÓRIO ELEVADO V=200M³
ARMAÇÃO

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	OUTUBRO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO		
ARQUIVO:	0523ST-005-EST-R00.dwg		

1.3 Estação Elevatória de Água Tratada

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA



Cagece

Serra/ES

22 de agosto de 2017

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1	OBJETIVO.....	3
1.2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
1.3	INTRODUÇÃO	3
1.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO	3
2.0	MODELO DE CÁLCULO	6
2.1	CARGAS E COMBINAÇÕES	7
2.2	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES	9
2.3	SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS.....	10
2.4	FUNDAÇÕES.....	10
3.0	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA EEAT-08	12
3.1	FUNDO	12
3.2	PAR1=PAR2.....	16
3.3	PAR3=PAR4.....	20

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da estação elevatória de água tratada.

1.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos relacionados foram utilizados na elaboração deste documento ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele. Devem ser utilizados na sua revisão mais recente:

- JUAZEIRO_DO_NORTE_22.27_ETA_01.01.dwg
-

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: da estação elevatória de água tratada.

O dimensionamento dos elementos citados fora executado tomando como base as normas que seguem:

- NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos
- NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- NBR 6122 – Projeto e execução de fundações
- NBR 6123 – Força devidas ao vento em edificações
- NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos.

Documentos técnicos e livros como:

- Resistência do Materiais, V. Feodosiev
- Curso de Concreto Armado, José Milton de Araújo

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 0.2 mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 2° Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%

➤ Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

➤ Cobrimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

- Limite de Abertura de Fissuras de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 13.4 – Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	–
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	Combinação frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação frequente
		ELS-D ^a	Combinação quase permanente
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação rara
		ELS-D ^a	Combinação frequente

^a A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com $a_p = 50$ mm (Figura 3.1).

NOTAS

1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.

2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.

3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

- Fator Água-Cimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

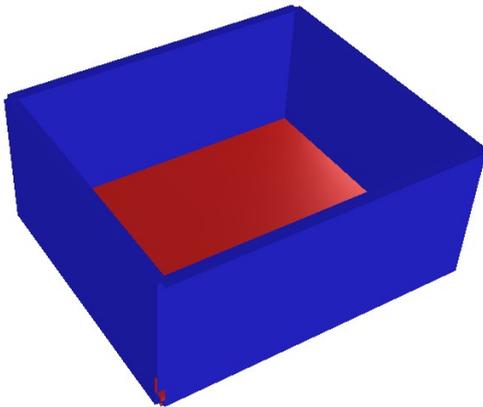
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

7.4.7.6 A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20 % a espessura nominal do cobrimento, ou seja:

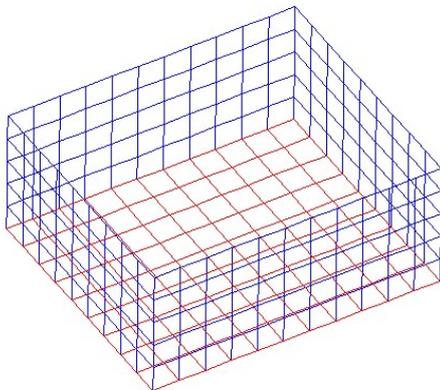
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

2.0 MODELO DE CÁLCULO

Laje de piso do reservatório apoiado sobre base elástica. O campo de deslocamentos e tensões foi calculada adotando-se a metodologia implementada pelo software comercial STRAP VERSÃO 2011.



PERSPECTIVA 3D - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA



PERSPECTIVA 3D DA MALHA - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Ações Permanentes:

- g1 - Peso próprio do concreto (permanente direta)
- g2 - Empuxo de terra (permanente direta)
- q1 - Água

Ações Variáveis Acidentais:

- q2 - Sobrecarga

Coefficientes de ponderação (γ_g, γ_q), fatores de combinação (ψ_q), e fatores de redução (ψ_1, ψ_2) para:

- Combinação Normal (CN) em Estado Limite de Utilização (ELU);
- Combinação Quase Permanente (CQP) em Estado Limite de Serviço (ELS);
- Combinação Freqüente (CF) em Estado Limite de Serviço (ELS).

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	γ_g	γ_g	γ_g
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	γ_q	γ_q	γ_q
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga	0,8	0,7	0,6
Empuxo hidrostático	0,8	0,7	0,6
Gradiente térmico	0,6	0,5	0,3

Grandezas Físicas das Ações:

- g1 - Peso próprio do concreto = Volume dos elementos multiplicado pelo peso específico do concreto armado. Unidades: peso em tf e o volume em m³.
- g2 - Empuxo de terra

Argila com areia fina cor variegada

$\gamma_t = 18,00 \text{ kN/m}^3$ Godoy, 1972

$\phi = 0^\circ$ $K_0 = 1,00$ $K_0 = 1 - \text{sen } \phi$

$p = K_0 \cdot \gamma_t \cdot h$

- g3 - Enchimentos = Volume do elemento multiplicado pelo peso específico do material. Unidades: peso em tf e volume em m³.
- g4 - Retração: Não Consideramos uma retração em toda a estrutura
- q1 - Empuxo Hidrostático interno: Em todas as faces internas estão sendo aplicada uma pressão de base ao topo. O peso específico utilizado no cálculo destas pressões é o da água, igual a 1tf/m³ multiplicado pela altura da lamina d'água.
- q2 - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a 0,3 tf/m².
- q3 - gradiente térmico: Não foi considerado, as estruturas estão enterradas e as partes expostas tem pequenas dimensões e em consequência as deformações devido ao gradiente térmico são insignificantes.

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

$$C01 = 1,40.(g1+g3)+g2+1,40.q1+1,20.q2$$

$$C02 = 1,40.(g1+g3)+g2+1,40.q2+1,20.q1$$

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

$$C03 = 1,40.(g1+g2+g3)+1,40.q2$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

$$C05 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q1+0,60.q2$$

$$C06 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2+0,60.q1$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

$$C07 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2$$

Especial, para verificação da flutuação

$$C08 = 1,00.(g1+g3)+1,00.q4$$

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

Os cálculos de paredes e lajes de fundo e tampas foram considerados um elemento estrutural de 100 cm de largura e altura h , para o dimensionamento a flexo-tração com a força da envoltória máxima nas direções x e y e momentos da envoltória máxima e mínima nas direções x e y . A compressão aqui foi desprezada por entender que a sollicitação máxima acontece quando o elemento estrutural em questão é tracionado junto com a flexão.

Após a verificação da flexo-tração o elemento foi verificado com relação à formação de fissuras.

Momento mínimo para a dispensa de análise de fissuração (ESTÁDIO I e II):

$$M_R = \alpha f_{ct} I_o / y_t [tf \cdot m] \quad (1)$$

Calculando teremos, M_r para um $f_{ck} = 30$ MPa e h variado igual à:

- $h=15$ cm ; $M_r = 3,45$ tf.m
- $h=20$ cm ; $M_r = 4,50$ tf.m
- $h=25$ cm ; $M_r = 4,50$ tf.m
- $h=30$ cm ; $M_r = 5,19$ tf.m
- $h=35$ cm ; $M_r = 6,03$ tf.m
- $h=40$ cm ; $M_r = 6,90$ tf.m

Armadura mínima prevista em norma:

$$A_{s,min} = \rho_{min} 100h \left[\frac{cm^2}{m} \right] \quad (2)$$

Sendo ρ_{min} taxa de armadura mínima conforme a NBR 6118:2003

Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^{1)}$ ($A_{s,min}/A_c$) %							
	f_{ck} ω_{min}	20	25	30	35	40	45	50
Retangular	0,035	0,150	0,150	0,173	0,201	0,230	0,259	0,288
T (mesa comprimida)	0,024	0,150	0,150	0,150	0,150	0,158	0,177	0,197
T (mesa tracionada)	0,031	0,150	0,150	0,153	0,178	0,204	0,229	0,255
Circular	0,070	0,230	0,288	0,345	0,403	0,460	0,518	0,575

¹⁾ Os valores de ρ_{min} estabelecidos nesta tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $\gamma_c = 1,4$ e $\gamma_s = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, ρ_{min} deve ser recalculado com base no valor de ω_{min} dado.

NOTA - Nas seções tipo T, a área da seção a ser considerada deve ser caracterizada pela alma acrescida da mesa colaborante.

Calculando teremos, $A_{s,min}$ para um $f_{ck} = 30\text{MPa}$, $b=100\text{cm}$, seção retangular e h variado igual à:

- $h=15\text{cm}$; $A_{s,min} = 3,45\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/18$
- $h=20\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/12$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/20$
- $h=25\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/10$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/18$
- $h=30\text{cm}$; $A_{s,min} = 5,19\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/15$
- $h=35\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,03\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/12$
- $h=40\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,90\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/10$

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

Foram utilizadas as seguintes seções de concreto para as respectivas estruturas:

- Estação elevatória de água tratada:

Paredes: 15 cm

Fundo: 15 cm

2.4 FUNDAÇÃO

Para a estrutura do Reservatório utilizamos a laje de fundo apoiada diretamente sobre o solo. Como modelo de cálculo adotamos um sistema de molas de resposta linear. Para obter a tensão média admissível a partir desse ensaio, utiliza-se o número médio de golpes aplicando a seguinte fórmula:

$$s = 0,20 * \text{SPT Médio (kgf/m}^2\text{)}$$

A partir dos valores de tensão média admissível é possível obter o valor de K_v por correlação, utilizando a tabela abaixo:

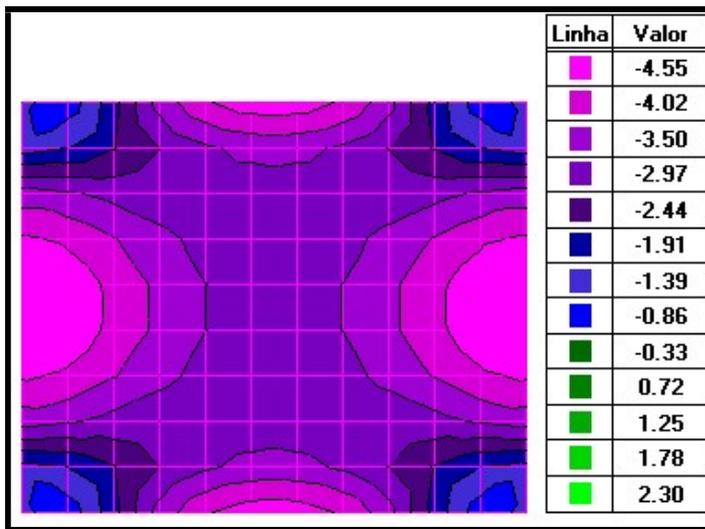
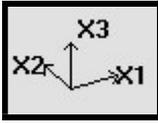
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	5,30
0,80	1,84	2,70	5,40
0,85	1,93	2,75	5,50
0,90	2,02	2,80	5,60
0,95	2,11	2,85	5,70
1,00	2,20	2,90	5,80
1,05	2,29	2,95	5,90
1,10	2,38	3,00	6,00
1,15	2,47	3,05	6,10
1,20	2,56	3,10	6,20
1,25	2,65	3,15	6,30
1,30	2,74	3,20	6,40
1,35	2,83	3,25	6,50
1,40	2,92	3,30	6,60
1,45	3,01	3,35	6,70
1,50	3,10	3,40	6,80
1,55	3,19	3,45	6,90
1,60	3,28	3,50	7,00
1,65	3,37	3,55	7,10
1,70	3,46	3,60	7,20
1,75	3,55	3,65	7,30
1,80	3,64	3,70	7,40
1,85	3,73	3,75	7,50
1,90	3,82	3,80	7,60
1,95	3,91	3,85	7,70
2,00	4,00	3,90	7,80
2,05	4,10	3,95	7,90
2,10	4,20	4,00	8,00

Fonte: Safe, Morrison (1993)

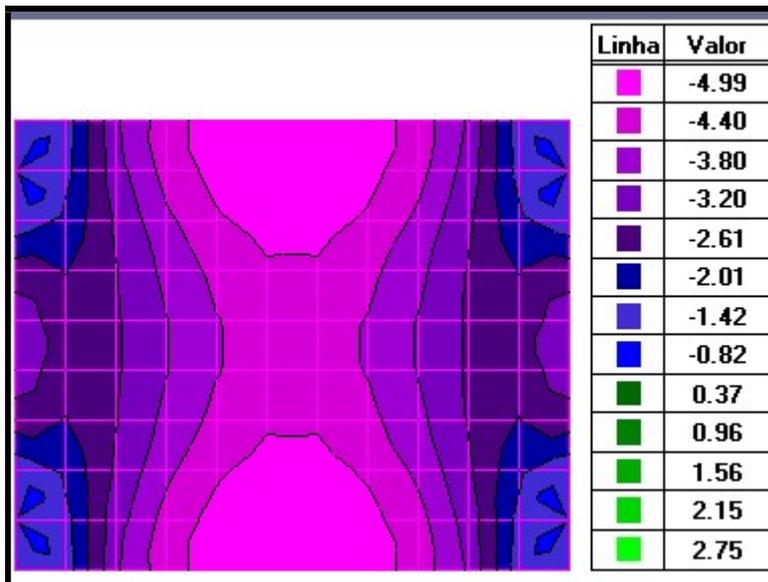
Adotamos uma taxa de solo de 1,5Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de x3=750tf/m

3.0 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

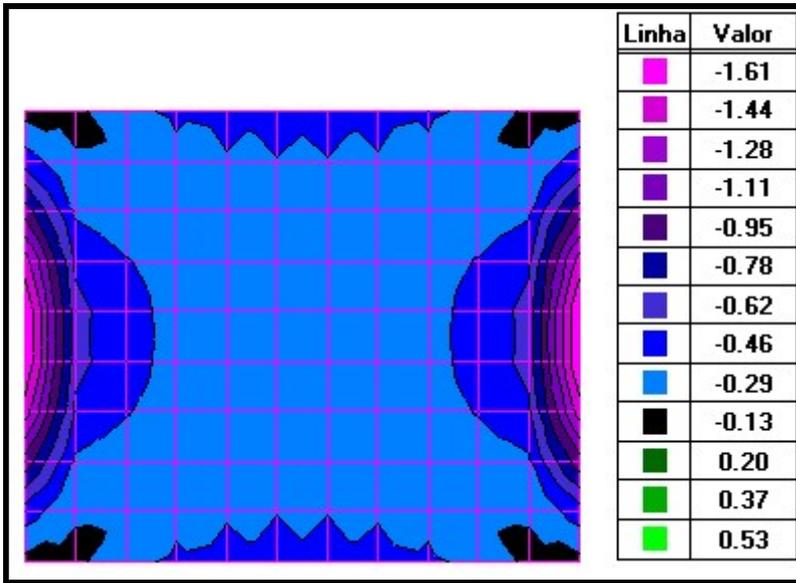
3.1 FUNDO



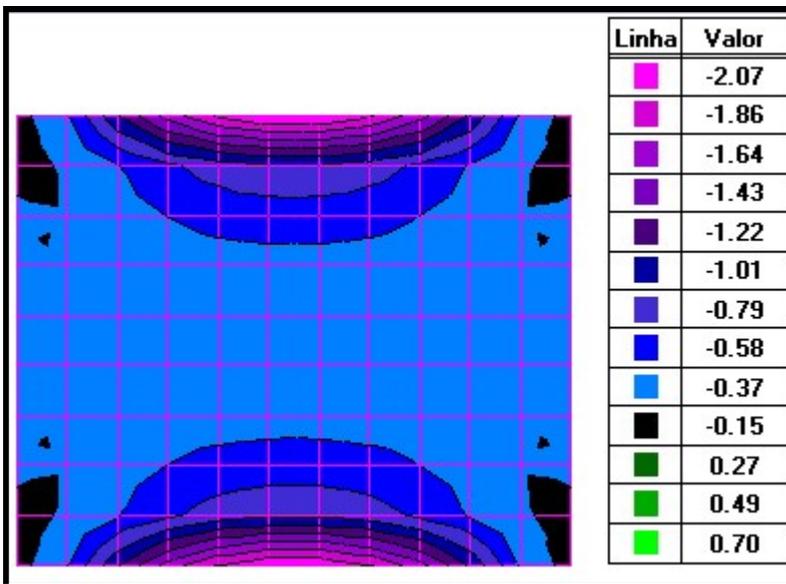
FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais				Esforços			Seção			SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ _{máx.}	As _{,min} (cm ² /m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
500	30	1,10	4,00	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária				Arranjo							
As1 (cm ² /m)	As2 (cm ² /m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As (cm)	As _{,tot} (cm ² /m)	h (cm)	d' (cm)	ξ	ω1	ω2	
-	1,56	8	12,0	12,0	4,19	20	4,9	0,056	0,000	0,025	
Resumo - ELU											
Zona	Zona D		ξ	0,056	ω1	0,000	ω2	0,025			
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais				Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)	h (cm)	d' (cm)	h (cm)	h (cm)
500	30	1,1	4	20	4,9	8	12,0	20	4,9	20	12,0
Cálculo											
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)	Es (cm ² /m)	σsi (Mpa)	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80	4,19	128,82	0,02328117	0,189471704
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)	as	0,003842927	0,243	3,67
8,05	0,003842927	0,243	3,67	128,82	0,00	0,02328117	0,189471704	8,05	0,003842927	0,243	3,67

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado												
Materiais				Esforços			Seção			SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{máx.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.	
500	30	1,01	4,40	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV	

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm) / As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	8	12,0 / 4,19
As2 (cm ² /m)	8	12,0 / 4,19

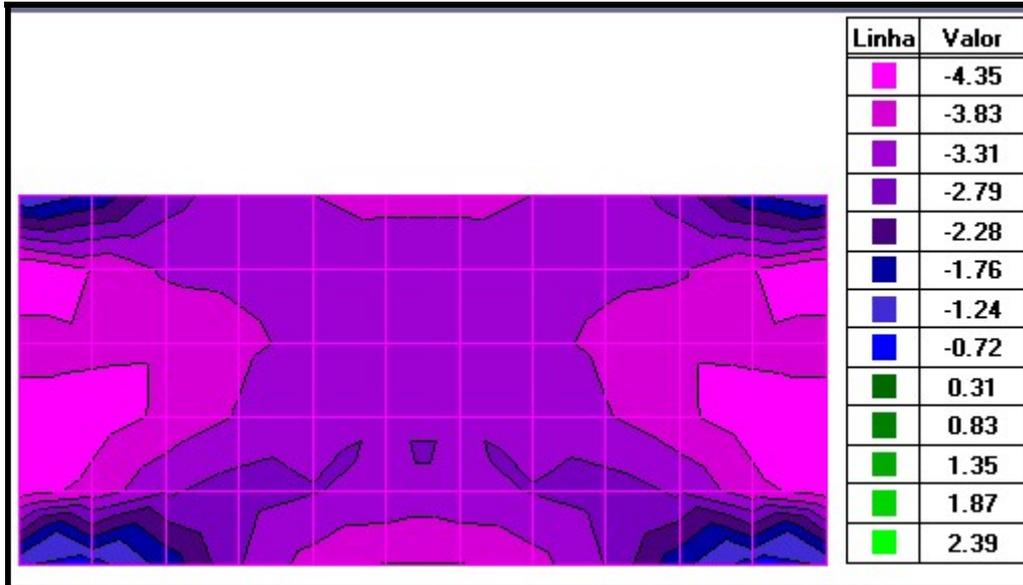
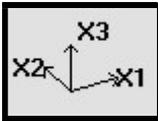
Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,053	0,000	0,020

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais				Esforços			Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	Esp. (cm)	σ_{si} (Mpa)	Wk1 (mm)
500	30	1,01	4,4	20	4,9	8	12,0	108,32	0,01646037

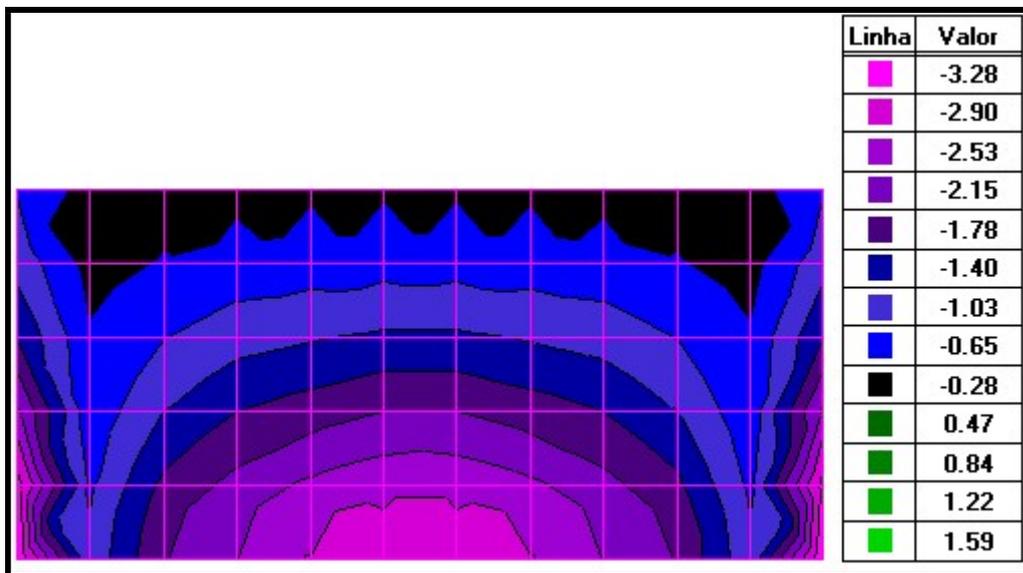
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)	as	Wk2 (mm)
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80	8,05	0,159316865

FUNDO - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

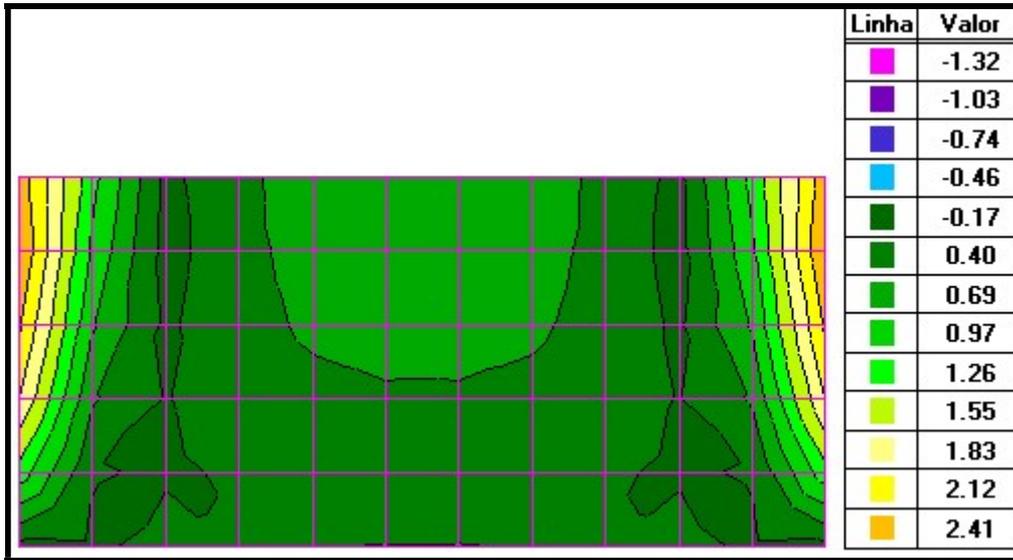
3.2 PAR 1=PAR2



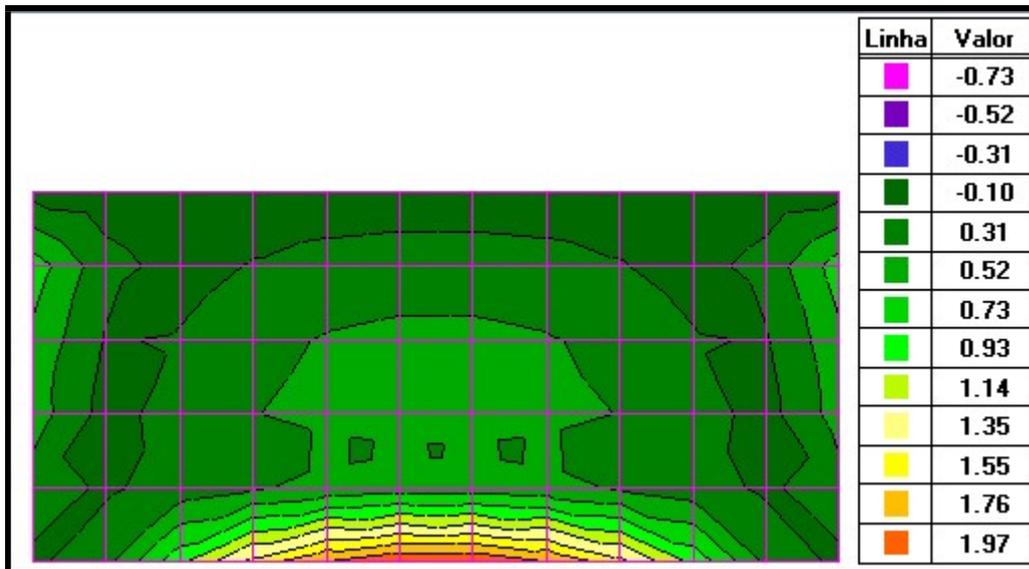
PAR1=PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR1=PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR1=PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX – MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR1=PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.	
500	30	0,97	3,83	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	Classe IV	

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm) / As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	8	12,0 / 4,19
As2 (cm ² /m)	8	12,0 / 4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,050	0,000	0,021

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	Esp. (cm)	η_1	Erro
500	30	0,97	3,83	20	4,9	8	12,0		
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)		
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,003842927	0,248	3,75	109,43	0,01680009	0,160952538			

PAR1=PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	$A_{s,\text{min}}$ (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	0,93	2,90	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

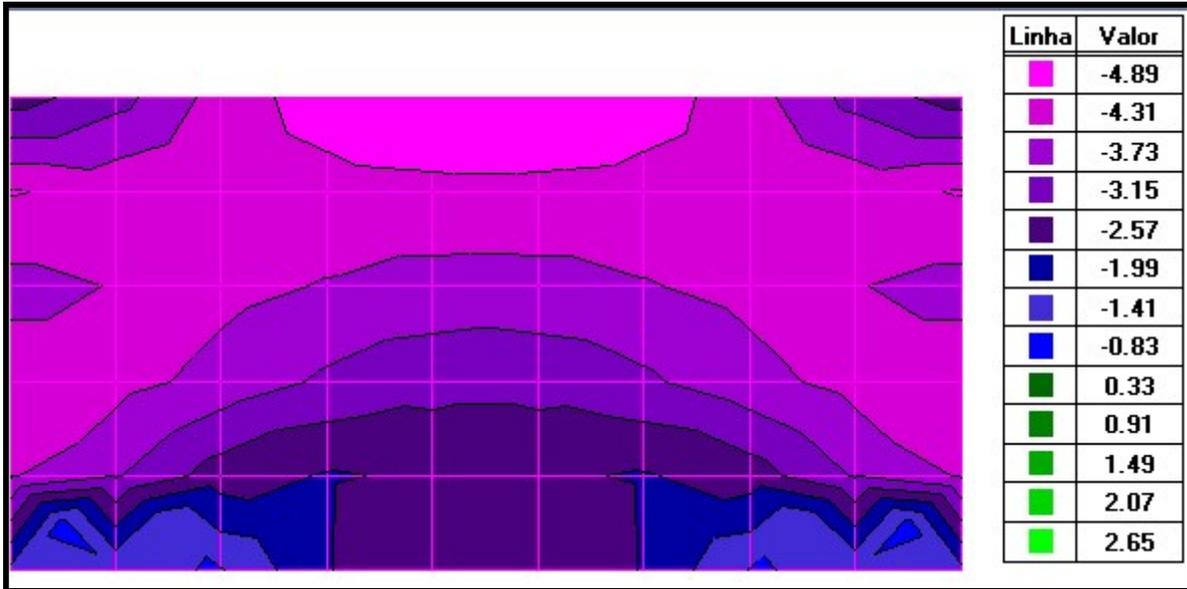
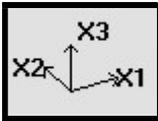
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Arranjo		
Armadura necessária	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	8	4,19
As2 (cm ² /m)	8	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,046	0,000	0,022

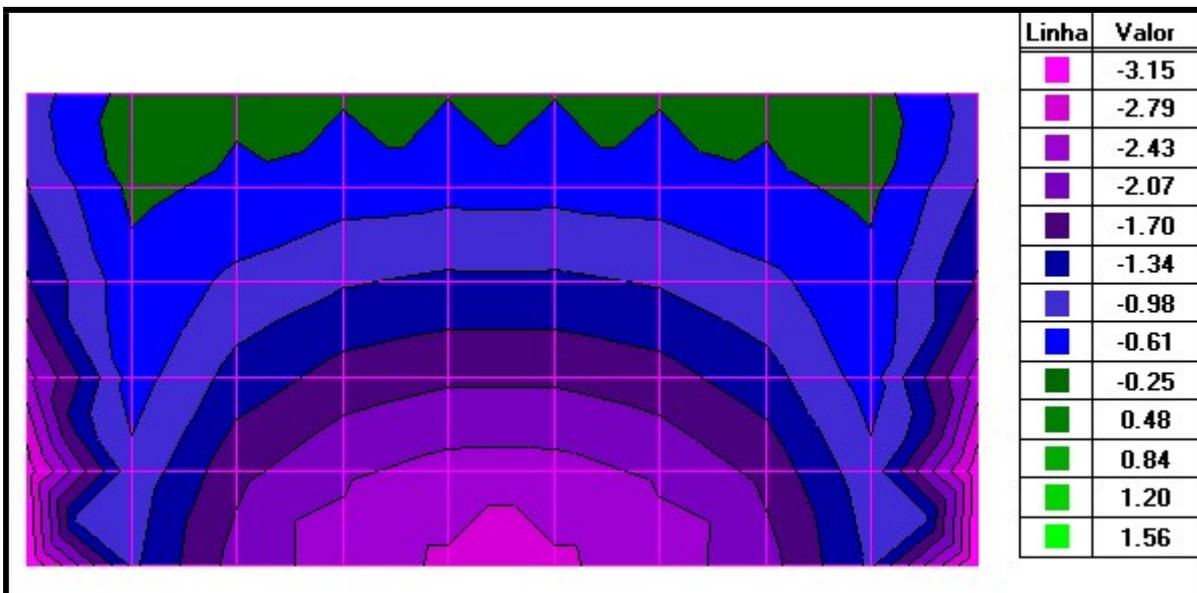
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços			Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	h (cm)	hi (cm)	Acri (cm ²)
500	30	0,93	2,9	20	4,9	8	20	12,00	130,80
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk2 (mm)
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	115,60	0,00	0,17002406
α_s	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,234	3,53	115,60	0,00	0,01874722	0,17002406		

PAR1=PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

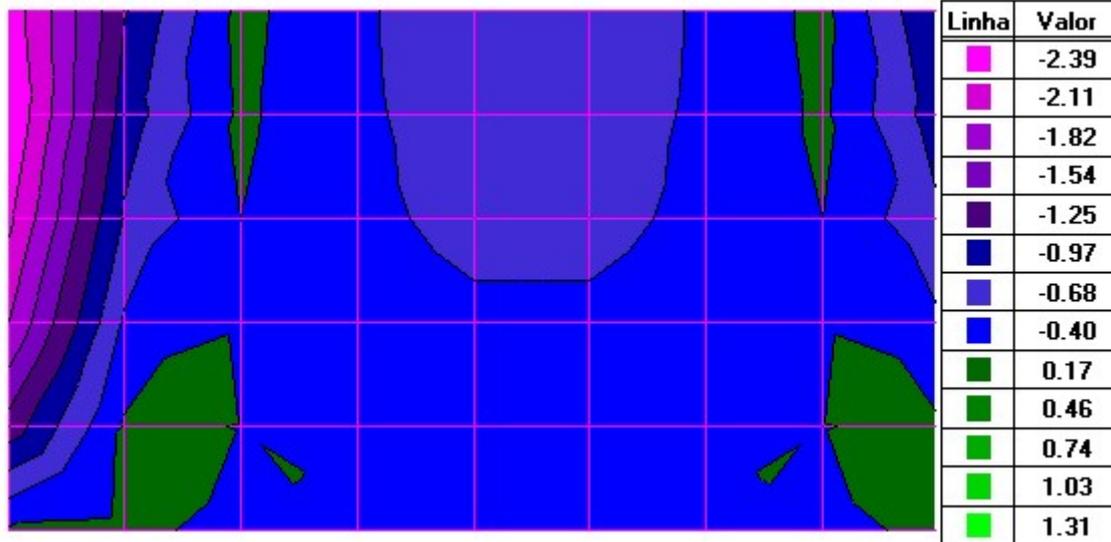
3.3 PAR 3=PAR4



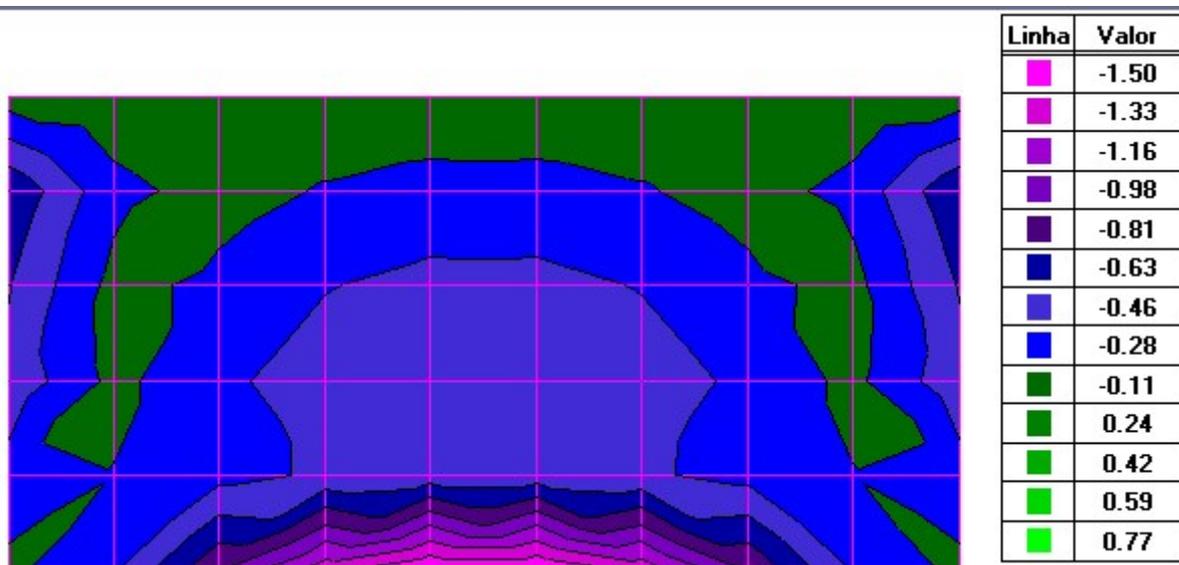
PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX- MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado												
Materiais				Esforços			Seção			SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ _{máx.}	As,min (cm ² /m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.	
500	30	0,97	4,40	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV	

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica			
Armadura necessária	Arranjo		
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	8	12,0	4,19
As2 (cm ² /m)	8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,051	0,000	0,019

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)	As (cm ² /m)	Es (Mpa)
500	30	0,97	4,4	20	4,9	8	12,0	4,19	210.000
Cálculo									
σ _s	σ _{si} (Mpa)	ξ	x (cm)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,003842927	0,259	3,92	2,25	10,90	12,00	130,80	0,01450083	0,149533496

PAR3=PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado										
Materiais				Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.
500	30	0,98	2,79	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm)
As1 (cm ² /m)	8	12,0
As2 (cm ² /m)	8	12,0

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona D	0,048	0,000

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	hi (cm)	bi (cm)	Acrici (cm ²)
500	30	0,98	2,79	20	4,9	8	12,0	130,80	
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acrici (cm ²)		
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,230	3,47	125,53	0,00	0,02210719	0,184632749		

PAR3=PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

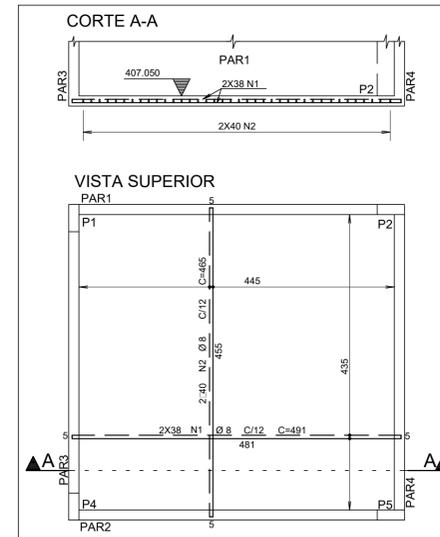
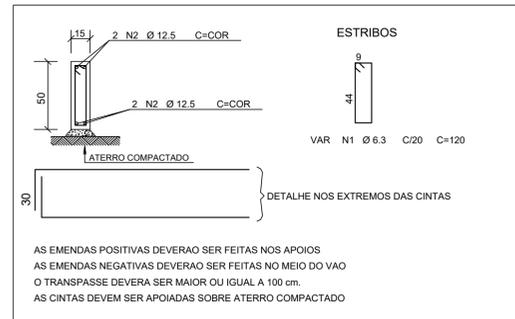
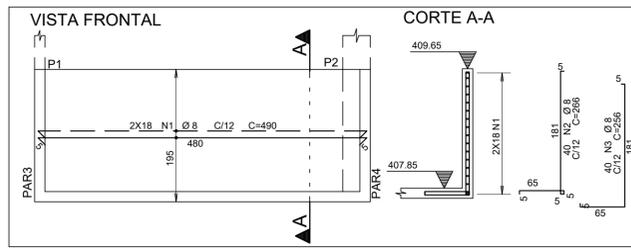
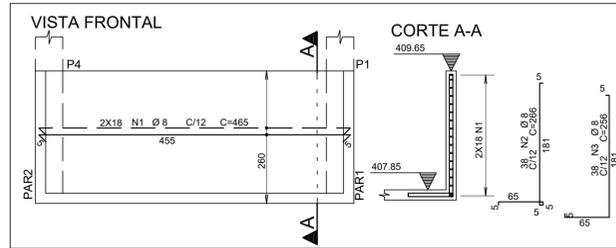
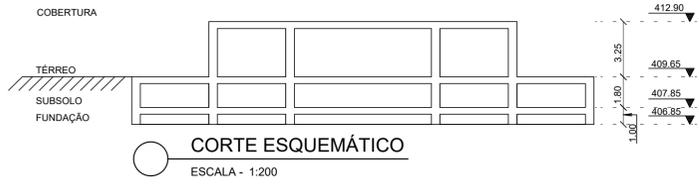


CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D

EEAT						
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa						
	VIGAS	PILAR	LAJE	FUNDAÇÃO	PAREDES	TOTAL
VOLUME (m ³)	5,50	3,00	11,50	11,00	5,50	36,50
FÔRMA (m ²)	70,00	46,00	70,00	13,00	69,00	268,00
CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa						
VOLUME (m ³)	4,50					
PAREDES						
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
50A	8	1502	601			
TOTAL		1502	601			
FUNDAÇÃO						
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
60B	5	1844	295			
50A	8	745	298			
50A	12.5	195	195			
TOTAL		2784	788			
VIGAS						
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
60B	5	253	40			
50A	6.3	173	43			
50A	10	249	157			
50A	12.5	178	178			
50A	16	8	13			
TOTAL		861	431			
LAJES						
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
50A	6.3	163	41			
50A	8	1011	404			
TOTAL		1174	445			
PILAR						
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
60B	5	301	48			
50A	12.5	270	270			
TOTAL		571	318			

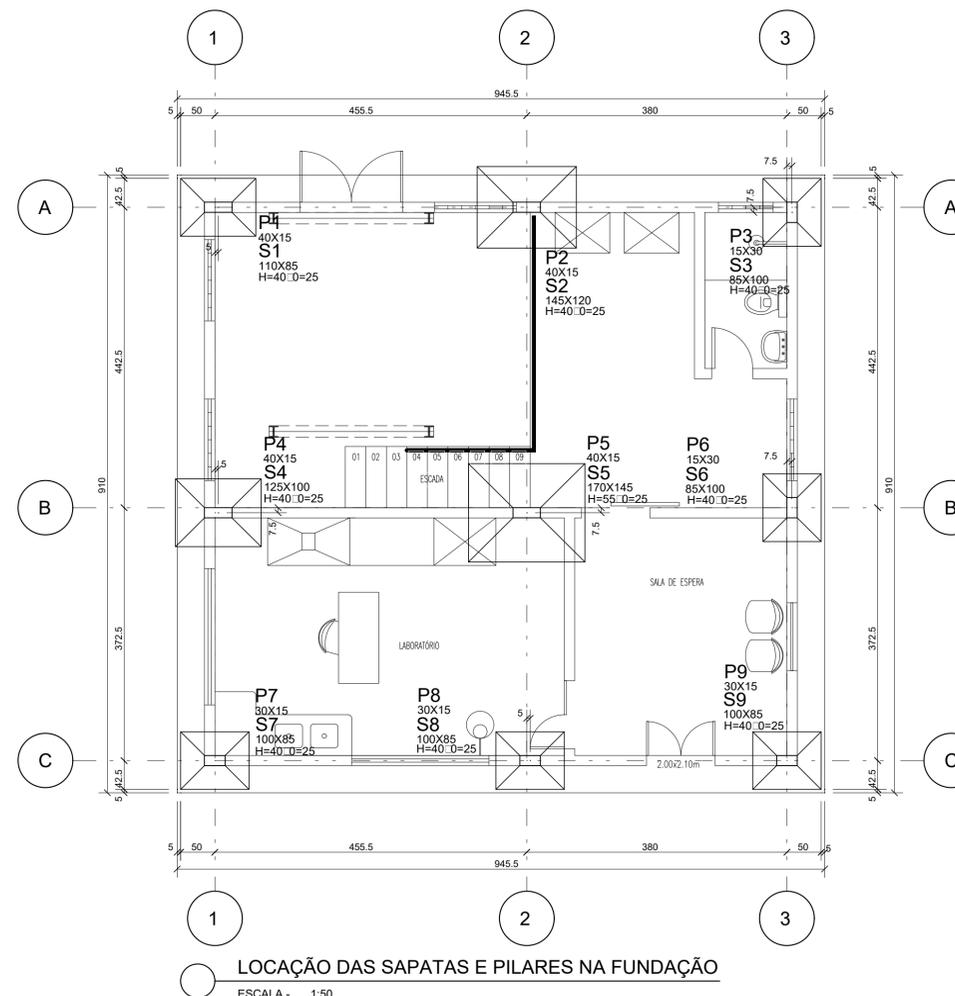
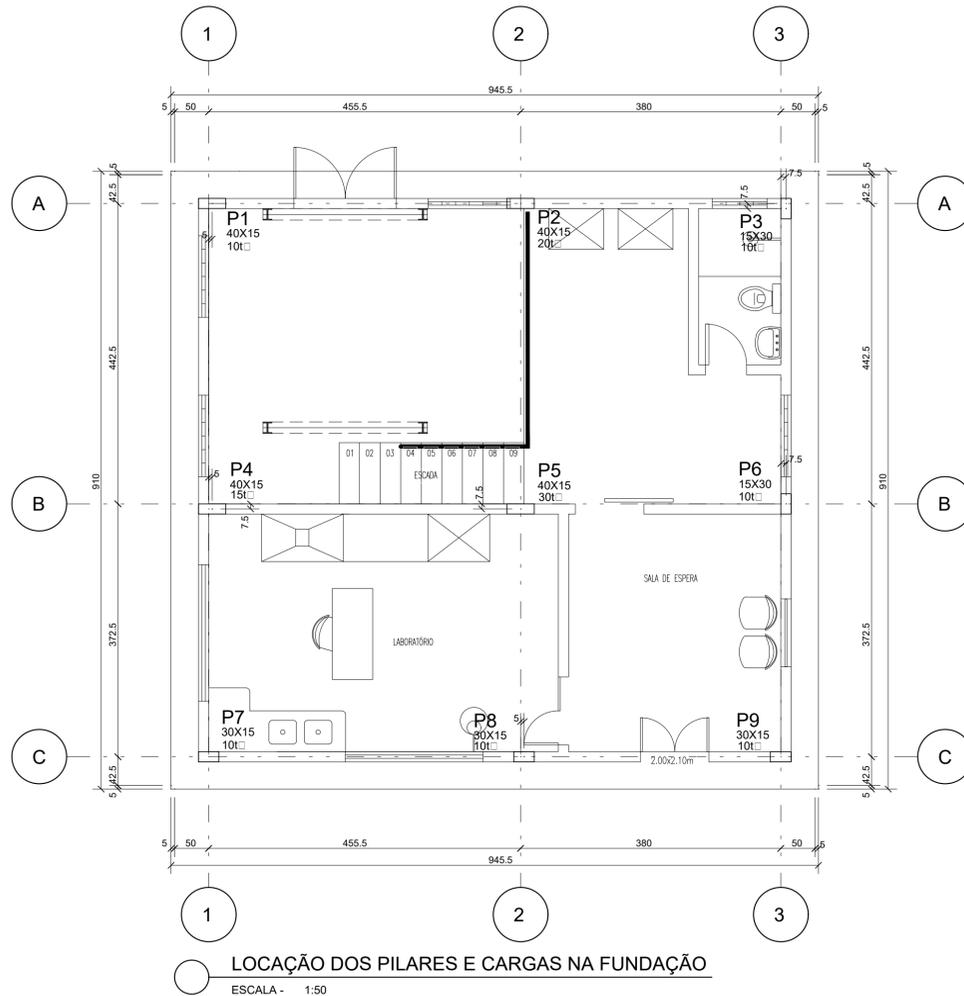


CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



ACO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
DET.TIPO DAS CINTAS DO TÉRREO 15x50					
50A	1	6.3	144	120	17280
50A	2	12.5	4	-CORR.	11516
ARMAÇÃO FUNDO					
50A	1	8	76	491	37316
50A	2	8	80	465	37200
ARMAÇÃO PAR1=PAR2 (X2)					
50A	1	8	72	490	35280
50A	2	8	80	266	21280
50A	3	8	80	256	20480
ARMAÇÃO PAR3=PAR4 (X2)					
50A	1	8	72	465	33480
50A	2	8	76	266	20216
50A	3	8	76	256	19456

ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	173	43
50A	8	2247	899
50A	12.5	115	115
Peso Total 50A =			1057 kg



QUANTITATIVOS

	ELEMENTOS ESTRUTURAIS							
	LAJES	PAREDES	PAREDES CURVA	VIGAS	PILAR	FUNDAÇÃO	CAIXAS	TOTAL
ÁREA DE FORMAS (M ²)	70.00	69.00	XXX	70.00	46.00	13.00	XXX	268.00
VOLUME DE CONCRETO ESTRUTURAL 30MPA (M ³)	11.50	5.50	XXX	5.50	3.00	11.00	XXX	36.50
VOLUME DE CONCRETO SIMPLES (SMPA) (M ³)	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	4.50	XXX	4.50

NOTAS:	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 50CM SAPATAS: 50CM
2 - CONCRETO: FCX = 30MPA	PILARES: 50CM VIGAS: 50CM
MODULO DE ELASTICIDADE: Ecs = 26GPA	BLOCOS: 50CM TUBULÃO: 50CM
FATOR AGUA CIMENTO: A/C <= 0.45	RADIER: 50CM
CONSUMO DE CIMENTO: 350KG/M ³	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS - NBR 15696/2009
3 - ACOS: CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXCLUSIVOS
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS: NBR 6120/1980
MODULO DE ELASTICIDADE: Ecs = 18.5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
ESPESURA: 50CM	15 - NORMA DE CÁLCULO: NBR 6188/2014
CONSUMO DE CIMENTO: 250KG/M ³	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDAÇÕES: NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES
7 - FATOR DO TERRENO S1 = I0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO: NBR 15200/2012
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = I	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S3 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO: NBR 14931/2004
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1.00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS:	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

Cagece

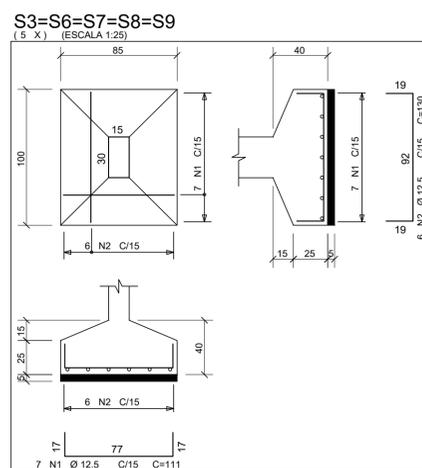
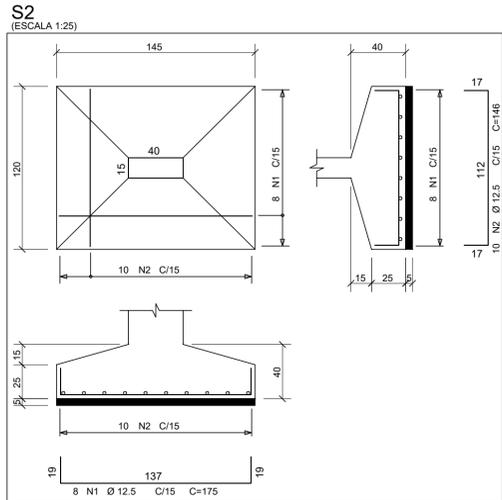
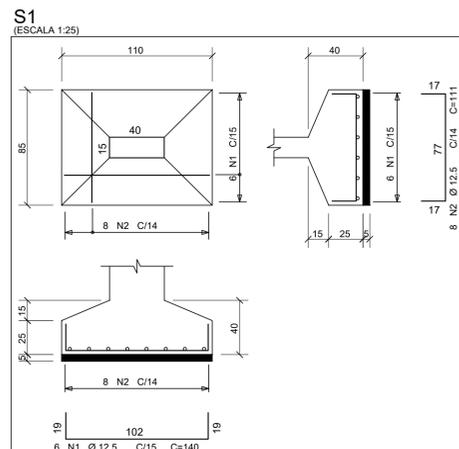
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO: XXX
FRANCHA Nº: 01/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE
PROJETO ESTRUTURAL

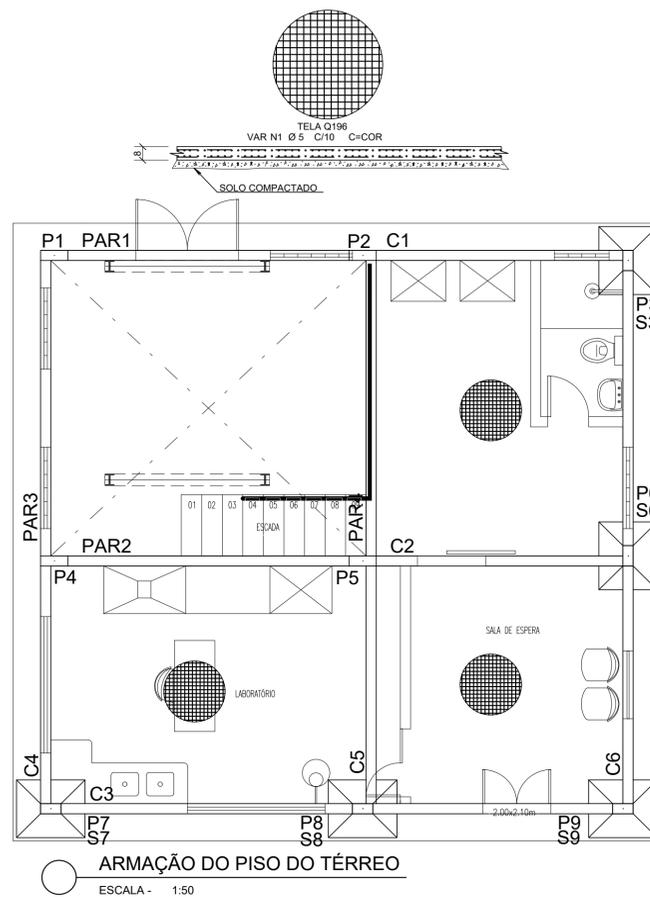
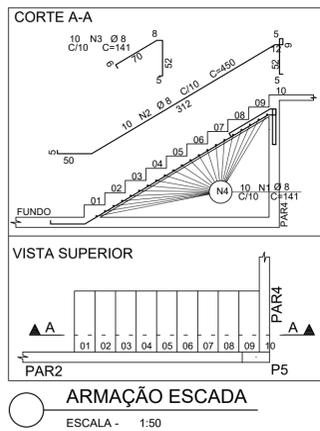
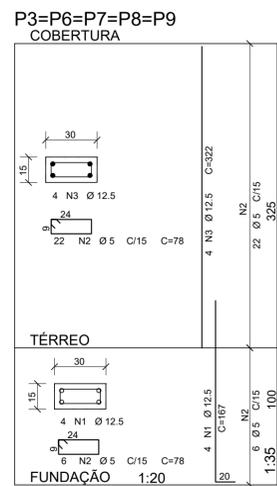
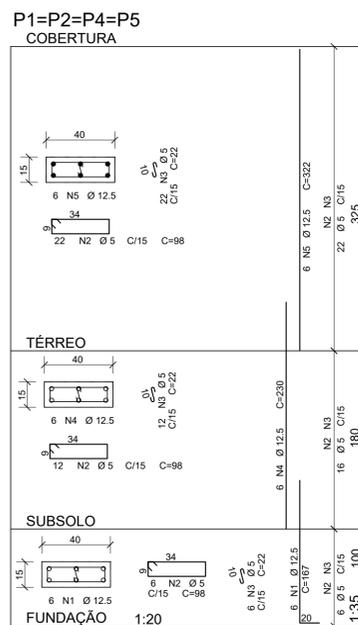
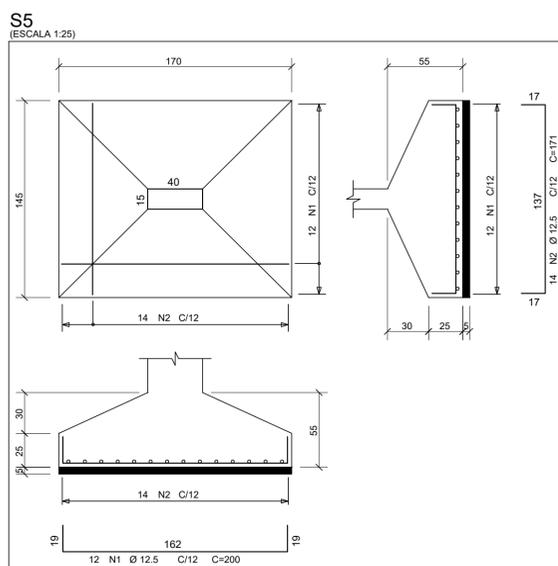
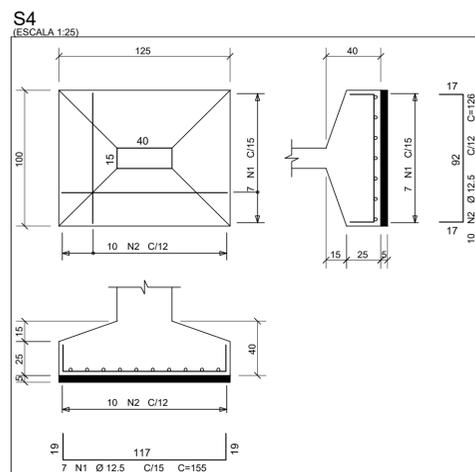
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA
LOCAÇÕES E ARMAÇÃO DO SUBSOLO

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	AGOSTO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		
ARQUIVO:	0524ST-001-EST-R00.dwg		



ACO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
P1=P2=P4=P5 (X4)					
50A	1	12.5	24	167	4008
60B	2	5	160	98	15680
60B	3	5	160	22	3520
50A	4	12.5	24	230	5520
50A	5	12.5	24	322	7728
P3=P6=P7=P8=P9 (X5)					
50A	1	12.5	20	167	3340
60B	2	5	140	78	10920
50A	3	12.5	20	322	6440
S1					
50A	1	12.5	6	140	840
50A	2	12.5	8	111	888
S2					
50A	1	12.5	8	175	1400
50A	2	12.5	10	146	1460
S4					
50A	1	12.5	7	155	1085
50A	2	12.5	10	126	1260
S5					
50A	1	12.5	12	200	2400
50A	2	12.5	14	171	2394
S3=S6=S7=S8=S9 (X5)					
50A	1	12.5	35	111	3885
50A	2	12.5	30	130	3900
ARMAÇÃO ESCADA					
50A	1	8	10	141	1410
50A	2	8	10	450	4500
50A	3	8	10	141	1410
ARMAÇÃO DO PISO DO TÉRREO					
60B	1	5	2	-CORR-	184440

RESUMO AÇO CA 50-60			
ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	2146	343
50A	8	73	29
50A	12.5	465	465
Peso Total 60B =			343 kg
Peso Total 50A =			495 kg



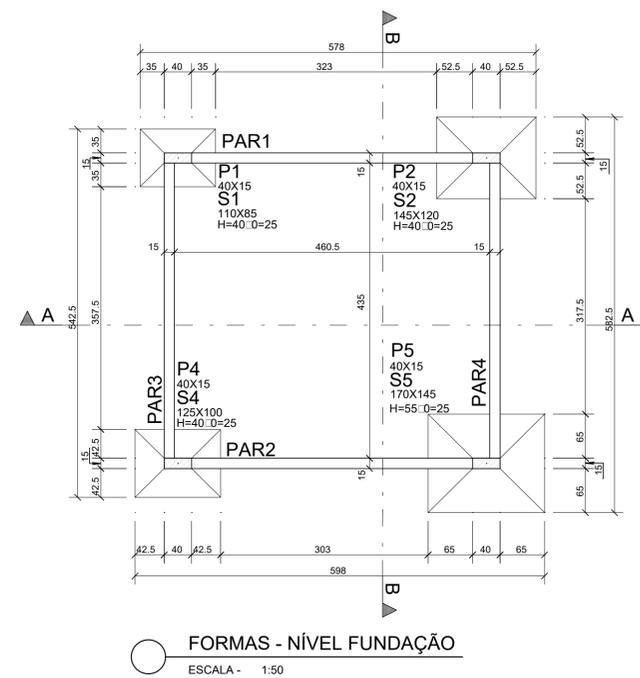
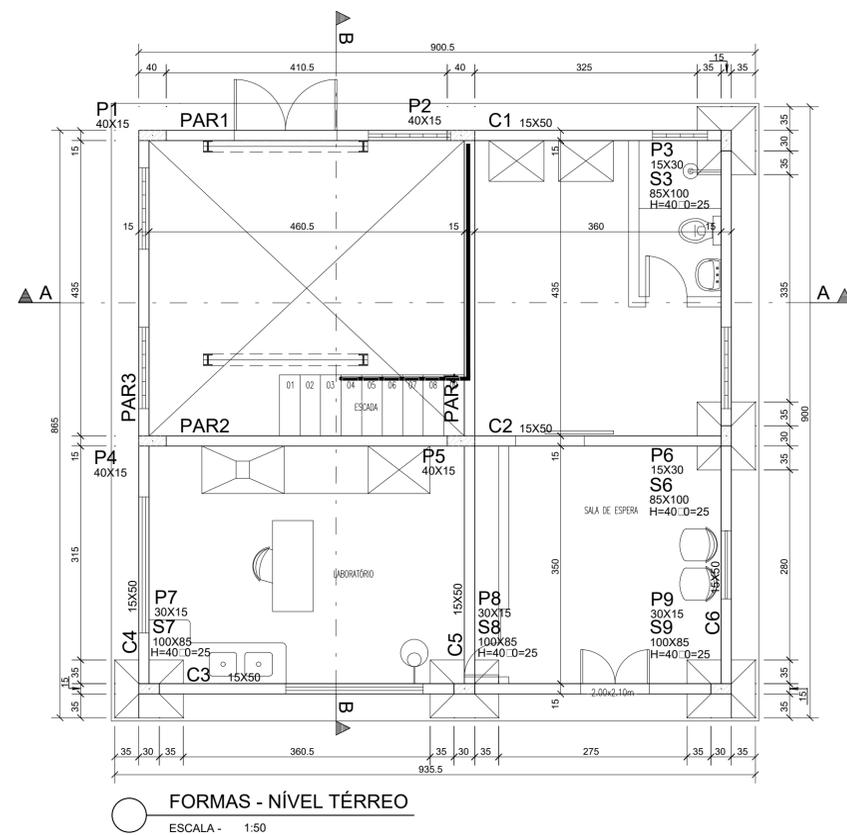
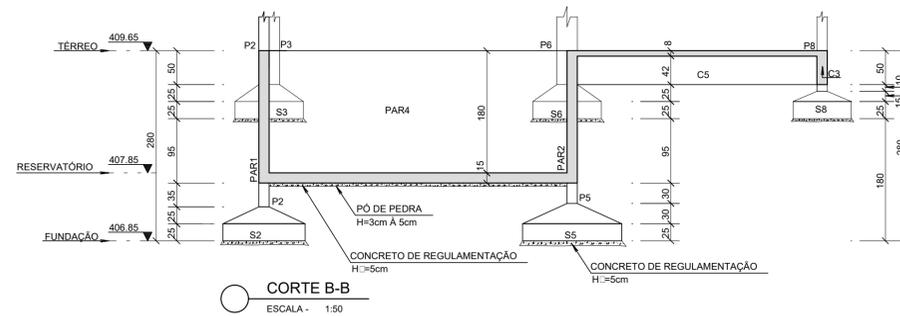
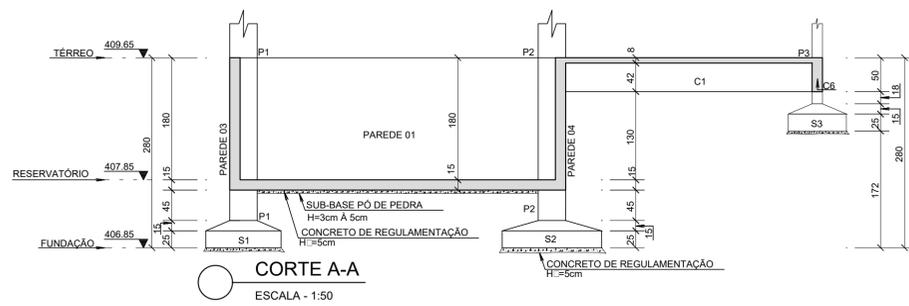
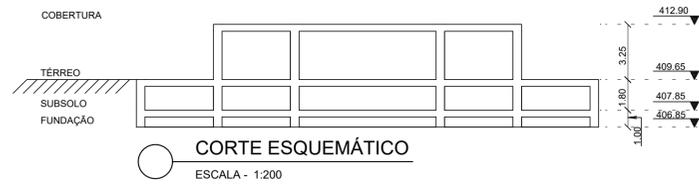
NOTAS:	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 50CM SAPATAS: 50CM
2 - CONCRETO: FCK = 30MPA	PILARES: 50CM VIGAS: 50CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE: Ecs = 28GPA	BLOCOS: 50CM TUBULÃO: 50CM
FATOR ÁGUA CIMENTO: A/C <= 0,45	RADIER: 50CM
CONSUMO DE CIMENTO: 300KG/M3	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS: NBR 15696/2009
3 - ACOS: CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS: NBR 6120/1980
MÓDULO DE ELASTICIDADE: Ecs = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
ESPESURA: 50CM	15 - NORMA DE CÁLCULO: NBR 6182/2014
CONSUMO DE CIMENTO: 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDAÇÕES: NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES
7 - FATOR DO TERRENO S1 = I,0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO: NBR 15200/2012
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO: NBR 14931/2004
10 - FATOR ESTADÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS:	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS	DESENHO XXX	FRANCHA Nº 02/05
	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE PROJETO ESTRUTURAL		
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA ARMAÇÃO DOS PILARES, SAPATA E PISO DO TÉRREO			

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	AGOSTO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		
ARQUIVO:	0524ST-002-EST-R00.dwg		



NOTAS :	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 50CM SAPATAS: 50CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 50CM VIGAS: 50CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 28GPA	BLOCOS: 50CM TUBULÃO: 50CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <= 0,45	RADIER: 50CM
CONSUMO DE CIMENTO : 300KG/M3	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15996/2009
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
ESPESURA : 50CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6189/2014
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDAÇÕES : NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
10 - FATOR ESTADÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

Cagece

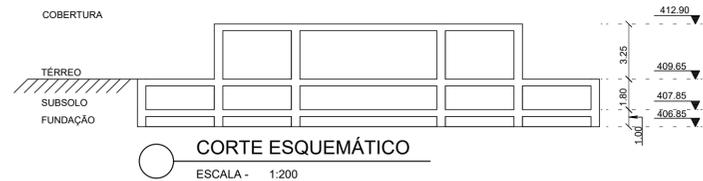
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO XXX
FRANCHA Nº 03/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE
PROJETO ESTRUTURAL

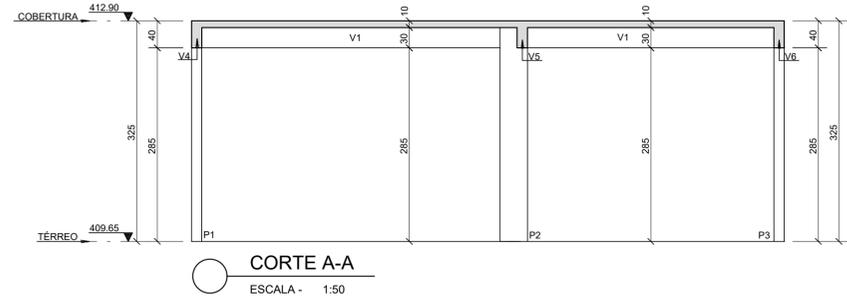
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA
FORMAS DO SUB-SOLO E DO TÉRREO

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	AGOSTO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		
ARQUIVO:	0524ST-003-EST-R00.dwg		

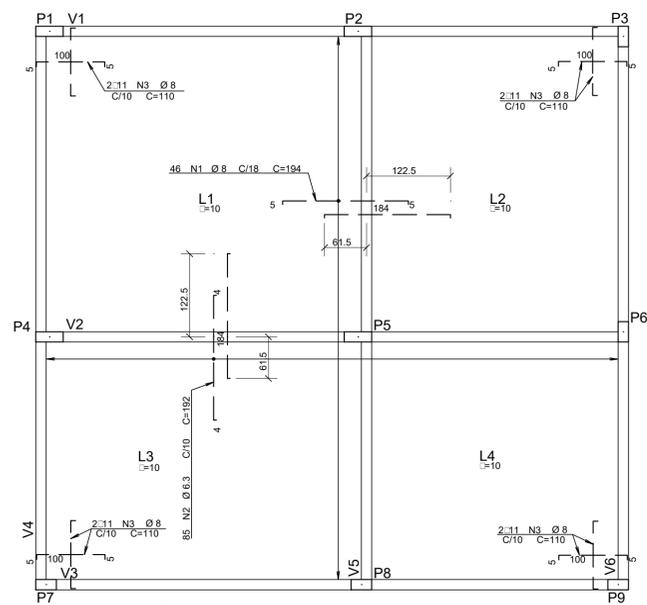


CORTE ESQUEMÁTICO
ESCALA - 1:200

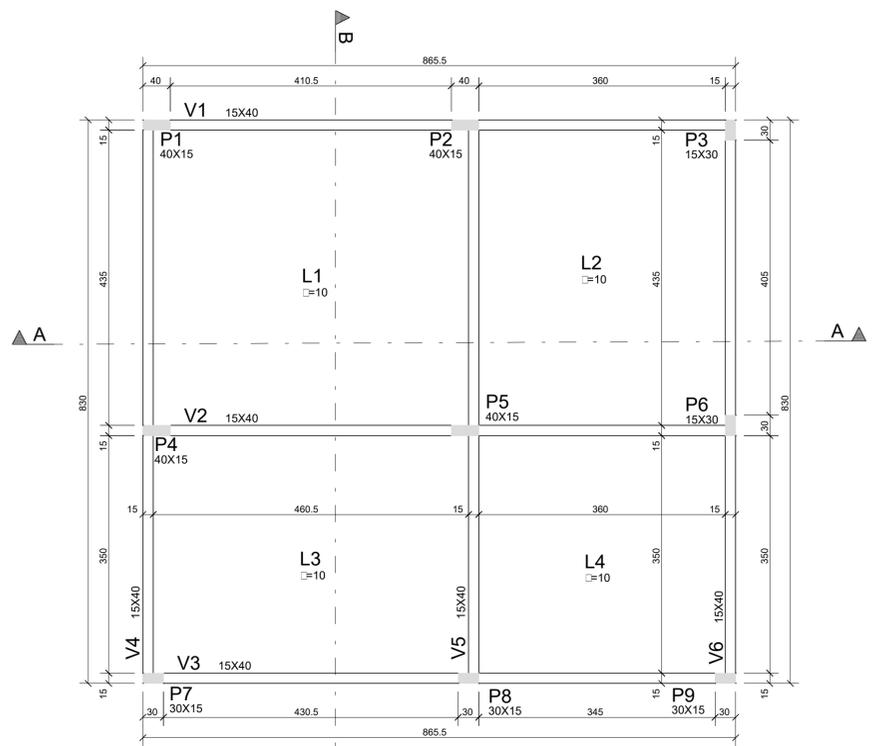
AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DA COBERTURA					
50A	1	8	46	194	8924
50A	2	8.3	85	192	16320
50A	3	8	88	110	9680
ARMAÇÃO POSITIVA DAS LAJES DA COBERTURA					
50A	1	8	49	385	18865
50A	2	8	42	485	20370
50A	3	8	43	375	16125
50A	4	8	43	460	19780
RESUMO AÇO CA 50-60					
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO		
50A	8.3	163	41		
50A	8	937	375		
Peso Total 50A =			416 kg		



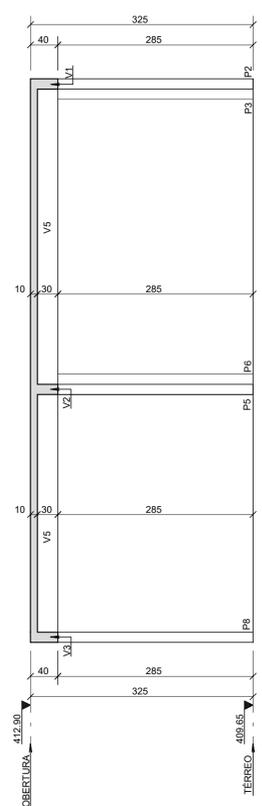
CORTE A-A
ESCALA - 1:50



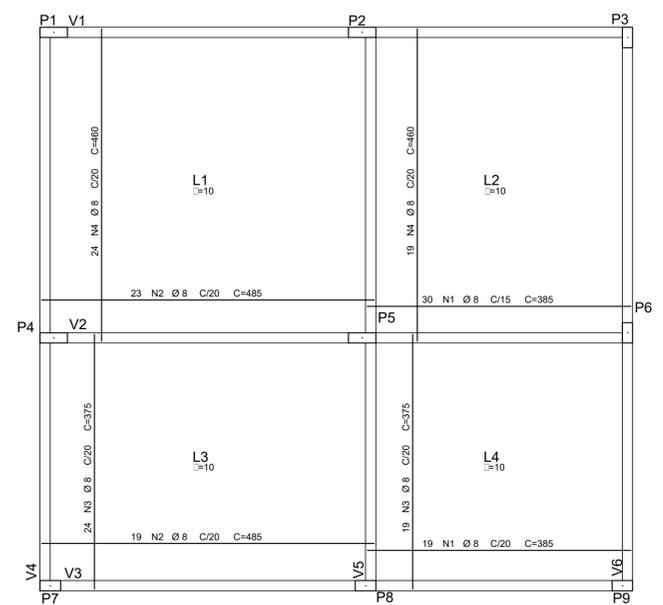
ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DA COBERTURA
ESCALA - 1:50



FORMAS - NÍVEL COBERTURA
ESCALA - 1:50



CORTE B-B
ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO POSITIVA DAS LAJES DA COBERTURA
ESCALA - 1:50



NOTAS:	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 50CM SAPATAS: 50CM
2 - CONCRETO: FCK = 30MPA	PILARES: 50CM VIGAS: 50CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE: Ecs = 28GPA	BLOCOS: 50CM TUBULÃO: 50CM
FATOR ÁGUA CIMENTO: A/C <= 0.45	RADIER: 50CM
CONSUMO DE CIMENTO: 300KG/M3	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS: NBR 15896/2009
3 - ACOS: CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS: NBR 6120/1980
MÓDULO DE ELASTICIDADE: Ecs = 18.5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
ESPESURA: 50CM	15 - NORMA DE CÁLCULO: NBR 6189/2014
CONSUMO DE CIMENTO: 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDAÇÕES: NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES
7 - FATOR DO TERRENO: S1 = I0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO: NBR 15200/2012
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE: S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO: S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO: NBR 14931/2004
10 - FATOR ESTADÍSTICO: S3 = 1.00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO: V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS:	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

Cagece

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

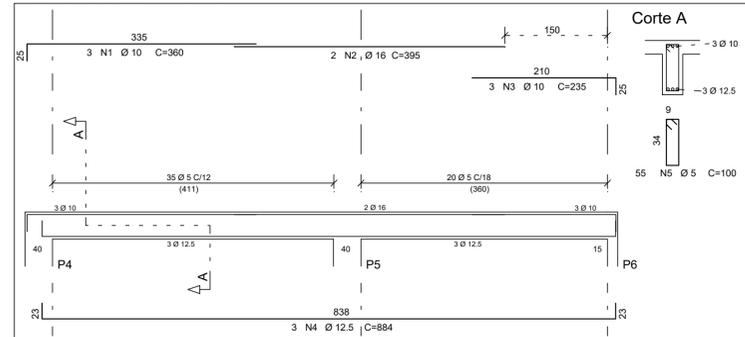
DESENHO: XXX
FRANCHA Nº: 04/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE
PROJETO ESTRUTURAL

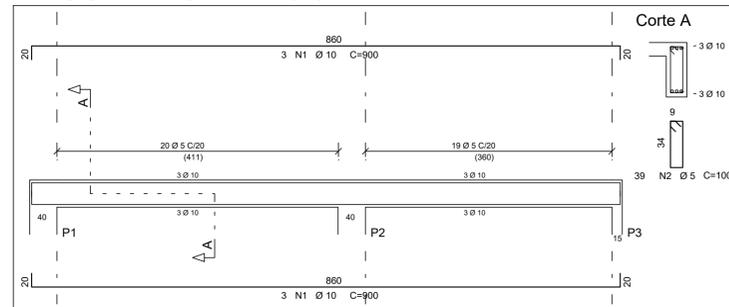
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA
FORMAS E ARMAÇÃO DAS LAJES DA COBERTURA

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	AGOSTO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		
ARQUIVO:	0524ST-004-EST-R00.dwg		

V2-COBERTURA 15X40



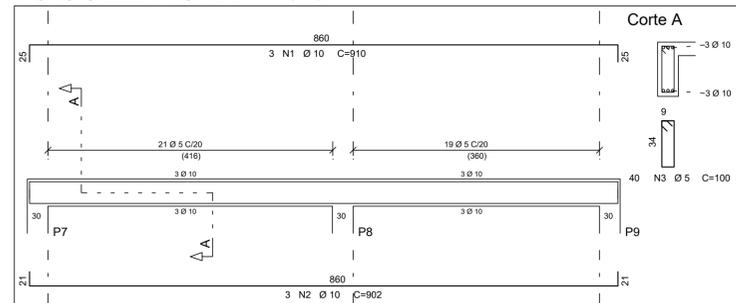
V1-COBERTURA 15X40



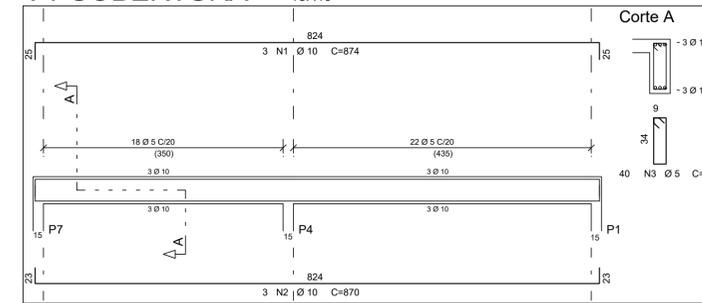
ACO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
V1-COBERTURA					
50A	1	10	6	900	5400
60B	2	5	39	100	3900
V2-COBERTURA					
50A	1	10	3	360	1080
50A	2	16	2	395	790
50A	3	10	3	235	705
50A	4	12.5	3	884	2652
60B	5	5	55	100	5500
V3-COBERTURA					
50A	1	10	3	910	2730
50A	2	10	3	902	2706
60B	3	5	40	100	4000
V4-COBERTURA					
50A	1	10	3	874	2622
50A	2	10	3	870	2610
60B	3	5	40	100	4000
V5-COBERTURA					
50A	1	10	3	210	630
50A	2	10	3	380	1140
50A	3	12.5	3	360	1080
50A	4	12.5	3	864	2592
60B	5	5	40	100	4000
V6-COBERTURA					
50A	1	10	3	874	2622
50A	2	10	3	870	2610
60B	3	5	39	100	3900

RESUMO AÇO CA 50-60			
ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	253	40
50A	10	249	157
50A	12.5	63	63
50A	16	8	13
Peso Total 60B =			40 kg
Peso Total 50A =			232 kg

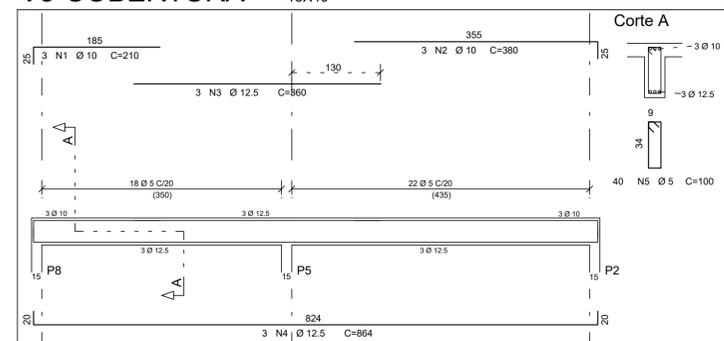
V3-COBERTURA 15X40



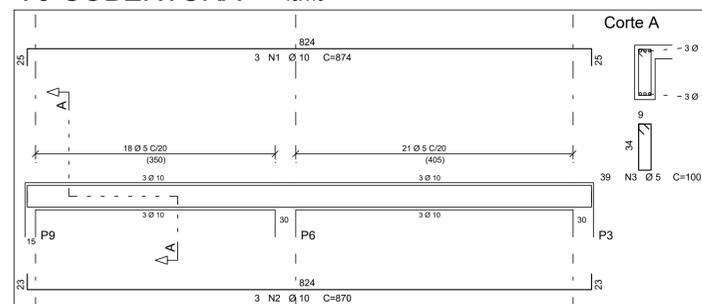
V4-COBERTURA 15X40



V5-COBERTURA 15X40



V6-COBERTURA 15X40



NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <= 0,45	RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 300KG/M3	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15996/2009	
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESURA : 5,0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6182/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = I,0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTADÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
R E V I S Ã O				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS	DESENHO XXX	FRANCHA Nº 05/05
	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE PROJETO ESTRUTURAL ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA ARMAÇÃO DAS VIGAS DA COBERTURA		

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	AGOSTO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		
ARQUIVO:	0524ST-005-EST-R00.dwg		

1.4 Reservatório Apoiado 300m³

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO APOIADO 300M³



Cagece

Serra/ES

30 de outubro de 2017

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1	OBJETIVO.....	3
1.2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
1.3	INTRODUÇÃO	3
1.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO	3
2.0	MODELO DE CÁLCULO	6
2.1	CARGAS E COMBINAÇÕES	7
2.2	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES	9
2.3	SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS.....	10
2.4	FUNDAÇÕES.....	10
3.0	RESERVATÓRIO APOIADO 300M ³	12
3.1	FUNDO	12
3.2	PAR1=PAR2.....	16
3.3	PAR3=PAR4.....	20

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural do reservatório apoiado de 300m³(RAP300M³).

1.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos relacionados foram utilizados na elaboração deste documento ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele. Devem ser utilizados na sua revisão mais recente:

- SAA Juazeiro do Norte - Aeroporto - 16e17 RAP 300m³

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: reservatório apoiado de 300m³.

O dimensionamento dos elementos citados fora executado tomando como base as normas que seguem:

- NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos
- NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- NBR 6122 – Projeto e execução de fundações
- NBR 6123 – Força devidas ao vento em edificações
- NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos.

Documentos técnicos e livros como:

- Resistência do Materias, V. Feodosiev
- Curso de Concreto Armado, José Milton de Araújo

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 0.2 mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 2° Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%

➤ Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

➤ Cobrimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

- Limite de Abertura de Fissuras de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 13.4 – Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	–
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	Combinação frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação frequente
		ELS-D ^a	Combinação quase permanente
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação rara
		ELS-D ^a	Combinação frequente

^a A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com $a_p = 50$ mm (Figura 3.1).

NOTAS

1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.

2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.

3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

- Fator Água-Cimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

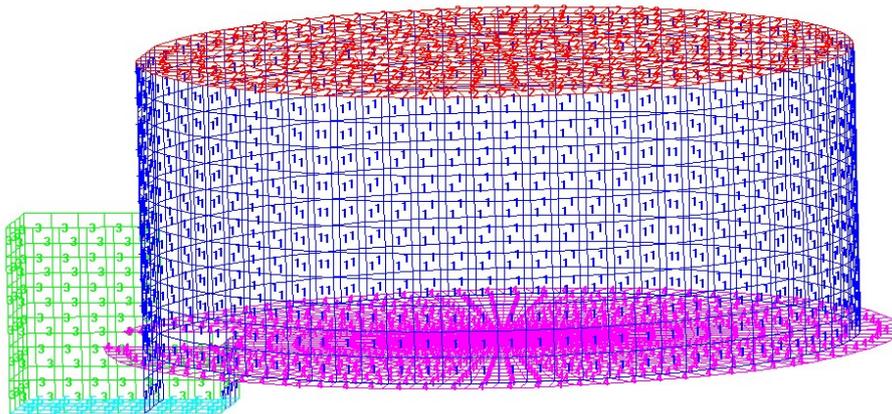
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

7.4.7.6 A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20 % a espessura nominal do cobrimento, ou seja:

$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

2.0 MODELO DE CÁLCULO

Laje de piso do reservatório apoiado sobre base elástica. O campo de deslocamentos e tensões foi calculada adotando-se a metodologia implementada pelo software comercial STRAP VERSÃO 2011.



PERSPECTIVA 3D DA MALHA - RESERVATÓRIO APOIADO 300M³

2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Ações Permanentes:

- g1 - Peso próprio do concreto (permanente direta)
- g2 - Empuxo de terra (permanente direta)
- q1 - Água

Ações Variáveis Acidentais:

- q2 - Sobrecarga

Coefficientes de ponderação (γ_g, γ_q), fatores de combinação (ψ_q), e fatores de redução (ψ_1, ψ_2) para:

- Combinação Normal (CN) em Estado Limite de Utilização (ELU);
- Combinação Quase Permanente (CQP) em Estado Limite de Serviço (ELS);
- Combinação Freqüente (CF) em Estado Limite de Serviço (ELS).

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	γ_g	γ_g	γ_g
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	γ_q	γ_q	γ_q
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga	0,8	0,7	0,6
Empuxo hidrostático	0,8	0,7	0,6
Gradiente térmico	0,6	0,5	0,3

Grandezas Físicas das Ações:

- g1 - Peso próprio do concreto = Volume dos elementos multiplicado pelo peso específico do concreto armado. Unidades: peso em tf e o volume em m³.
- g2 - Empuxo de terra

Argila com areia fina cor variegada

$\gamma_t = 18,00 \text{ kN/m}^3$ Godoy, 1972

$\phi = 0^\circ$ $K_0 = 1,00$ $K_0 = 1 - \text{sen } \phi$

$p = K_0 \cdot \gamma_t \cdot h$

- g3 - Enchimentos = Volume do elemento multiplicado pelo peso específico do material. Unidades: peso em tf e volume em m³.
- g4 - Retração: Não Consideramos uma retração em toda a estrutura
- q1 - Empuxo Hidrostático interno: Em todas as faces internas estão sendo aplicada uma pressão de base ao topo. O peso específico utilizado no cálculo destas pressões é o da água, igual a 1tf/m³ multiplicado pela altura da lamina d'água.
- q2 - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a 0,3 tf/m².
- q3 - gradiente térmico: Não foi considerado, as estruturas estão enterradas e as partes expostas tem pequenas dimensões e em consequência as deformações devido ao gradiente térmico são insignificantes.

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

$$C01 = 1,40.(g1+g3)+g2+1,40.q1+1,20.q2$$

$$C02 = 1,40.(g1+g3)+g2+1,40.q2+1,20.q1$$

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

$$C03 = 1,40.(g1+g2+g3)+1,40.q2$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

$$C05 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q1+0,60.q2$$

$$C06 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2+0,60.q1$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

$$C07 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2$$

Especial, para verificação da flutuação

$$C08 = 1,00.(g1+g3)+1,00.q4$$

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

Os cálculos de paredes e lajes de fundo e tampas foram considerados um elemento estrutural de 100 cm de largura e altura h , para o dimensionamento a flexo-tração com a força da envoltória máxima nas direções x e y e momentos da envoltória máxima e mínima nas direções x e y . A compressão aqui foi desprezada por entender que a sollicitação máxima acontece quando o elemento estrutural em questão é tracionado junto com a flexão.

Após a verificação da flexo-tração o elemento foi verificado com relação à formação de fissuras.

Momento mínimo para a dispensa de análise de fissuração (ESTÁDIO I e II):

$$M_R = \alpha f_{ct} I_o / y_t [tf \cdot m] \quad (1)$$

Calculando teremos, M_r para um $f_{ck} = 30$ MPa e h variado igual à:

- $h=15$ cm ; $M_r = 3,45$ tf.m
- $h=20$ cm ; $M_r = 4,50$ tf.m
- $h=25$ cm ; $M_r = 4,50$ tf.m
- $h=30$ cm ; $M_r = 5,19$ tf.m
- $h=35$ cm ; $M_r = 6,03$ tf.m
- $h=40$ cm ; $M_r = 6,90$ tf.m

Armadura mínima prevista em norma:

$$A_{s,min} = \rho_{min} 100h \left[\frac{cm^2}{m} \right] \quad (2)$$

Sendo ρ_{min} taxa de armadura mínima conforme a NBR 6118:2003

Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^{(1)}$ ($A_{s,min}/A_c$) %							
	f_{ck} ω_{min}	20	25	30	35	40	45	50
Retangular	0,035	0,150	0,150	0,173	0,201	0,230	0,259	0,288
T (mesa comprimida)	0,024	0,150	0,150	0,150	0,150	0,158	0,177	0,197
T (mesa tracionada)	0,031	0,150	0,150	0,153	0,178	0,204	0,229	0,255
Circular	0,070	0,230	0,288	0,345	0,403	0,460	0,518	0,575

¹⁾ Os valores de ρ_{min} estabelecidos nesta tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $\gamma_c = 1,4$ e $\gamma_s = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, ρ_{min} deve ser recalculado com base no valor de ω_{min} dado.

NOTA - Nas seções tipo T, a área da seção a ser considerada deve ser caracterizada pela alma acrescida da mesa colaborante.

Calculando teremos, $A_{s,min}$ para um $f_{ck} = 30\text{MPa}$, $b=100\text{cm}$, seção retangular e h variado igual à:

- $h=15\text{cm}$; $A_{s,min} = 3,45\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/18$
- $h=20\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/12$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/20$
- $h=25\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/10$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/18$
- $h=30\text{cm}$; $A_{s,min} = 5,19\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/15$
- $h=35\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,03\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/12$
- $h=40\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,90\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/10$

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

Foram utilizadas as seguintes seções de concreto para as respectivas estruturas:

- Reservatório Apoiado 300m^3 :

Paredes: 20 cm

Fundo: 40 cm

Tampa: 20 cm

2.4 FUNDAÇÃO

Para a estrutura do Reservatório utilizamos a laje de fundo apoiada diretamente sobre o solo. Como modelo de cálculo adotamos um sistema de molas de resposta linear. Para obter a tensão média admissível a partir desse ensaio, utiliza-se o número médio de golpes aplicando a seguinte fórmula:

$$s = 0,20 * \text{SPT Médio (kgf/m}^2\text{)}$$

A partir dos valores de tensão média admissível é possível obter o valor de K_v por correlação, utilizando a tabela abaixo:

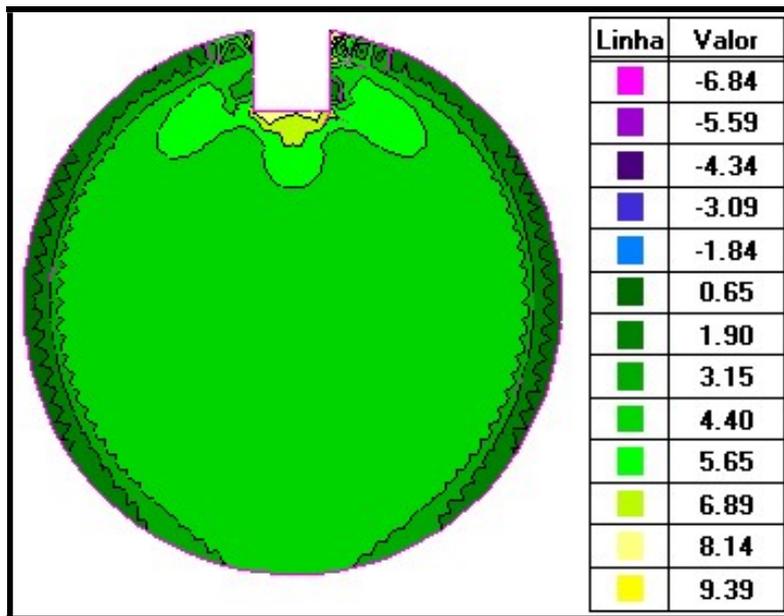
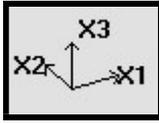
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	5,30
0,80	1,84	2,70	5,40
0,85	1,93	2,75	5,50
0,90	2,02	2,80	5,60
0,95	2,11	2,85	5,70
1,00	2,20	2,90	5,80
1,05	2,29	2,95	5,90
1,10	2,38	3,00	6,00
1,15	2,47	3,05	6,10
1,20	2,56	3,10	6,20
1,25	2,65	3,15	6,30
1,30	2,74	3,20	6,40
1,35	2,83	3,25	6,50
1,40	2,92	3,30	6,60
1,45	3,01	3,35	6,70
1,50	3,10	3,40	6,80
1,55	3,19	3,45	6,90
1,60	3,28	3,50	7,00
1,65	3,37	3,55	7,10
1,70	3,46	3,60	7,20
1,75	3,55	3,65	7,30
1,80	3,64	3,70	7,40
1,85	3,73	3,75	7,50
1,90	3,82	3,80	7,60
1,95	3,91	3,85	7,70
2,00	4,00	3,90	7,80
2,05	4,10	3,95	7,90
2,10	4,20	4,00	8,00

Fonte: Safe, Morrison (1993)

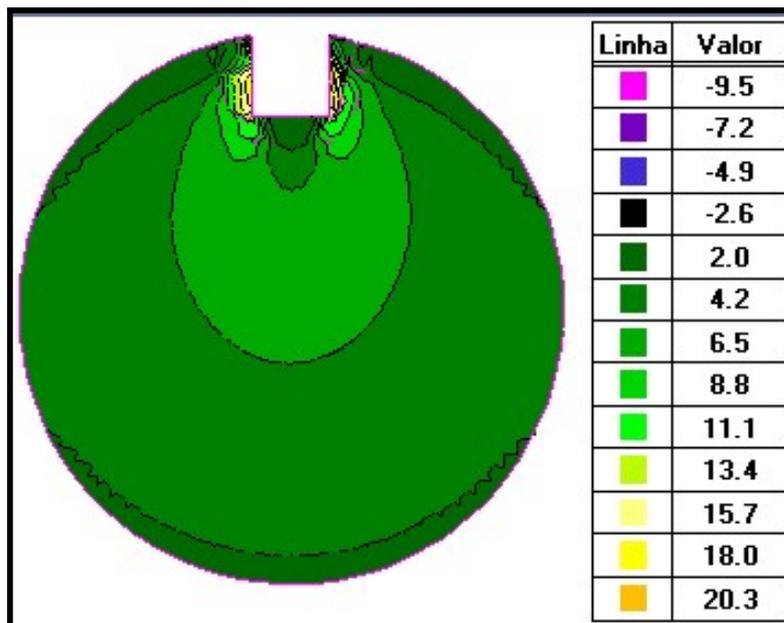
Adotamos uma taxa de solo de 1,5Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de x3=750tf/m

3.0 RESERVATÓRIO APOIADO 300M³

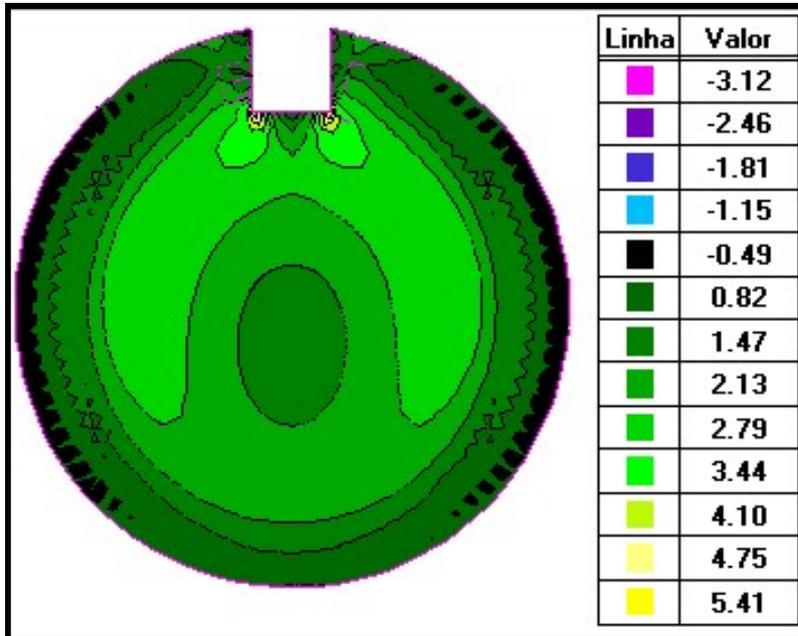
3.1 FUNDO



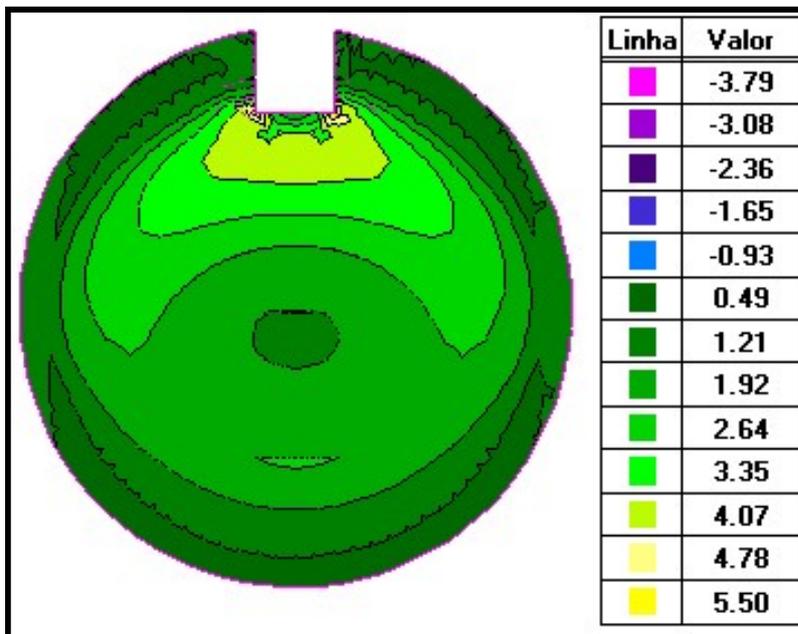
FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk) (cm ² /m)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ _{máx.}	As,min (cm ² /m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
500	30	3,44	5,65	40	5,0	0,5	6,92	1,40	1,15	1,40	Classe IV
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária		Arranjo									
As1 (cm ² /m)	As2 (cm ² /m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm ² /m)							
-	2,18	10	10,0	7,85							
		10	10,0	7,85							
Resumo - ELU											
Zona	ξ	ω1	ω2								
Zona D	0,034	0,000	0,015								
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais			Esforços				Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Mfr (tf/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30	3,44	3,44	5,65	40	5	10	10,0			
Cálculo											
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)				
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	125,00				
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,006283185	0,222	7,76	96,48	0,00	0,01632207	0,111339076				

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.	
500	30	3,35	6,50	40	5,0	0,5	6,92	1,40	1,15	Classe IV	

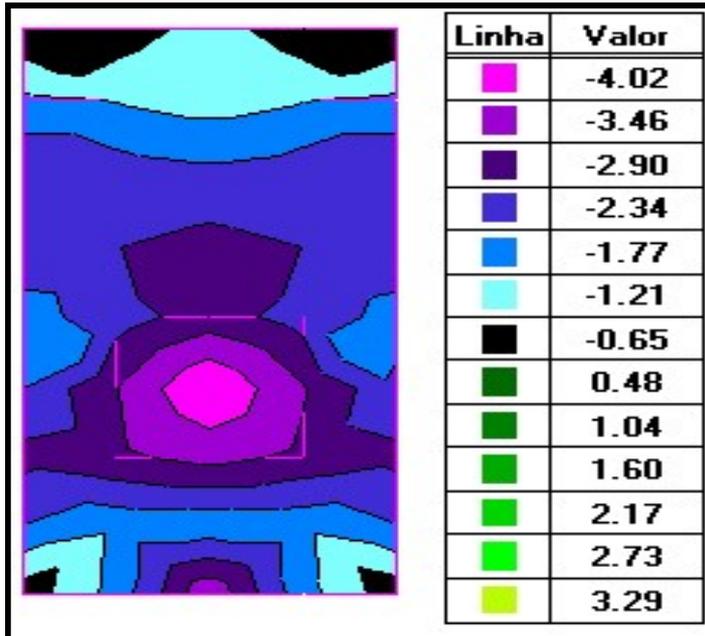
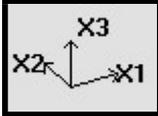
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	10	7,85
As2 (cm ² /m)	10	7,85

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,034	0,000	0,013

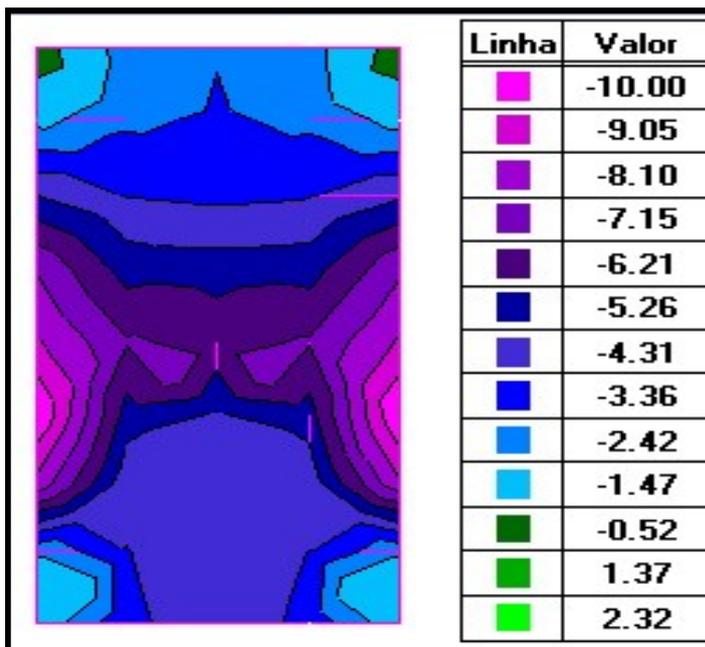
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais			Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	h (cm)	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
500	30	3,35	6,5	40	5	10	40	12,50	10,00	125,00
Cálculo										
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	87,78	0,00	0,01351112	0,101299108
α_s	pri	ξ	x (cm)							
8,05	0,006283185	0,232	8,13							

FUNDO - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

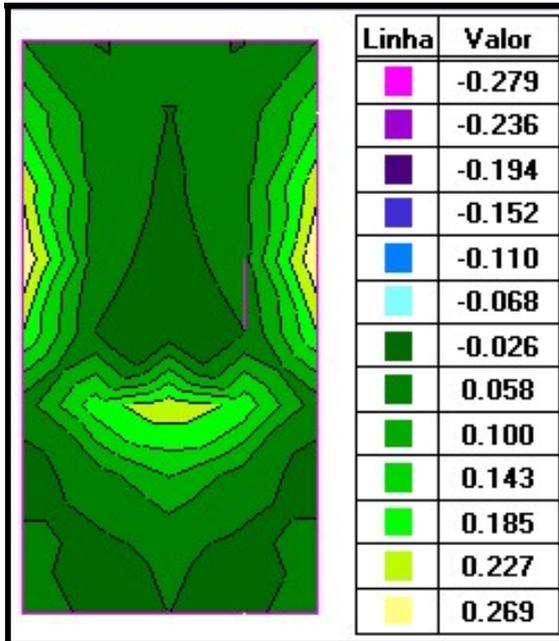
3.2 FUNDO CAIXA



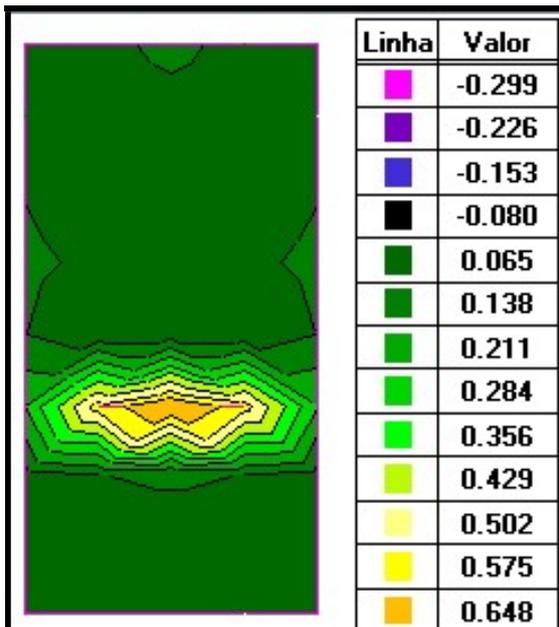
FUNDO CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX – MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ _{máx.}	As,min (cm ² /m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
500	30	0,23	3,46	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Arranjo		
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)
As1 (cm ² /m)	8	12,0
As2 (cm ² /m)	8	12,0

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona O	-	0,000

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO						
Materiais		Esforços			Seção	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø
500	30	0,23	3,46	20	4,9	8

Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00

αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,003842927	0,722	10,90	2,02	0,00	5,7218E-06	0,002970346

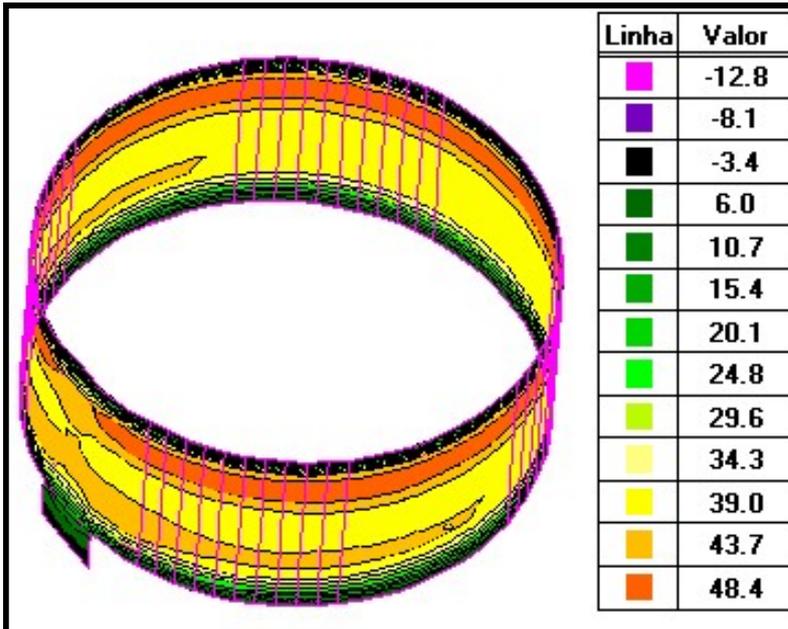
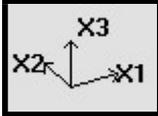
FUNDO CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	0,58	6,21	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária					Arranjo						
As1 (cm ² /m)	As2 (cm ² /m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm ² /m)	As1 (cm ² /m)	As2 (cm ² /m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	
-	-	8	12,0	4,19	4,19	4,19	20	4,9	0,5	3,46	
-	-	8	12,0	4,19	4,19	4,19	20	4,9	0,5	3,46	
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais			Esforços				Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	h (cm)	d' (cm)	Esp. (cm)	
500	30	0,58	0,58	6,21	20	4,9	8	20	4,9	12,0	
Cálculo											
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)	σ_{si} (Mpa)	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)	
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80	19,16	0,00051485	0,028176129	
as	pri	ξ	x (cm)	Erro	0,00	0,00	0,028176129				
8,05	0,003842927	0,459	6,94	0,00	0,00	0,00	0,028176129				

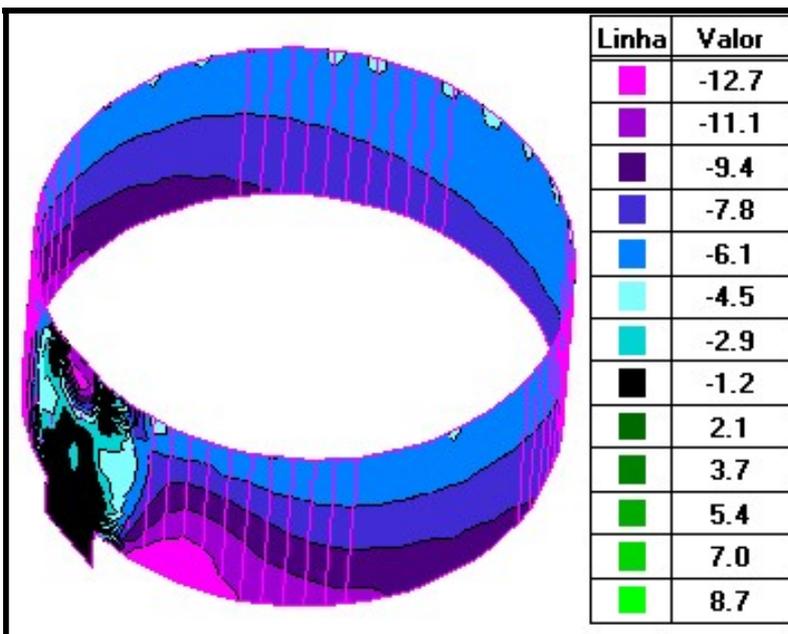
Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω_1
Zona O	-	0,000
		ω_2
		0,000

FUNDO CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

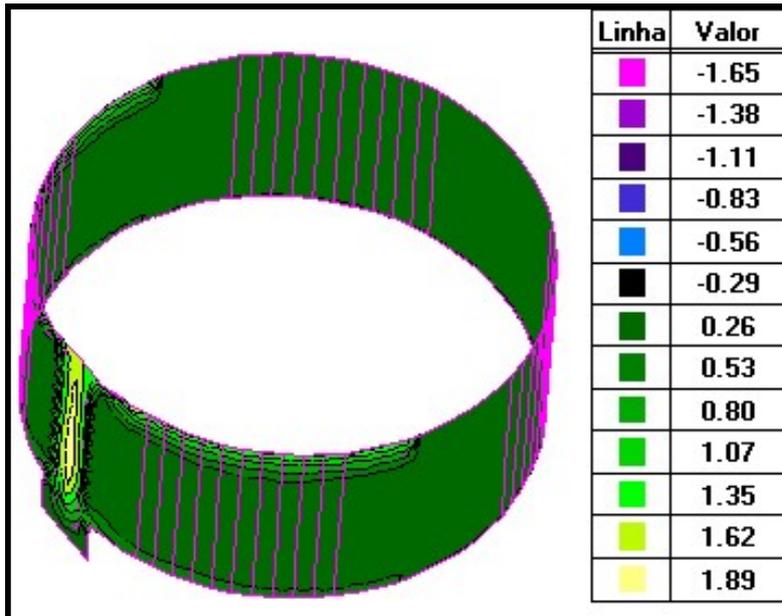
3.3 PAREDE



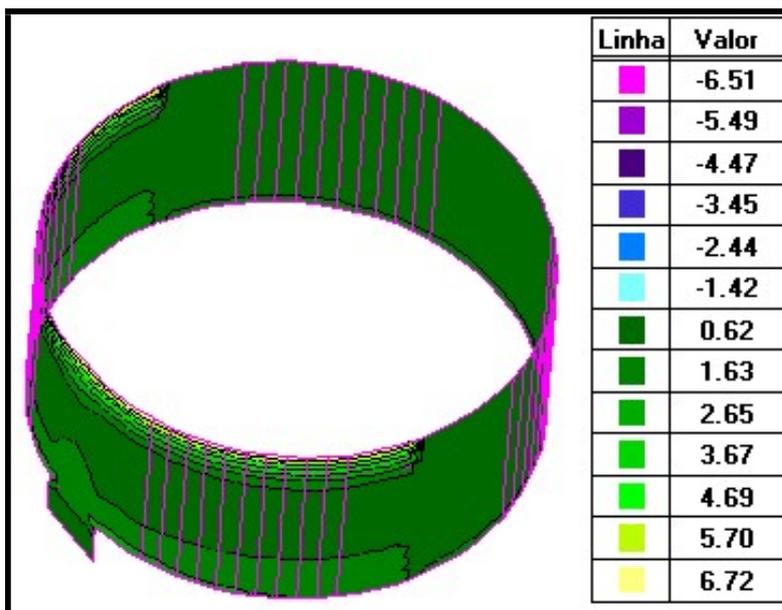
PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX- MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	$As_{\text{,min}}$ (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	1,62	29,60	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm) $As_{\text{,tot}}$ (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	8	10,0 5,03
As2 (cm ² /m)	8	10,0 5,03

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona O	-	0,000	0,000

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO						
Materiais		Esforços			Seção	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ
500	30	1,62	29,6	20	4,9	8
Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00
α_s	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)
8,05	0,004611512	0,911	13,76	3,39	0,00	1,6091E-05
						Wk2 (mm)
						0,004185426

PAREDE – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	$As_{\text{,min}}$ (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	3,67	11,10	20	5,1	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm)
As1 (cm ² /m)	12,5	10,0
As2 (cm ² /m)	12,5	10,0

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona D	0,199	0,000

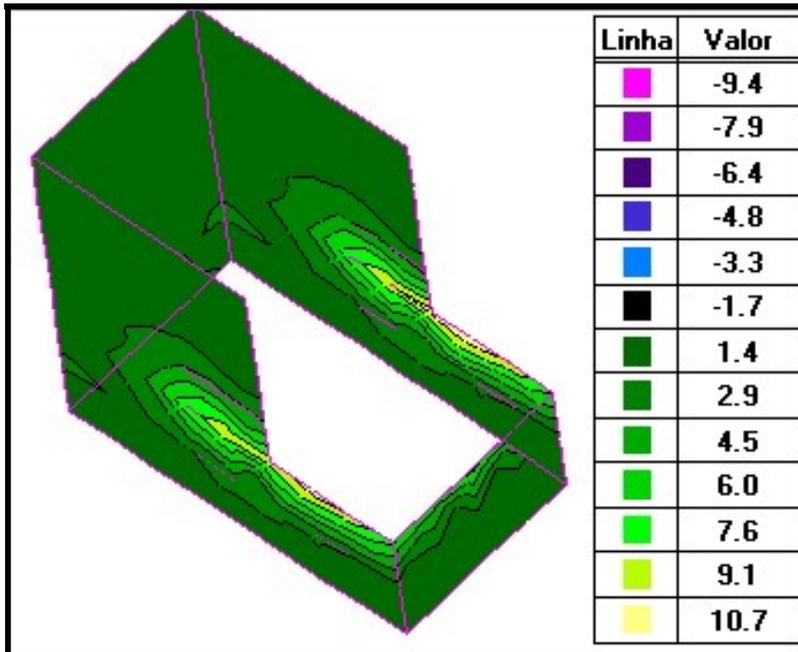
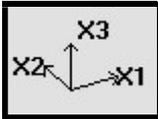
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO						
Materiais			Esforços			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ
500	30	3,67	11,1	20	5,125	12,5

Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	10,00

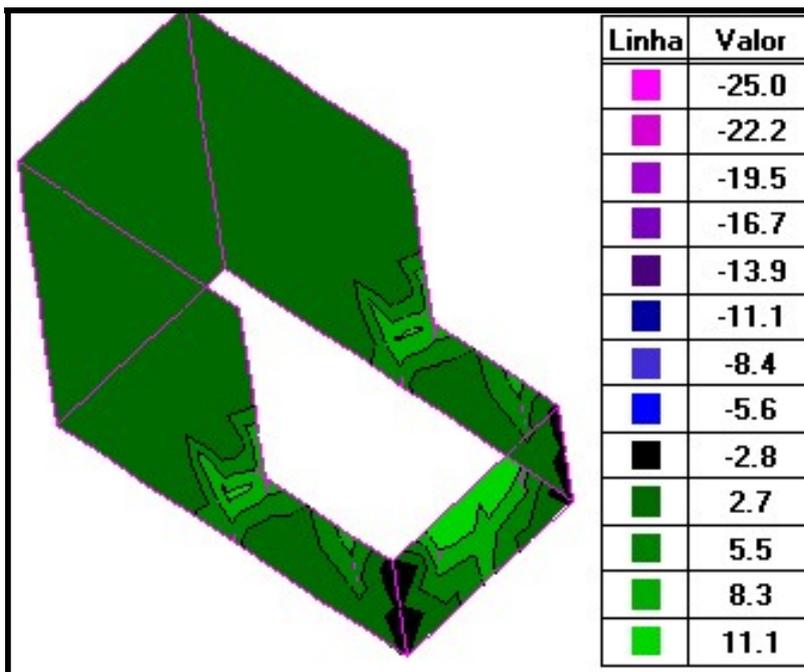
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,008463342	0,360	5,36	171,73	0,00	0,06464332	0,188127033

PAREDE – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

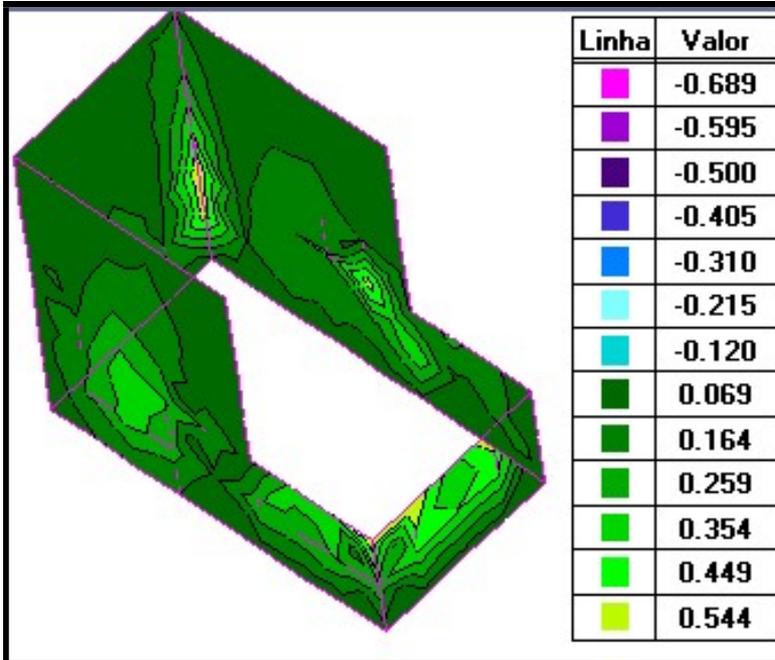
3.4 PAREDE CAIXA



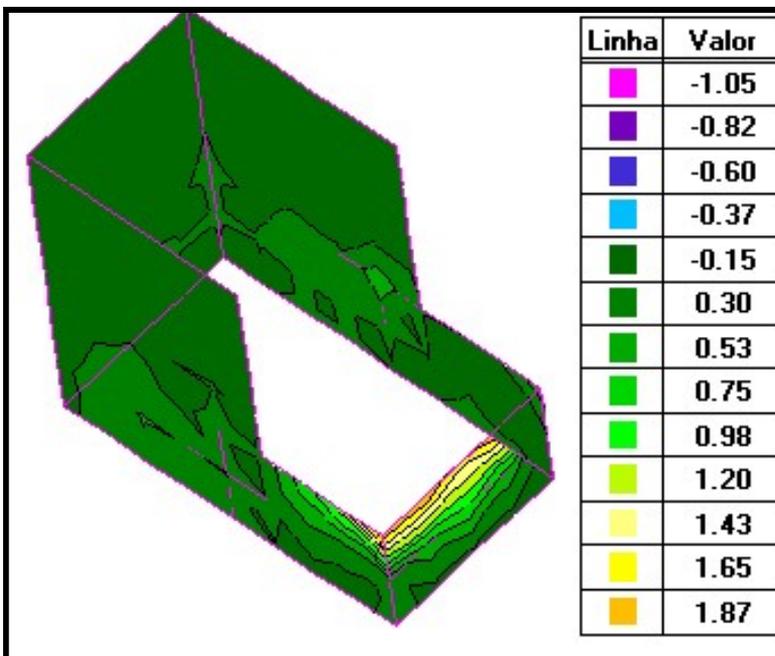
PAREDE CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAREDE CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAREDE CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX- MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAREDE CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	0,45	7,60	15	4,9	0,5	2,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária		
As1 (cm ² /m)	As2 (cm ² /m)	As,tot (cm ² /m)
-	-	3,35
-	-	3,35

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona O	-	0,000

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais			Esforços				Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	h (cm)	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
500	30	0,45	7,6	15	4,9	8	15,0	10,90	12,00	130,80
Cálculo										
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	σ_{si} (Mpa)	ξ	x (cm)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
3,35	210.000	26.072	2,90	2,25	13,42	0,610	6,17	0,00	0,00025279	0,019743493

PAREDE CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais				Esforços			Seção		SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	$A_{s,min}$ (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	0,75	8,30	15	4,9	0,5	2,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Arranjo		
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)
As1 (cm ² /m)	8	15,0
As2 (cm ² /m)	8	15,0

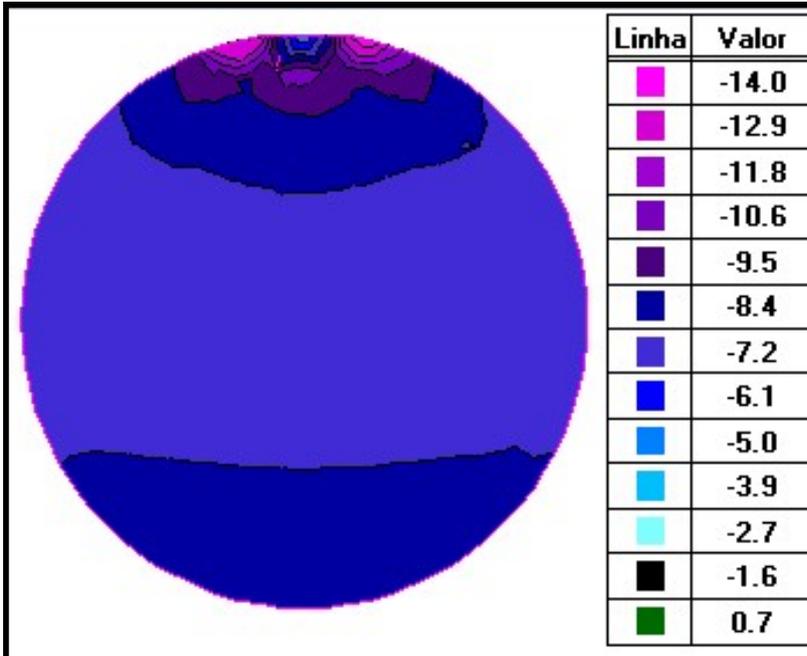
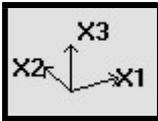
Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω_1
Zona D	0,095	0,000
		ω_2
		0,012

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	h (cm)	Esp. (cm)
500	30	0,75	0,75	8,3	15	4,9	8	15,0	15,0

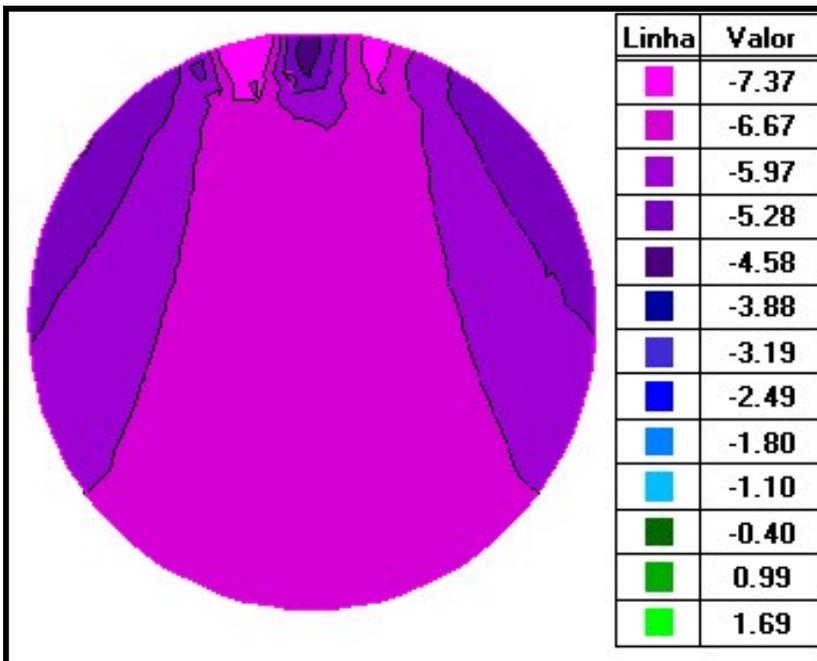
Cálculo			
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)
3,35	210.000	26.072	2,90
α_s	pri	ξ	x (cm)
8,05	0,003842927	0,373	3,77
σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
78,25	0,00	0,00858958	0,115087459

PAREDE CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

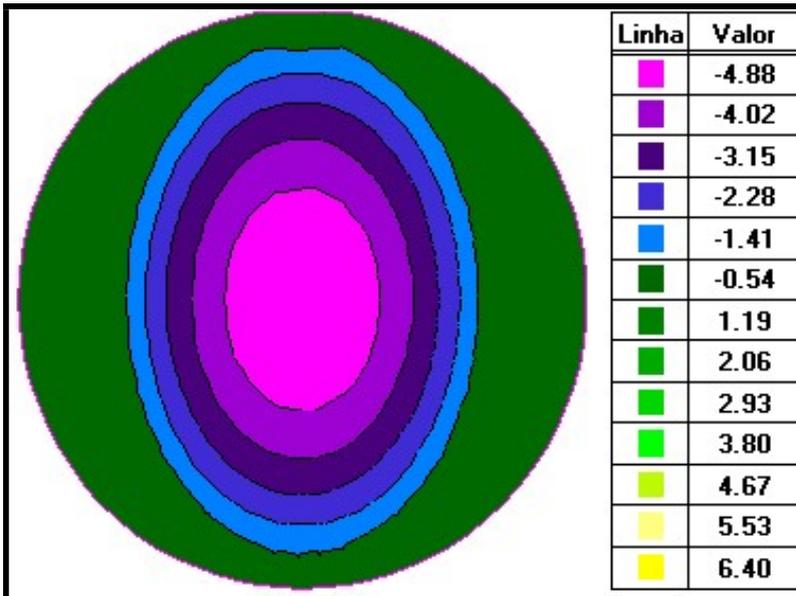
3.5 TAMPA



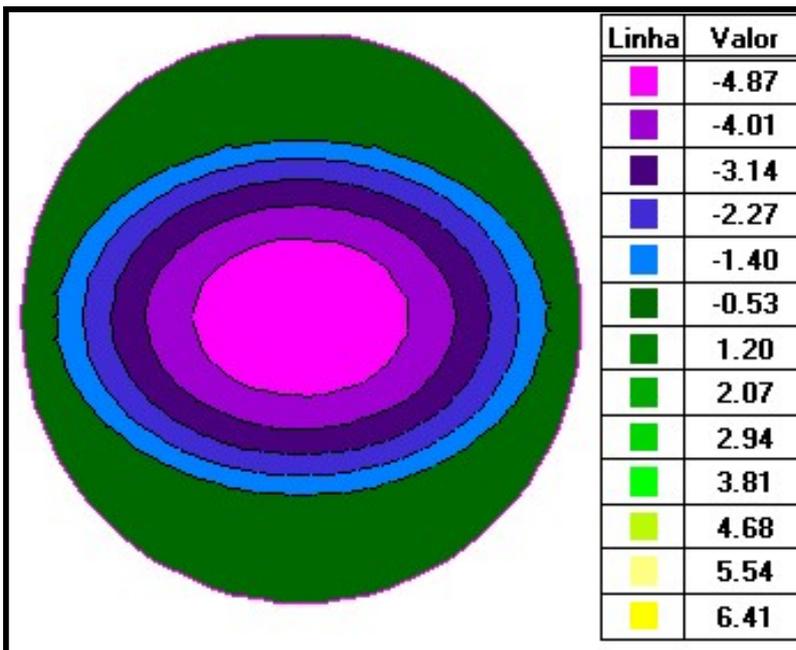
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX- MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais		Esforços			Seção			SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	4,02	14,00	20	5,1	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica			
Armadura necessária	Arranjo		
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	12,5	10,0	12,27
As2 (cm ² /m)	12,5	10,0	12,27

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona D	0,224	0,107

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais		Esforços			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	h (cm)	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
500	30	4,02	14	20	5,125	12,5	20	14,50	10,00	145,00
Cálculo										
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)	0,07083698	0,196933398
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	179,76	0,00				
as	pri	ξ	x (cm)							
8,05	0,008463342	0,370	5,50							

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D

RESERVATÓRIO APOIADO 300M³

CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa

	FUNDAÇÃO	PAREDE CURVA	TAMPA	CAIXA	TOTAL
VOLUME (m ³)	36,00	34,00	18,00	1,50	89,50
FÔRMA (m ²)	26,00	320,00	92,00	14,00	452,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa

VOLUME (m ³)	5.20
--------------------------	------

FUNDAÇÃO

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	726	290
50A	10	4415	2782
TOTAL		5141	3072

PAREDE CURVA

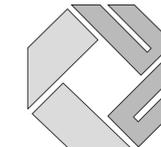
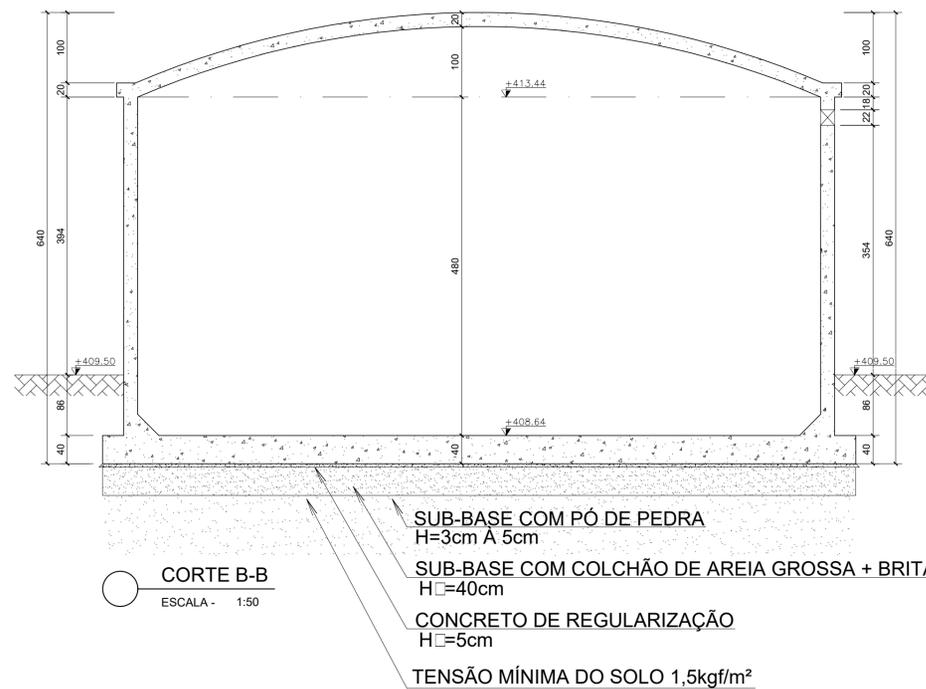
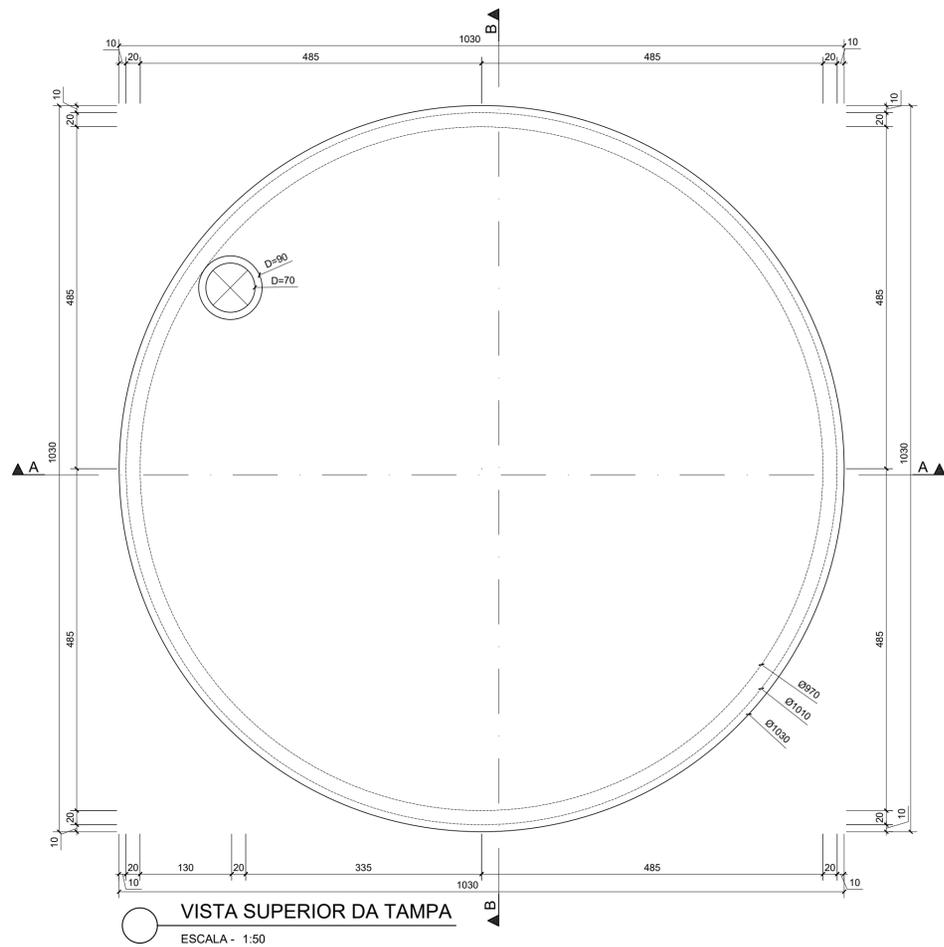
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	3255	1302
50A	12.5	4808	4808
TOTAL		8063	6110

TAMPA

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	106	43
50A	12.5	5912	5912
TOTAL		6018	5955



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C <= 0,45	RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 390KG/M3	11 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 14996/2009	
3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 5,0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRSSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

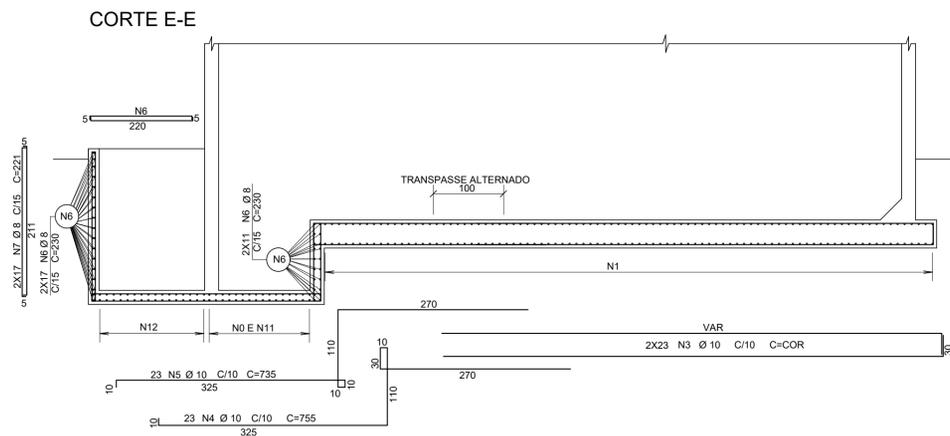
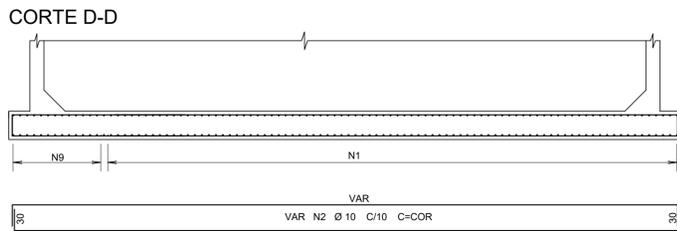
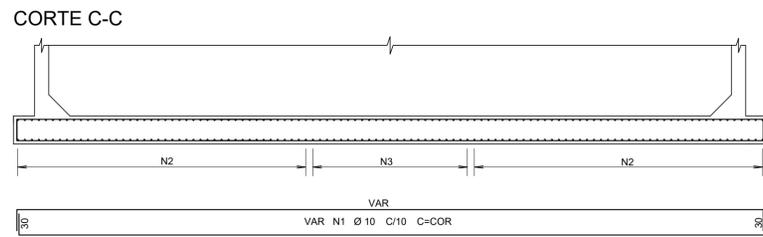
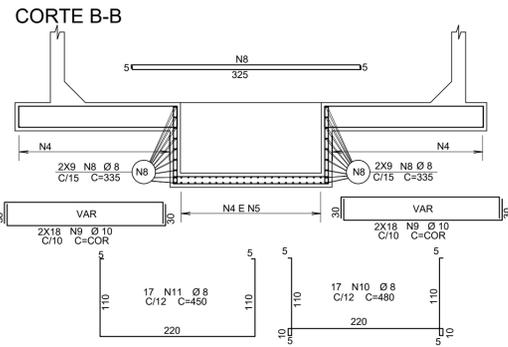
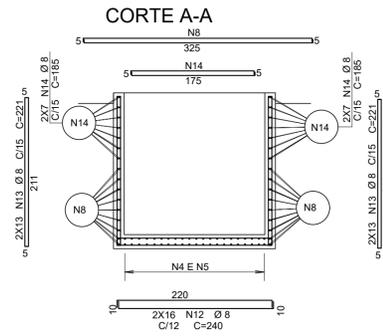
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO: 08
PRANCHA Nº: 02/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)
PROJETO ESTRUTURAL

RESERVATÓRIO APOIADO 300M³
FORMAS E CORTES

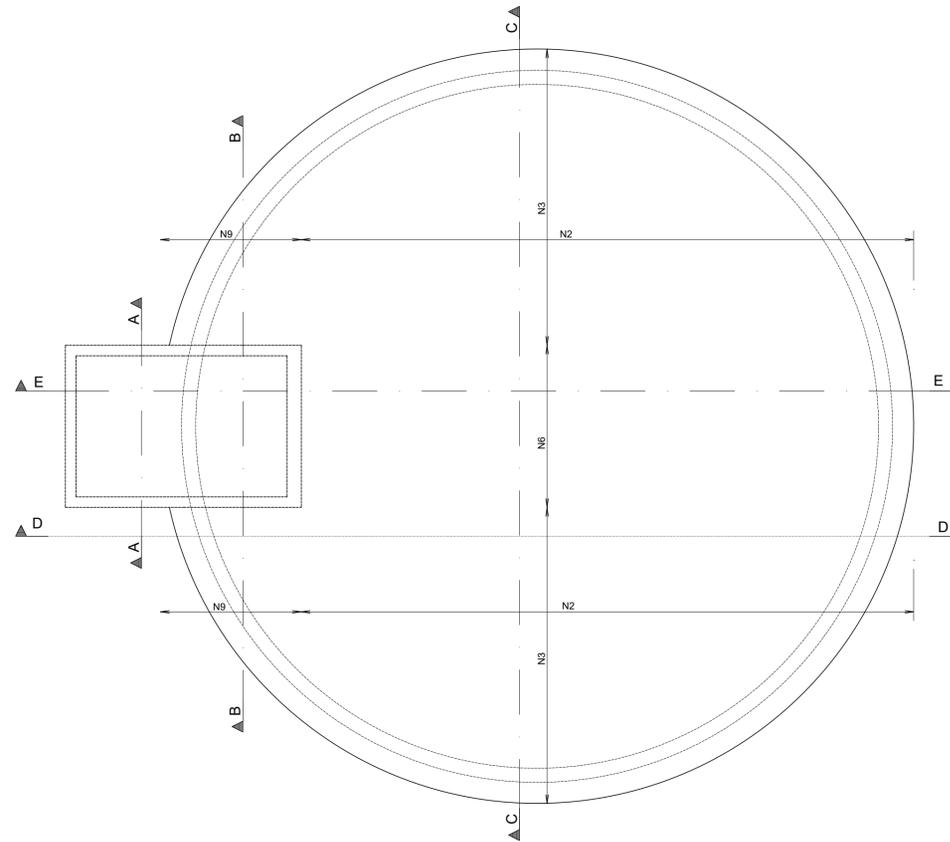
GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	OUTUBRO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO		
ARQUIVO:	0543ST-002-EST-R00.dwg		



ÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DO FUNDO					
50A	1	10	174	-CORR-	189660
50A	2	10	168	-CORR-	165480
50A	3	10	46	-CORR-	32660
50A	4	10	23	755	17365
50A	5	10	23	735	16905
50A	6	8	56	230	12880
50A	7	8	34	221	7514
50A	8	8	36	335	12060
50A	9	10	72	-CORR-	19440
50A	10	8	17	480	8160
50A	11	8	17	450	7650
50A	12	8	32	240	7680
50A	13	8	52	221	11492
50A	14	8	28	185	5180

RESUMO AÇO CA 50-60			
ÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	726	290
50A	10	4415	2782
Peso Total	50A =		3072 kg

VISTA SUPERIOR



ARMAÇÃO DO FUNDO
ESCALA - 1:50



NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM	TUBILÃO: 5,0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <= 0,45	RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 390KG/M3	11 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 14936/2009	
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 5,0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO 08 PRANCHA Nº 03/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)
PROJETO ESTRUTURAL

RESERVATÓRIO APOIADO 300M³
ARMAÇÃO DO FUNDO

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	OUTUBRO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO		
ARQUIVO:	0543ST-003-EST-R00.dwg		

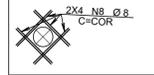
FUROS (X3)
D=23cm



FUROS (X2)
D=17cm

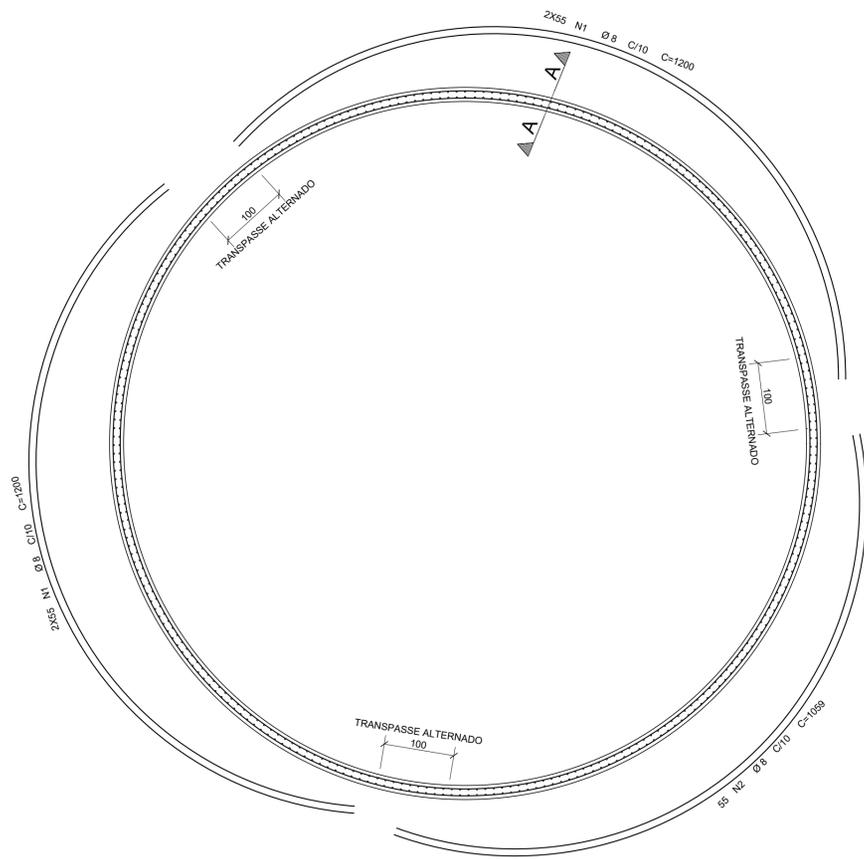


FUROS (X1)
D=28cm



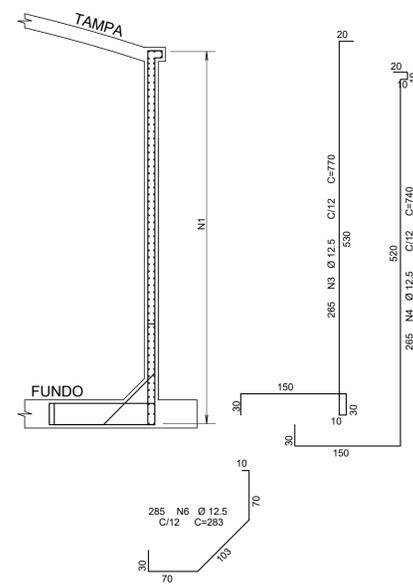
AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO PAREDE					
50A	1	8	220	1200	264000
50A	2	8	55	1059	58245
50A	3	12.5	285	770	204050
50A	4	12.5	265	740	196100
50A	5	8	16	-CORR-	816
50A	6	12.5	285	283	80655
50A	7	8	16	-CORR-	1120
50A	8	8	16	-CORR-	1360

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	3255	1302
50A	12.5	4808	4808
Peso Total	50A =		6110 kg



ARMAÇÃO PAREDE
ESCALA - 1:50

CORTE A-A



NOTAS :

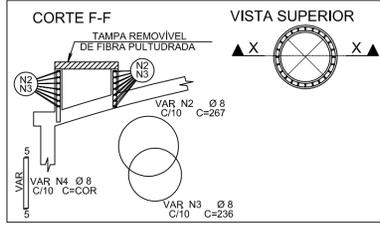
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C <= 0,45	RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 390KG/M3	11 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 14996/2009	
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 5,0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

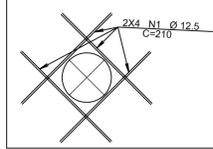
	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS	DESENHO 08	PRANCHA Nº 04/05
	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO) PROJETO ESTRUTURAL RESERVATÓRIO APOIADO 300M³ ARMAÇÃO PAREDE		

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	OUTUBRO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO		
ARQUIVO:	0543ST-004-EST-R00.dwg		

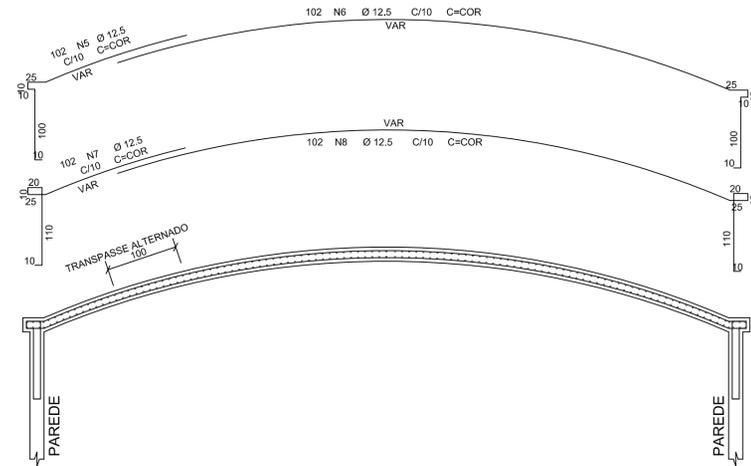
DET. ARMAÇÃO FURO DA TAMPA



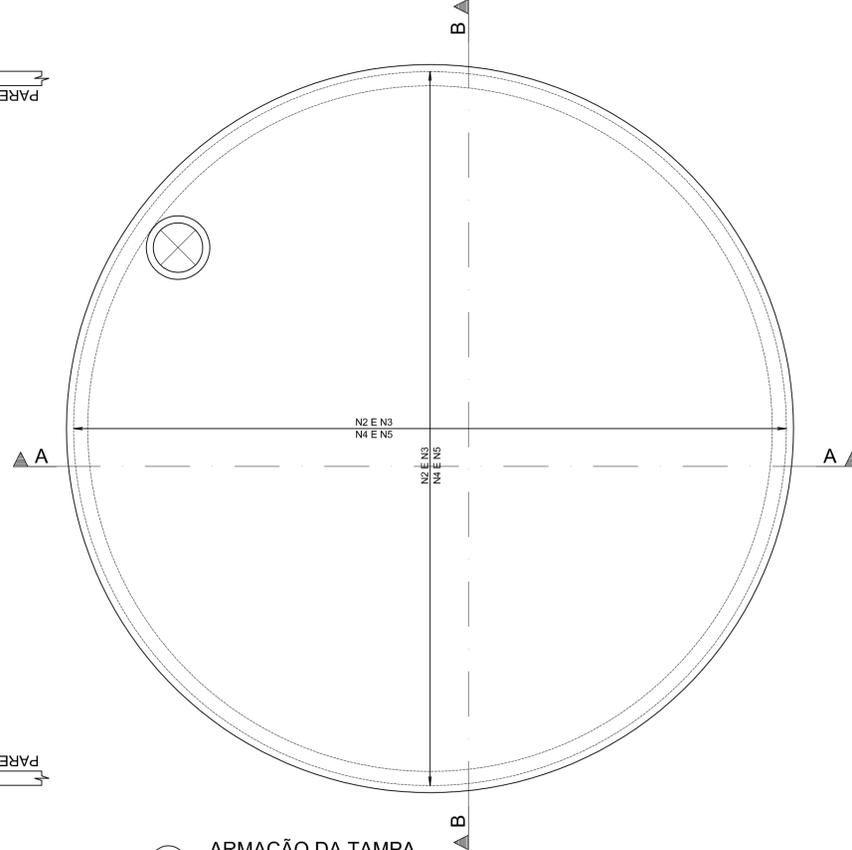
FURO TAMPA
D=70cm



CORTE A-A



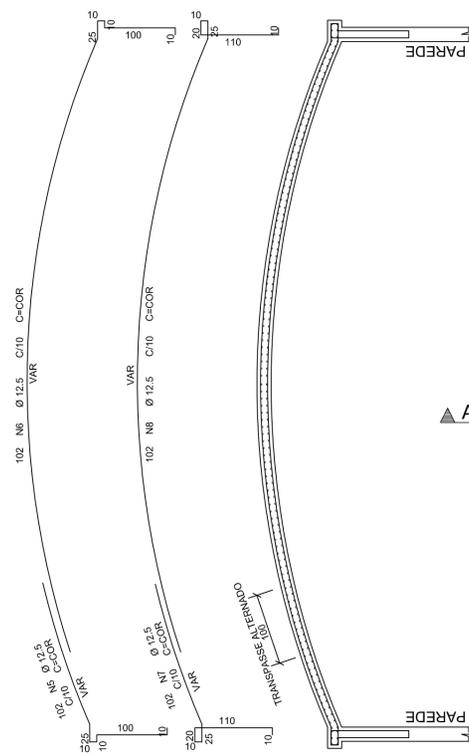
VISTA SUPERIOR



ARMAÇÃO DA TAMPA

ESCALA - 1:50

CORTE B-B



AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DA TAMPA					
50A	1	12.5	8	210	1680
50A	2	8	14	267	3738
50A	3	8	14	236	3304
50A	4	8	48	-CORR-	3600
50A	5	12.5	204	-CORR-	78540
50A	6	12.5	204	-CORR-	216240
50A	7	12.5	204	-CORR-	78540
50A	8	12.5	204	-CORR-	216240

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	106	43
50A	12.5	5912	5912
Peso Total	50A =		5955 kg



NOTAS :

1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 28GPa	Blocos: 5.0cm Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0.45	Radier: 5.0cm
Consumo de Cimento : 350kg/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
Consumo de Cimento : 250kg/m3	Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010
6 - Classe de Agressividade Ambiental = Iv	Projeto e execução de fundações
7 - Fator do Terreno: S1 = 1.0	17 - Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012
8 - Categoria de Rugosidade: S2 = I	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
9 - Classe da Edificação: S2 = C	18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004
10 - Fator Estatístico: S3 = 1.00	Execução de estruturas de concreto - Procedimento
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução dos obras

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO: 08 PRANCHA Nº: 05/05

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO AEROPORTO)
PROJETO ESTRUTURAL

RESERVATÓRIO APOIADO 300M³
ARMAÇÃO DA TAMPA

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX	DATA:	OUTUBRO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO		
ARQUIVO:	0543ST-005-EST-R00.dwg		



ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-ES

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do ES

ART de Obra ou Serviço

0820170118160

ART Individual

1. Responsável Técnico

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 0800128168

Registro: ES-011840/D

Registro: 14177

Empresa contratada: ML - ENGENHARIA E PROJETOS LTDA ME



2. Dados do Contrato

Contratante: COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

CPF/CNPJ: 07040108000157

Rua: AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Nº:

Complemento:

CEP: 60422700

Cidade: FORTALEZA

UF: CE

Bairro: AEROPORTO

Telefone: 8531011769

Contrato: 74/2017

Nº do Aditivo: 0

Valor do Contrato/Honorários: R\$1.000,00

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: RUA JUAZEIRO

Nº:

Complemento:

Bairro: AEROPORTO

Quadra Lote

Cidade: JUAZEIRO DO NORTE

UF: CE

CEP: 63020635

Data de início: 01/08/2017

Prev. Término: 11/12/2017

Coord. Geogr.:

Proprietário: COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

CPF/CNPJ:07040108000157

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 3501

Unidade de medida: M2

ATIVIDADE(S) TÉCNICA(S): 35 - 5.1 - ELABORAÇÃO DE PROJETO

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 103 - AUTORIA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 1105 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E/OU ESGOTO SANITÁRIO, 1106 - SISTEMA DE SANEAMENTO

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 112 - EDIFICAÇÃO FINS SERVIÇOS PÚBLICOS, 202 - FUNDAÇÕES, 222 - ESTRUTURAS DE CONCRETO

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 2 - PROJETO ESTRUTURAL, 7 - PROJETO DE FUNDAÇÕES

Após a conclusão das atividades técnicas, o profissional deverá proceder a baixa desta ART.

5. Observações

ELABORAÇÃO DE PROJETO ESTRUTURAL DE UM RAP 500M²-ÁREA DE 551M², REL V=200M²- ÁREA DE 1056M², EEAT-ÁREA DE 210M² DO BAIRRO TRIÂNGULO E EEAT-ÁREA DE 150M², EEAT-08-ÁREA DE 131M², RAP 700M²- ÁREA DE 614M², REL V=150M²-ÁREA DE 421M², RAP 300M²-ÁREA DE 368M², PARA ATENDER AS OBRAS E SERVIÇOS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE/CE

6. Declarações


Profissional

Contratante

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

SEARA de 22 de NOVEMBRO de 2017
Local Data


CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CPF: 04665479780

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CPF/CNPJ: 07040108000157

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, podendo sua conferência ser realizada no site do CREA.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creaes.org.br ou www.confes.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creaes.org.br
tel: (27)3134-0046

creaes@creaes.org.br
art@creaes.org.br

