

Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia

GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Horizonte, Pacajus e Chorozinho - CE

Projeto Estrutural Básico Hidráulico-Sanitário para
Ampliação do Sistema Integrado de Abastecimento de
Água Tratada das Cidades de Horizonte,
Pacajus e Chorozinho

VOLUME VIII - TOMO I
Projeto Estrutural

Cagece

OUTUBRO/2018



EQUIPE TÉCNICA

Produto: Projeto Estrutural Básico Hidráulico-Sanitário para Ampliação do Sistema Integrado de Abastecimento de Água Tratada das Cidades de Horizonte, Pacajus e Chorozinho.

Gerente de Projetos de Engenharia

Engº. Raul Tigre de Arruda Leitão

Coordenação de Projetos Técnicos

Engº. Gerardo Frota Neto

Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio

Engº. Bruno Cavalcante de Queiroz

Engenheiro Projetista

Engº. Carlos Raphael Monteiro de Lemos
Engº. Antonio Agnaldo Araujo Mendes

Desenhos

Gustavo Andrade

Edição Final

Janis Joplin Saara Moura Queiroz
Sibelle Mendes Lima

Colaboração

Ana Beatriz Caetano de Oliveira
Gleiciane Cavalcante Gomes

Arquivo Técnico

Patrícia Santos Silva

I – APRESENTAÇÃO

O presente relatório tem o objetivo apresentar o memorial descritivo do Projeto Básico Hidráulico-Sanitário para Ampliação do “Sistema Integrado de Abastecimento de Água Tratada das cidades de Horizonte, Pacajus e Chorozinho, incluindo também os distritos de Queimadas (Horizonte) e Triângulo (Chorozinho) – SAA HOR–PAC–CHO”, no estado do Ceará.

Este trabalho se pautou no Anteprojeto de Engenharia de mesmo teor, selecionado pelo Ministério das Cidades, em maio/2013, para fazer parte do elenco de obras a serem financiadas pelo Governo Federal do Brasil, dentro da linha de financiamento prevista no Programa de Aceleração do Crescimento.

O Plano de concepção da “Ampliação Geral do Sistema Integrado” se compõe da execução das obras do Projeto ora apresentado, que se define como Meta 01, das obras previstas no “Projeto de Melhorias do Sistema Existente”, em execução pela CAGECE, e ainda, de uma futura etapa que prevê a elaboração de projeto e a execução de obras de subadução e de distribuição de água para Pacajus, Chorozinho e Triângulo, que se define como “META 02” do plano de ampliação do sistema.

O escopo da “Meta 01”, conforme os memoriais com informações básicas, elementos de planejamento, diagnóstico do sistema existente, concepção do sistema proposto, dimensionamentos, orçamentos, plantas e desenhos dos projetos, contemplam as unidades de captação, adução e tratamento, que abrangem todas as localidades cobertas pelo “sistema integrado”, e mais especificamente, obras de distribuição para atender de imediato a cidade de Horizonte.

Na “Meta 02”, se incluirão os descritivos técnicos, as plantas e os desenhos, e as obras referentes à expansão complementar de reservatórios e das redes de distribuição para todas as localidades do sistema integrado, e as unidades de subadução de Chorozinho e distrito de Triângulo.

O quadro atual da situação operacional do Sistema do Existente, quando comparado com o diagnóstico que se apresentou à época do Anteprojeto, em maio de 2013, permanece inalterado, apresentando ainda uma situação “de abastecimento populacional considerado crítico, uma vez que se registram índices de abastecimento à população com per capita da ordem de 60,0L/hab./dia (Julho de 2012), o que representa cerca de 40,0% do valor comumente aceito para sistemas de porte médio a grande”, como é o caso ora estudado, uma vez que se trata de cidades situadas na região metropolitana de Fortaleza, numa condição de polo econômico-industrial em franca expansão, o que justifica e exige a inserção do poder

público, na promoção da implantação das obras previstas no Projeto ora apresentado.

O alcance final do Plano de Ampliação, num horizonte aproximado de 20 anos, é o ano de 2040.

Este documento é parte integrante do seguinte conjunto:

- Volume I – Memorial Descritivo;
- Volume II – Anexos;
- Volume III – Peças Gráficas:
 - Tomo I;
 - Tomo II;
 - Tomo III;
 - Tomo IV;
 - Tomo V;
 - Tomo VI;
 - Tomo VII;
 - Tomo VIII;
 - Tomo IX;
 - Tomo X.
- Volume IV – Especificações Técnicas:
 - Tomo I;
 - Tomo II.
- Volume V – Projeto Elétrico;
- Volume VI – Projeto de Automação;
- Volume VII – Sondagem:
 - Tomo I;
 - Tomo II;
 - Tomo III.
- **Volume VIII – Projeto Estrutural:**
 - **Tomo I;**
 - Tomo II;
 - Tomo III;
 - Tomo IV;
 - Tomo V;
 - Tomo VI;
 - Tomo VII.



Projeto Estrutural

1. PROJETO ESTRUTURAL

1.1 Obra de Captação

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – OBRA DE CAPTAÇÃO



Cagece

Serra/ES

03 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	OBRA DE CAPTAÇÃO	11
3.1	PAR1=PAR2.....	11
3.3	PAR3	16
3.4	PAR4	20
3.5	FUNDO	24
3.6	FUNDO2	28
3.7	TAMPA	32

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da obra de captação.

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:

- 002 - SAA Horizonte - Obra de Captação³

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: da obra de captação.

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	Frac	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.

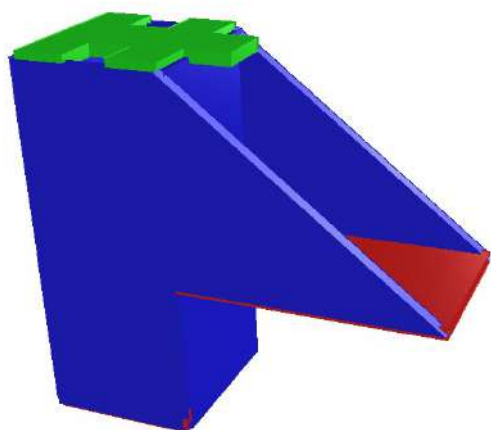
➤ Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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:

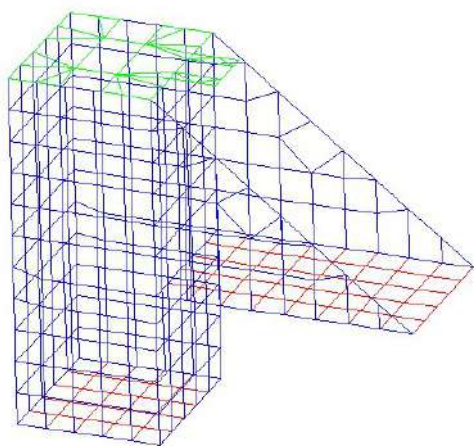
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

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 - 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_2) 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:

- 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

$\phi = 0^\circ$ $K_0 = 1,00$ $K_0 = 1 - \tan \phi$

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

- 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 solicitação 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:

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

Armadura mínima prevista em norma:

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

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

Tabela 17.3 - Taxas mínimas de armadura de flexão para vigas								
Forma da seção	Valores de $\rho_{\min}^{1)}$ ($A_{s,\min}/A_c$) %							
	$\omega_{\min}$ f_{ck}	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 $\rho_{\min}$ estabelecidos nesta tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $\gamma_c = 1,4$ e $\gamma_s = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, $\rho_{\min}$ deve ser recalculado com base no valor de $\omega_{\min}$ 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 de Concreto Armado semi-enterrado:

Tampas: 20 cm

Paredes: 20 cm

Fundo: 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:

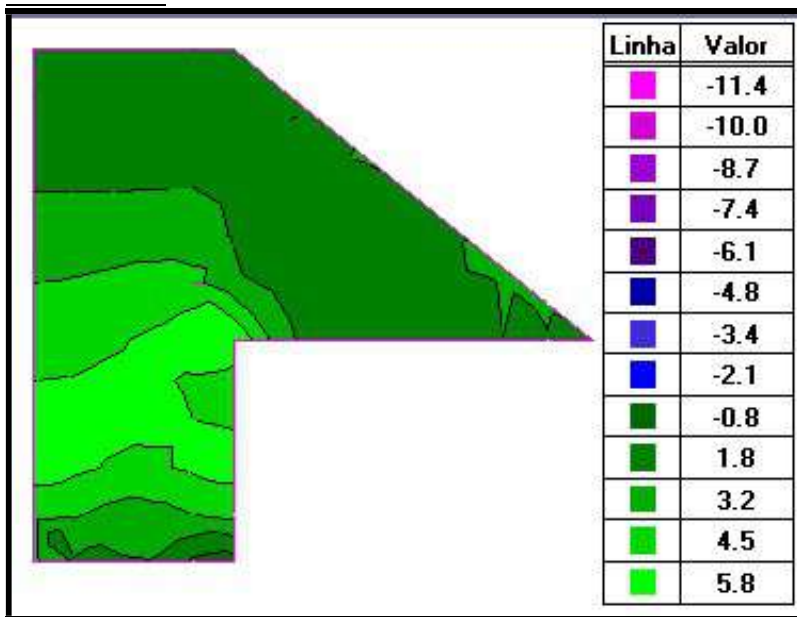
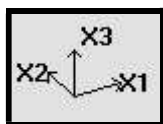
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	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)

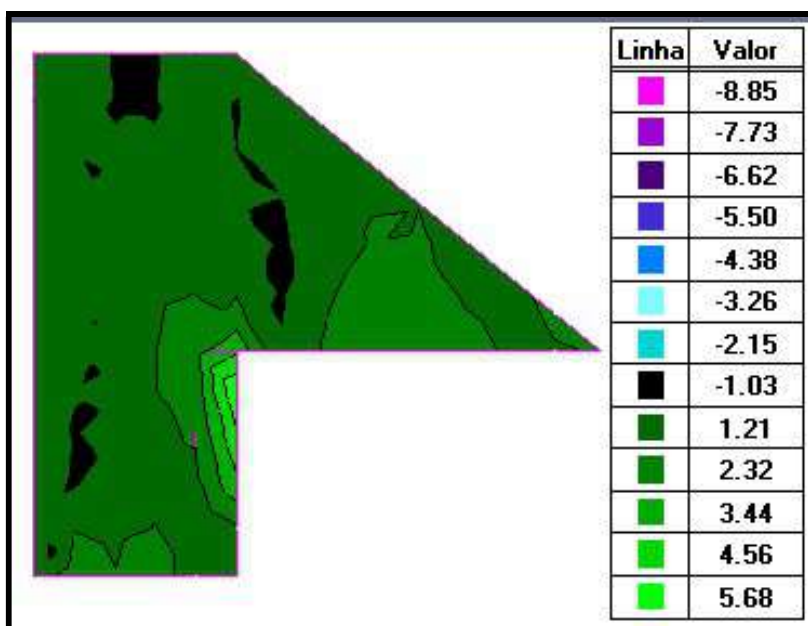
Adotamos uma taxa de solo de 2Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de $x_3=1000\text{tf/m}$

3.0 OBRA DE CAPTAÇÃO

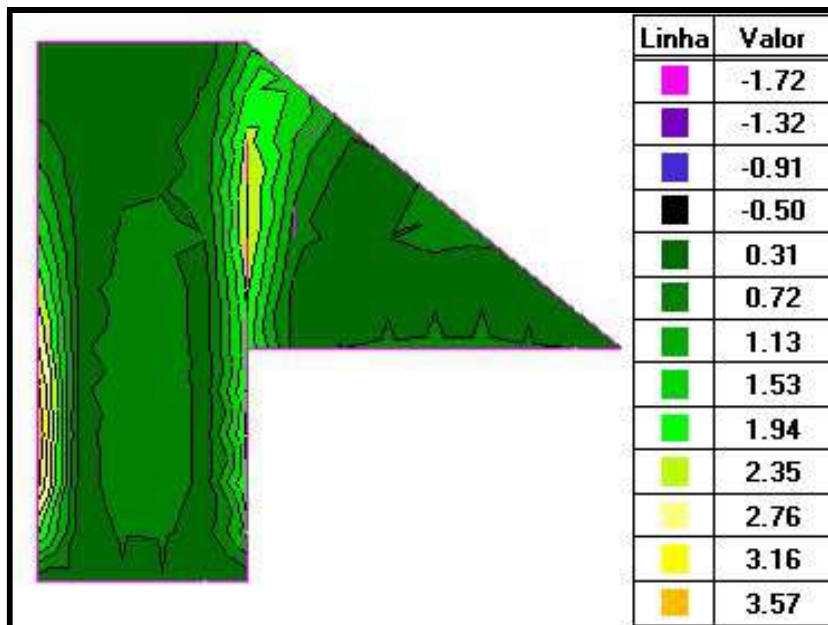
3.1 PAR1=PAR2



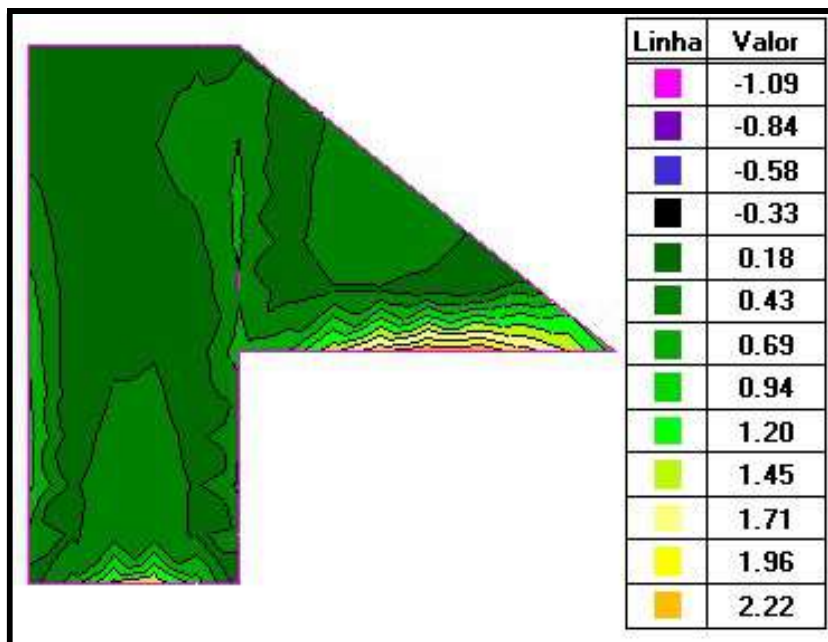
PAR1=PAR2 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR1=PAR2 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS Min - 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)

PAR1=PAR2 – 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)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		1,20	4,56		20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

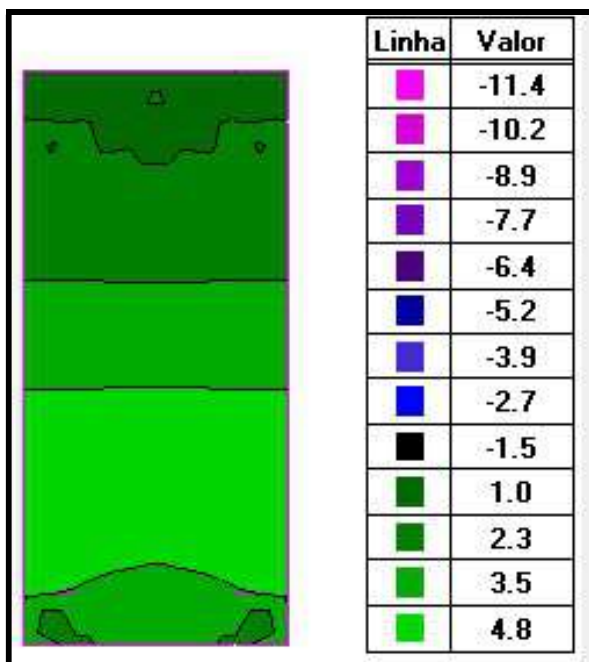
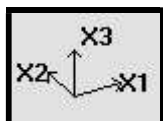
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	
As1 (cm²/m)	8	12,0	4,19	
As2 (cm²/m)	8	12,0	4,19	

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,062	0,000	0,026

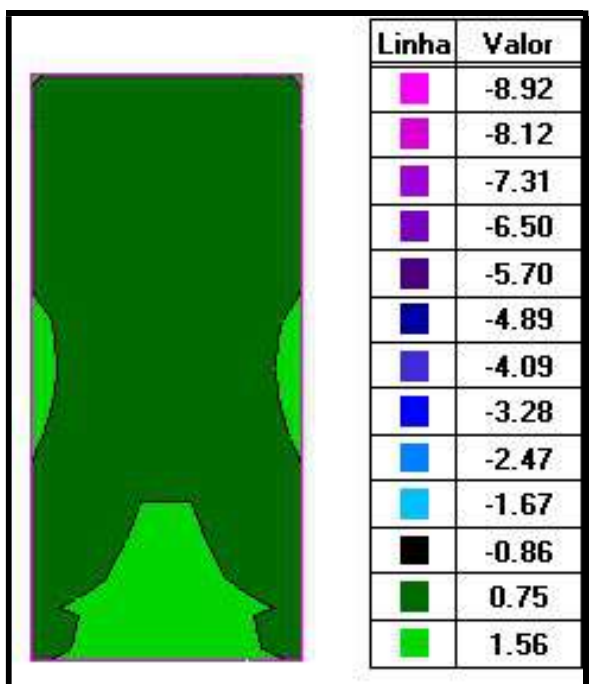
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais		Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)		h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)	
500	30	1,2	4,56		20	4,9	8	12,0	
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,246	3,71	137,83	0,00	0,02664963	0,202715779		

PAR1=PAR2 - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

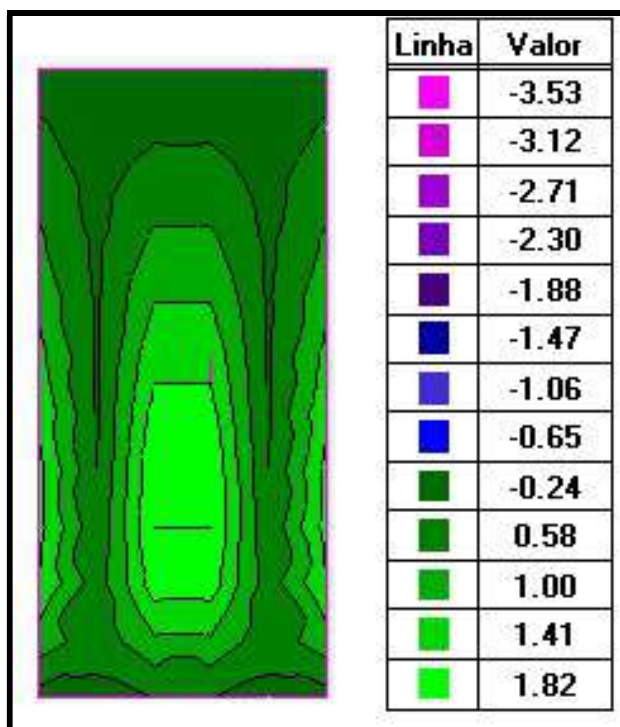
3.2 PAR 3



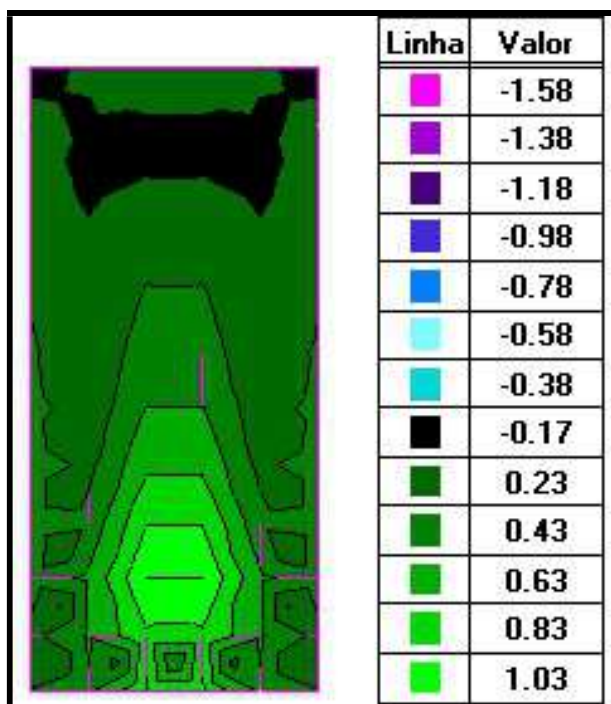
PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN – MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR3 – 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)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	Classe Agres.
500	30		1,40	3,50	20	4,9	0,5	3,46	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica									
Armadura necessária			Arranjo						
As1 (cm²/m)			Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)				
	-		8	12,0	4,19				
As2 (cm²/m)	2,33		8	12,0	4,19				

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,068	0,000	0,037

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)	
500	30	1,4	3,5		20	4,9	8	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		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,224	3,38	186,16	0,00	0,04861679	0,273801078		

PAR3 – 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)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		1,03	1,56	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 (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19
As2 (cm²/m)	1,91	8	12,0	4,19

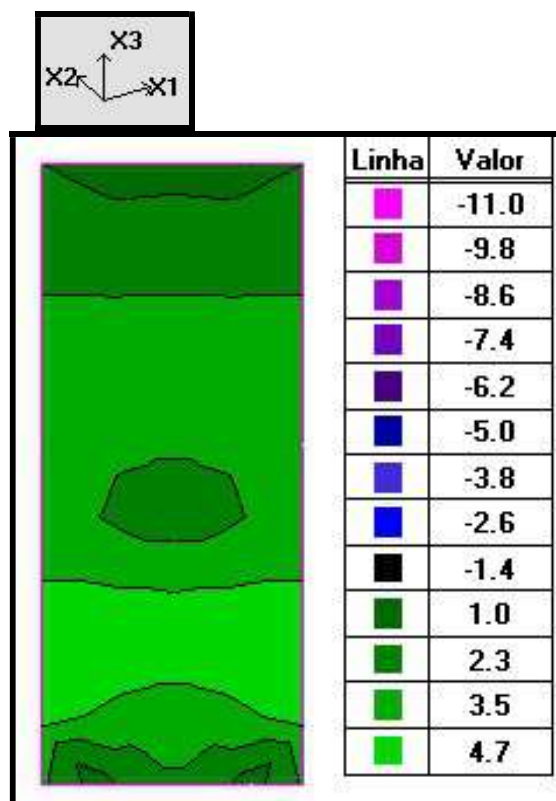
Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,048	0,000	0,030

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 ø	Esp. (cm)		
500	30		1,03	1,56	20	4,9	8	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			
as	pri	ξ	x (cm)	osi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,003842927	0,210	3,17	151,37	0,00	0,03214408	0,22263452			

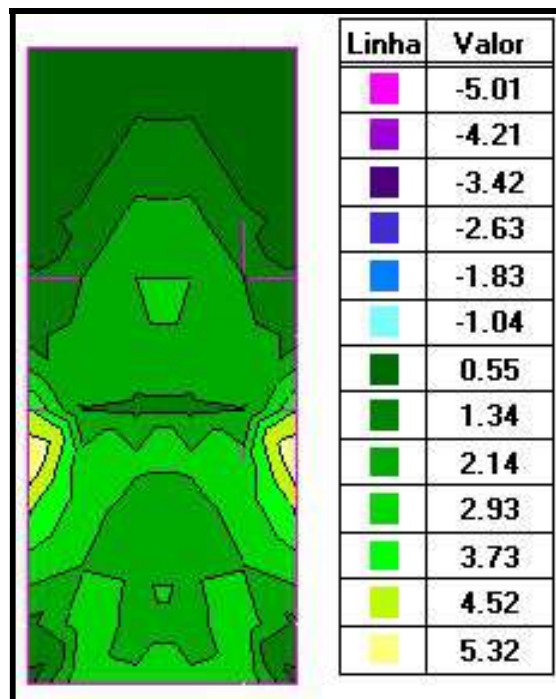
PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

3.3

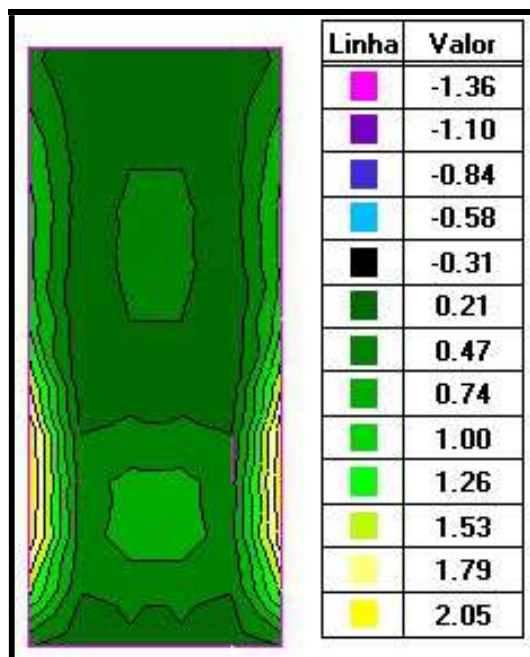
PAR 4



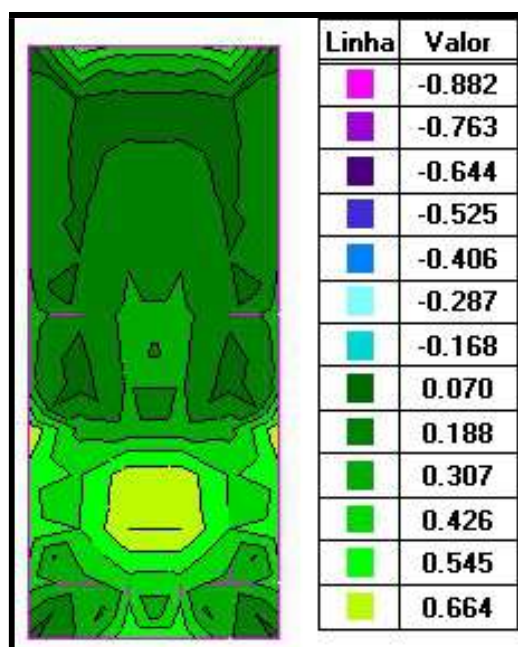
PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



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



PAR4 – 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)	$\xi_{\max}$	$As_{\min}$ (cm ² /m)	Classe Agres.
500	30		1,53	3,50		20	4,9	0,5	3,46	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)					
			8	12,0	4,19					
	2,63		8	12,0	4,19					

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,074	0,000	0,042

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)	
500	30		1,53	3,5		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			
α_s	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,003842927	0,221	3,34	208,03	0,00	0,06071335	0,30597371			

PAR4 – 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)	ξ _{máx.}	As,min (cm²/m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
500	30	0,55	3,73	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

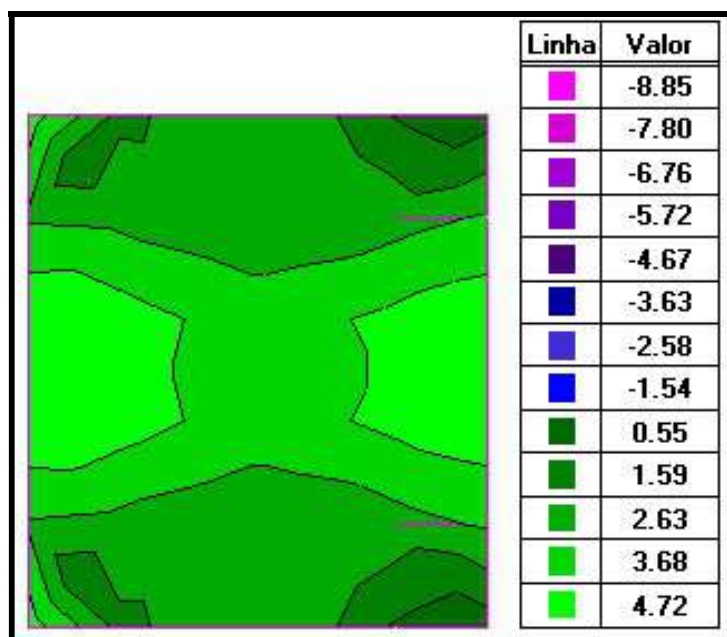
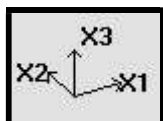
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica			
Armadura necessária	Arranjo		
	Ø (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	8	12,0	4,19
As2 (cm²/m)	8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,031	0,000	0,006

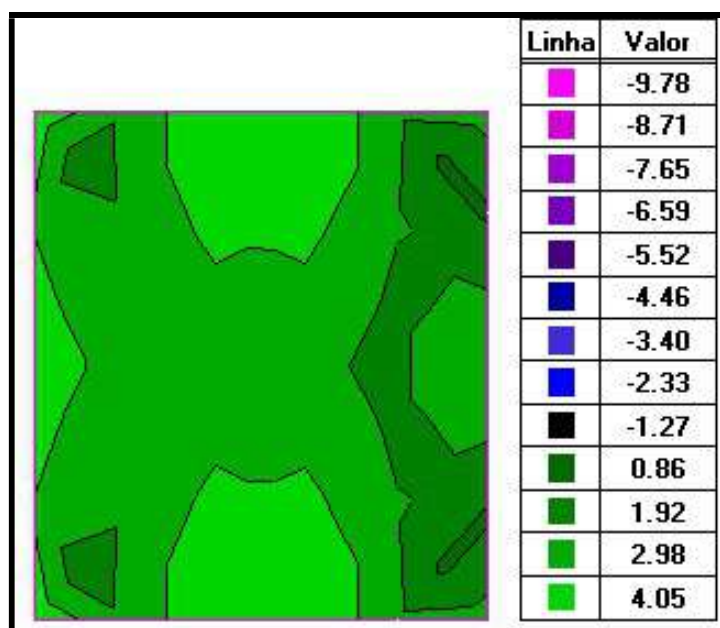
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	M _{fr} (tf.m/m)	N _{fr} (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	0,545	3,73	20	4,9	8	12,0
Cálculo							
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Ac _{ri} (cm²)
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	W _{k1} (mm)	W _{k2} (mm)
8,05	0,003842927	0,313	4,72	40,73	0,00	0,00232678	0,059898963

PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

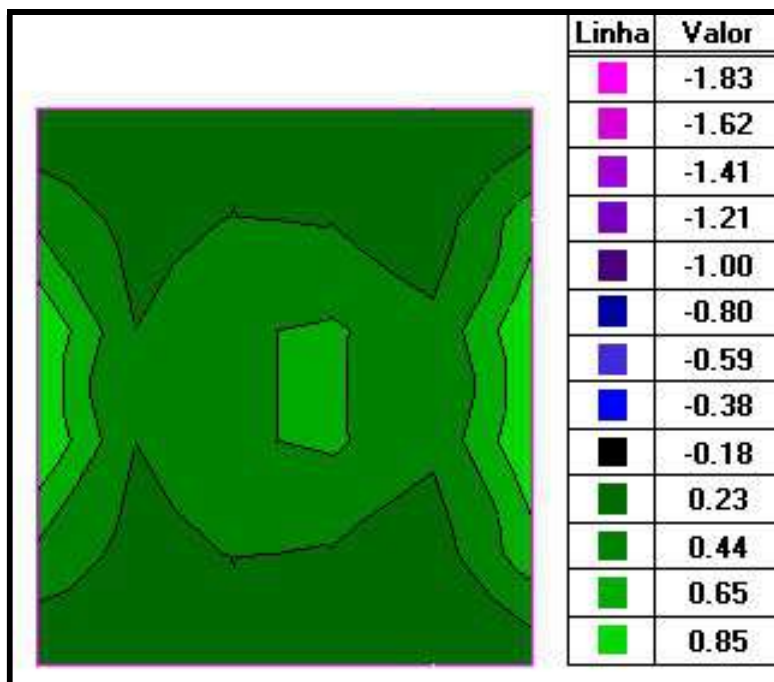
3.4 FUNDO



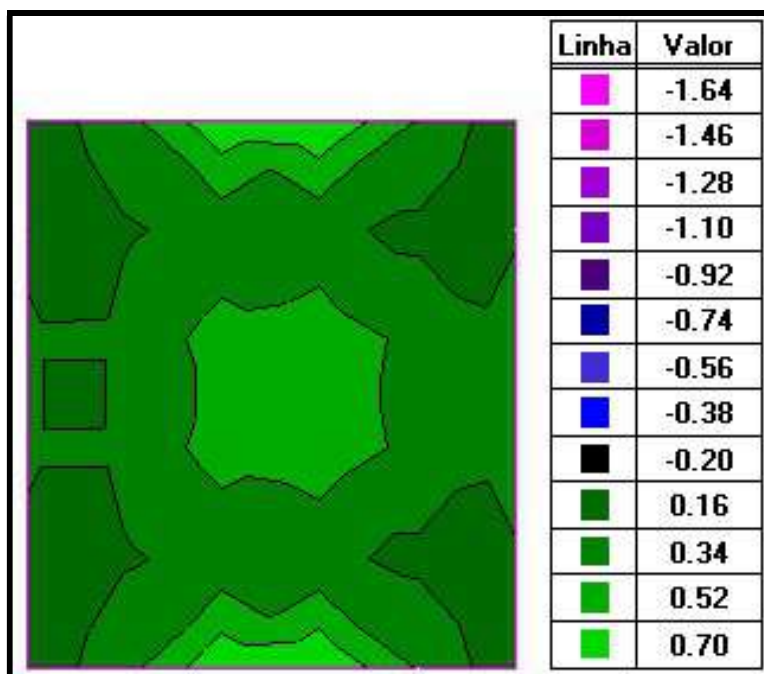
FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - 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)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		0,85	3,68	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 (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19
As2 (cm²/m)	1,07	8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,045	0,000	0,017

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)
500	30	0,85	3,68	20	4,9	8	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
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,003842927	0,255	3,86	91,47	0,00	0,01173826	0,134537639

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)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		0,70	2,98	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

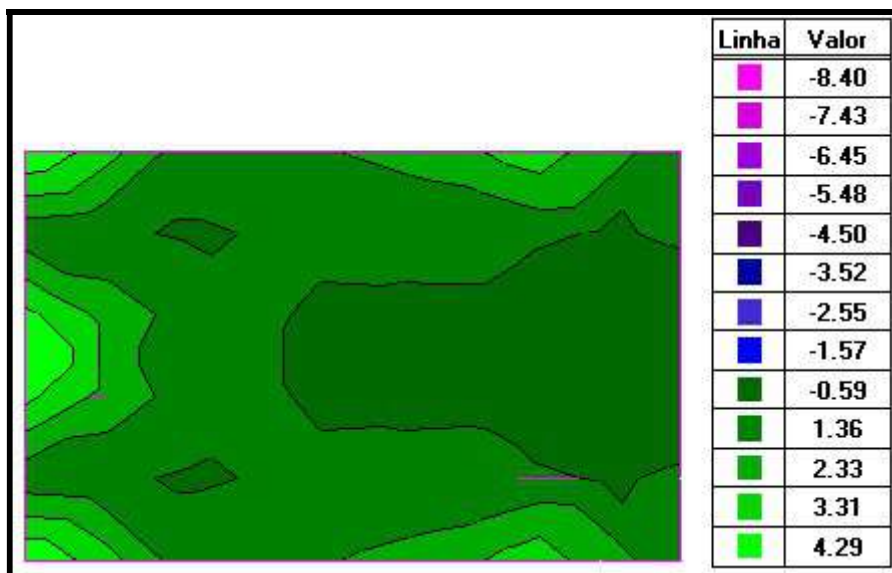
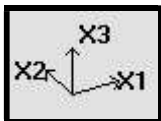
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19
As2 (cm²/m)	0,88	8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,036	0,000	0,014

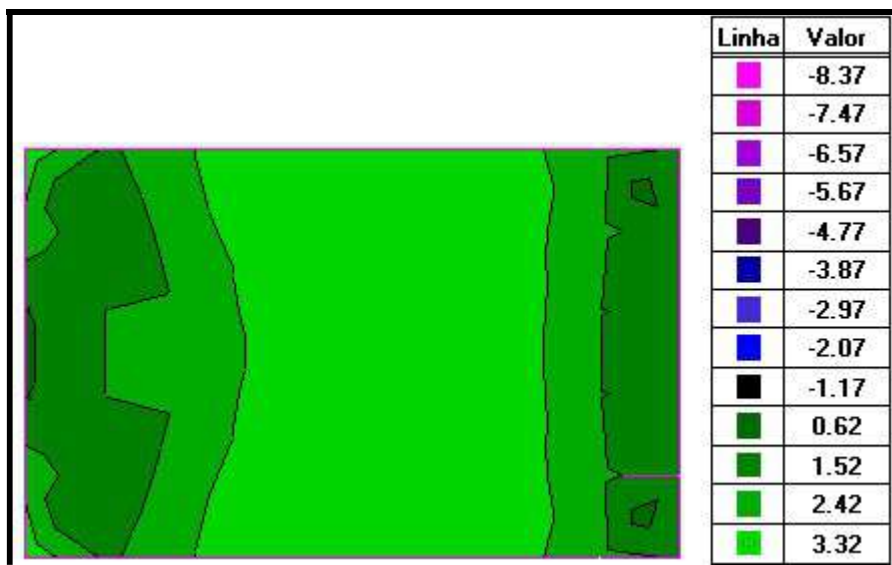
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais		Esforços			Seção						
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfrr (tf.m/m)	Nfrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)				
500	30	0,7	2,98	20	4,9	8	12,0				
Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)				
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80				
as	pri	ξ	x (cm)	osi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,003842927	0,254	3,84	76,02	0,00	0,00810703	0,111807992				

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

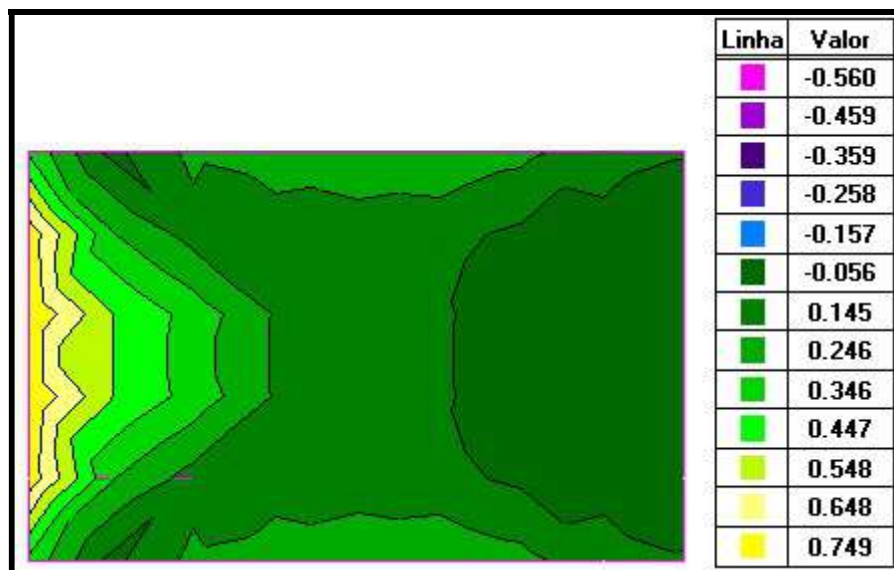
3.5 FUNDO2



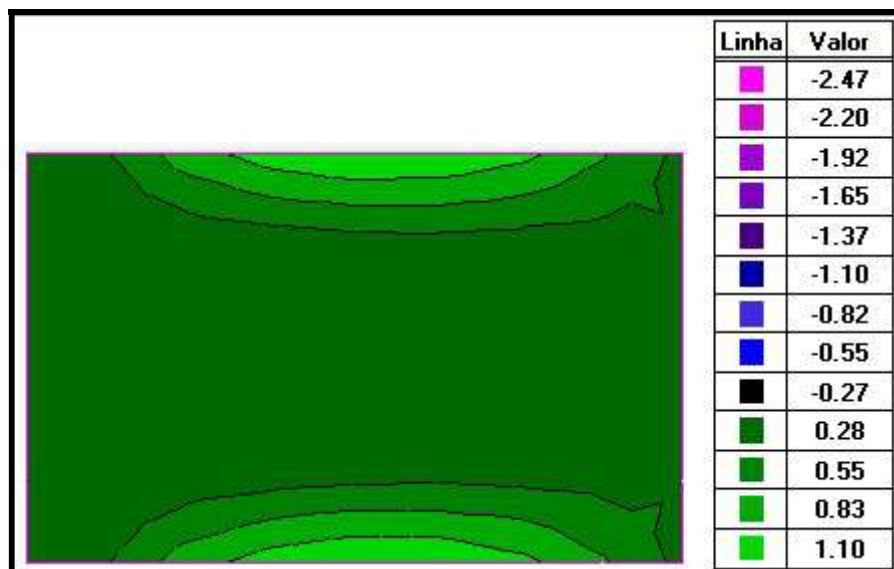
FUNDO2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO2 – 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
500	30		0,65	3,31	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15
									1,40	1,40
										Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Armadura necessária			Arranjo							
As1 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	Asp (cm)	As,tot (cm²/m)						
	8	12,0		4,19						
As2 (cm²/m)	8	12,0		4,19						

Resumo - ELU										
Zona	ξ	ω1	ω2							
Zona D	0,035	0,000	0,011							

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)	
500	30		0,648	3,31		20	4,9	8	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			
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,003842927	0,271	4,09	62,94	0,00	0,005584	0,092579902			

FUNDO2 – 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)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		0,83	2,42		20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

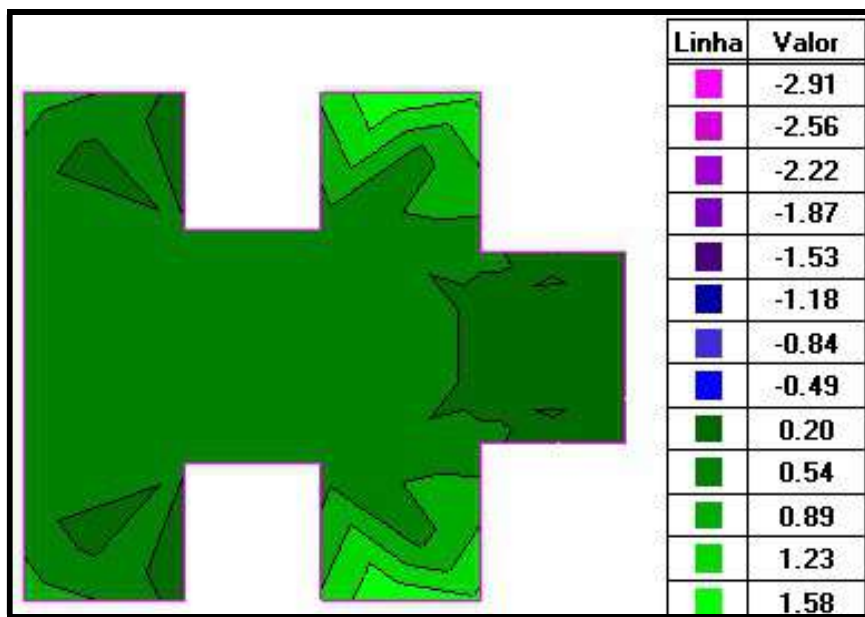
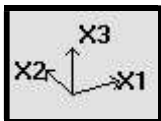
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19
As2 (cm²/m)	1,29	8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,041	0,000	0,020

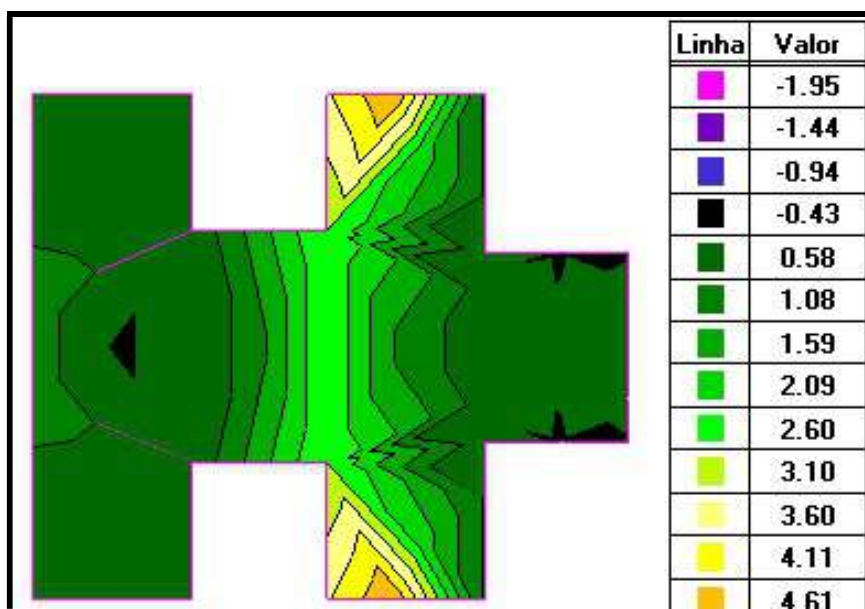
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais		Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)		h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)	
500	30	0,83	2,42		20	4,9	8	12,0	
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,231	3,48	105,52	0,00	0,0156202	0,155197689		

FUNDO2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

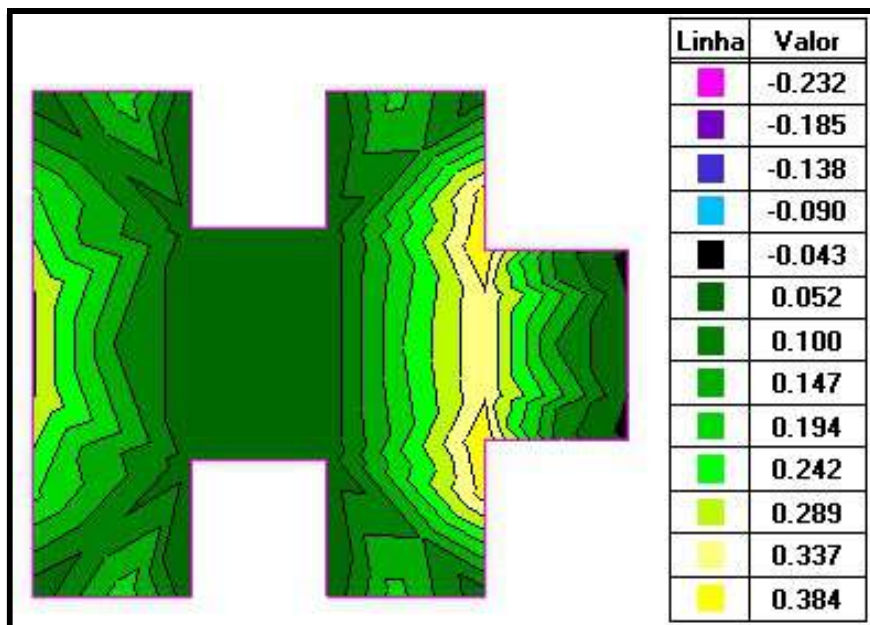
3.6 TAMPA



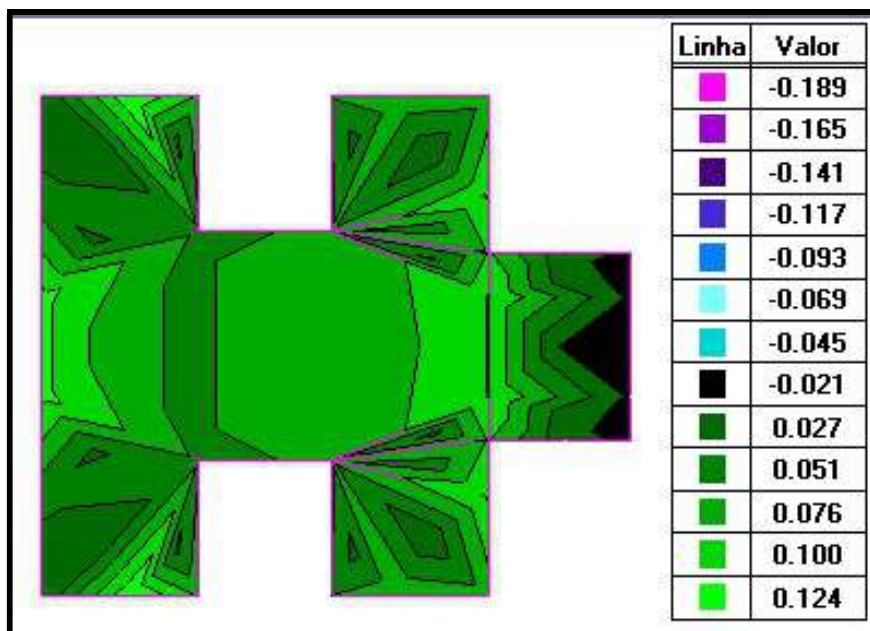
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



TAMPA – 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)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		0,34	1,23	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 (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19
As2 (cm²/m)	0,46	8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,017	0,000	0,007

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)		
500	30	0,337	1,23	20	4,9	8	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		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,243	3,67	39,40	0,00	0,0021782	0,057954951		

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)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf Agres.
500	30	0,12	1,59	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 (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19
As2 (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)	Mrr (tf.m/m)	Nrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30	0,124	1,59	20	4,9	8	12,0			
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acrl (cm²)			
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80			
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,003842927	0,580	8,76	2,24	0,00	7,043E-06	0,003295506			

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

CREA-ES 011840/D

CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa			
	PAREDES	LAJES	TOTAL
VOLUME (m ³)	13,50	5,00	18,50
FÔRMA (m ²)	133,00	11,00	144,00

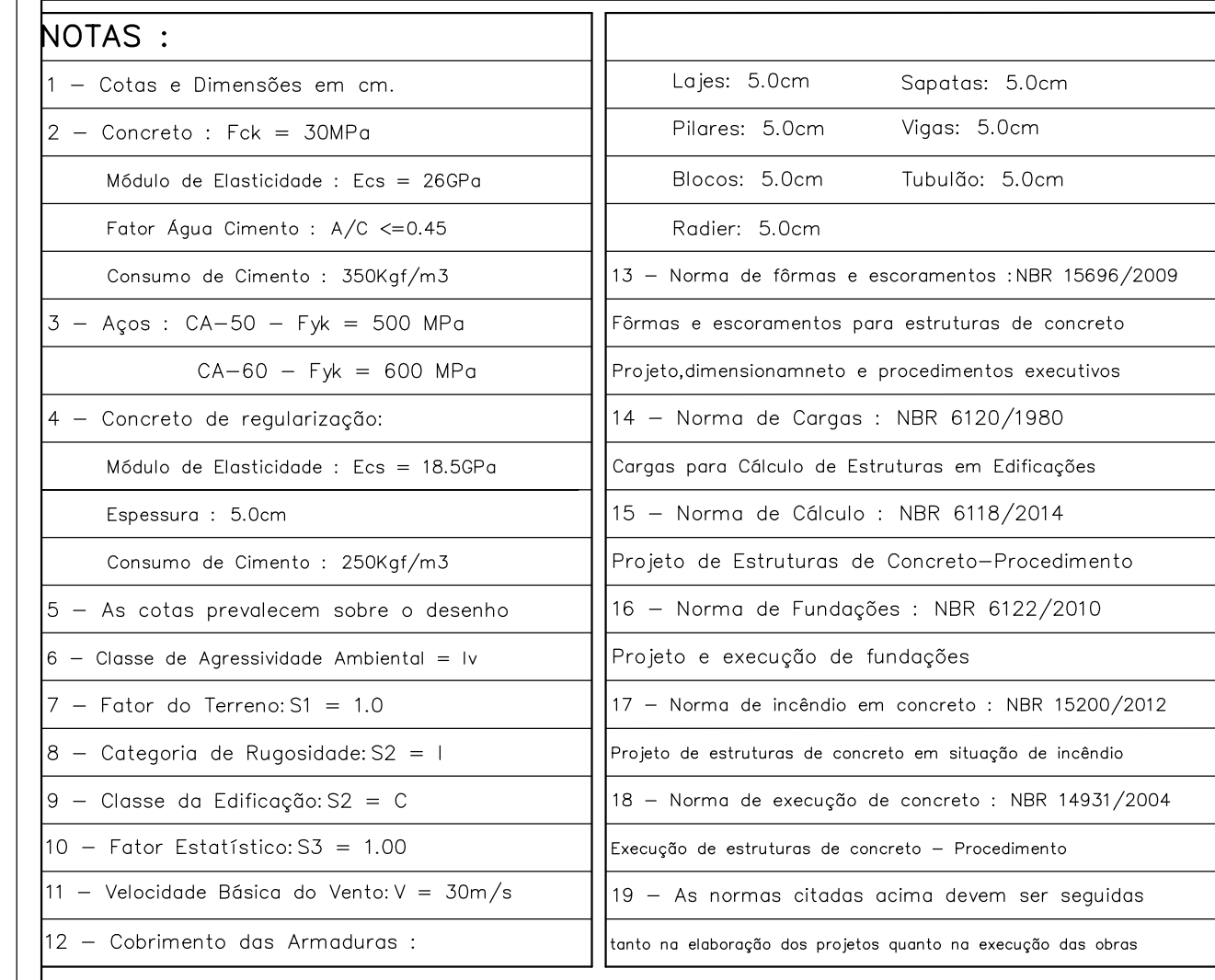
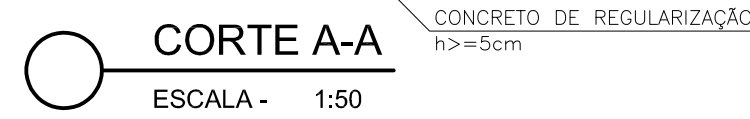
CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa	
VOLUME (m ³)	0,90

LAJES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	900	360
TOTAL		900	360

PAREDES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	3992	1597
TOTAL		3992	1597



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



 Cagece	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		DESENHO Nº 01	PRANCHA Nº 01/02
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'AGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO			
	PROJETO EXECUTIVO			
	PROJETO ESTRUTURAL OBRA DE CAPTAÇÃO FORMAS			

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D 		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0531ST-001-EST-R00.DWG	DATA:	JULHO/2017

1.2 Estação Elevatória de Água Bruta e Estação Elevatória de Retrolavagem

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

**MEMORIA DE CÁLCULO – MEMÓRIA DE CÁLCULO EE DE ÁGUA
BRUTA E EE RETROLAVAGEM**



Cagece

Serra/ES

18 de julho 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	RESERVATÓRIOS SEMI-ENTERRADO.....	12
3.1	PAR1	12
3.2	PAR2	14
3.3	PAR3	19
3.4	PAR4	22
3.5	FUNDO – NÍVEL 43.000	26
3.6	FUNDO – NÍVEL 45.250	30

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da estação elevatória de água bruta e estação elevatória de retrolavagem semienterrado

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:

- 0003-005 - SAA Horizonte – EEAB

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: elevatória de água bruta e estação elevatória de retrolavagem semienterrado

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

- f_{ck} : 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- E_s : 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 gráudo: 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	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ 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.

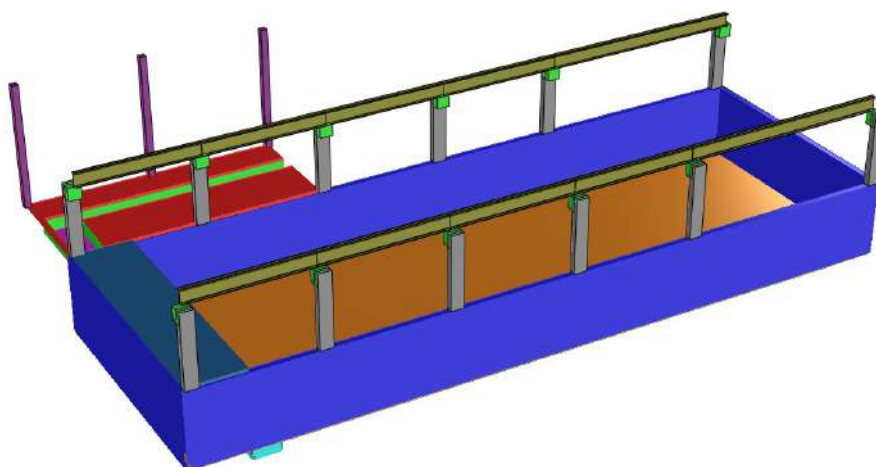
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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:

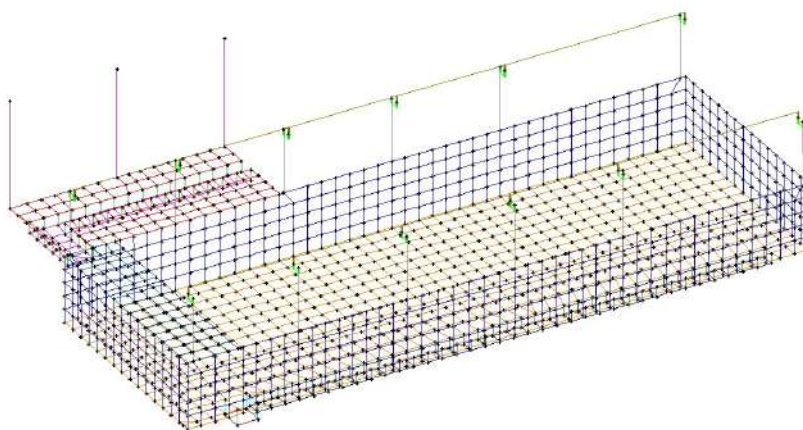
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

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 apoiada sobre base elástica



PERSPECTIVA 3D da malha - Estação Elevatória apoiada 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_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

$\phi = 0^\circ$ $K_0 = 1,00$ $K_0 = 1 - \tan \phi$

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

- 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):

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

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

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

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

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

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 solicitação 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:

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

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

Tabela 17.3 - Taxas mínimas de armadura de flexão para vigas								
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: 20 cm

Fundo: 20 cm

Fundo2: 15cm

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 Kv por correlação, utilizando a tabela abaixo:

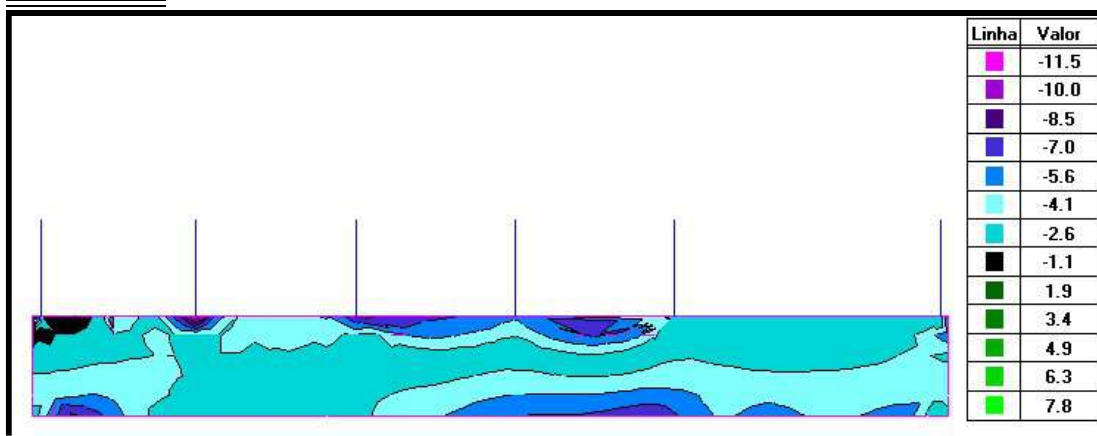
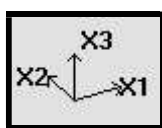
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	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)

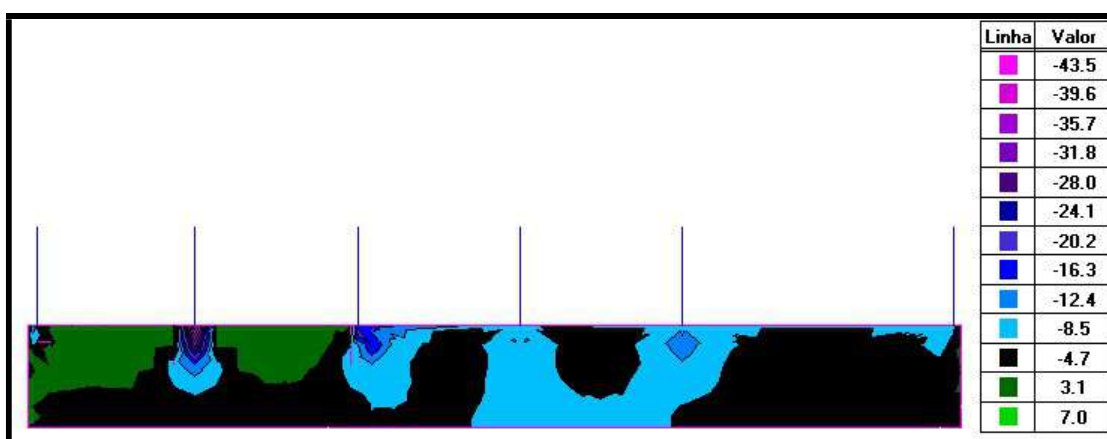
Adotamos uma taxa de solo de 2,0Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de $x_3=1000\text{tf/m}$

3.0 RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO

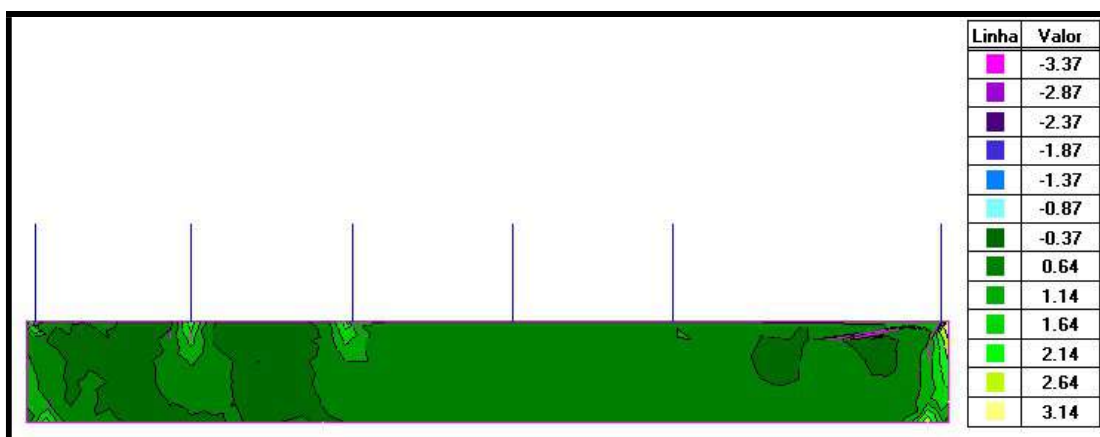
3.1 PAR1



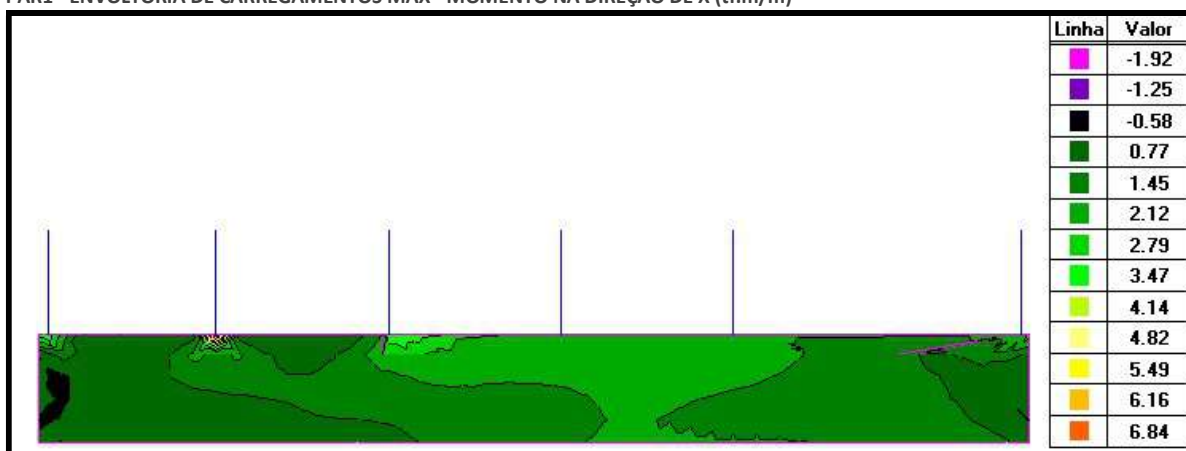
PAR1 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



PAR1 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR1 - 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 (cm²/m)	γc	γs	Classe Agres.
500	30	1,64	7,00	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Armadura necessária		Arranjo								
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)						
As1 (cm²/m)	-	10	12,0	6,54						
As2 (cm²/m)	2,17	10	12,0	6,54						

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,088	0,000	0,035

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais		Esforços			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mrr (tf.m/m)	Nrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30	1,64	7	20	5	10	12,0			

Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)			
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00			
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,005235988	0,305	4,57	118,67	0,00	0,02469632	0,162537024			

PAR1 – 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)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf Agres.
500	30	3,47	20,20	20	5,1	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40 Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Armadura necessária			Arranjo							
As1 (cm²/m)	As2 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)						
-	4,03	12,5	12,0	10,23						
		12,5	12,0	10,23						

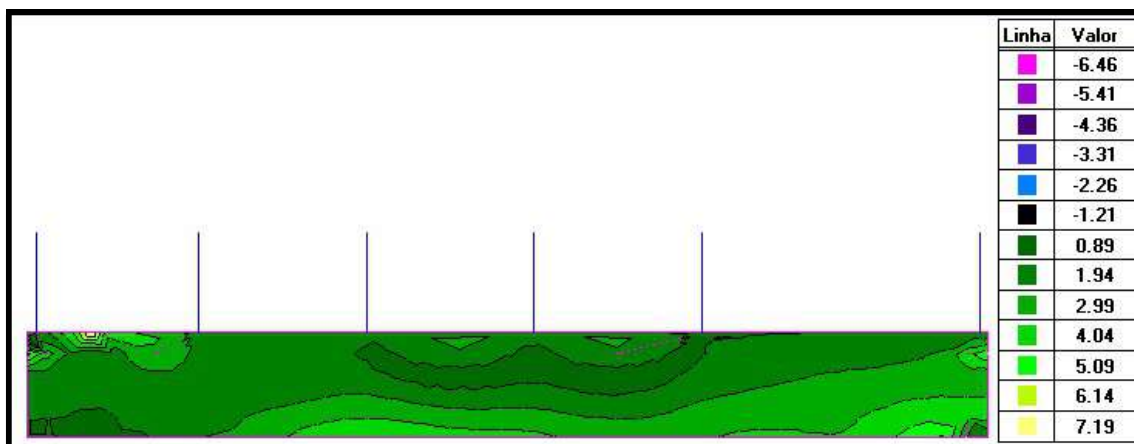
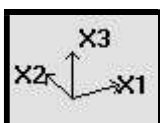
Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,211	0,000	0,065

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais		Esforços			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mrr (tf.m/m)	Nrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30	3,47	20,2	20	5,125	12,5	12,0			

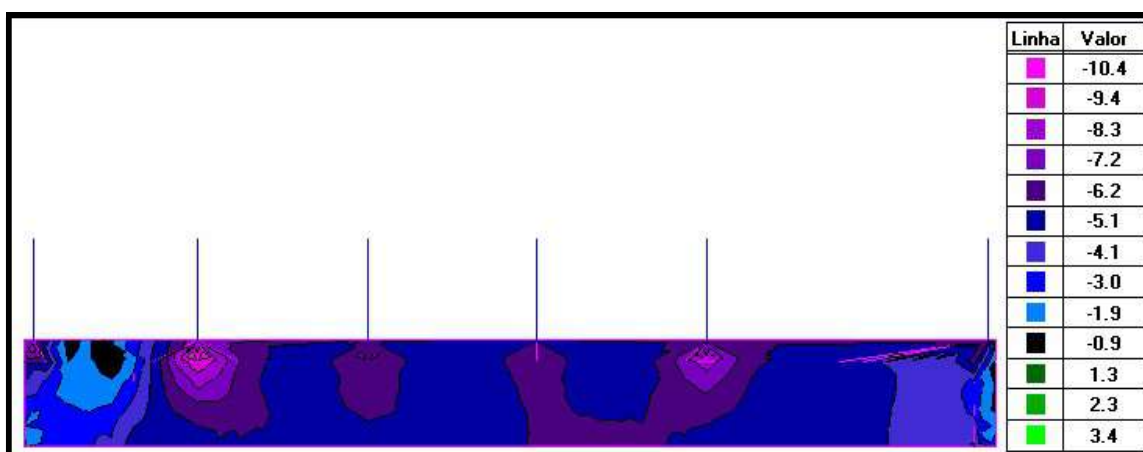
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acrt (cm²)			
10,23	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	12,00	174,00			
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,007052785	0,400	5,95	140,37	0,00	0,04319039	0,181855128			

PAR1 - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

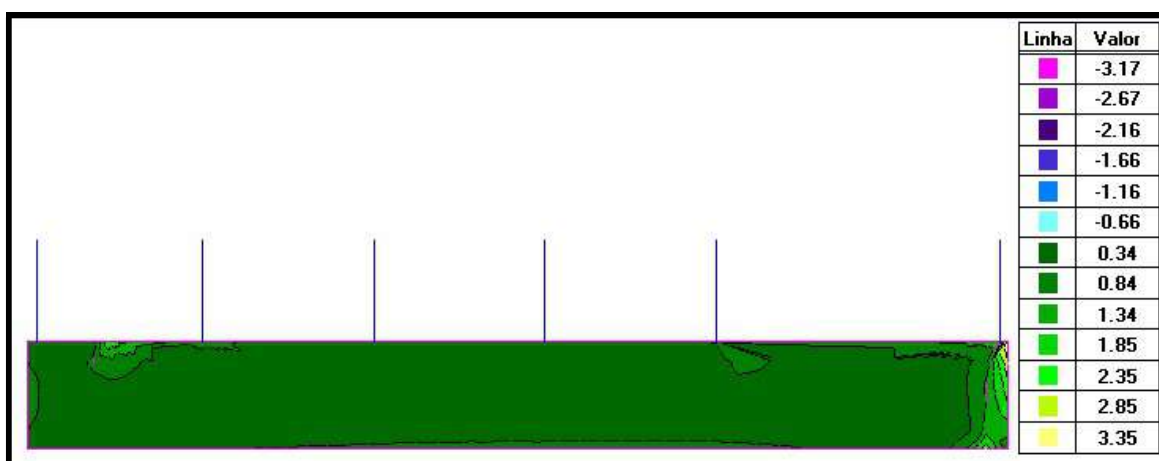
3.2 PAR 2



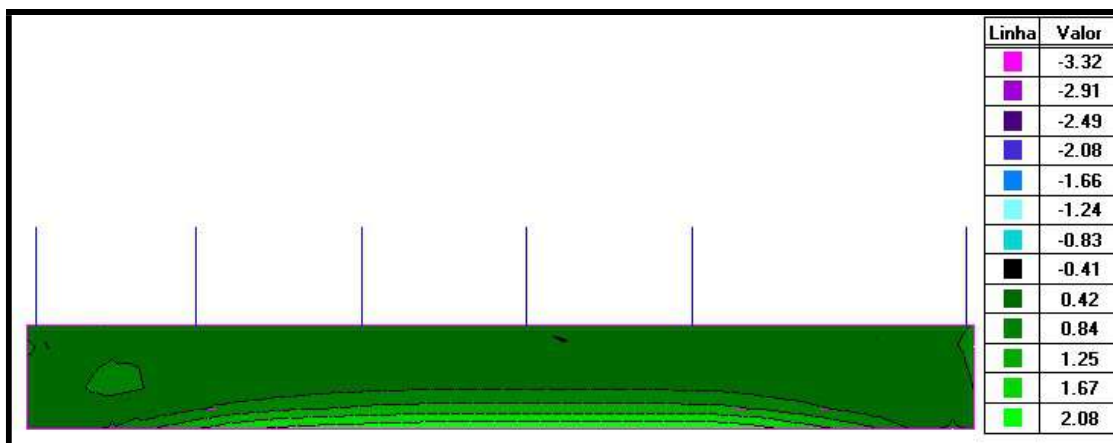
PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN – MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - 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)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	Classe Agres.
500	30	1,34	4,04	4,04	20	5,0	0,5	3,46	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica									
Armadura necessária			Arranjo			Resumo - ELU			
As1 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	As,tot (cm²/m)	As,tot (cm²/m)	Zona	ξ	ω1	ω2
6,54	10	12,0	6,54	6,54	6,54	Zona D	0,068	0,000	0,033

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços			Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mrr (tf.m/m)	Mrr (tf.m/m)	Nrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola Ø	Esp. (cm)	
500	30	1,34	4,04	4,04	20	5	10	12,0	

Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,005235988	0,280	4,20	111,53	0,00	0,02181332	0,152755562		

PAR2 – 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)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		5,52	24,80	20	5,3	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

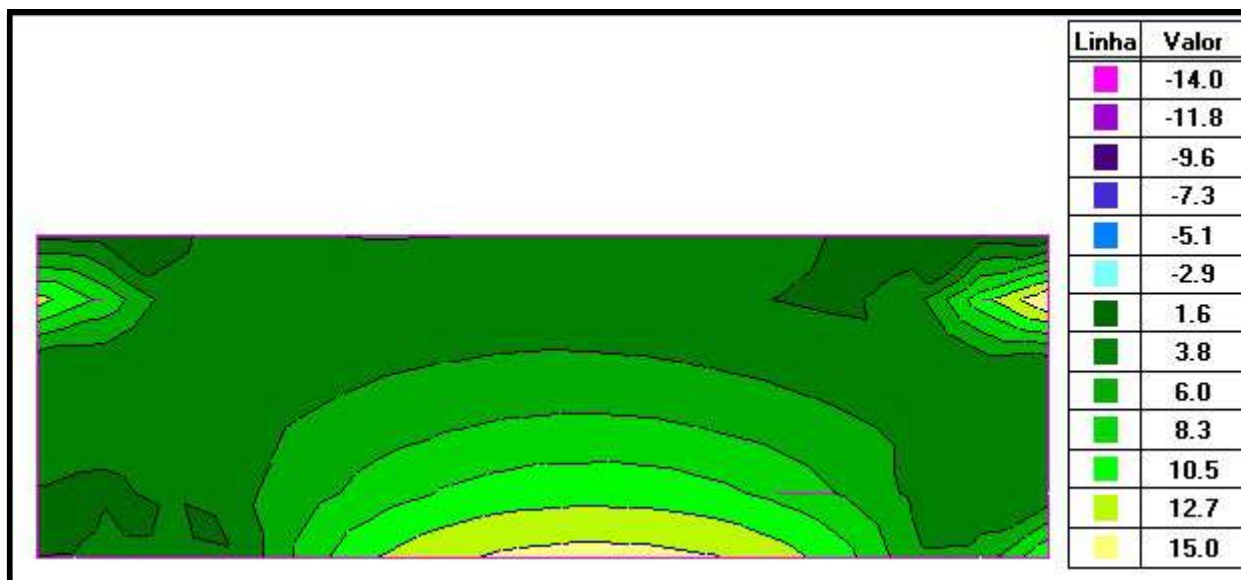
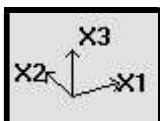
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	
As1 (cm²/m)	16	12,0	16,76	
As2 (cm²/m)	16	12,0	16,76	

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,345	0,000	0,146

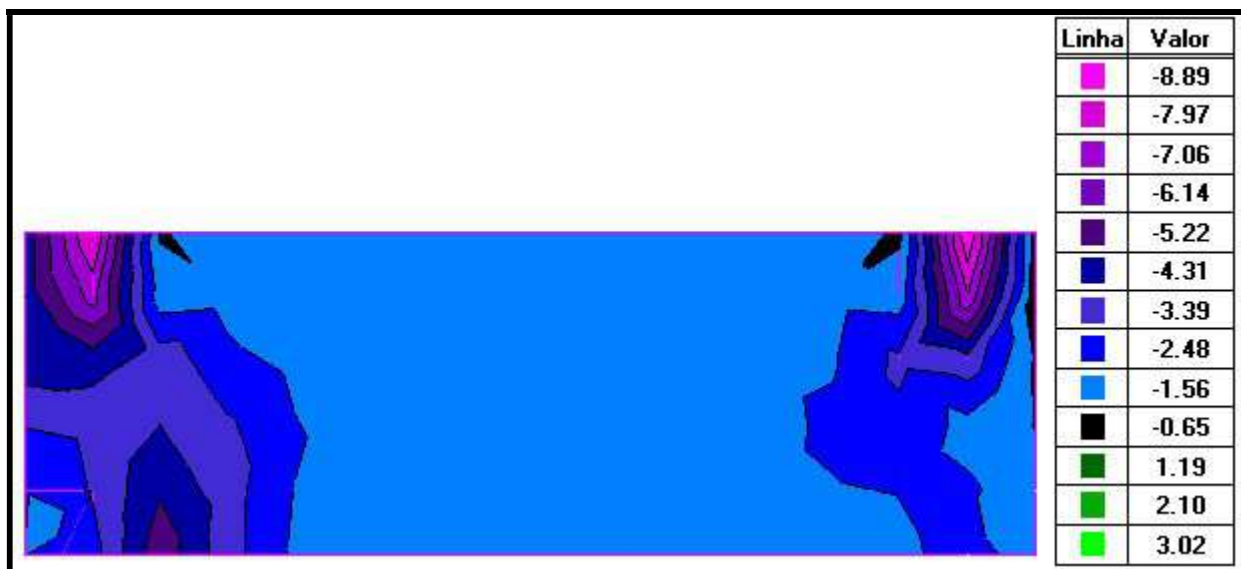
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais		Esforços			Seção						
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mrr (tf.m/m)	Nrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)				
500	30	5,52	24,8	20	5,3	16	12,0				
Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)				
16,76	210.000	26.072	2,90	2,25	17,30	12,00	207,60				
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,009685064	0,439	6,45	169,96	0,00	0,08104615	0,210870684				

PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

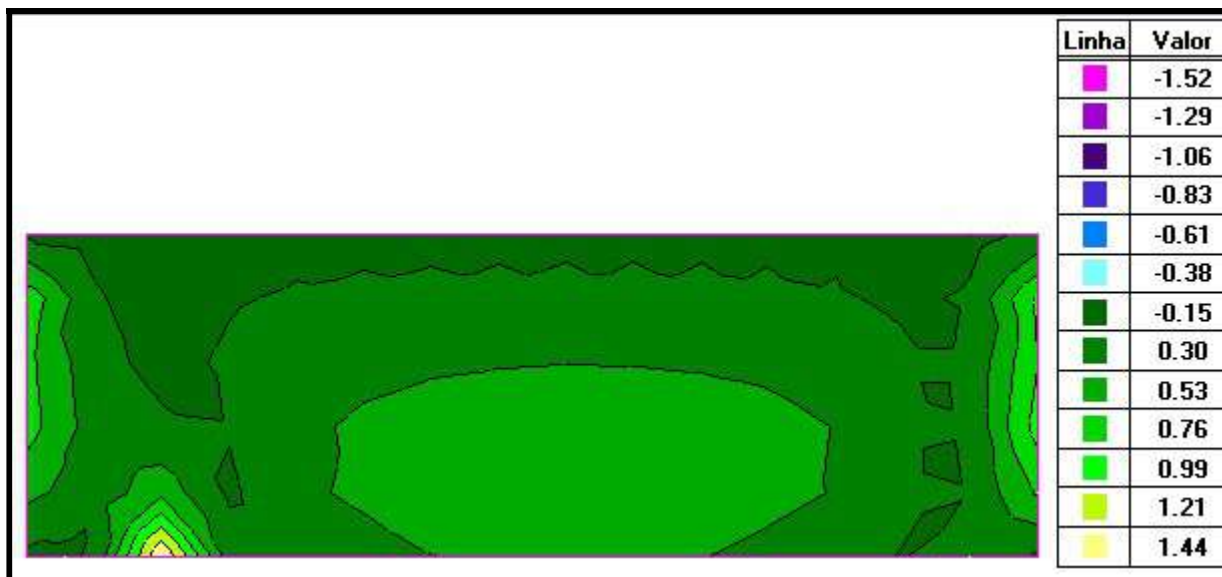
3.3 PAR 3



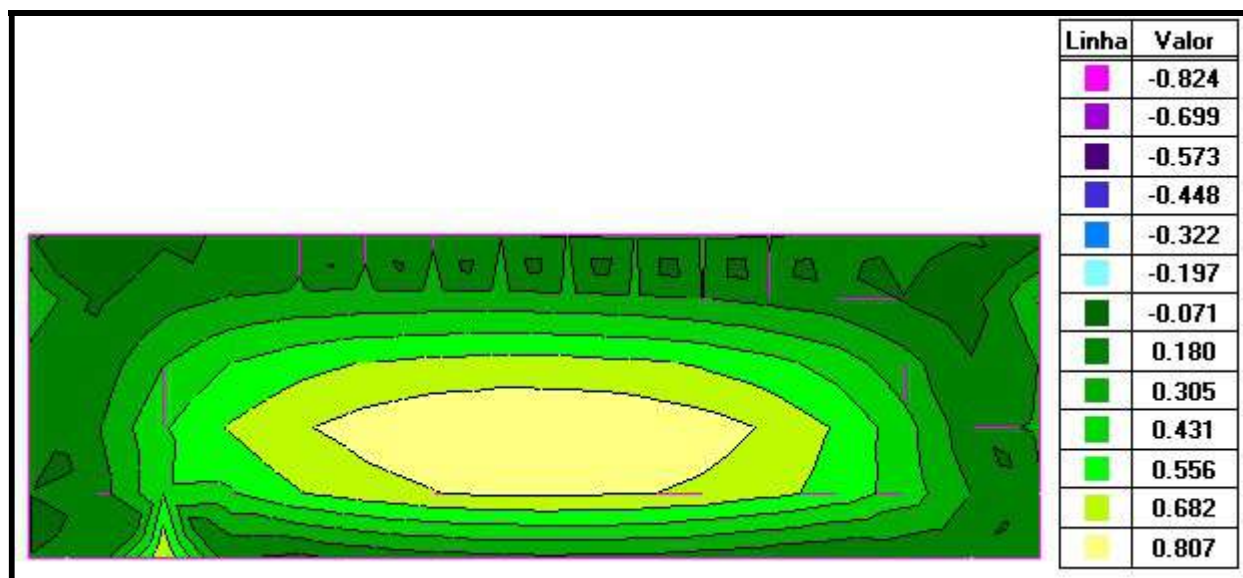
PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



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



PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - 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)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		1,21	6,00	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 (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19
As2 (cm²/m)	1,39	8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,066	0,000	0,022

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais		Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mrr (tf.m/m)	Nrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)		
500	30	1,21	6	20	4,9	8	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		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,268	4,05	119,95	0,00	0,02018383	0,176418379		

PAR3 – 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 (cm²/m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.
500	30	0,69	-5,22	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As (cm²/m)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	10	12,0		6,54
As2 (cm²/m)	10	12,0		6,54

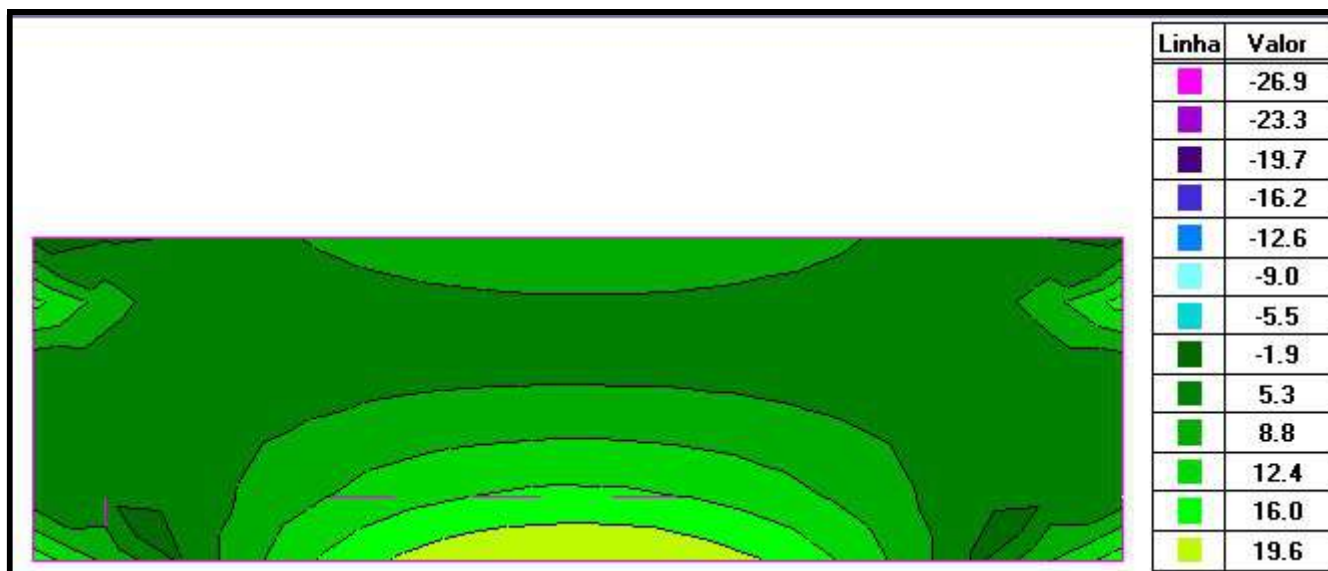
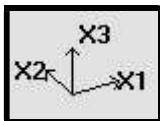
Resumo - ELU				
Zona	ξ	ω_1	ω_2	
Zona D	0,018	0,000	0,042	

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)			
500	30	0,69	-5,22	20	5	10	12,0			

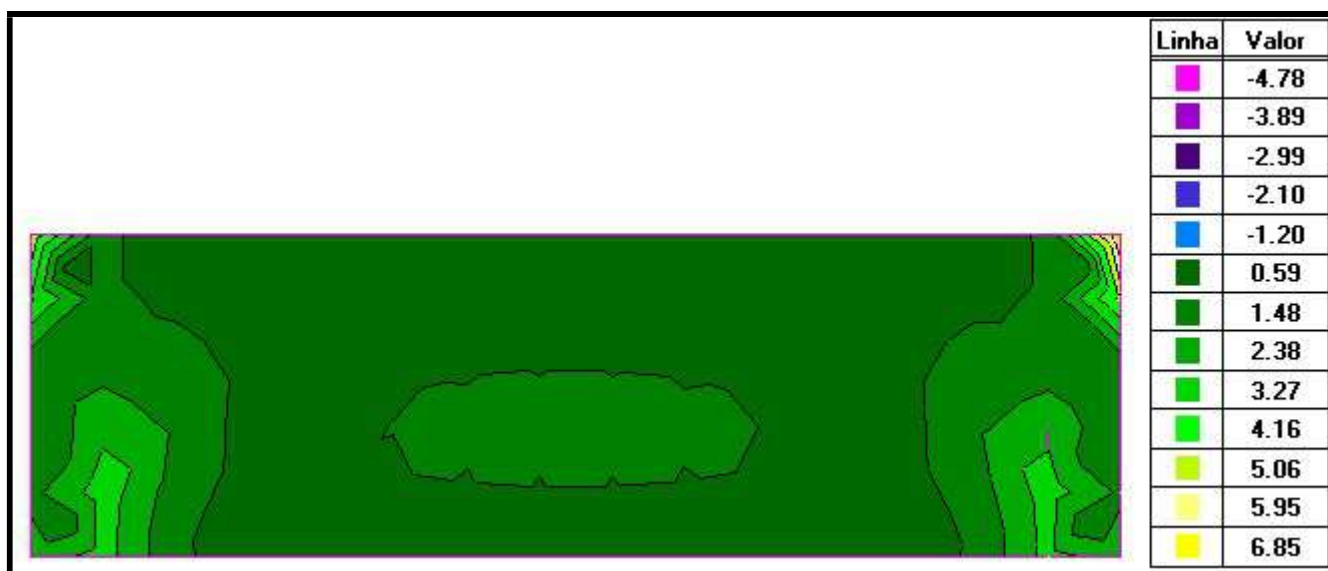
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acrt (cm²)			
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00			
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,005235988	0,148	2,22	125,72	0,00	0,02771743	0,172191853			

PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

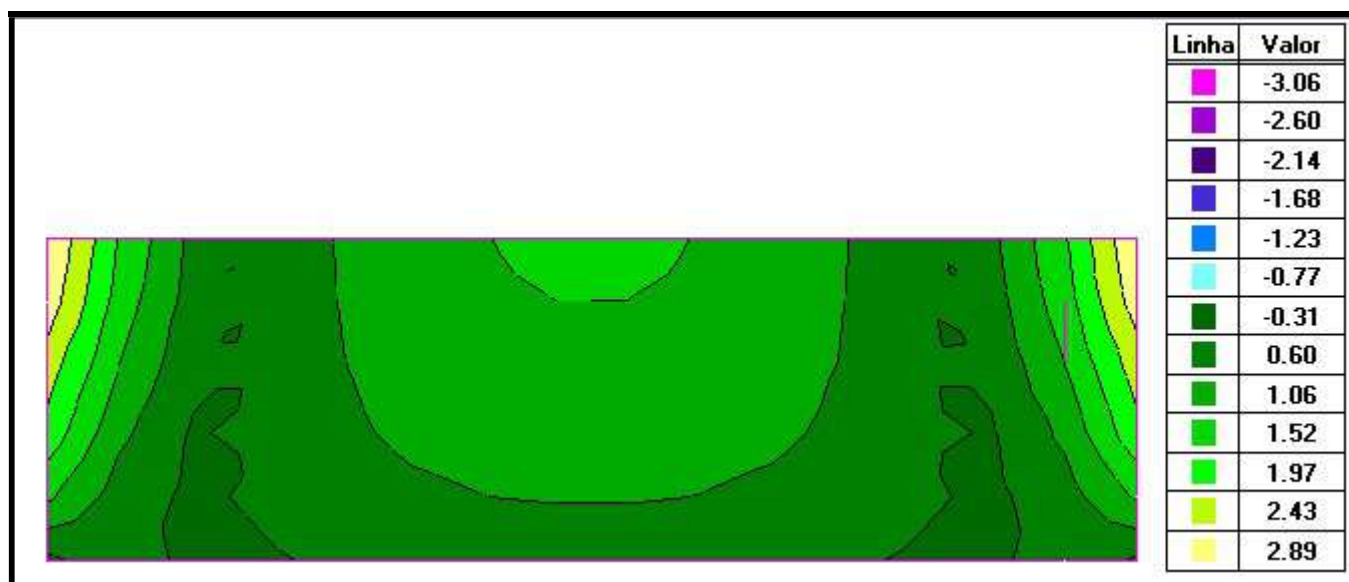
3.4 PAR 4



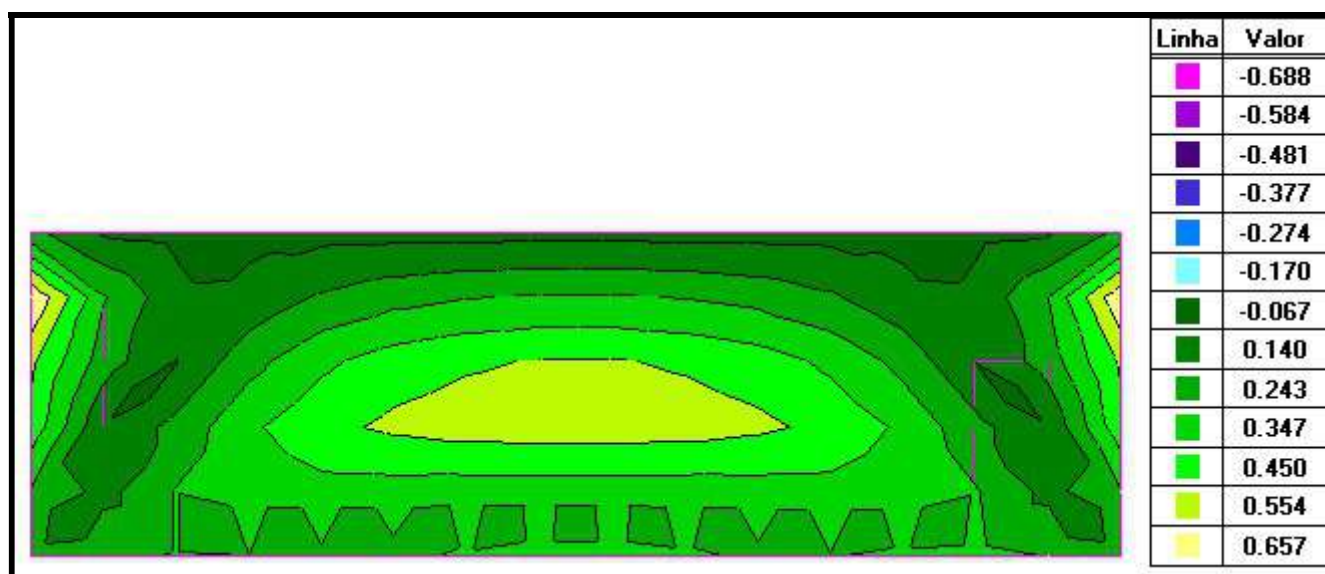
PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



B
PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR4=PAR5 – 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)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		1,52	12,40	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 (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19
As2 (cm²/m)	0,78	8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,094	0,000	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 ø	Esp. (cm)
500	30	1,52	12,4	20	4,9	8	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
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,003842927	0,353	5,33	89,62	0,00	0,01126757	0,131812648

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)	ξ _{máx.}	As,min (cm²/m)	γ _c	γ _s
500	30		0,60	2,38	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15
									1,40	1,40
										Classe IV

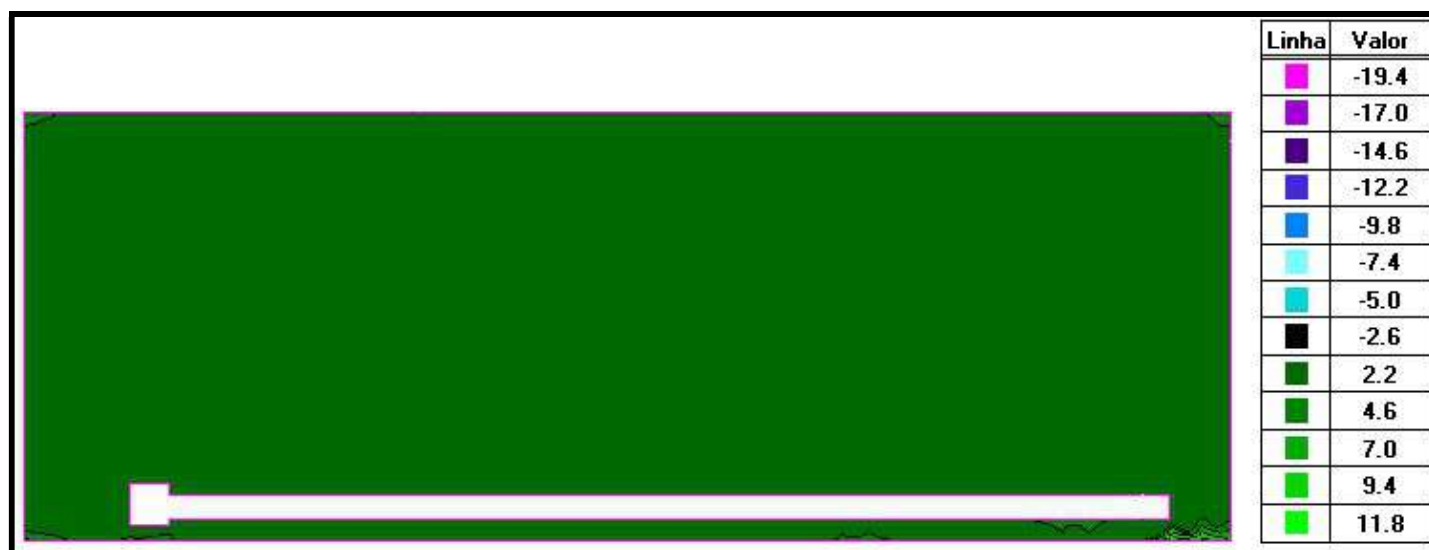
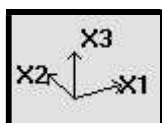
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Armadura necessária			Arranjo							
As1 (cm²/m)			Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)					
	-		10	15,0	5,24					
As2 (cm²/m)	0,80		10	15,0	5,24					

Resumo - ELU				
Zona	ξ	ω1	ω2	
Zona D	0,031	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 ø	Esp. (cm)	
500	30		0,6	2,38		20	5	10	15,0	
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)			
5,24	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	15,00	187,50			
αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,00418879	0,273	4,09	55,25	0,00	0,00535406	0,093546752			

PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

3.5 FUNDO – NÍVEL 43.000



FUNDO – NÍVEL 43.000 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO – NÍVEL 43.000 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO – NÍVEL 43.000 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO – NÍVEL 43.000 – 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)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		1,58	7,00	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)	As,tot (cm²/m)							
As1 (cm²/m)	-		10	12,0	6,54							
As2 (cm²/m)	2,04		10	12,0	6,54							
Resumo - ELU												
Zona			ξ		ω1		ω2					
Zona D			0,085		0,000		0,032					
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)				
500	30		1,58	7	20	5	10	12,0				
Cálculo												
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)					
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00					
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)					
8,05	0,005235988	0,308	4,62	112,15	0,00	0,02205515	0,153599976					

FUNDO – NÍVEL 43.000 – 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)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	Classe Agres.
500	30		1,41	7,50		20	5,0	0,5	3,46	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Armadura necessária			Arranjo							
			Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)					
As1 (cm²/m)	-		10	12,0	6,54					
As2 (cm²/m)	1,54		10	12,0	6,54					

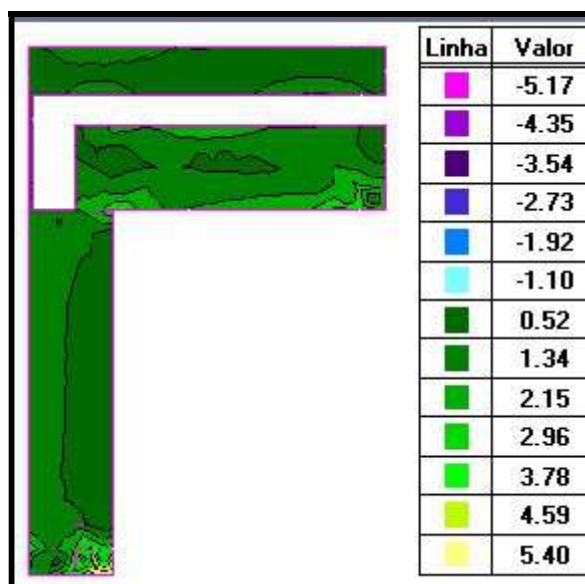
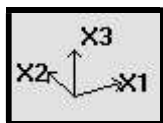
Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,079	0,000	0,025

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)	
500	30		1,41	7,5		20	5	10	12,0	

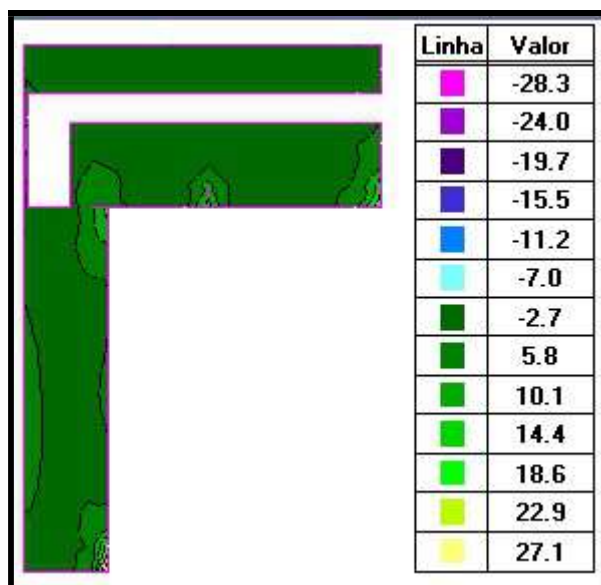
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)			
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00			
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,005235988	0,328	4,92	89,55	0,00	0,0140643	0,122657801			

FUNDO – NÍVEL 43.000 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

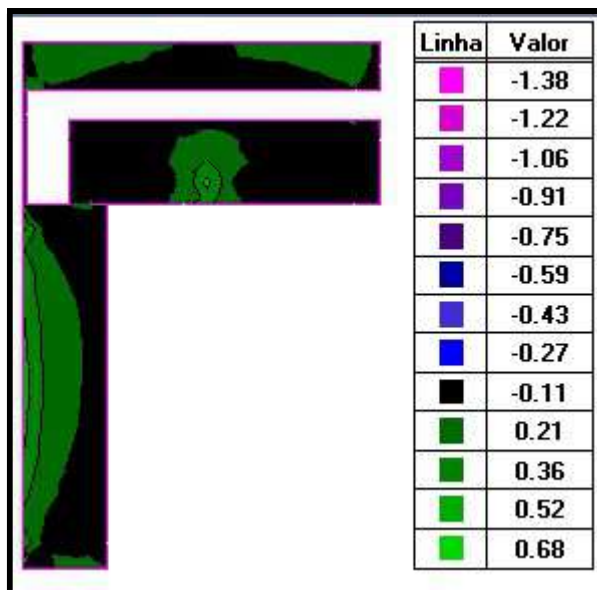
3.6 FUNDO – NÍVEL 42.250



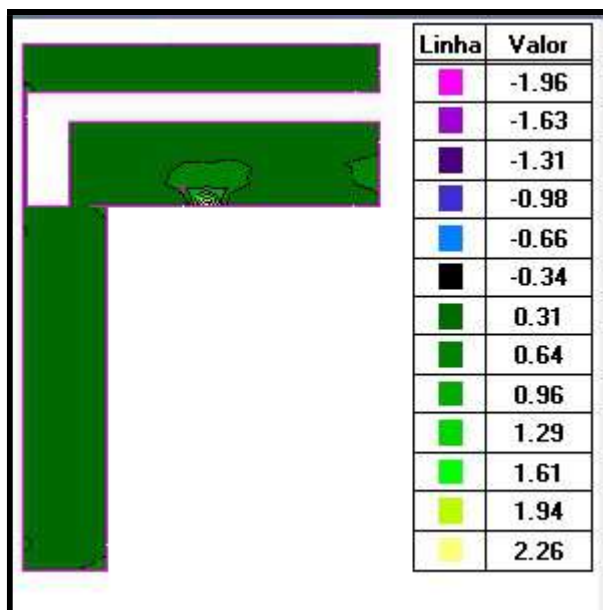
FUNDO – NÍVEL 42.250 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO – NÍVEL 42.250 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO – NÍVEL 42.250 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO – NÍVEL 42.250 – 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)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.	
500	30	0,36	0,52	15	4,9	0,5	2,60	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	15,0	3,35	
As2 (cm²/m)	8	15,0	3,35	

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,036	0,000	0,025

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais		Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mrr (tf.m/m)	Nrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)		
500	30	0,36	0,52	15	4,9	8	15,0		
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
3,35	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
as	pri	ξ	x (cm)	osi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,219	2,21	103,54	0,00	0,01503911	0,152283568		

FUNDO – NÍVEL 42.250 – 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)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	Classe Agres.
500	30	0,96	10,10	15	4,9	0,5	2,60	1,40	1,15	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	
As1 (cm²/m)	8	15,0		3,35
As2 (cm²/m)	8	15,0		3,35

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,121	0,000	0,020

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mrr (tf.m/m)	Nrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	0,96	10,1	15	4,9	8	15,0

Cálculo							
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acrt (cm²)
3,35	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,003842927	0,359	3,63	108,96	0,00	0,01665564	0,160259072

FUNDO – NÍVEL 42.250 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

CREA-ES 011840/D

RESUMO ESTRUTURAL POR ELEMENTOS

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM						
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa						
	LAJES	PAREDES	VIGAS	PILAR	FUNDAÇÃO	TOTAL
VOLUME (m ³)	2,00	27,50	5,00	5,00	17,00	56,50
FÔRMA (m ²)	13,00	271,00	75,00	72,00	375,00	806,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa	
VOLUME (m ³)	3,50

LAJES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	250	157
50A	12.5	604	604
TOTAL		854	761

PAREDES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	701	281
50A	10	3411	2149
50A	12.5	2332	2332
TOTAL		6444	4762

VIGAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	61	15
50A	10	515	324
50A	12.5	40	40
TOTAL		616	379

PILAR			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	81	13
50A	6.3	406	101
50A	10	22	14
50A	12.5	86	86
50A	16	740	1184
TOTAL		1335	1398

FUNDAÇÃO			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	626	250
50A	10	5657	3564
50A	12.5	39	39
TOTAL		6322	3853

CAIXAS			
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa			
	FUNDO	PAREDES	TOTAL
VOLUME (m³)	4,00	21,00	25,00
FÔRMA (m²)	6,00	91,00	97,00
CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa			
VOLUME (m³)	2,00		
CAIXAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	3250	1300
TOTAL		3250	1300



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D

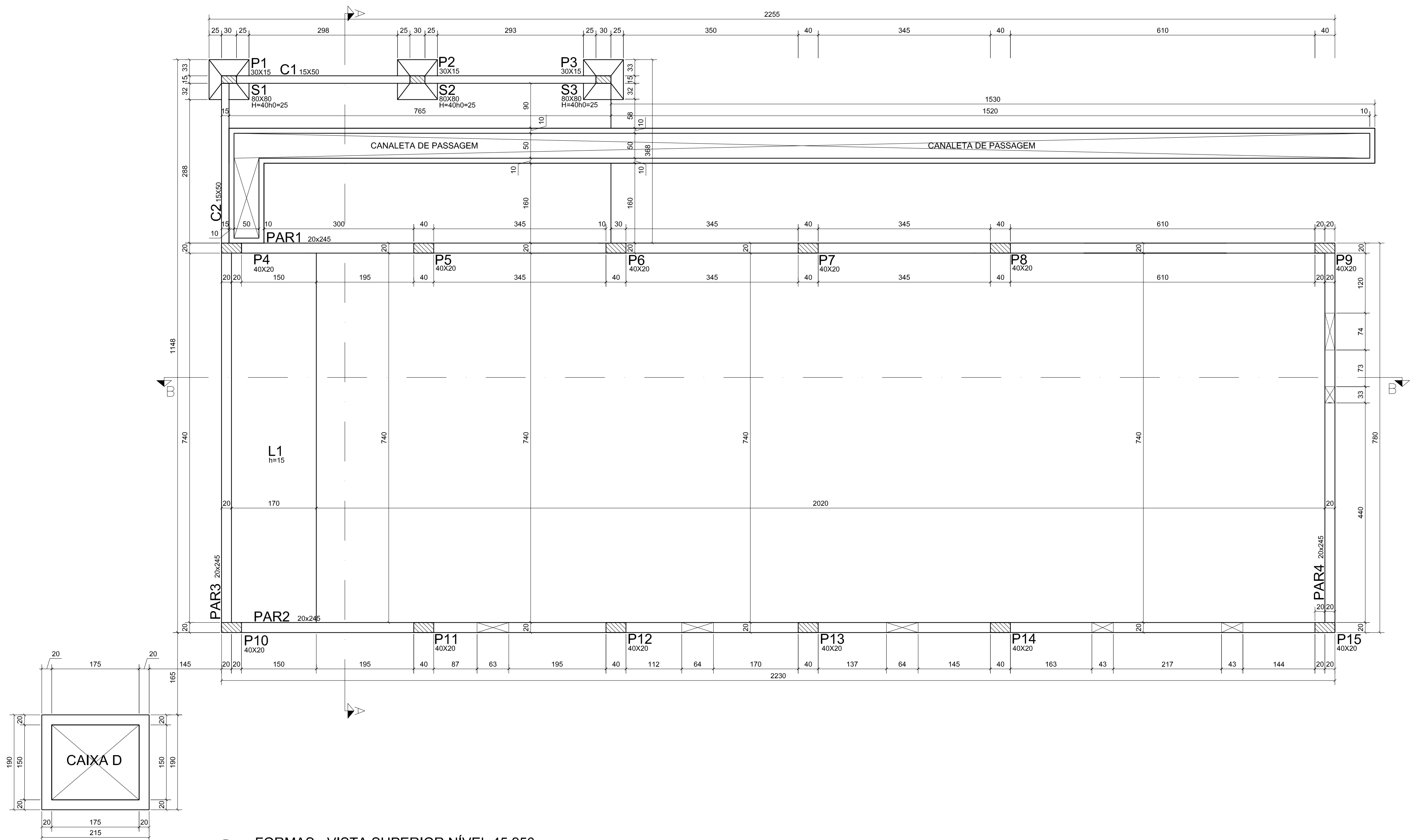


FORMAS - VISTA SUPERIOR DO FUNDO NÍVEL 43.000

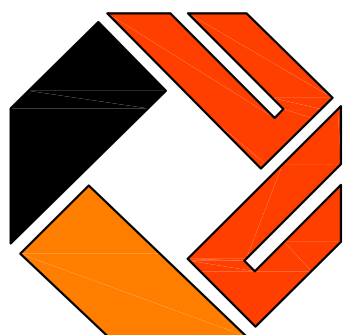


40 

DATA:	JULHO/2017
-------	------------



FORMAS - VISTA SUPERIOR NÍVEL 45.250
ESCALA - 1:50



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :		
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm	Sopotas: 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 : 350kgf/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,dimensionamneto 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 : 250kgf/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 das obras	

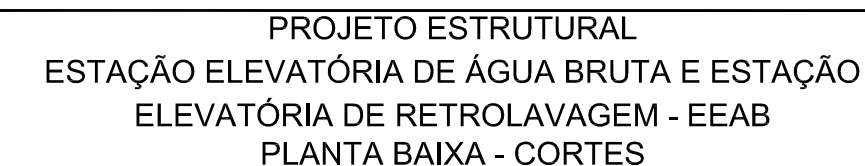
Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 02	PRANCHA Nº 02/07
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'AGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO		
	PROJETO EXECUTIVO PROJETO ESTRUTURAL ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM - EEAB PLANTA BAIXA - CORTES		

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0503ST-002-EST-R00.DWG	DATA:	JULHO/2017

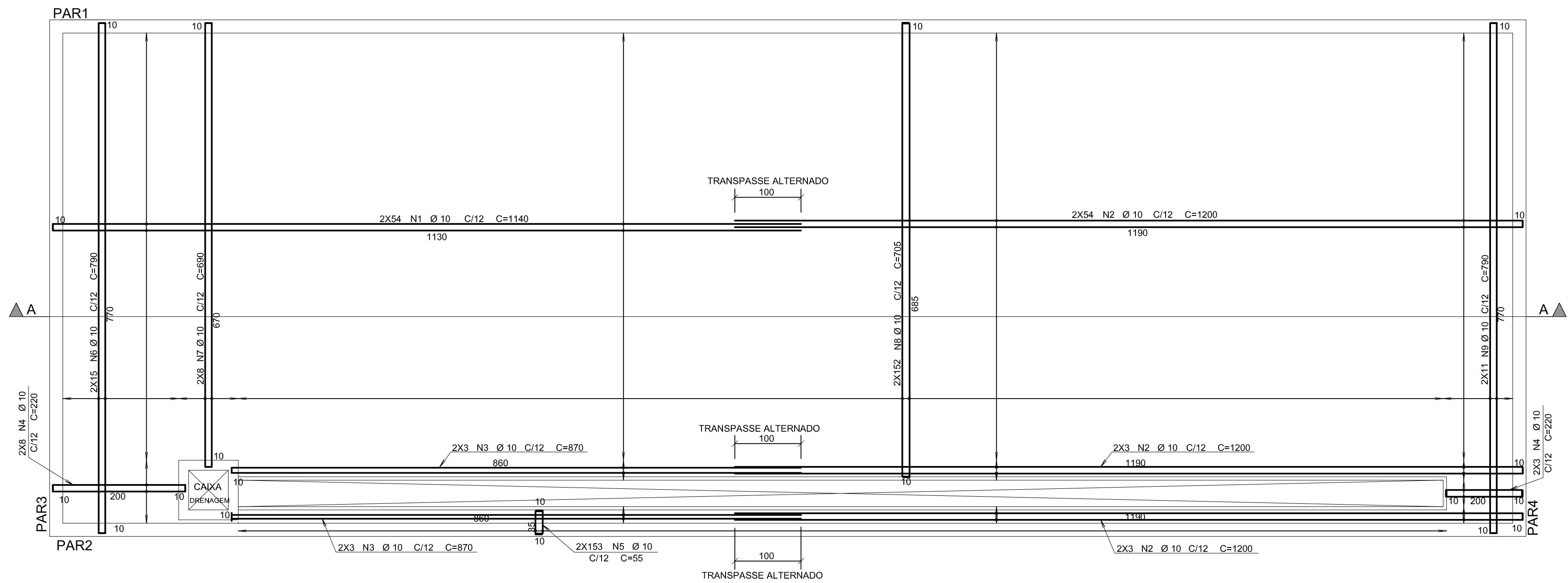


tanto na elaboração dos projetos quanto na execução da

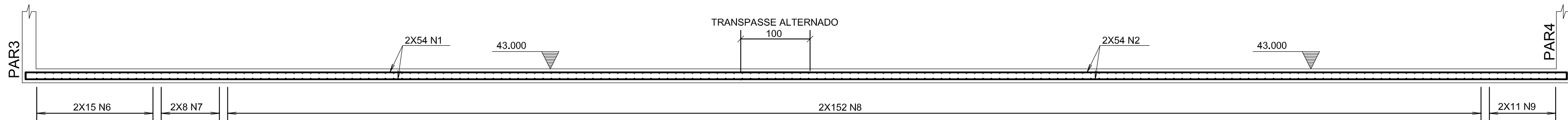
REVISÃO

DATA:	JUL 11 HQ/20
-------	--------------

VISTA SUPERIOR

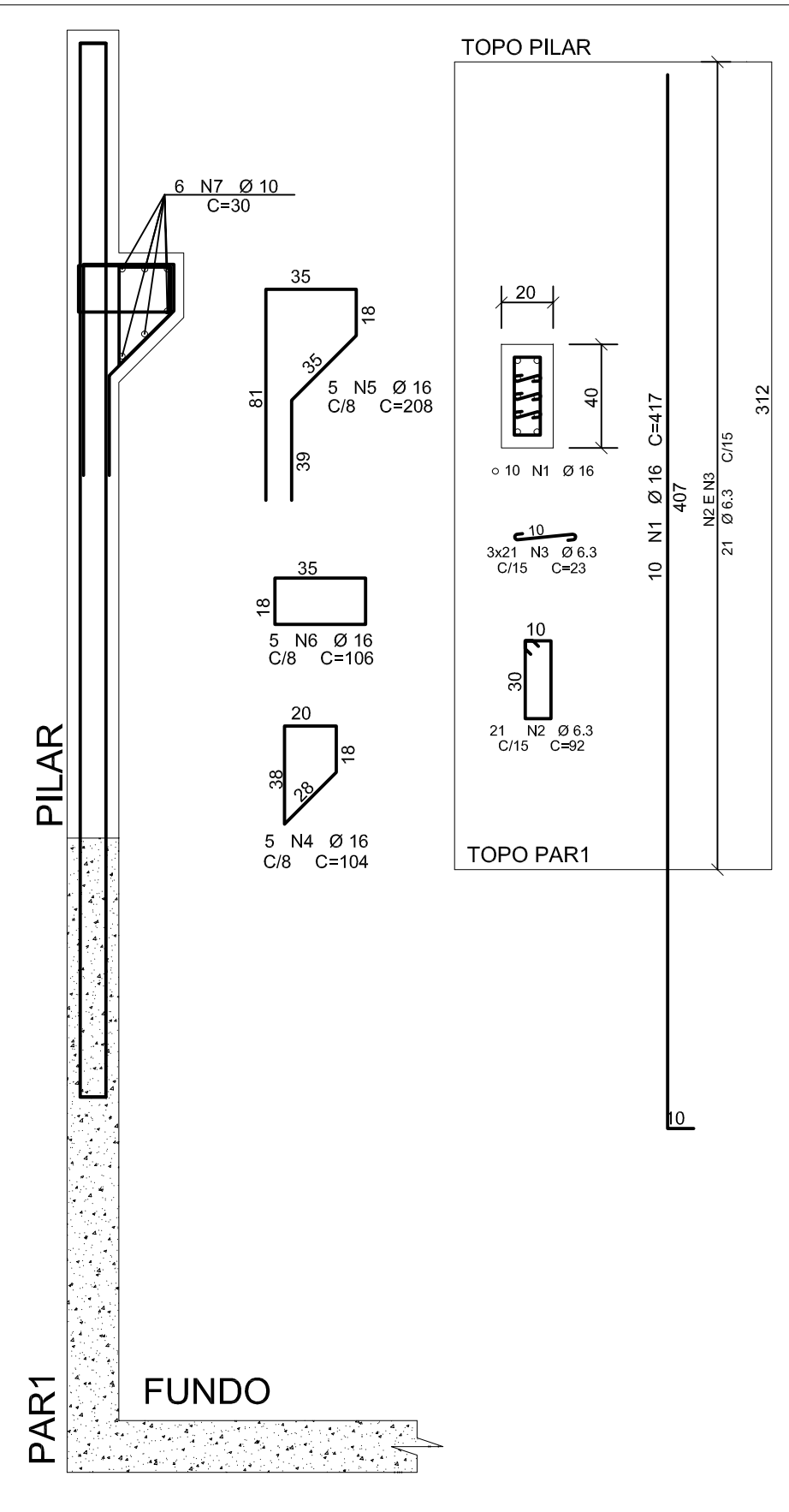


CORTE A-A



ARMAÇÃO DO FUNDO NÍVEL 43.000

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO PILARES - P4 À P9 (x6)

ESCALA - 1:25

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DO FUNDO NÍVEL 43.000					
50A	1	10	108	1140	123120
50A	2	10	120	1200	144000
50A	3	10	12	870	10440
50A	4	10	22	220	4840
50A	5	10	306	55	16830
50A	6	10	30	790	23700
50A	7	10	16	690	11040
50A	8	10	304	705	214320
50A	9	10	22	790	17380
ARMAÇÃO DO FUNDO NÍVEL 45.250					
50A	1	10	32	780	24960
50A	2	12,5	75	410	30750
50A	3	12,5	75	395	29625
50A	4	8	28	705	19330
50A	5	8	18	780	14040
50A	6	8	104	115	11960
50A	7	8	96	190	18240
ARMAÇÃO PILARES - P10 À P15 (x6) (X6)					
50A	1	16	60	398	23880
50A	2	6,3	126	92	11592
50A	3	6,3	378	23	8694
50A	4	16	30	104	3120
50A	5	16	30	208	6240
50A	6	16	30	106	3180
50A	7	10	36	30	1080
ARMAÇÃO PILARES - P4 À P9 (x6) (X6)					
50A	1	16	60	417	25020
50A	2	6,3	126	92	11592
50A	3	6,3	378	23	8694
50A	4	16	30	104	3120
50A	5	16	30	208	6240
50A	6	16	30	106	3180
50A	7	10	36	30	1080

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	406	101
50A	8	628	250
50A	10	5928	3735
50A	12.5	604	604
50A	16	740	1184
Peso Total	50A =		5874 kg

ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

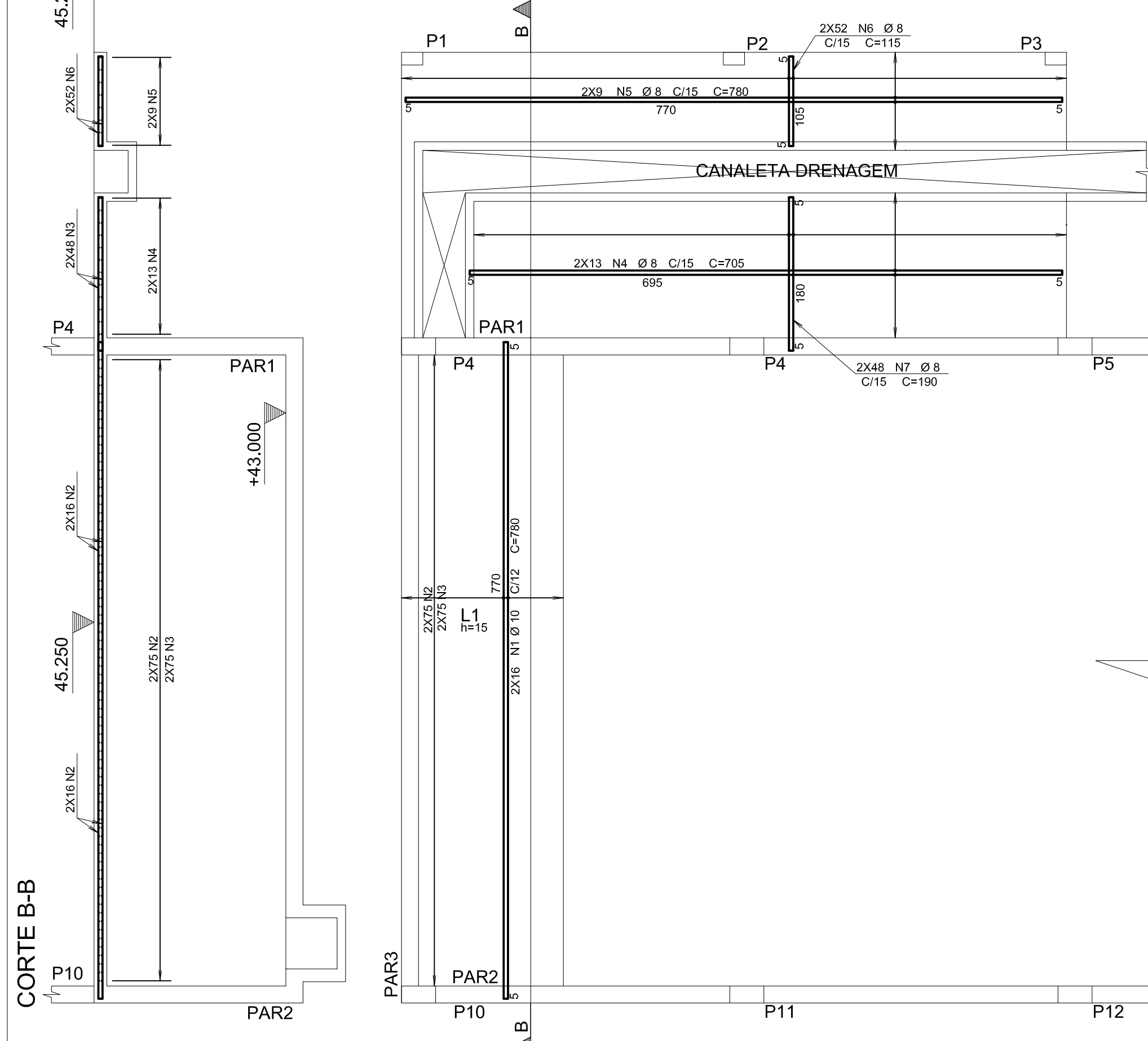
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <=0.45	Radier: 5.0cm
Consumo de Cimento : 350Kg/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
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 das obras

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

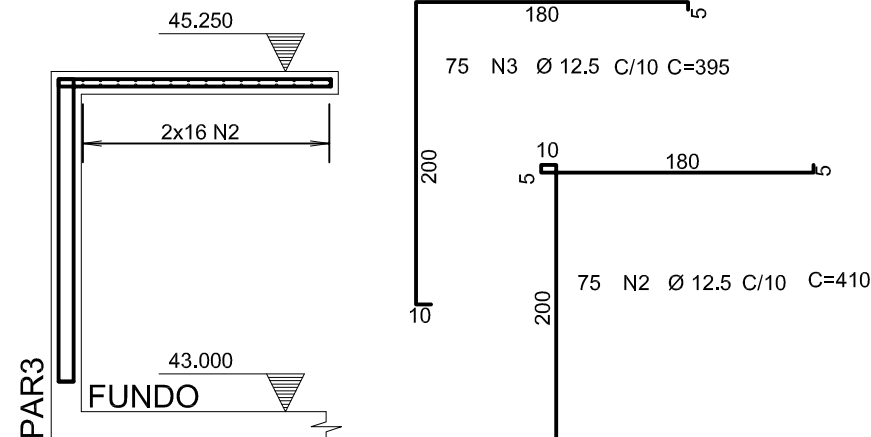
	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 02	PRANCHA Nº 04/07
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAUS E CHOROZINHO		
	PROJETO EXECUTIVO PROJETO ESTRUTURAL		
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM - EEAB ARMAÇÃO		

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0503ST-004-EST-R00.DWG	DATA:	JULHO/2017

VISTA SUPERIOR

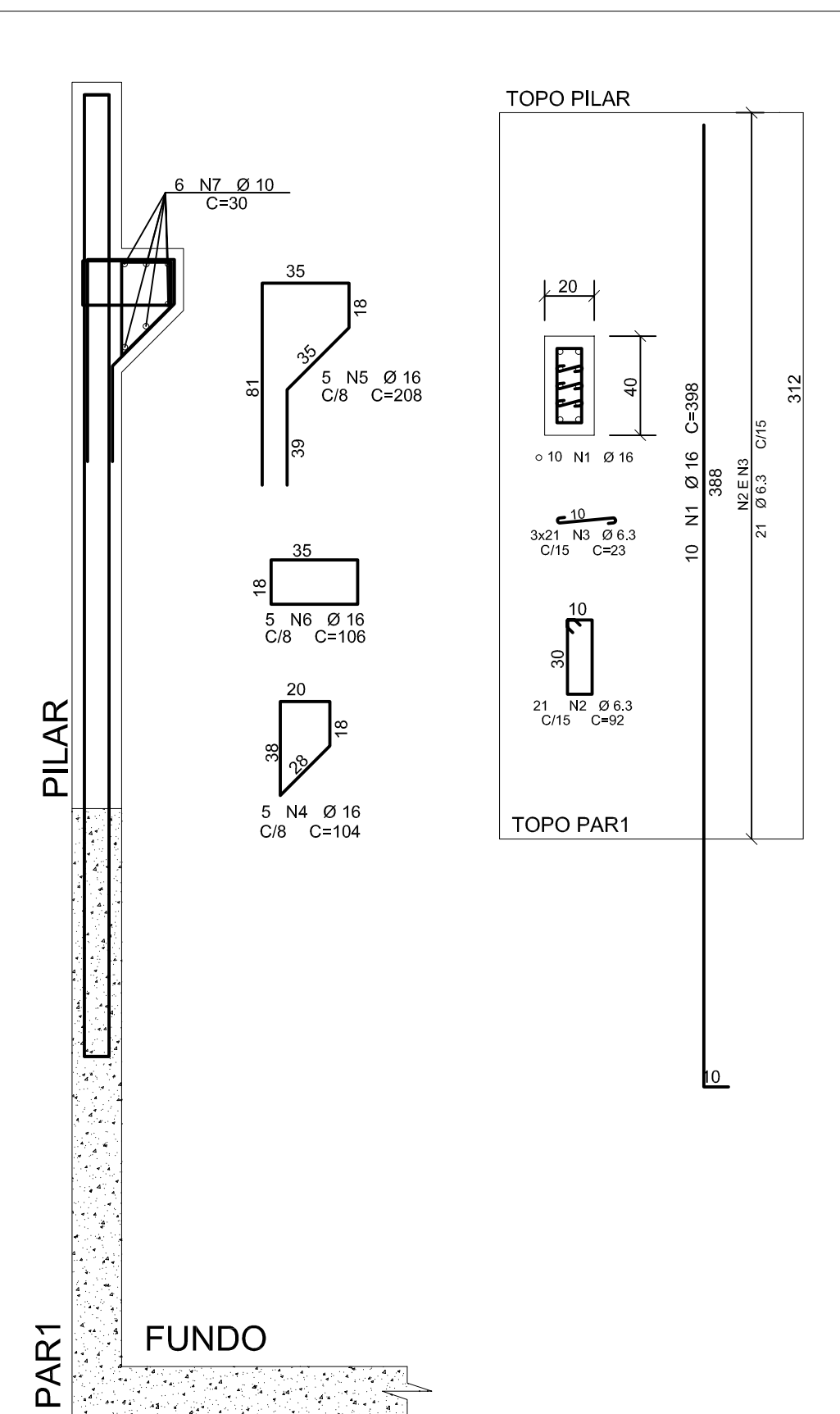


CORTE A-A



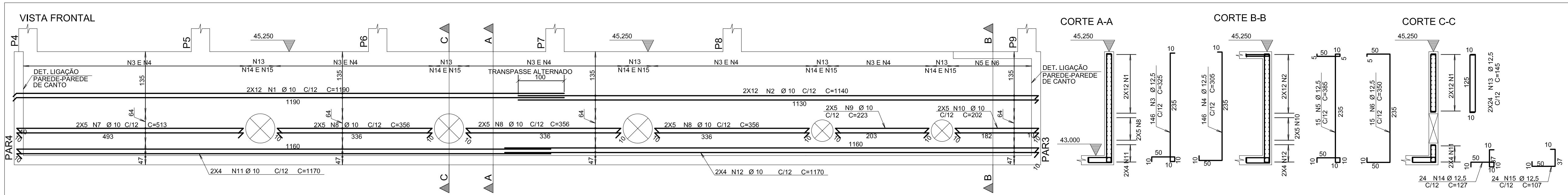
ARMAÇÃO DO FUNDO NÍVEL 45.250

ESCALA - 1:50



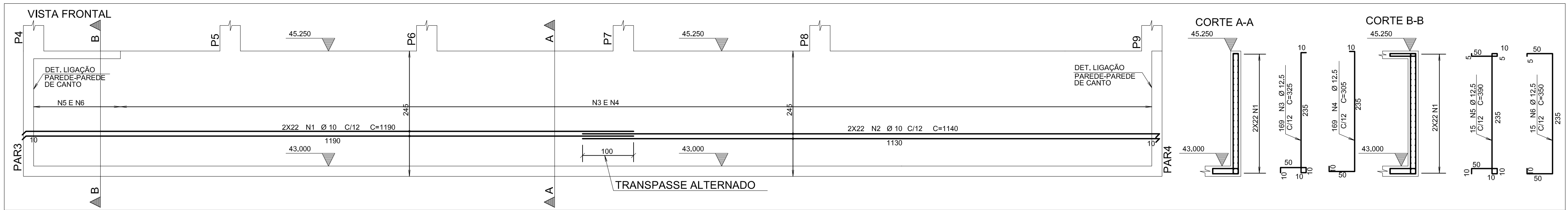
ARMAÇÃO PILARES - P10 À P15 (x6)

ESCALA - 1:25



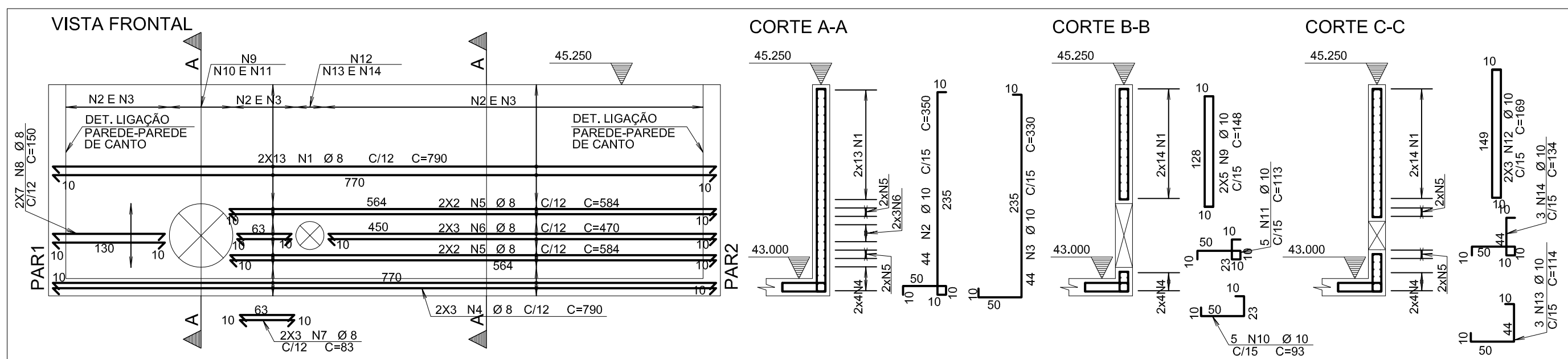
ARMAÇÃO PAREDE 2

ESCALA - 1:50



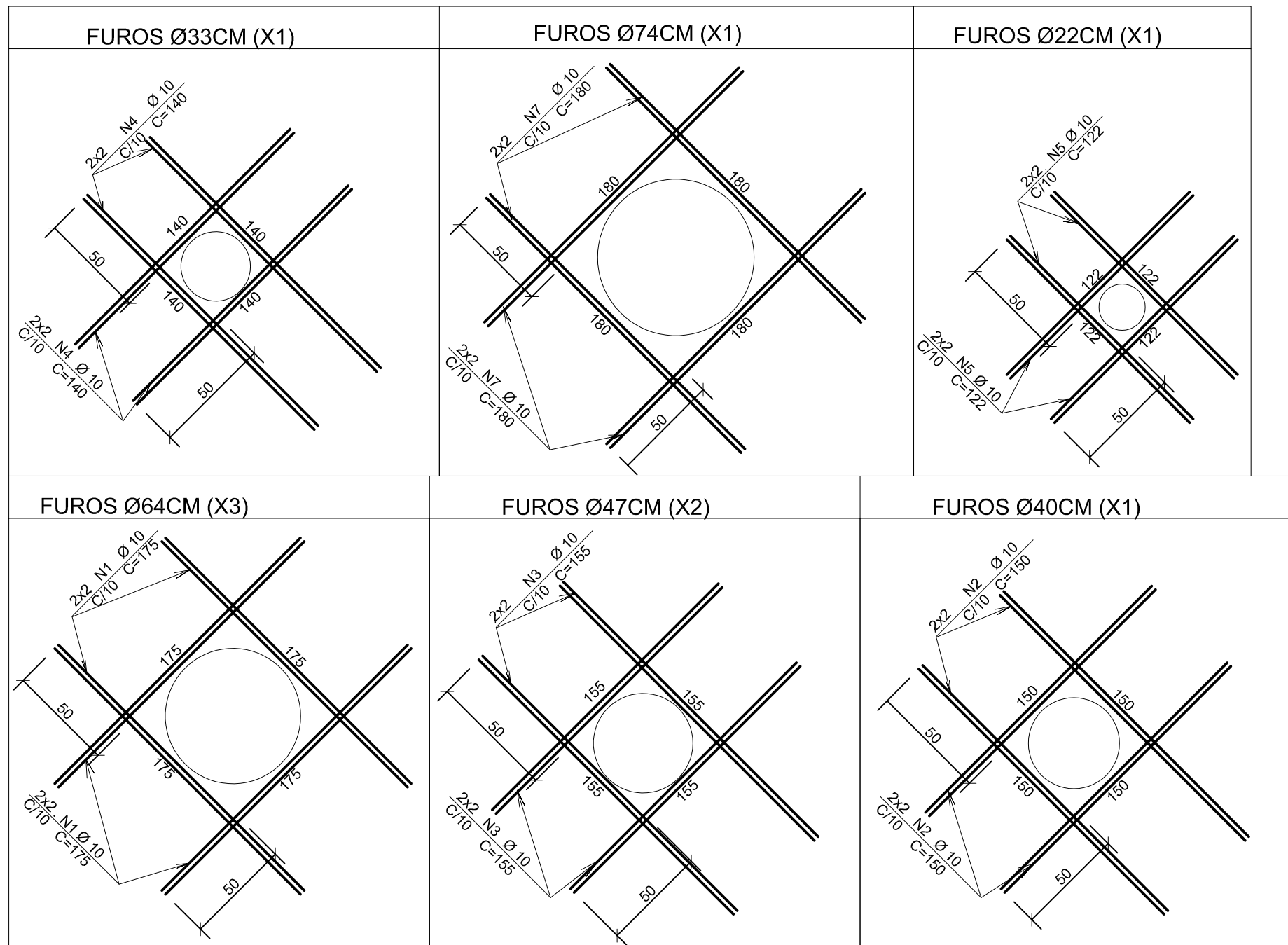
ARMAÇÃO PAREDE 1

ESCALA - 1:50



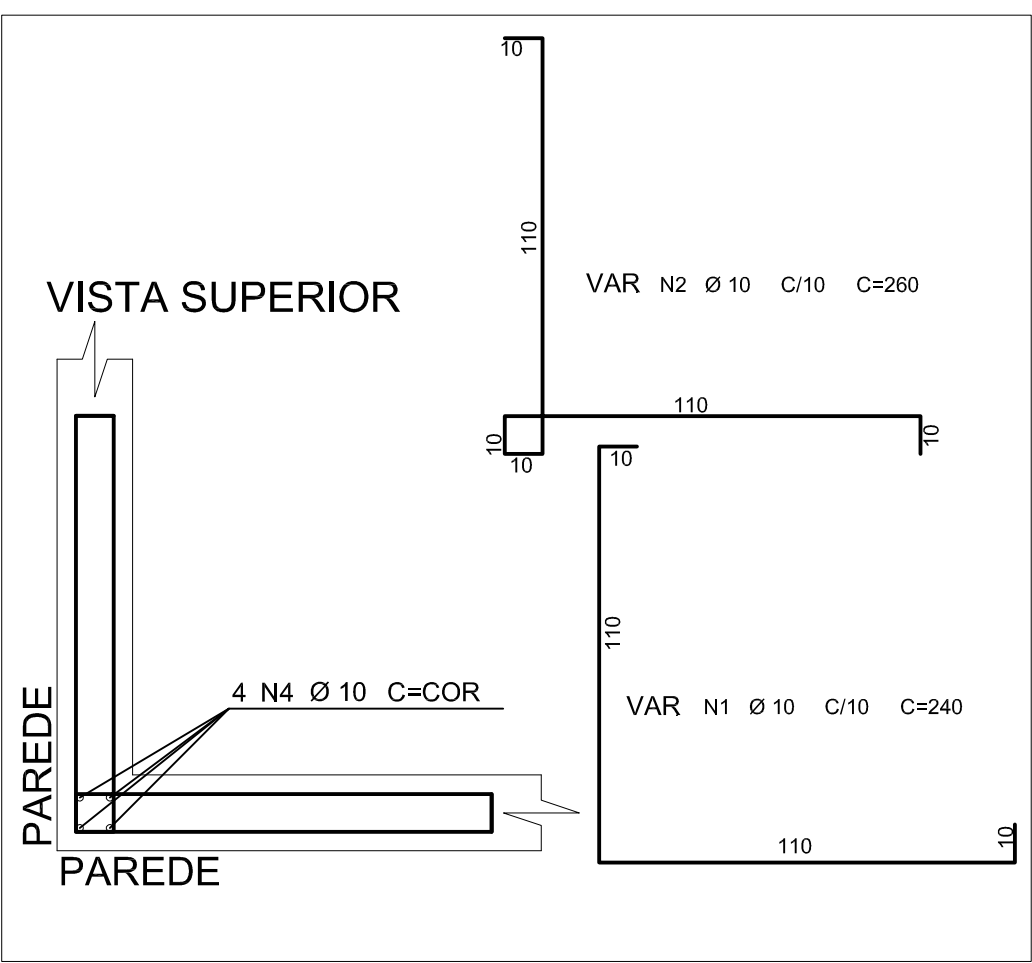
ARMAÇÃO PAREDE 4

ESCALA - 1:50



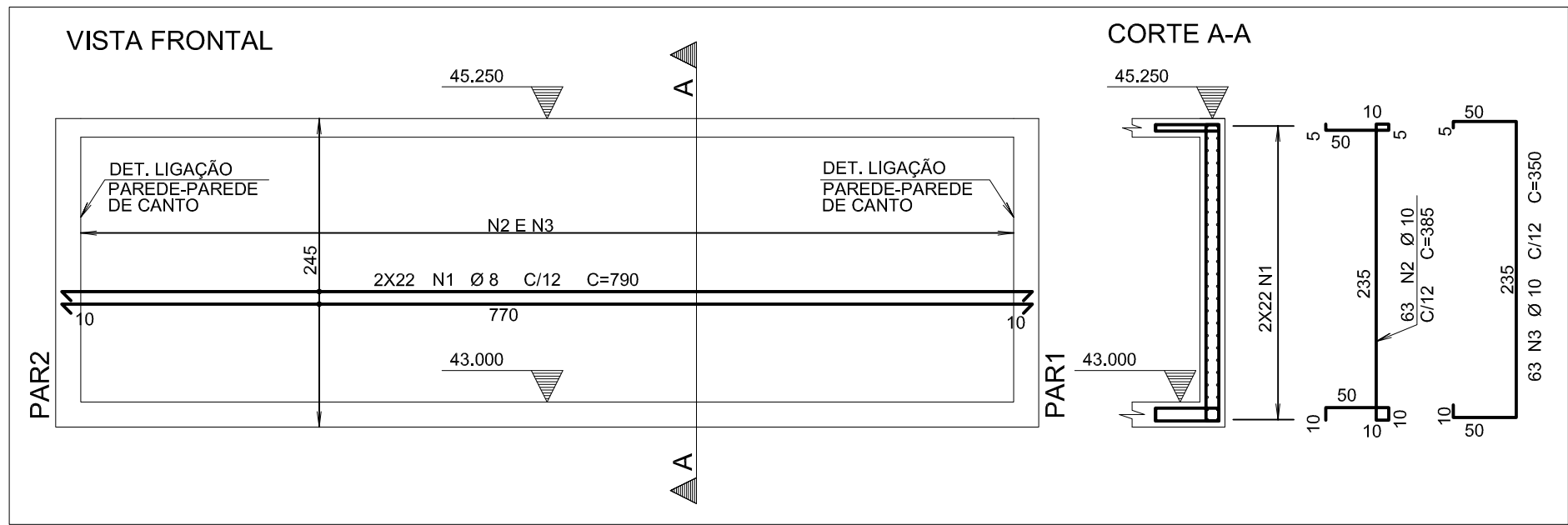
DETALHES FUROS

ESCALA - 1:25



DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE DE CANTO (VERTICAL)

ESCALA - 1:20



ARMAÇÃO PAREDE 3

ESCALA - 1:50

ÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
DETALHES FUROS					
50A	1	10	24	175	4200
50A	2	10	16	150	2400
50A	3	10	16	155	2480
50A	4	10	8	140	1120
50A	5	10	8	122	976
50A	7	10	180	180	1440
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE					
50A	1	10	94	240	22560
50A	2	10	94	260	24440
50A	4	10	4	-CORR-	3760
ARMAÇÃO PAREDE 1					
50A	1	10	44	1190	52360
50A	2	10	44	1140	50160
50A	3	12,5	169	325	54925
50A	4	12,5	169	305	51545
50A	5	12,5	15	390	5850
50A	6	12,5	15	350	5250
ARMAÇÃO PAREDE 2					
50A	1	10	24	1190	28560
50A	2	10	24	1140	27360
50A	3	12,5	146	325	47450
50A	4	12,5	146	305	44530
50A	5	12,5	15	385	5775
50A	6	12,5	15	350	5250
50A	7	10	10	513	5130
50A	8	10	30	356	10680
50A	9	10	223	2230	2230
50A	10	10	10	202	2020
50A	11	10	8	1170	9360
50A	12	10	8	1170	9360
50A	13	12,5	46	145	6660
50A	14	12,5	24	127	3048
50A	15	12,5	24	107	2568
ARMAÇÃO PAREDE 3					
50A	1	8	44	790	34760
50A	2	10	63	385	24255
50A	3	10	63	350	22050
ARMAÇÃO PAREDE 4					
50A	1	8	26	790	20540
50A	2	10	44	350	15400
50A	3	10	44	330	14520
50A	4	8	6	790	4740
50A	5	8	8	584	4672
50A	6	8	6	470	2820
50A	7	8	6	83	498
50A	8	10	14	150	2100
50A	9	10	10	148	1480
50A	10	10	5	93	465
50A	11	10	5	113	565
50A	12	10	6	169	1014
50A	13	10	3	114	342
50A	14	10	3	134	402

RESUMO AÇO CA 50-60			
ÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	701	281
50A	10	3411	2149
50A	12,5	2332	2332
Peso Total 50A =			4761 kg



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

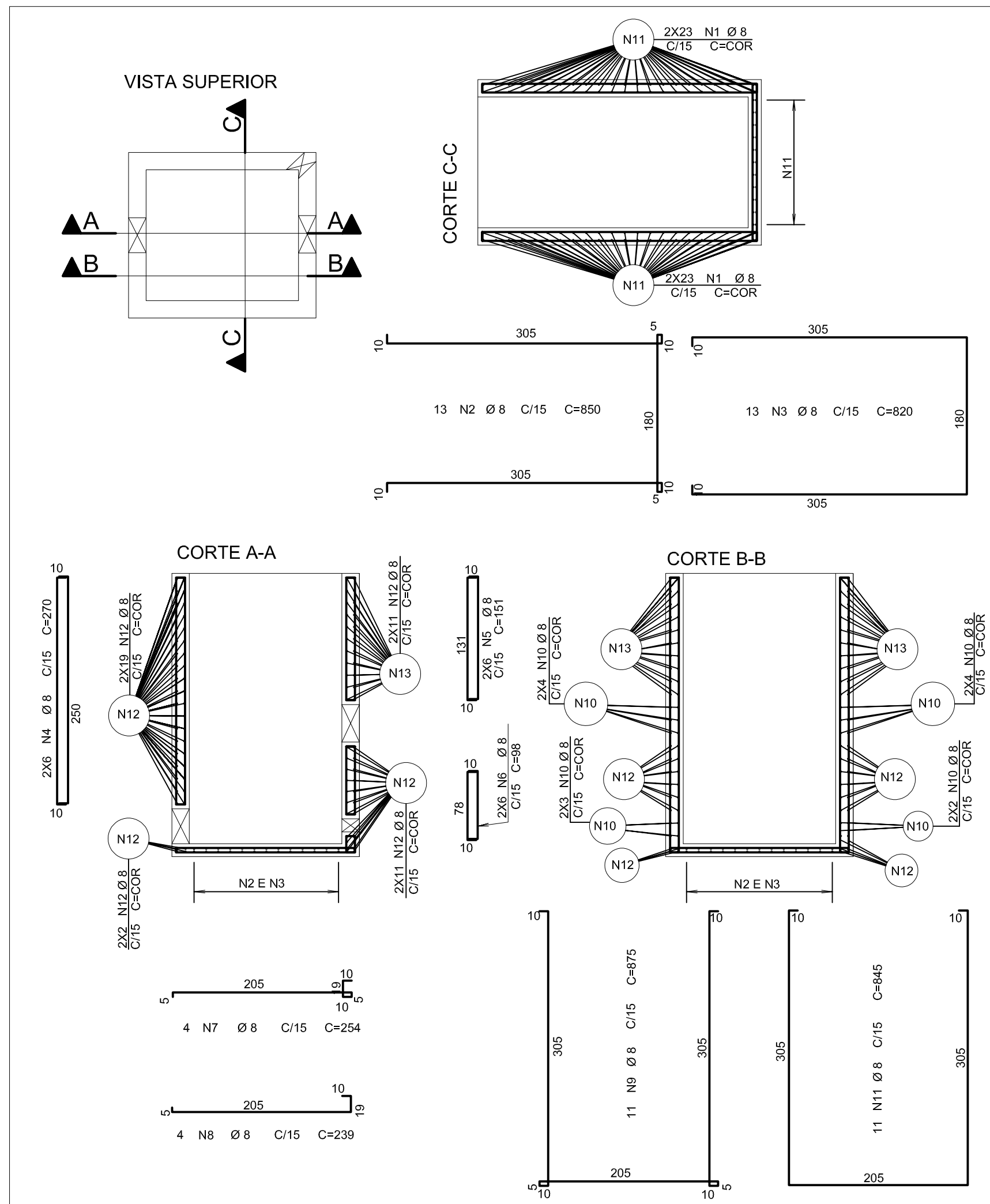
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <=0.45	Radier: 5.0cm
Consumo de Cimento : 350Kg/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
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 das obras

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

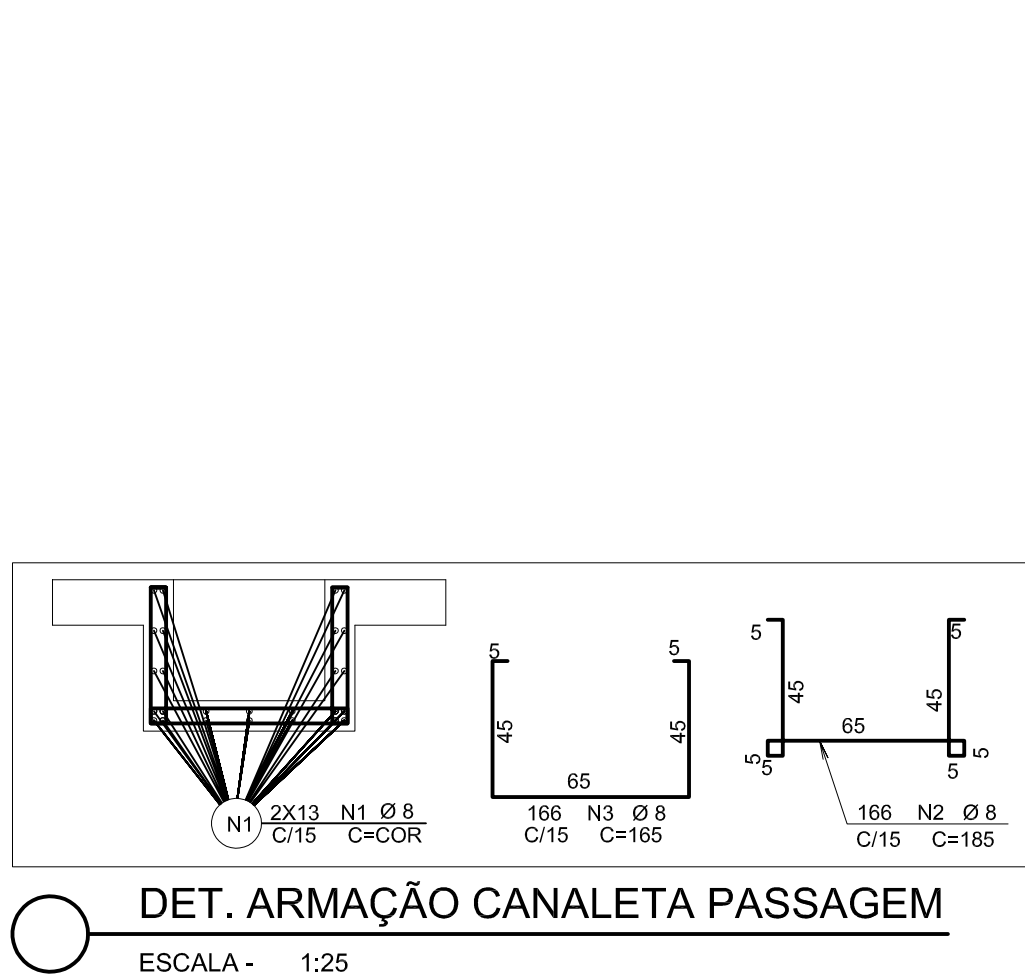
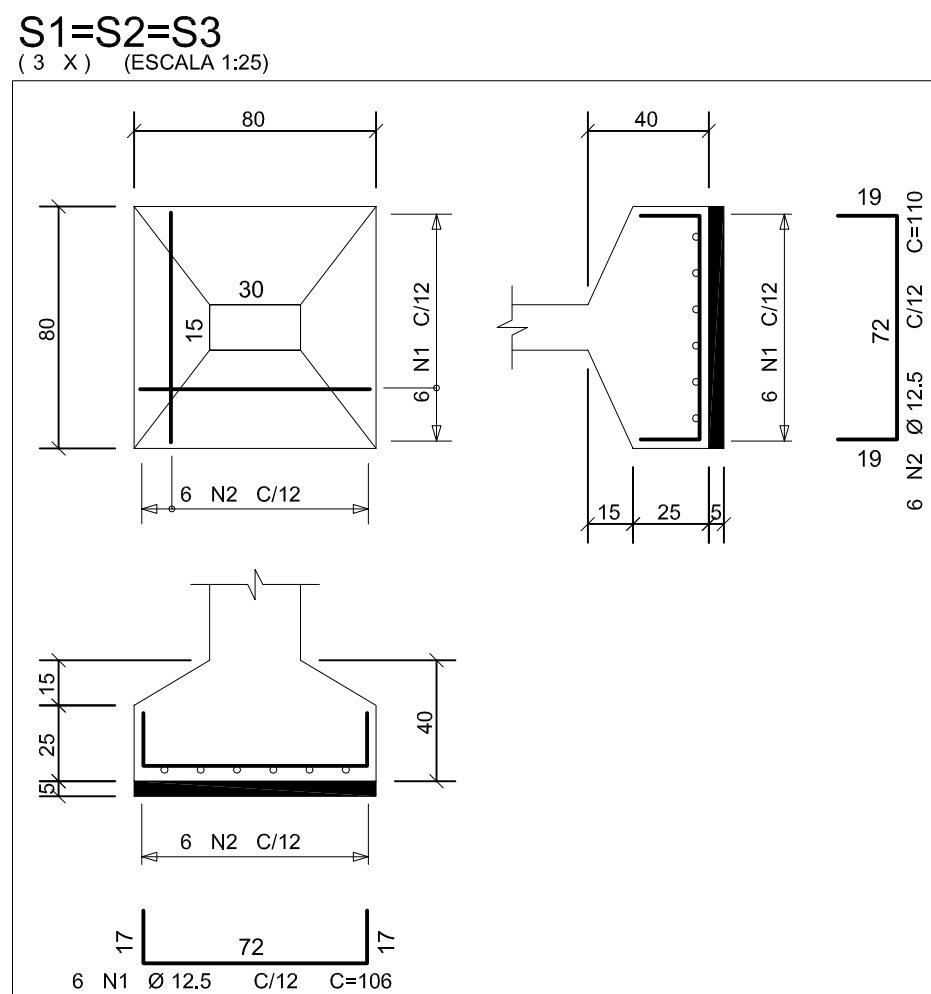
REVISÃO

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 02	PRANCHA Nº 05/07
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO	PROJETO EXECUTIVO PROJETO ESTRUTURAL ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM - EEAB ARMAÇÃO	

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE
ARQUIVO:	0503ST-005-EST-R00.DWG
ESCALA:	INDICADA
DATA:	JULHO/2017



ARMAÇÃO CAIXA DE DRENAGEM
ESCALA - 1:50



ACO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO (cm)	UNIT	TOTAL (cm)
P1=P2=P3 (X3)						
50A	1	12,5	18	167	3008	
60B	2	5	81	78	6318	
60B	3	5	81	22	1782	
50A	4	12,5	18	312	5616	
S1=S2=S3 (X3)						
50A	1	12,5	18	106	1908	
50A	2	12,5	18	110	1980	
ARMAÇÃO CAIXA DE DRENAGEM						
50A	1	8	92	-CORR-	18860	
50A	2	8	13	850	11050	
50A	3	8	13	820	10660	
50A	4	8	12	270	3240	
50A	5	8	12	151	1812	
50A	6	8	12	98	1176	
50A	7	8	4	254	1016	
50A	8	8	4	239	956	
50A	9	8	11	875	9625	
50A	10	8	26	-CORR-	3380	
50A	11	8	11	845	9295	
50A	12	8	86	-CORR-	14620	
ARMAÇÃO CAIXA DE DRENAGEM						
50A	1	8	48	80	3840	
50A	2	8	10	240	2400	
50A	3	8	10	220	2200	
DET. ARMAÇÃO CANALETA						
50A	1	8	26	2525	65650	
50A	2	8	123	185	22755	
50A	3	8	123	165	20295	
DET. ARMAÇÃO CANALETA PASSAGEM						
50A	1	8	26	-CORR-	64090	
50A	2	8	166	185	30710	
50A	3	8	166	165	27390	

RESUMO AÇO CA 50-60			
ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	81	13
50A	8	3250	1300
50A	12,5	125	125
Peso Total	60B =		13 kg
Peso Total	50A =		1425 kg

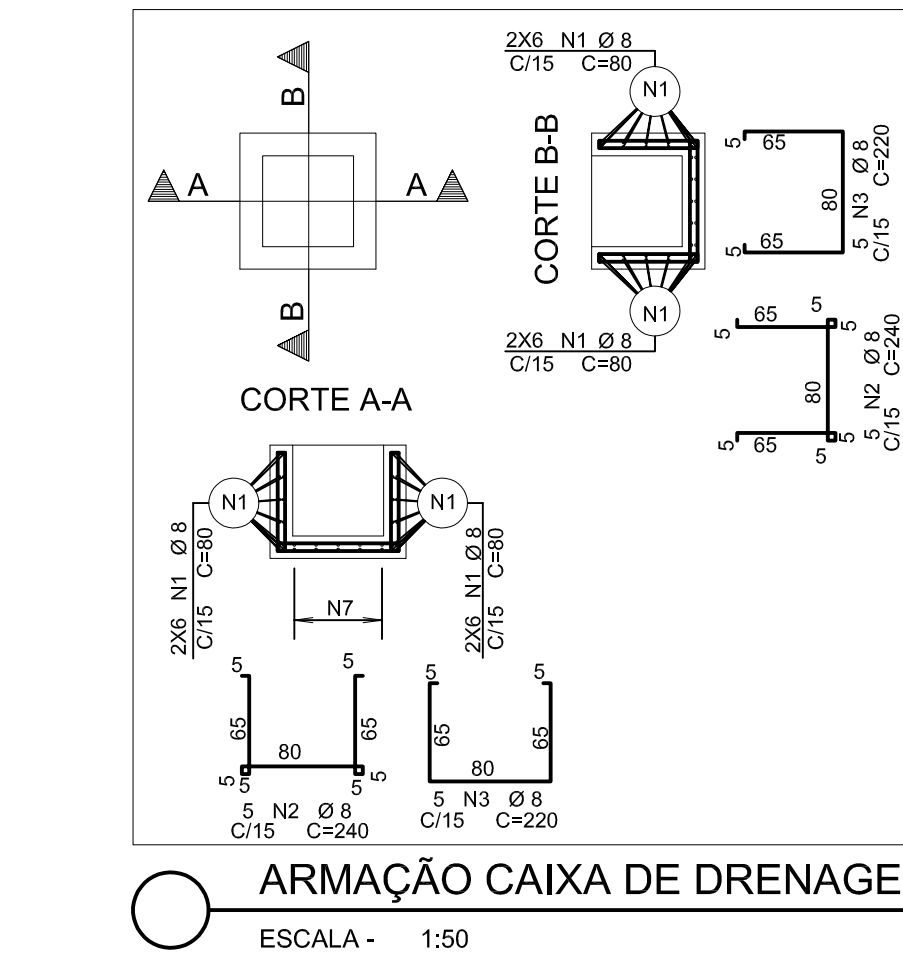


NOTAS :		
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm	Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <=0.45	Radier: 5.0cm	
Consumo de Cimento : 350Kg/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : 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 das obras	

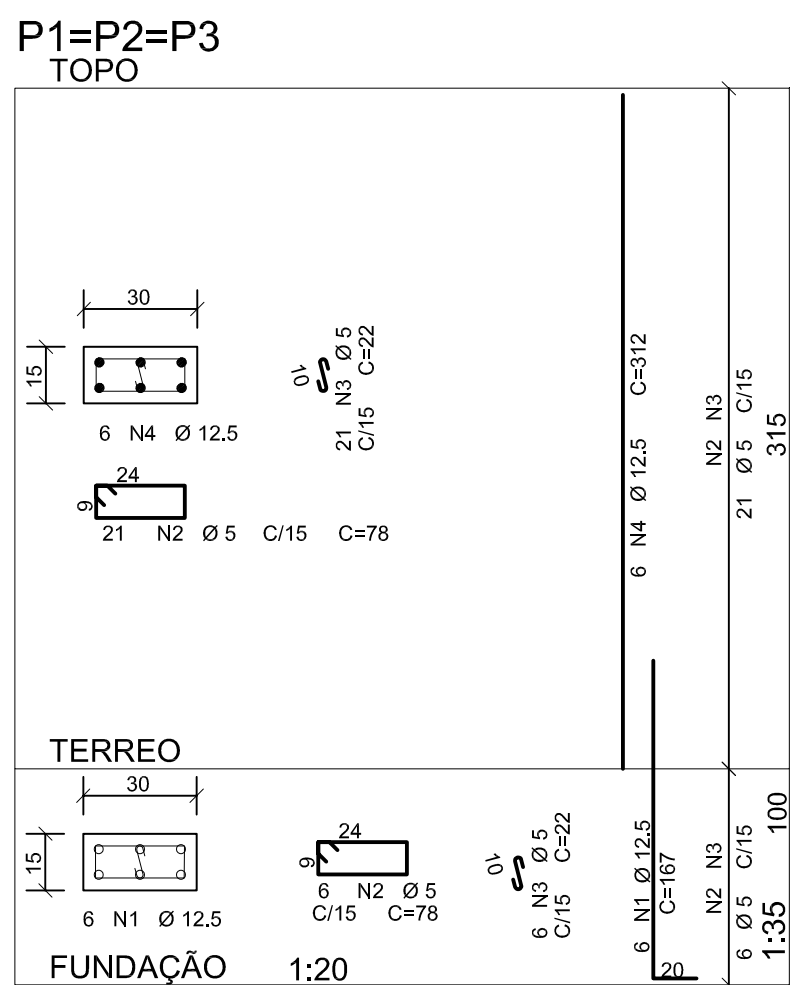
Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO			

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE
ARQUIVO:	0503ST-006-EST-R00.DWG
ESCALA:	INDICADA
DATA:	JULHO/2017

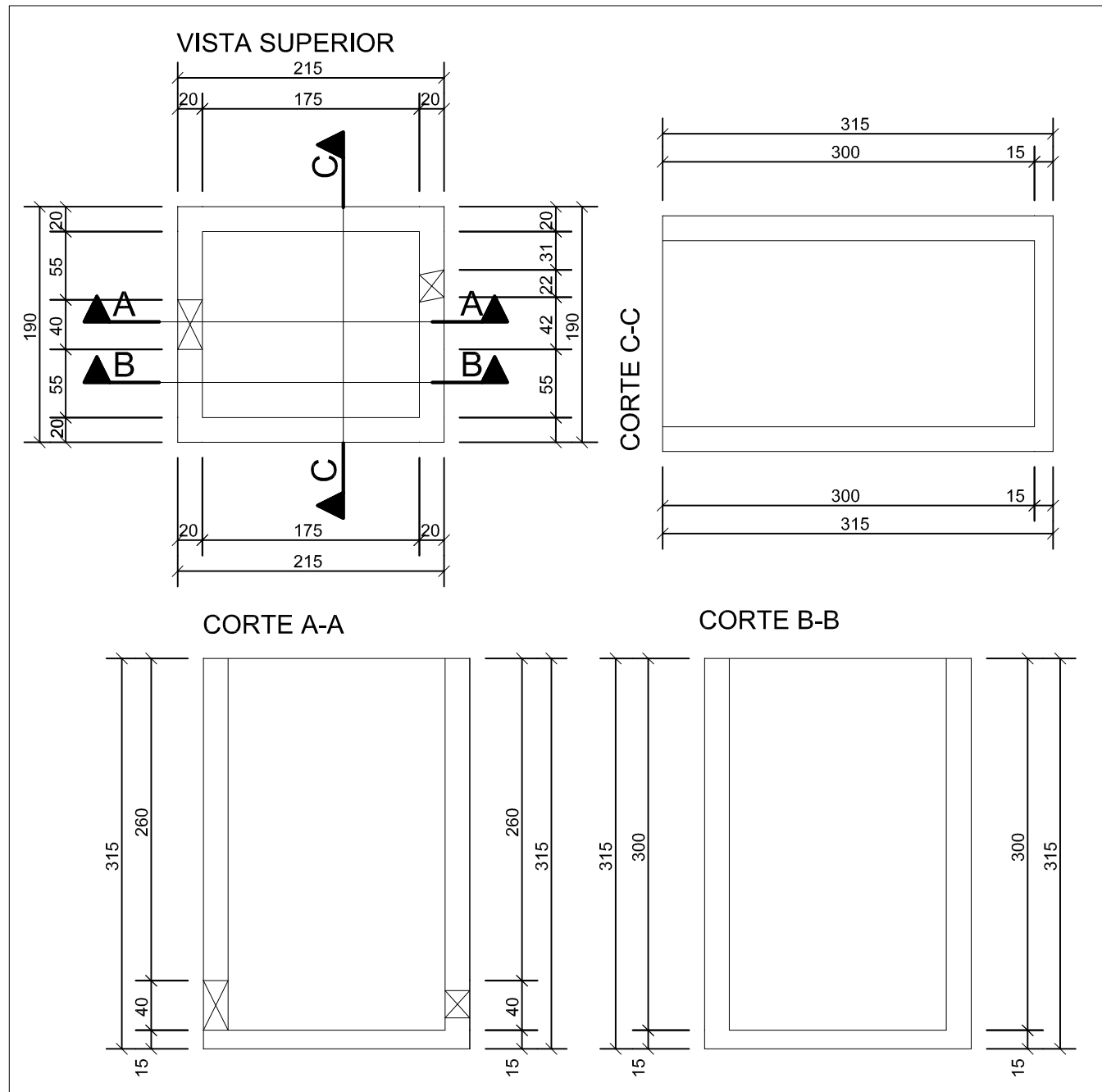


ARMAÇÃO CAIXA DE DRENAGEM
ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO CAIXA DE DRENAGEM
ESCALA - 1:50

FORMAS DA CAIXA D



FORMAS DA CAIXA D
ESCALA - 1:50

[illegible]

Technical drawing of a reinforced concrete slab (Corte A) showing dimensions, reinforcement details, and section views.

Dimensions and Reinforcement:

- Top reinforcement: 3 N1 Ø 10 C=320 (left), 3 N2 Ø 10 C=1160 (middle), 3 N3 Ø 10 C=895 (right).
- Bottom reinforcement: 3 N4 Ø 10 C=830 (left), 3 N5 Ø 10 C=810 (middle), 2 N6 Ø 10 C=710 (right).
- Vertical spacing: 18 Ø 5 C/20 (345) for the first four bays, 31 Ø 5 C/20 (610) for the last bay.
- Section views: A-A (left), B-B (right).
- Detail views: 9 (top right), 10 (bottom right).

[illegible][illegible]

Technical drawing of a reinforced concrete slab (Losa) showing top and side views.

Top View:

- Overall dimensions: 774 cm (width) x 360 cm (length).
- Reinforcement bars: 3 N1 Ø 10, 18 Ø 5 C/20 (347), 3 Ø 10.
- Central cutout (P1) and side cutouts (P2, P3).

Side View (Corte A):

- Slab thickness: 36 cm.
- Reinforcement bars: 3 Ø 10, 18 Ø 5 C/20 (343), 3 Ø 10.

[illegible]

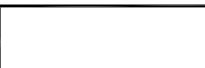
AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPROMISSO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
V1-TOPO					
50A	1	10	3	814	2442
50A	2	10	3	814	2442
60B	3	5	36	100	3600
V2-TOPO					
50A	1	10	3	320	960
50A	2	10	3	1160	3480
50A	3	10	3	895	2685
50A	4	10	3	830	2490
50A	5	10	3	810	2430
50A	6	10	5	710	3550
60B	7	5	103	100	10300
V3-TOPO					
50A	1	10	3	320	960
50A	2	10	3	1160	3480
50A	3	10	3	895	2685
50A	4	10	3	830	2490
50A	5	10	3	810	2430
50A	6	10	5	710	3550
60B	7	5	103	100	10300
V4-TOPO					
50A	1	10	3	630	1890
50A	2	10	3	555	1665
50A	3	10	3	800	2400
50A	4	10	3	380	1140
60B	5	5	54	100	5400
V5-TOPO					
50A	1	10	6	387	2322
60B	2	5	17	100	1700
V6-TOPO					
50A	1	10	3	824	2472
50A	2	10	3	820	2460
50A	3	10	2	540	1080
60B	4	5	43	100	4300
DET.TIPO DAS CINTAS DO TERREÇO 15x50					
50A	1	6,3	51	120	6120
50A	2	12,5	4	-CRR-	4040

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	356	57
50A	6,3	61	15
50A	10	515	324
50A	12,5	40	40
Peso Total	60B =	57 kg	
Peso Total	50A =	380 kg	

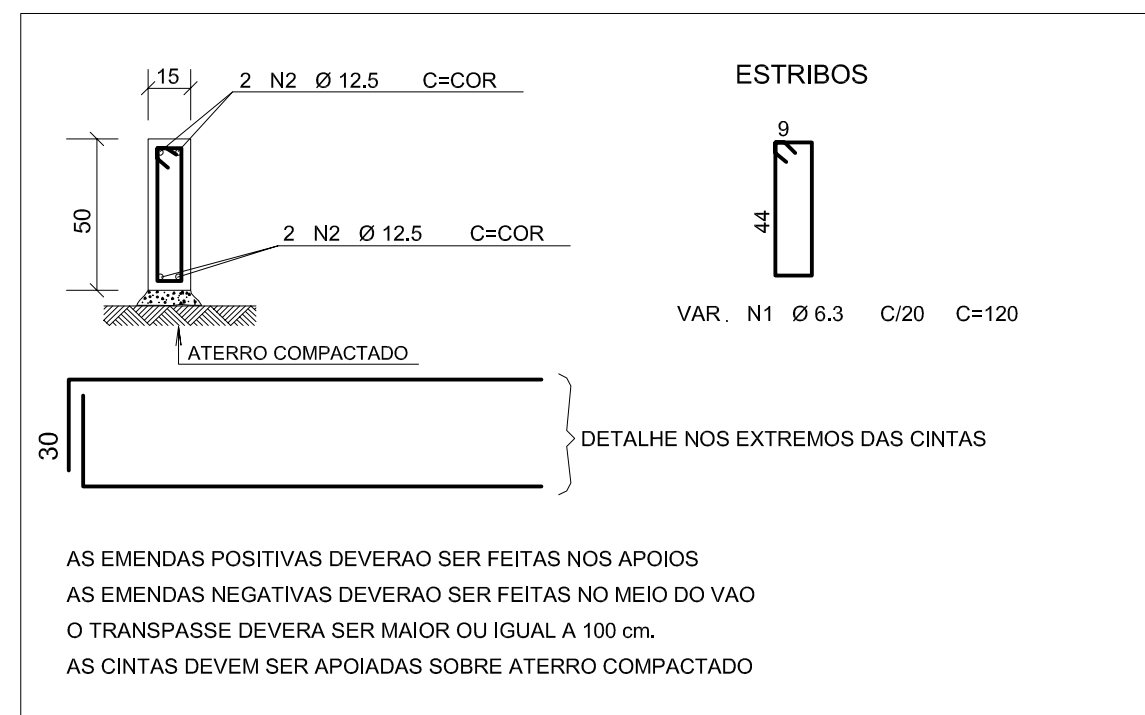


1 – Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm Sapatos: 5.0cm
2 – Concreto: Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade: Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento: A/C <=0,45	Radier: 5.0cm
Consumo de Cimento: 350Kg/m³	13 – Norma de fôrmas e escoramentos: NBR 15686/2009
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 das obras

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		DESENHO 02	PRANCHA Nº 07/07
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'AGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO			
	PROJETO EXECUTIVO			
	PROJETO ESTRUTURAL			
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM - EEAB ARMADAÇÃO			

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D 		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0503ST-007-EST-R00.DWG	DATA:	JULHO/2017



DET.TIPO DAS CINTAS DO TÉRREO 15x50
ESCALA - 1:25



ART

2. ART



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

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do ES

CREA-ES

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço

0820180108108

ART Individual

1. Responsável Técnico

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

Empresa contratada: ML PROJETOS EIRELI ME

RNP: 0800128168

Registro: ES-011840/D

Registro: 14177



2. Dados do Contrato

Contratante: COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

Rua: AVENIDA AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Complemento:

Cidade: FORTALEZA

Telefone: 8531011769

Contrato: 74/2017

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

UF: CE

Nº do Aditivo: 0

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

CPF/CNPJ: 07040108000157

Nº:

CEP: 60422700

Bairro: AEROPORTO

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: AVENIDA AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Complemento:

Cidade: FORTALEZA

Data de início: 26/06/2017

Proprietário: COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

Bairro: AEROPORTO

UF: CE

Prev. Término: 18/12/2017

Nº:

Quadra Lote

CEP: 60422700

Coord. Geogr.:

CPF/CNPJ: 07040108000157

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 13472

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: 202 - FUNDAÇÕES, 222 - ESTRUTURAS DE CONCRETO, 2001 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

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 E DE FUNDAÇÃO DAS SEGUINTE ESTRUTURAS: OBRA DE CAPTAÇÃO, EE DE ÁGUA BRUTA E DE RETROLAVAGEM, ESCRITÓRIO, LABORATÓRIO, CASA DE QUÍMICA E CLORAÇÃO, RESERVATÓRIO ELEVADO 1.000M, EE DE ÁGUA TRATADA, RESERVATÓRIO APOIADO 10.000M³, TANQUE HIDROPNEUMÁTICO E MACROMEDIDOR HORIZONTE, CASA DO VIGIA, REL 1 500M³, REL 2 500M³, RADIER PARA RAP EM AÇO 2.500M³, TANQUE HIDROPNEUMÁTICO E MACROMEDIDOR PACAJUS.

6. Declarações

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.

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



Valor ART: R\$ 82,94

Registrada em: 04/10/2018

Data de pagamento: 04/10/2018

Valor Pago: R\$ 82,94

Nosso Número: 14000000002072578