Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia
GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Fortaleza - CE
Sub-bacia CE-6

Projeto Estrutural do Remanescente do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sub-bacia CE-6

VOLUME VII
Projeto Estrutural

Cagece

JULHO/2019

EQUIPE TÉCNICA

Produto: Projeto Estrutural do Remanescente do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sub-bacia CE-6

Gerente de Projetos

Engª. 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 da ML Engenharia & Projetos

Engº. Carlos Raphael Monteiro Lemos

Engenheiro Analista da GPROJ

Engº. Victor Gurgel Reis

Edição

Janis Joplin Saara Moura Queiroz

Arquivo Técnico

Patrícia Santos Silva

Colaboração

Ana Beatriz Caetano de Oliveira

Gleiciane Cavalcante Gomes

I - APRESENTAÇÃO

O presente relatório consiste no *Projeto Básico do Remanescente do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sub-Bacia CE-6*, integrante do Programa SANEAR II. O projeto original foi elaborado em 2005 pela empresa VBA Tecnologia e Engenharia S/A e foi adequado pela Cagece em 2008.

O projeto em questão já contempla às alterações na Av. Alberto Craveiro e na Av. Paulino Rocha.

No projeto em questão, também foi considerada a execução das estações elevatórias 2 e 3 nas áreas onde funcionam hoje ETE's do tipo Decanto Digestor, sem afetar a funcionalidade desse tratamento até a finalização, de pelo menos, do sistema de bombeamento e que a rede desta sub-bacia já esteja em funcionalidade. Foi considerada também, a desativação destes Decantos Digestores, contemplando esgotamento, aterro, demolição das estruturas externas e urbanização, viabilizando a execução total das estações elevatórias.

Portanto, este descritivo apresenta detalhadamente o remanescente com as adequações realizadas na Rede Coletora e Estações Elevatórias, integrantes do Sistema de Esgotamento Sanitário da bacia CE-6, embora a maior parte do sistema seja original da VBA. Este projeto será apresentado em 7 (sete) volumes assim organizados:

- VOLUME I – Relatório Geral, Memória de Cálculo e Desapropriação.
- VOLUME II – Peças Gráficas:
    - TOMO I;
    - TOMO II.
- VOLUME III – Projeto Elétrico.
- VOLUME IV – Relatório de Sondagem:
    - TOMO I;
    - TOMO II.
- VOLUME V – Orçamento.
- VOLUME VI – Especificações Técnicas.
- **VOLUME VII – Projeto Estrutural.**

Memória de Cálculo EE-02

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – EE-02

Serra/ES

31 de Maio de 2019

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da EE-02.

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:

- 10-13.35_SES-BACIA CE6_EE-02_01-04.10_ARQ

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: estação elevatória EE-02.

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

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

Documentos técnicos e livros como:

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

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 40 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 0.2 mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 2˚ Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%

  - Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

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

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

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

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

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

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 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:

$d_{máx} \leq 1{,}2\ c_{nom}$

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.

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

Coeficientes de ponderação (γg, γq), fatores de combinação (ψq), e fatores de redução ($\psi 1$, $\psi 1$) para:

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

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	γg	γg	γg
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	γq	γq	γq
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
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

γt = 18,00 kN/m³ Godoy, 1972

ø = 0° K0 = 1,00 K0 = 1 - sen ø

p= K0.γt.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

2.1 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):

$$M_R = af_{ct} I_o \,/ y_t \, [tf.m] \qquad (1)$$

Calculando teremos, M_r para um fck = 40 MPa e h variado igual à:

- h=15cm ; M_r = 2.60tf.m
- h=20cm ; M_r = 3,46tf.m

Armadura mínima prevista em norma:

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

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 ρ_{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, γ_c = 1,4 e γ_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 fck = 40MPa, b=100cm, seção retangular e h variado igual à:

- h=15cm ; $A_{s,min}$ = 2,60cm²/m Ø6.3 C/10 ou Ø8 C/18
- h=20cm ; $A_{s,min}$ = 4,60cm²/m Ø8 C/12 ou Ø10 C/20

2.2 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

- Estação elevatória EE-02:

Paredes: 20 cm

Fundo: 20 cm

Tampa: 20cm

2.3 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 * SPT Médio (kgf/m²)

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

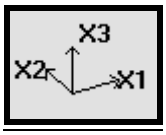
Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm³)	Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	5,30
0,80	1,84	2,70	5,40
0,85	1,93	2,75	5,50
0,90	2,02	2,80	5,60
0,95	2,11	2,85	5,70
1,00	2,20	2,90	5,80
1,05	2,29	2,95	5,90
1,10	2,38	3,00	6,00
1,15	2,47	3,05	6,10
1,20	2,56	3,10	6,20
1,25	2,65	3,15	6,30
1,30	2,74	3,20	6,40
1,35	2,83	3,25	6,50
1,40	2,92	3,30	6,60
1,45	3,01	3,35	6,70
1,50	3,10	3,40	6,80
1,55	3,19	3,45	6,90
1,60	3,28	3,50	7,00
1,65	3,37	3,55	7,10
1,70	3,46	3,60	7,20
1,75	3,55	3,65	7,30
1,80	3,64	3,70	7,40
1,85	3,73	3,75	7,50
1,90	3,82	3,80	7,60
1,95	3,91	3,85	7,70
2,00	4,00	3,90	7,80
2,05	4,10	3,95	7,90
2,10	4,20	4,00	8,00

Fonte: Safe, Morrison (1993)

Adotamos uma taxa de solo de 1,0Kgf/cm².

3.0 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO

3.1 FUNDO



Linha	Valor
	-14.5
	-12.6
	-10.7
	-8.8
	-6.9
	-5.0
	-3.1
	-1.2
	2.6
	4.5
	6.4
	8.3
	10.2

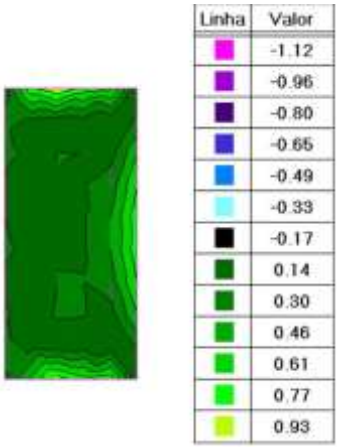
FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)

Linha	Valor
	-22.0
	-18.9
	-15.7
	-12.5
	-9.4
	-6.2
	-3.0
	3.3
	6.4
	9.6
	12.8
	15.9
	19.1

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

Linha	Valor
	-5.12
	-4.47
	-3.83
	-3.18
	-2.53
	-1.89
	-1.24
	-0.59
	0.70
	1.35
	1.99
	2.64
	3.28

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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,mín (cm²/m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	40	3,83	8,30	20	5,3	0,4	4,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV

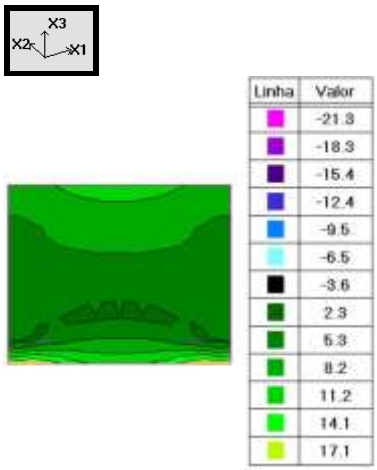
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	16	12,0	16,76
As2 (cm²/m)	7,16	16	12,0	16,76

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,150	0,000	0,087

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	40	3,83	8,3	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	30.105	3,51	2,25	17,30	12,00	207,60
αs	ρri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
6,98	0,009685064	0,367	5,40	145,70	0,00	0,04916809	0,180774821

FUNDO – FORÇA E MOMENTO

3.2 PAREDE



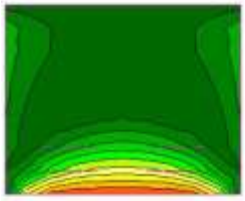
PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)

Linha	Valor
	-5.5
	-4.3
	-3.1
	-1.9
	-0.7
	1.8
	3.0
	4.2
	5.4
	6.6
	7.8
	9.0
	10.2

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

Linha	Valor
	-6.62
	-5.76
	-4.89
	-4.03
	-3.17
	-2.30
	-1.44
	-0.58
	1.15
	2.01
	2.87
	3.73
	4.60

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



Linha	Valor
	-1.51
	-1.07
	-0.63
	0.25
	0.69
	1.13
	1.57
	2.00
	2.44
	2.88
	3.32
	3.76
	4.20

PAREDE – 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,mín (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	40	3,76	9,00	20	5,3	0,4	4,60	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)	-	16	12,0	16,76
As2 (cm²/m)	6,84	16	12,0	16,76

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,148	0,000	0,083

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	40	3,76	9	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	30.105	3,51	2,25	17,30	12,00	207,60
αs	ρri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
6,98	0,009685064	0,372	5,46	140,14	0,00	0,04548735	0,173876772

PAREDE – FORÇA E MOMENTO

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

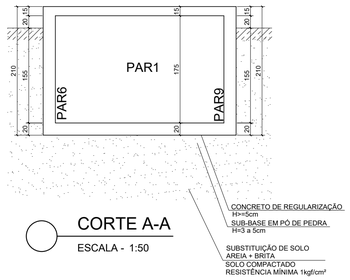
CREA-ES 011840/D

Peças Gráficas

PEÇAS GRÁFICAS

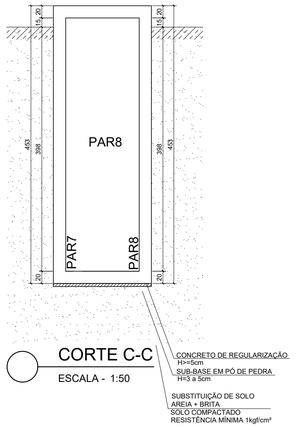
Relação de Plantas:

DESENHO:	PRANCHA:	TÍTULO:
01	01/03	Estação Elevatória EE-02 – Formas e Cortes
01	02/03	Estação Elevatória EE-02 – Armação
01	03/03	Estação Elevatória EE-02 – Armação



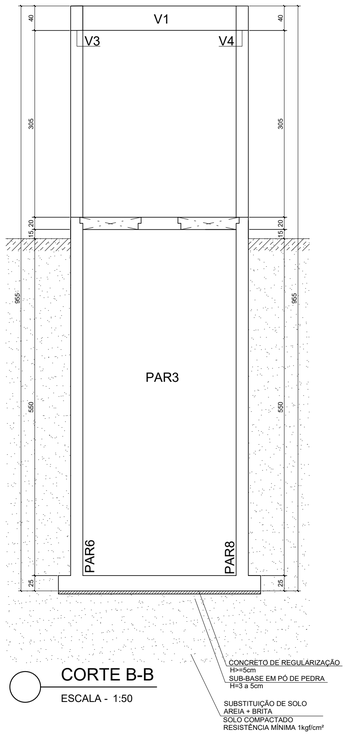
CORTE A-A

ESCALA - 1:50



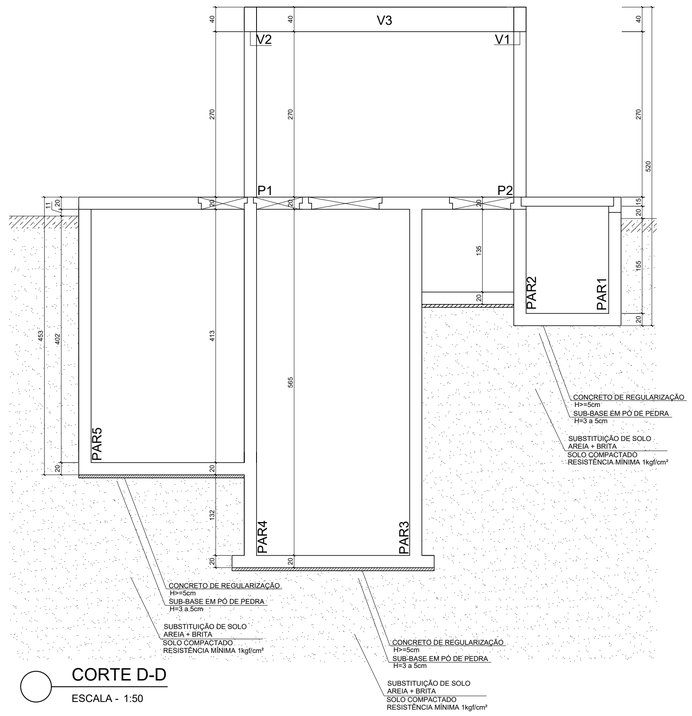
CORTE C-C

ESCALA - 1:50



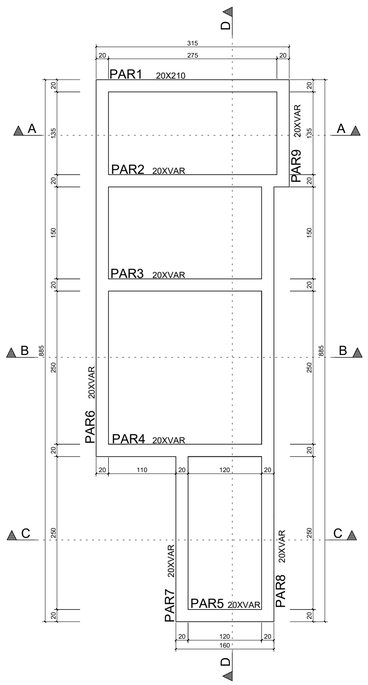
CORTE B-B

ESCALA - 1:50



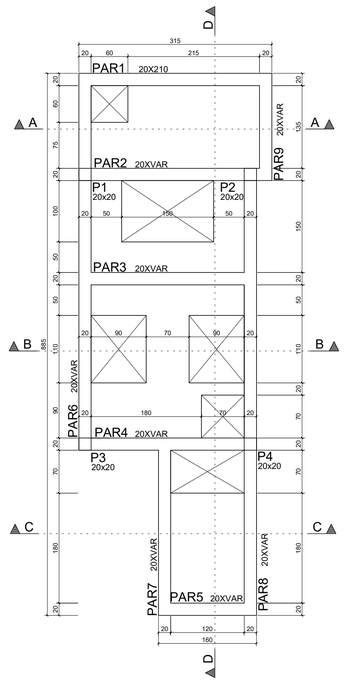
CORTE D-D

ESCALA - 1:50



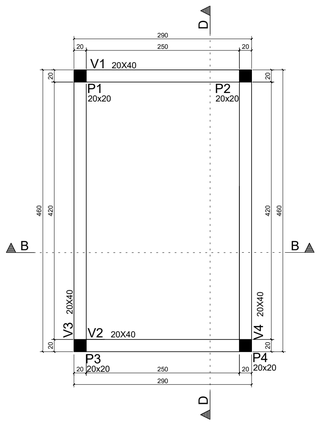
VISTA SUPERIOR - FUNDO

ESCALA - 1:50



VISTA SUPERIOR - TAMPA

ESCALA - 1:50



VISTA SUPERIOR - COBERTURA

ESCALA - 1:50

ML
ENGENHARIA & PROJETOS

QUANTITATIVOS

	ELEMENTOS ESTRUTURAIS							
	TAMPA	PAREDES	FUND	VIGAS	PILAR	FUNDO	CAIXAS	TOTAL
AREA DE FORMAS (M2)	23.00	259.00	XXX	14.00	10.00	XXX	XXX	306.00
VOLUME DE CONCRETO ESTRUTURAL 40MPA(M3)	5.00	26.00	XXX	1.10	0.50	5.00	XXX	33.10
VOLUME DE CONCRETO SIMPLES FSMPA(M3)	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	1.20	XXX	1.20

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.

2 - CONCRETO : FCK = 40MPA

MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 30GPA

FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <=0.45

CONSUMO DE CIMENTO : 350KGF/M3

3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPA

CA-60 - FYK = 600 MPA

4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:

MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18.5GPA

ESPESSURA : 5.0CM

CONSUMO DE CIMENTO : 250KGF/M3

5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO

6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV

7 - FATOR DO TERRENO:S1 = 1.0

8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE:S2 = I

9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO:S2 = C

10 - FATOR ESTATÍSTICO:S3 = 1.00

11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO:V = 30M/S

12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :

LAJES: 5.0CM SAPATAS: 5.0CM

PILARES: 5.0CM VIGAS: 5.0CM

BLOCOS: 5.0CM TUBULÃO: 5.0CM

RADIER: 5.0CM

13 - NORMA DE FÔRMAS E ESCORAMENTOS :NBR 15696/2009

FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO

PROJETO,DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980

CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES

15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014

PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO

16 - NORMA DE FUNDAÇÕES : NBR 6122/2010

PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES

17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012

PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004

EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO

19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS

TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

Cagece

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

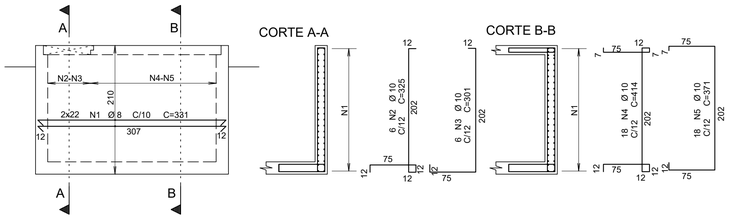
DESENHO	PRANCHA Nº
01	01/03

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA

PROJETO EXECUTIVO

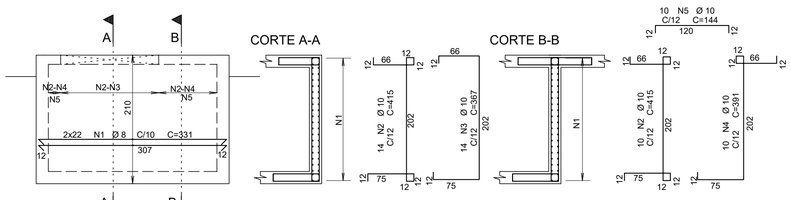
PROJETO ESTRUTURAL
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-02
FORMAS E CORTES

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	ENG. GERARDO FROTA NETO / ENG. BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0647ST-001-EST-R00.DWG	DATA:	MAIO/2019



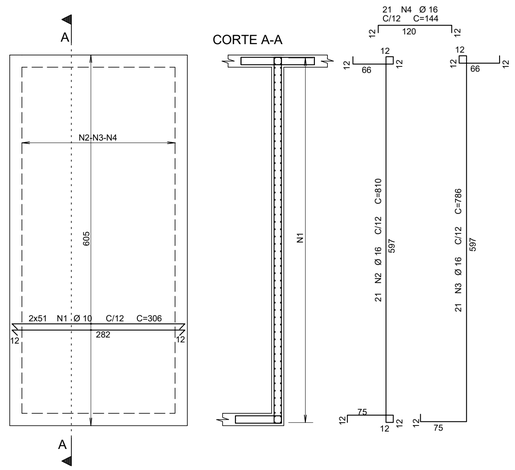
ARMAÇÃO PAR1

ESCALA - 1:50



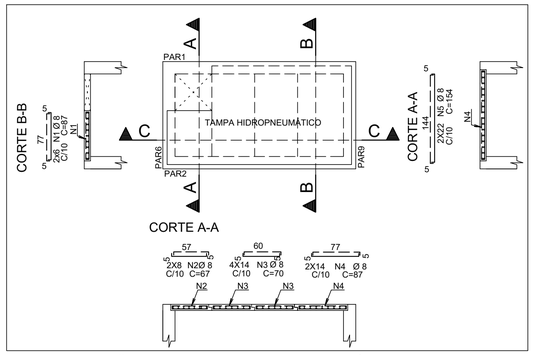
ARMAÇÃO PAR2

ESCALA - 1:50



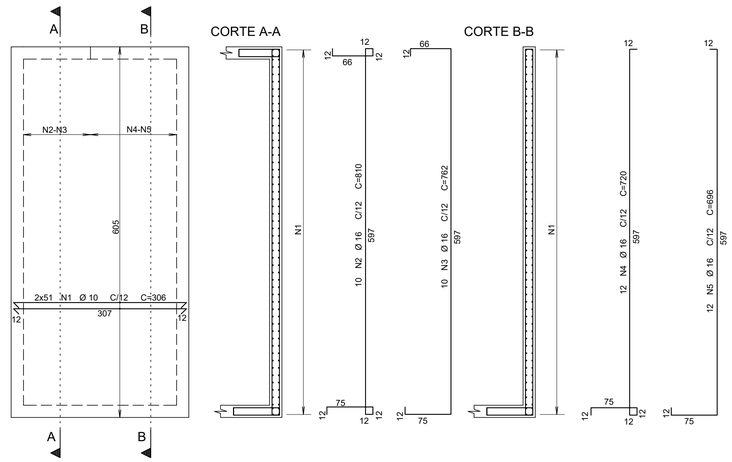
ARMAÇÃO PAR3

ESCALA - 1:50



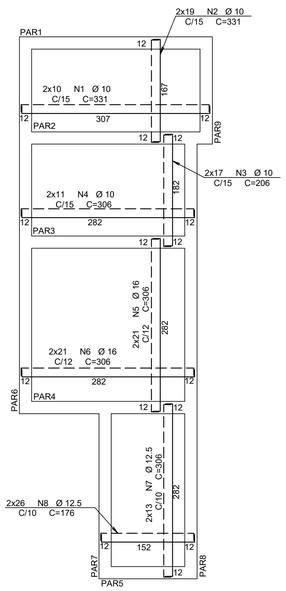
ARMAÇÃO DA TAMPA HIDROPNEUMÁTICO

ESCALA - 1:50



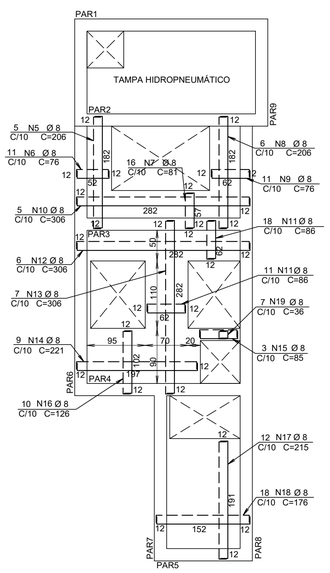
ARMAÇÃO PAR4

ESCALA - 1:50



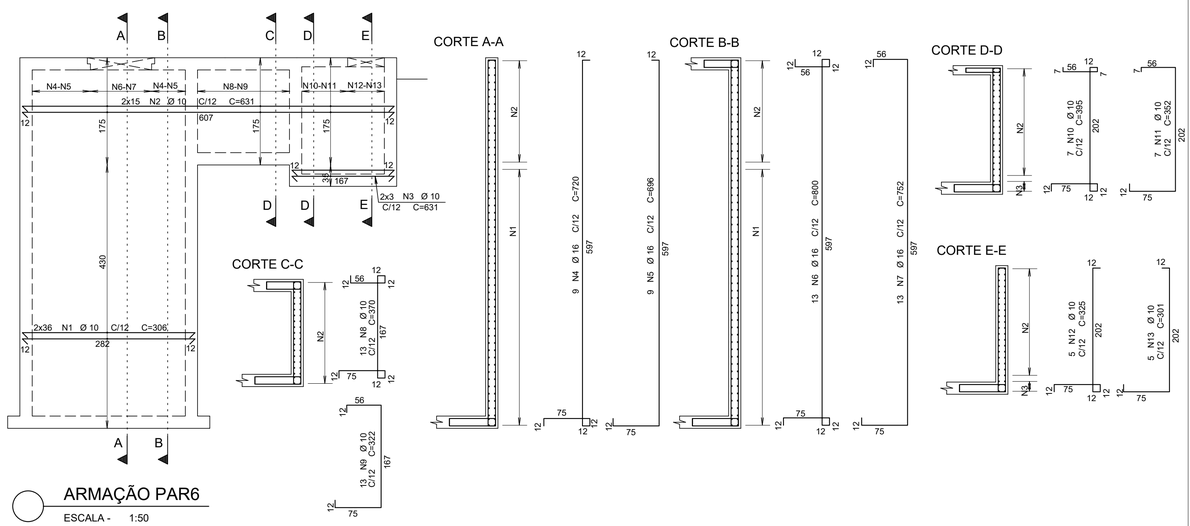
ARMAÇÃO DO FUNDO

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO DA TAMPA

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO PAR6

ESCALA - 1:50

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DO FUNDO					
50A	1	10	20	331	6620
50A	2	10	38	331	12578
50A	3	10	34	206	7004
50A	4	10	22	306	6732
50A	5	16	42	306	12852
50A	6	16	42	306	12852
50A	7	12.5	26	306	7956
50A	8	12.5	52	176	9152
ARMAÇÃO PAR1					
50A	1	8	44	331	14564
50A	2	10	6	325	1950
50A	3	10	6	301	1806
50A	4	10	18	414	7452
50A	5	10	18	371	6678
ARMAÇÃO PAR2					
50A	1	8	44	331	14564
50A	2	10	24	415	9960
50A	3	10	14	367	5138
50A	4	10	10	391	3910
50A	5	10	10	144	1440
ARMAÇÃO PAR3					
50A	1	10	102	306	31212
50A	2	16	21	810	17010
50A	3	16	21	786	16506
50A	4	16	21	144	3024
ARMAÇÃO PAR4					
50A	1	10	102	306	31212
50A	2	16	10	810	8100
50A	3	16	10	762	7620
50A	4	16	12	720	8640
50A	5	16	12	696	8352
ARMAÇÃO PAR6					
50A	1	10	72	306	22032
50A	2	10	30	631	18930
50A	3	10	6	631	3786
50A	4	16	9	720	6480
50A	5	16	9	696	6264
50A	6	16	13	800	10400
50A	7	16	13	752	9776
50A	8	10	13	370	4810
50A	9	10	13	322	4186
50A	10	10	7	395	2765
50A	11	10	7	352	2464
50A	12	10	5	325	1625
50A	13	10	5	301	1505
ARMAÇÃO DA TAMPA					
50A	5	8	5	206	1030
50A	6	8	11	76	836
50A	7	8	16	81	1296
50A	8	8	6	206	1236
50A	9	8	11	76	836
50A	10	8	5	306	1530
50A	11	8	29	86	2494
50A	12	8	6	306	1836
50A	13	8	7	306	2142
50A	14	8	9	221	1989
50A	15	8	3	85	255
50A	16	8	10	126	1260
50A	17	8	12	215	2580
50A	18	8	18	176	3168
50A	19	8	7	36	252
ARMAÇÃO DA TAMPA HIDROPNEUMÁTICO					
50A	1	8	12	87	1044
50A	2	8	16	67	1072
50A	3	8	56	70	3920
50A	4	8	28	87	2436
50A	5	8	44	154	6776

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	671	265
50A	10	1958	1208
50A	12.5	171	165
50A	16	1279	2018
Peso Total 50A =			3656 kg

ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.
2 - CONCRETO : FCK = 40MPA
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 30GPA
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <=0.45
CONSUMO DE CIMENTO : 350KGF/M3
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA
CA-60 - FYK = 600 MPA
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18.5GPA
ESPESSURA : 5.0CM
CONSUMO DE CIMENTO : 250KGF/M3
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV
7 - FATOR DO TERRENO:SI = 1.0
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE:S2 = 1
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO:S2 = C
10 - FATOR ESTATÍSTICO:S3 = 1.00
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO:V = 30M/S
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :

LAJES: 5.0CM SAPATAS: 5.0CM
PILARES: 5.0CM VIGAS: 5.0CM
BLOCOS: 5.0CM TUBULÃO: 5.0CM
RADIER: 5.0CM
13 - NORMA DE FÔRMAS E ESCORAMENTOS :NBR 15696/2009
FÔRMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
PROJETO,DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014
PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010
PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES
17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO
18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

Cagece

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

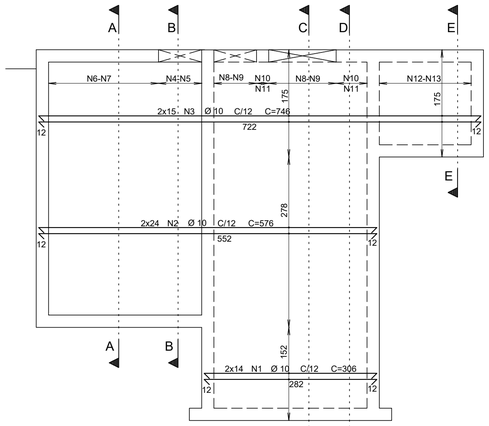
DESENHO	PRANCHA Nº
01	02/03

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA

PROJETO EXECUTIVO

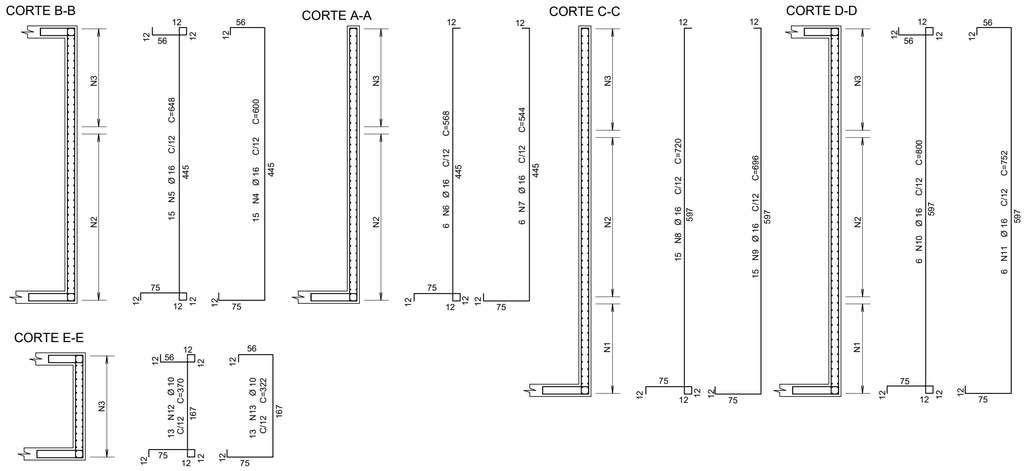
PROJETO ESTRUTURAL
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-02
ARMAÇÃO

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	ENG. GERARDO FROTA NETO / ENG. BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0647ST-002-EST-R00.DWG	DATA:	MAIO/2019



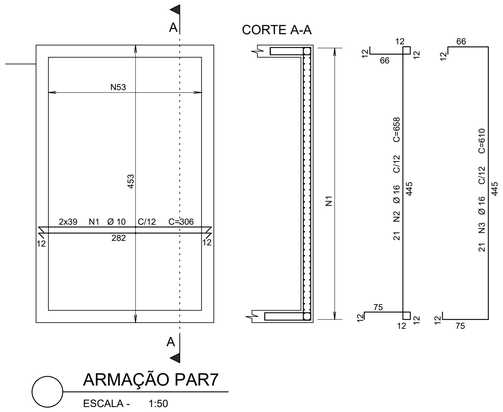
ARMAÇÃO PAR8

ESCALA - 1:50



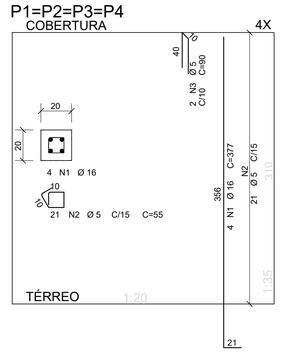
AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)
V1-COBERTURA					
50A	1	12.5	3	332	996
50A	2	12.5	3	326	978
60B	3	5	21	95	1995
V2-COBERTURA					
50A	1	12.5	3	332	996
50A	2	12.5	3	326	978
60B	3	5	21	95	1995
V3-COBERTURA					
50A	1	12.5	3	500	1500
50A	2	12.5	3	496	1488
50A	3	12.5	2	340	680
60B	4	5	35	95	3325
V4-COBERTURA					
50A	1	12.5	3	500	1500
50A	2	12.5	3	496	1488
50A	3	12.5	2	340	680
60B	4	5	35	95	3325
P1=P2=P3=P4 (X4)					
50A	1	16	16	377	6032
60B	2	5	84	55	4620
60B	3	5	8	90	720
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE					
50A	1	12.5	143	220	31460
50A	2	12.5	286	240	68640
50A	3	8	4	-CORR-	5704
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE					
50A	1	12.5	258	220	56760
50A	2	12.5	258	240	61920
50A	3	10	4	-CORR-	10304
ARMAÇÃO PAR5					
50A	1	8	92	176	16192
50A	2	12.5	10	658	6580
50A	3	12.5	10	610	6100
ARMAÇÃO PAR7					
50A	1	10	78	306	23868
50A	2	16	21	658	13818
50A	3	16	21	610	12810
ARMAÇÃO PAR8					
50A	1	10	28	306	8568
50A	2	10	48	576	27648
50A	3	10	30	746	22380
50A	4	16	15	600	9000
50A	5	16	15	648	9720
50A	6	16	6	568	3408
50A	7	16	6	544	3264
50A	8	16	15	720	10800
50A	9	16	15	696	10440
50A	10	16	6	800	4800
50A	11	16	6	752	4512
50A	12	10	13	370	4810
50A	13	10	13	322	4186
ARMAÇÃO PAR9					
50A	1	8	44	191	8404
50A	2	10	12	405	4860
50A	3	10	12	357	4284

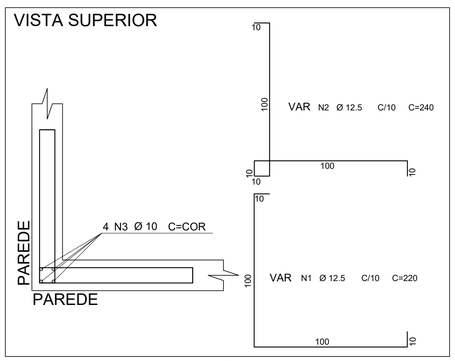
RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	160	25
50A	8	303	120
50A	10	1109	684
50A	12.5	2427	2338
50A	16	886	1398
Peso Total	60B =		25 kg
Peso Total	50A =		4540 kg



ARMAÇÃO PAR7

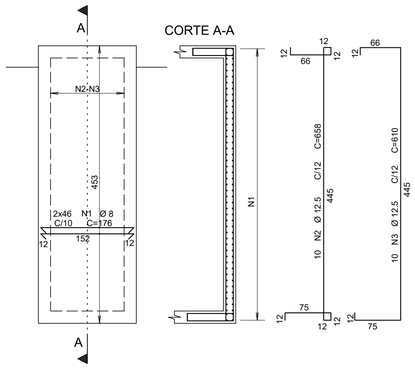
ESCALA - 1:50





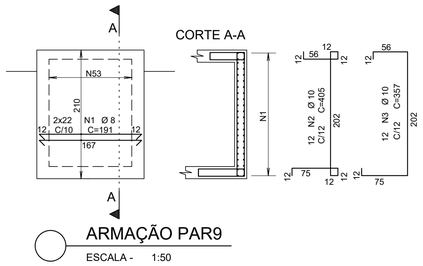
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE DE CANTO (VERTICAL)

ESCALA - 1:20



ARMAÇÃO PAR5

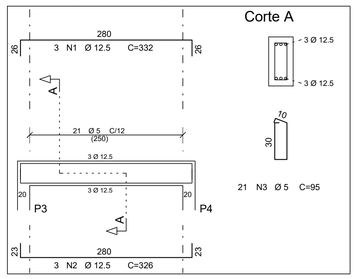
ESCALA - 1:50

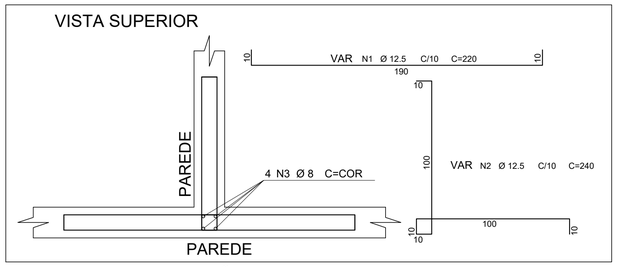


ARMAÇÃO PAR9

ESCALA - 1:50

V2-COBERTURA 20X40

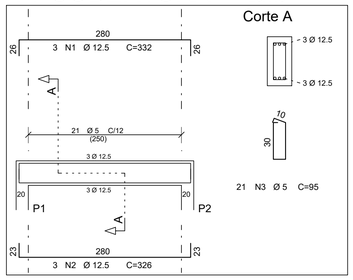




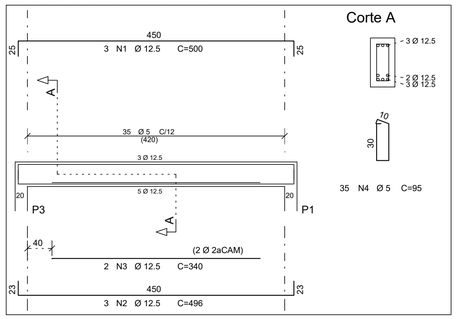
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE TRASNSVERSAL (VERTICAL)

ESCALA - 1:20

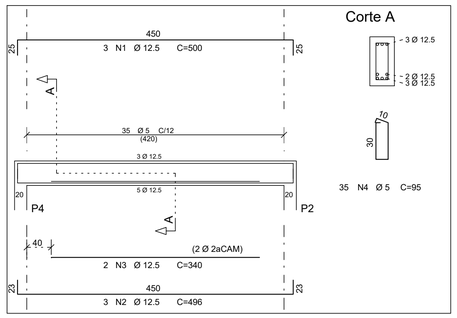
V1-COBERTURA 20X40



V3-COBERTURA 20X40



V4-COBERTURA 20X40



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.
2 - CONCRETO : FCK = 40MPA
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 30GPA
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <=0.45
CONSUMO DE CIMENTO : 350KGF/M3
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA
CA-60 - FYK = 600 MPA
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18.5GPA
ESPESSURA : 5.0CM
CONSUMO DE CIMENTO : 250KGF/M3
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV
7 - FATOR DO TERRENO:S1 = 1.0
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE:S2 = 1
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO:S2 = C
10 - FATOR ESTATÍSTICO:S3 = 1.00
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO:V = 30M/S
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :

LAJES: 5.0CM SAPATAS: 5.0CM
PILARES: 5.0CM VIGAS: 5.0CM
BLOCOS: 5.0CM TUBULÃO: 5.0CM
RADIER: 5.0CM
13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS :NBR 15696/2009
FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
PROJETO,DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICACÕES
15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014
PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010
PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES
17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO
18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

Cagece

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

DESENHO 01 | PRANCHA Nº 03/03

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA

PROJETO EXECUTIVO

PROJETO ESTRUTURAL
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-02
ARMAÇÃO

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	ENG. GERARDO FROTA NETO / ENG. BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0647ST-003-EST-R00.DWG	DATA:	MAIO/2019

Memória de Cálculo EE-03

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – EE-03

Serra/ES

31 de Maio de 2019

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da EE-03.

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:

- 16.32_SES-BACIA CE6_EE-01_ARQ_01.04

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: estação elevatória EE-03.

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

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

Documentos técnicos e livros como:

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

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 40 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 0.2 mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 2˚ Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%

  - Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

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

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

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

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

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

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 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:

$d_{máx} \leq 1{,}2\ c_{nom}$

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.

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

Coeficientes de ponderação (γg, γq), fatores de combinação (ψq), e fatores de redução ($\psi 1$, $\psi 1$) para:

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

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	γg	γg	γg
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	γq	γq	γq
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
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

γt = 18,00 kN/m³ Godoy, 1972

ø = 0° K0 = 1,00 K0 = 1 - sen ø

p= K0.γt.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

2.1 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):

$$M_R = af_{ct} I_o \,/ y_t \, [tf.m] \qquad (1)$$

Calculando teremos, M_r para um fck = 40 MPa e h variado igual à:

- h=15cm ; M_r = 2.60tf.m
- h=20cm ; M_r = 3,46tf.m

Armadura mínima prevista em norma:

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

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 ρ_{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, γ_c = 1,4 e γ_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 fck = 40MPa, b=100cm, seção retangular e h variado igual à:

- h=15cm ; $A_{s,min}$ = 2,60cm²/m Ø6.3 C/10 ou Ø8 C/18
- h=20cm ; $A_{s,min}$ = 4,60cm²/m Ø8 C/12 ou Ø10 C/20

2.2 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

- Estação elevatória EE-03:

Paredes: 20 cm

Fundo: 20 cm

Tampa: 20cm

2.3 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 * SPT Médio (kgf/m²)

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

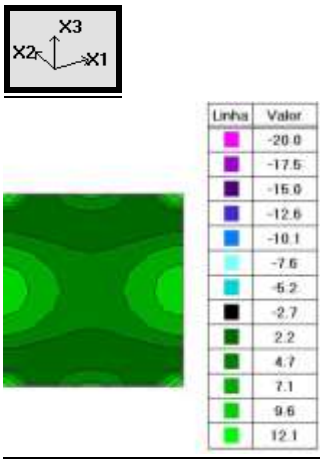
Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm³)	Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	5,30
0,80	1,84	2,70	5,40
0,85	1,93	2,75	5,50
0,90	2,02	2,80	5,60
0,95	2,11	2,85	5,70
1,00	2,20	2,90	5,80
1,05	2,29	2,95	5,90
1,10	2,38	3,00	6,00
1,15	2,47	3,05	6,10
1,20	2,56	3,10	6,20
1,25	2,65	3,15	6,30
1,30	2,74	3,20	6,40
1,35	2,83	3,25	6,50
1,40	2,92	3,30	6,60
1,45	3,01	3,35	6,70
1,50	3,10	3,40	6,80
1,55	3,19	3,45	6,90
1,60	3,28	3,50	7,00
1,65	3,37	3,55	7,10
1,70	3,46	3,60	7,20
1,75	3,55	3,65	7,30
1,80	3,64	3,70	7,40
1,85	3,73	3,75	7,50
1,90	3,82	3,80	7,60
1,95	3,91	3,85	7,70
2,00	4,00	3,90	7,80
2,05	4,10	3,95	7,90
2,10	4,20	4,00	8,00

Fonte: Safe, Morrison (1993)

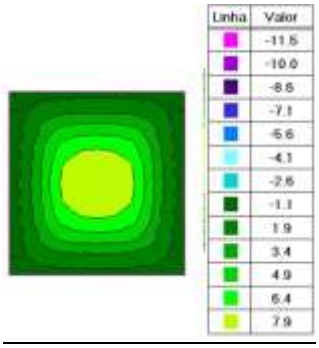
Adotamos uma taxa de solo de 1,0Kgf/cm².

3.0 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO

3.1 FUNDO



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



FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX – MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (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,mín (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	40	6,40	15,00	20	5,3	0,4	4,60	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)	-	16	12,0	16,76
As2 (cm²/m)	12,58	16	12,0	16,76

Resumo - ELU

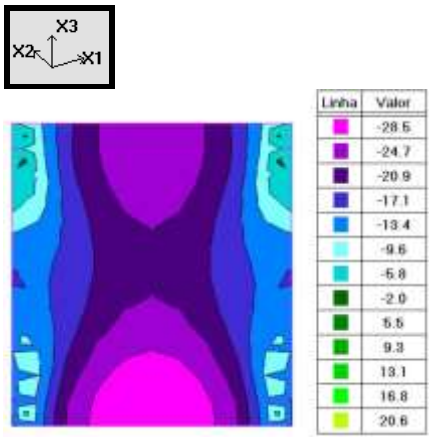
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,265	0,000	0,153

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO

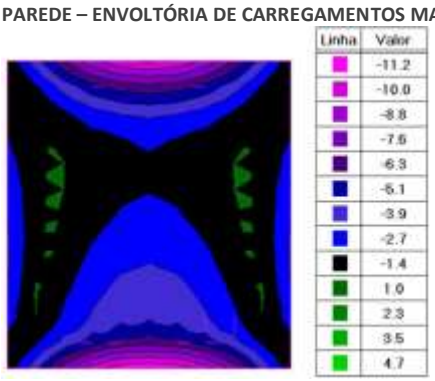
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	40	6,4	15	20	5,3	16	12,0
Cálculo							
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)
16,76	210.000	30.105	3,51	2,25	17,30	12,00	207,60
σs	ρri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
6,98	0,009685064	0,371	5,45	239,62	0,00	0,13298772	0,297304882

FUNDO – FORÇA E MOMENTO

3.2 PAREDE



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



PAREDE – 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,mín (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	40	6,30	20,90	20	5,3	0,4	4,60	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)	-	16	12,0	16,76
As2 (cm²/m)	11,17	16	12,0	16,76

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,273	0,000	0,136

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	40	6,3	20,9	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	30.105	3,51	2,25	17,30	12,00	207,60
αs	ρri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
6,98	0,009685064	0,391	5,75	215,25	0,00	0,10731317	0,267068563

PAREDE – FORÇA E MOMENTO

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

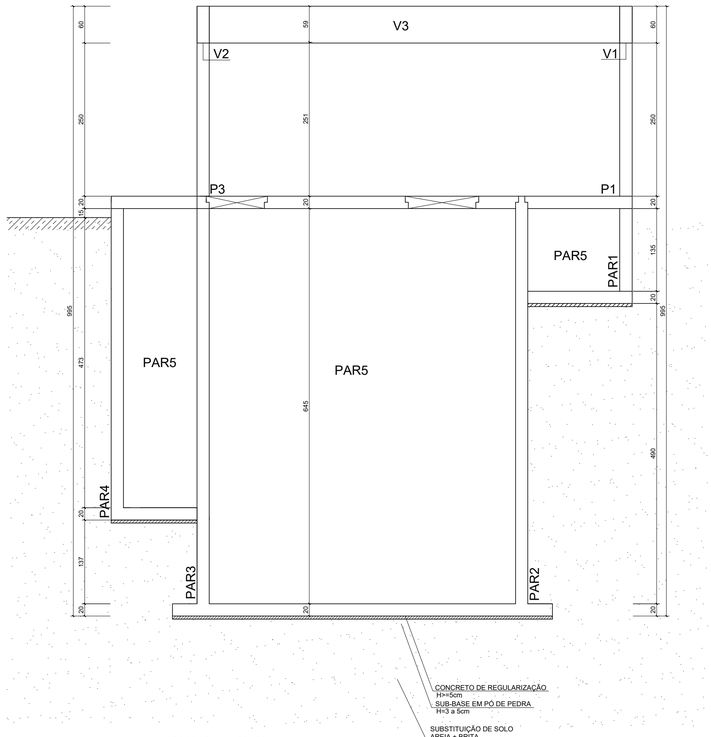
CREA-ES 011840/D

Peças Gráficas

PEÇAS GRÁFICAS

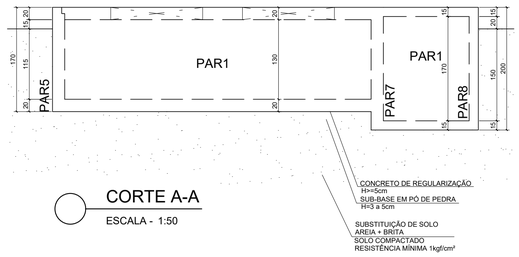
Relação de Plantas:

DESENHO:	PRANCHA:	TÍTULO:
01	01/04	Estação Elevatória EE-03 – Formas e Cortes
01	02/04	Estação Elevatória EE-03 – Armação
01	03/04	Estação Elevatória EE-03 – Armação
01	04/04	Estação Elevatória EE-03 – Armação



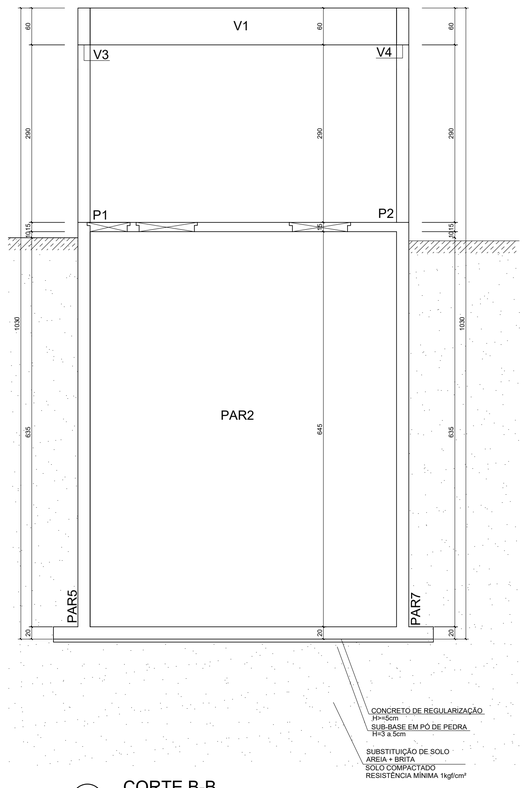
CORTE C-C

ESCALA - 1:50



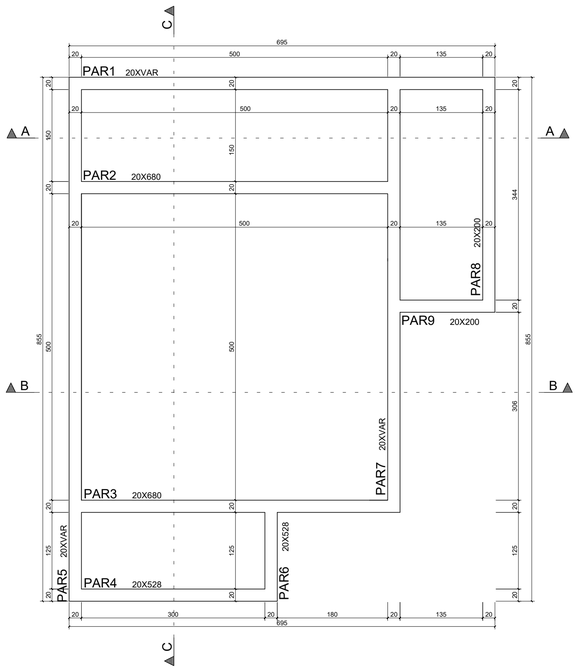
CORTE A-A

ESCALA - 1:50



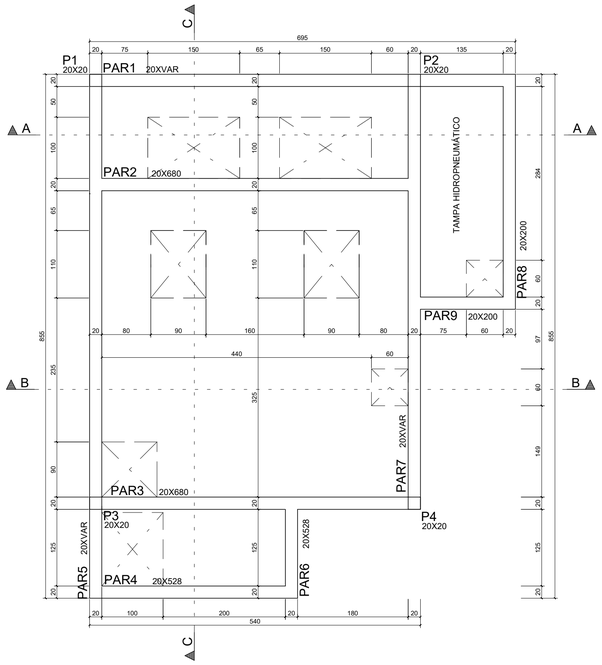
CORTE B-B

ESCALA - 1:50



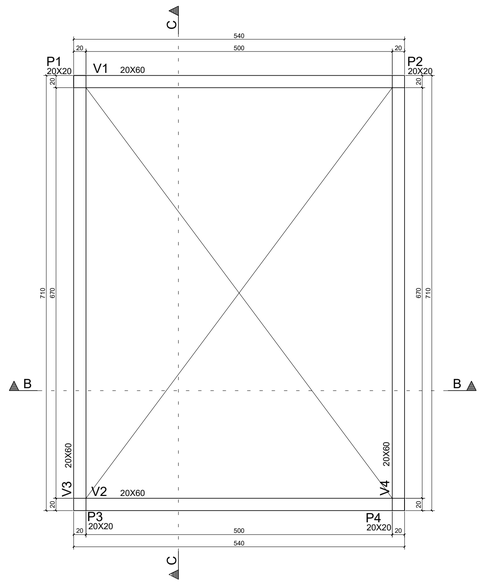
VISTA SUPERIOR - FUNDO

ESCALA - 1:50



VISTA SUPERIOR - TAMPA

ESCALA - 1:50



VISTA SUPERIOR - COBERTURA

ESCALA - 1:50

ML
ENGENHARIA & PROJETOS

QUANTITATIVOS

	ELEMENTOS ESTRUTURAIS							
	TAMPA	PAREDES	FUND	VIGAS	PILAR	FUNDO	CAIXAS	TOTAL
AREA DE FORMAS (M2)	50.00	424.00	XXX	33.00	12.00	7.00	XXX	526.00
VOLUME DE CONCRETO ESTRUTURAL 40MPA(M3)	10.00	43.00	XXX	3.00	0.60	12.50	XXX	69.10
VOLUME DE CONCRETO SIMPLES FSMPA(M3)	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	3.00	XXX	3.00

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.

2 - CONCRETO : FCK = 40MPA

MÓDULO DE ELASTICIDADE : EC5 = 30GPA

FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <=0.45

CONSUMO DE CIMENTO : 350KGF/M3

3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPA

CA-60 - FYK = 600 MPA

4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:

MÓDULO DE ELASTICIDADE : EC5 = 18.5GPA

ESPESSURA : 5.0CM

CONSUMO DE CIMENTO : 250KGF/M3

5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO

6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV

7 - FATOR DO TERRENO:S1 = 1.0

8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE:S2 = 1

9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO:S2 = C

10 - FATOR ESTATÍSTICO:S3 = 1.00

11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO:V = 30M/S

12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :

LAJES: 5.0CM SAPATAS: 5.0CM

PILARES: 5.0CM VIGAS: 5.0CM

BLOCOS: 5.0CM TUBULÃO: 5.0CM

RADIER: 5.0CM

13 - NORMA DE FÔRMAS E ESCORAMENTOS :NBR 15696/2009

FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO

PROJETO,DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980

CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES

15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014

PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO

16 - NORMA DE FUNDAÇÕES : NBR 6122/2010

PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES

17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012

PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004

EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO

19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS

TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

Cagece

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

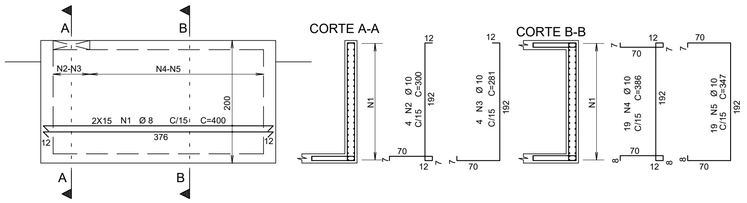
DESENHO	PRANCHA Nº
01	01/04

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA

PROJETO EXECUTIVO

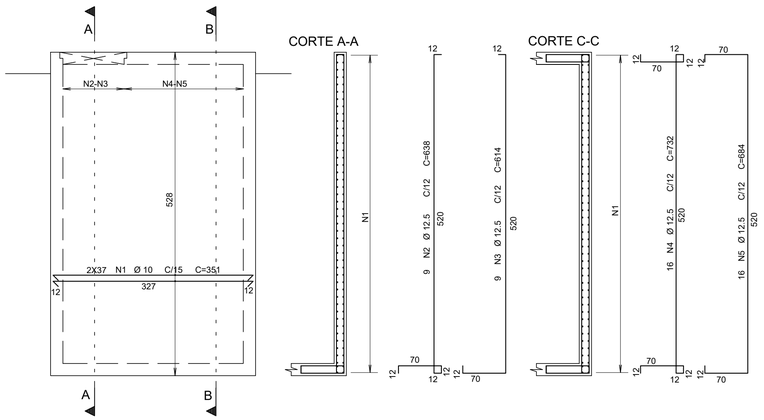
PROJETO ESTRUTURAL
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-03
FORMAS E CORTES

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	ENG. GERARDO FROTA NETO / ENG. BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0648ST-001-EST-R00.DWG	DATA:	MAIO/2019



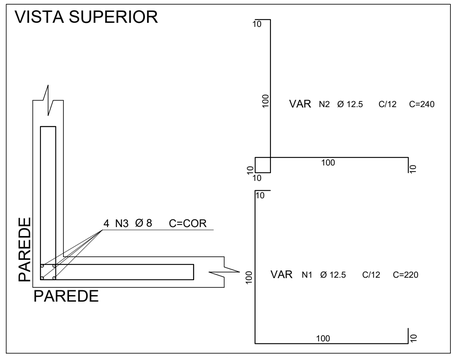
ARMAÇÃO PAR8

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO PAR4

ESCALA - 1:50

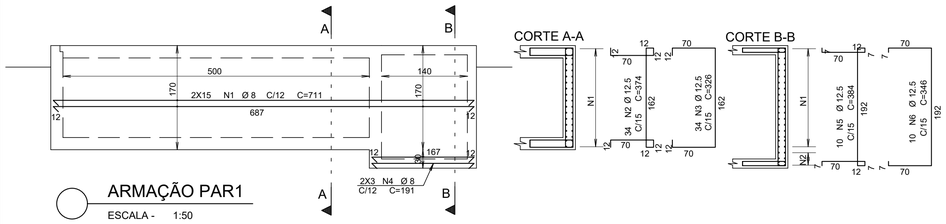


DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE DE CANTO (VERTICAL)

ESCALA - 1:20

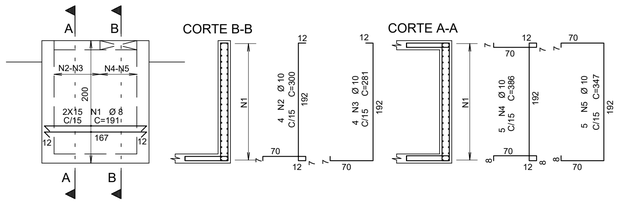
AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE					
50A	1	12.5	142	220	31240
50A	2	12.5	142	240	34080
50A	3	8	4	-CORR-	6784
ARMAÇÃO PAR1					
50A	1	8	30	711	21330
50A	2	12.5	34	374	12716
50A	3	12.5	34	326	11084
50A	4	8	6	191	1146
50A	5	12.5	10	384	3840
50A	6	12.5	10	346	3460
ARMAÇÃO PAR4					
50A	1	10	74	351	25974
50A	2	12.5	9	638	5742
50A	3	12.5	9	614	5526
50A	4	12.5	16	732	11712
50A	5	12.5	16	684	10944
ARMAÇÃO PAR6					
50A	1	10	106	181	19186
50A	2	12.5	11	732	8052
50A	3	12.5	11	684	7524
ARMAÇÃO PAR7					
50A	1	10	86	556	47816
50A	2	16	26	884	22984
50A	3	16	26	860	22360
50A	4	16	17	884	15028
50A	5	16	17	836	14212
50A	6	12.5	10	379	3790
50A	7	12.5	10	331	3310
50A	8	10	36	727	26172
ARMAÇÃO PAR8					
50A	1	8	30	400	12000
50A	2	10	4	300	1200
50A	3	10	4	281	1124
50A	4	10	19	386	7334
50A	5	10	19	347	6593
ARMAÇÃO PAR9					
50A	1	8	30	191	5730
50A	2	10	4	300	1200
50A	3	10	4	281	1124
50A	4	10	5	386	1930
50A	5	10	5	347	1735

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	470	186
50A	10	1414	872
50A	12.5	1530	1474
50A	16	746	1177
Peso Total	50A =		3708 kg



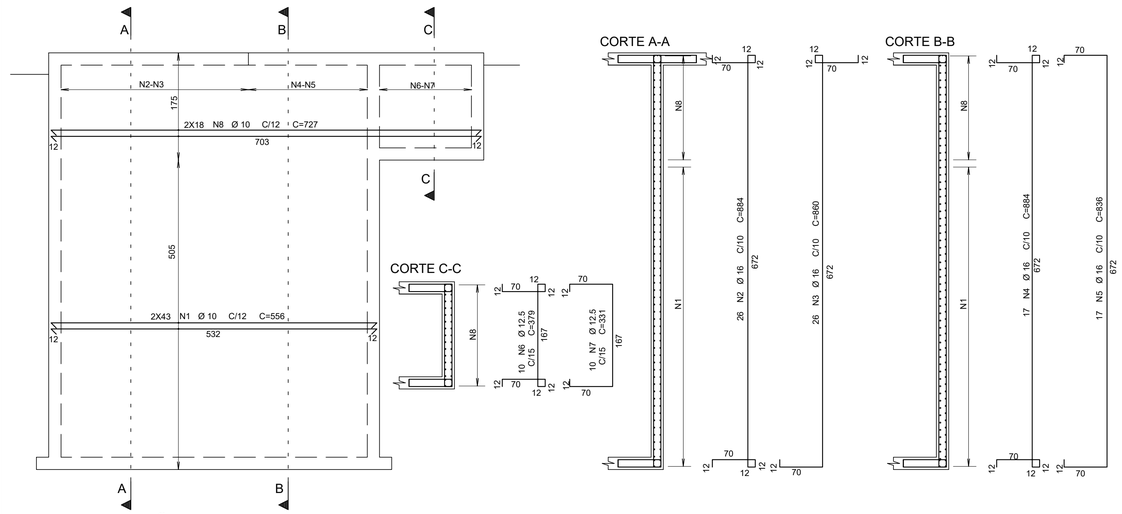
ARMAÇÃO PAR1

ESCALA - 1:50



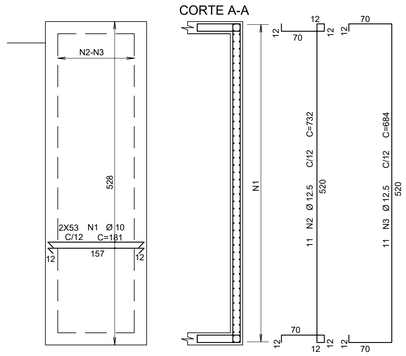
ARMAÇÃO PAR9

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO PAR7

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO PAR6

ESCALA - 1:50

ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.
2 - CONCRETO : FCK = 40MPA
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 30GPA
FATOR AGUA CIMENTO : A/C <=0.45
CONSUMO DE CIMENTO : 350KGF/M3
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA
CA-60 - FYK = 600 MPA
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18.5GPA
ESPESSURA : 5.0CM
CONSUMO DE CIMENTO : 250KGF/M3
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV
7 - FATOR DO TERRENO:S1 = 1.0
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE:S2 = I
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO:S2 = C
10 - FATOR ESTATÍSTICO:S3 = 1.00
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO:V = 30M/S
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :

LAJES: 5.0CM SAPATAS: 5.0CM
PILARES: 5.0CM VIGAS: 5.0CM
BLOCOS: 5.0CM TUBULÃO: 5.0CM
RADIER: 5.0CM
13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS :NBR 15696/2009
FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
PROJETO,DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICACÕES
15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014
PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010
PROJETO E EXECUCÃO DE FUNDACÕES
17 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO
18 - NORMA DE EXECUCÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
EXECUCÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

Cagece

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

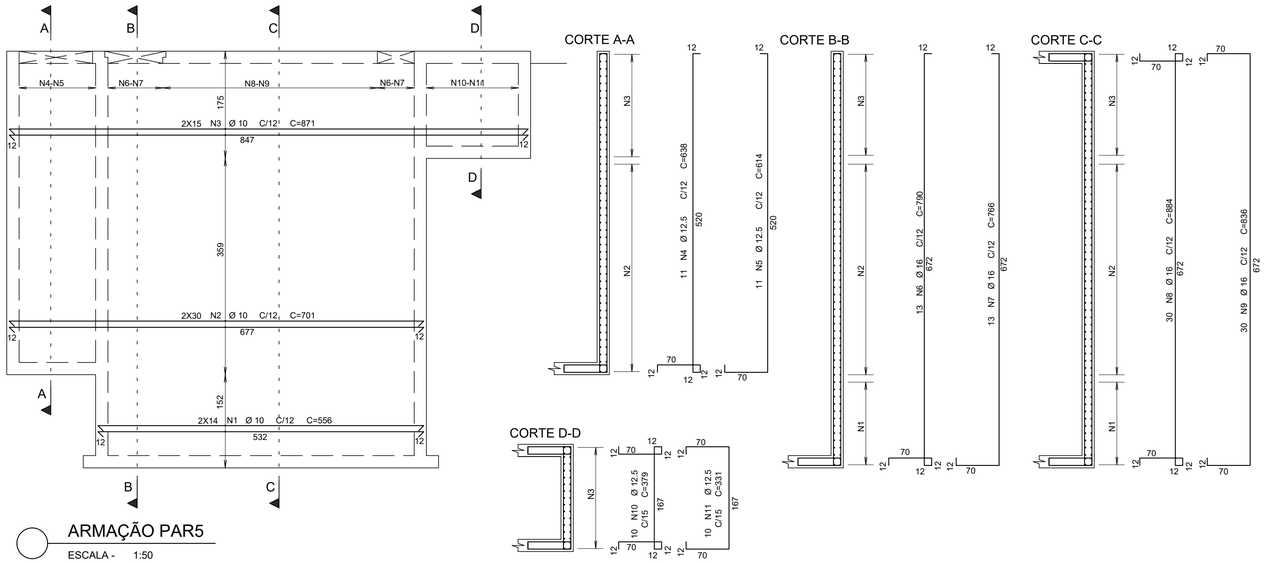
DESENHO	PRANCHA Nº
01	02/04

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA

PROJETO EXECUTIVO

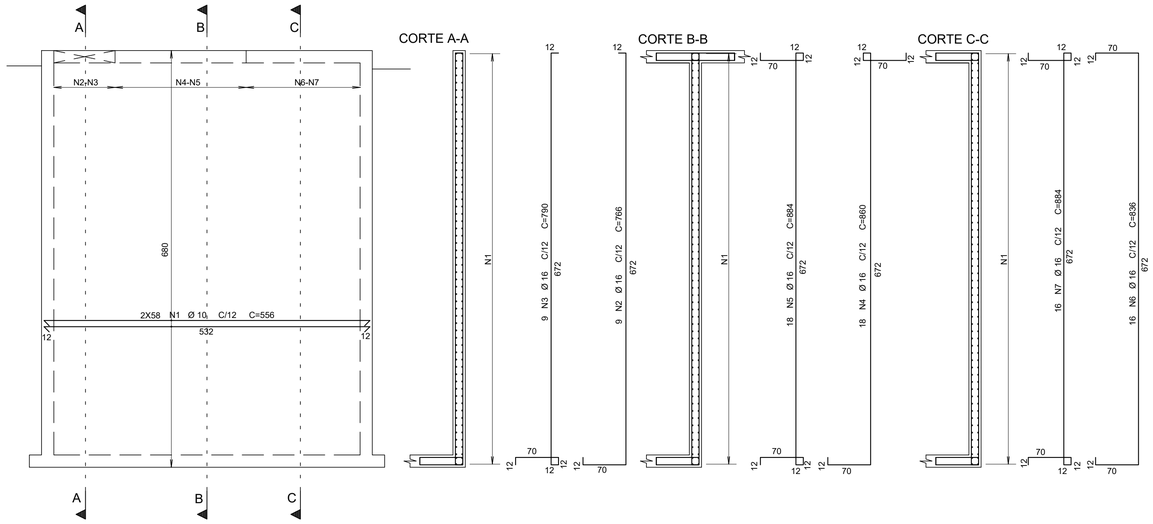
PROJETO ESTRUTURAL
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-03
ARMAÇÃO

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	ENG. GERARDO FROTA NETO / ENG. BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0648ST-002-EST-R00.DWG	DATA:	MAIO/2019



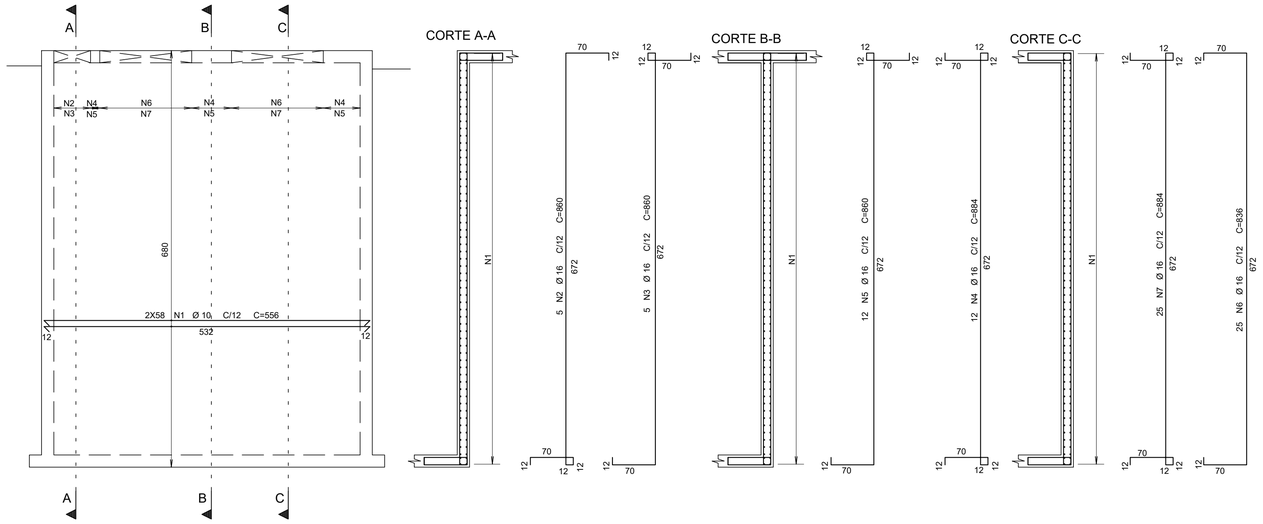
ARMAÇÃO PAR5

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO PAR3

ESCALA - 1:50

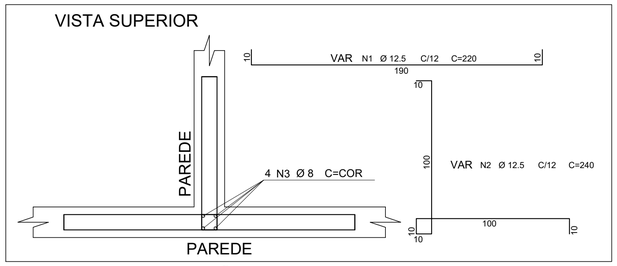


ARMAÇÃO PAR2

ESCALA - 1:50

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE					
50A	1	12.5	224	220	49280
50A	2	12.5	448	240	107520
50A	3	8	4	-CORR-	10720
ARMAÇÃO PAR2					
50A	1	10	116	556	64496
50A	2	16	5	860	4300
50A	3	16	5	860	4300
50A	4	16	12	884	10608
50A	5	16	12	860	10320
50A	6	16	25	836	20900
50A	7	16	25	884	22100
ARMAÇÃO PAR3					
50A	1	10	116	556	64496
50A	2	16	9	766	6894
50A	3	16	9	790	7110
50A	4	16	18	860	15480
50A	5	16	18	884	15912
50A	6	16	16	836	13376
50A	7	16	16	884	14144
ARMAÇÃO PAR5					
50A	1	10	28	556	15568
50A	2	10	60	701	42060
50A	3	10	30	871	26130
50A	4	12.5	11	638	7018
50A	5	12.5	11	614	6754
50A	6	16	13	790	10270
50A	7	16	13	766	9958
50A	8	16	30	884	26520
50A	9	16	30	836	25080
50A	10	12.5	10	379	3790
50A	11	12.5	10	331	3310

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	107	42
50A	10	2128	1313
50A	12.5	1777	1711
50A	16	2173	3429
Peso Total	50A =		6495 kg



DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE TRASNSVERSAL (VERTICAL)

ESCALA - 1:20

ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.
2 - CONCRETO : FCK = 40MPA
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 30GPA
FATOR AGUA CIMENTO : A/C <=0.45
CONSUMO DE CIMENTO : 350KGF/M3
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA
CA-60 - FYK = 600 MPA
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18.5GPA
ESPESSURA : 5.0CM
CONSUMO DE CIMENTO : 250KGF/M3
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV
7 - FATOR DO TERRENO:SI = 1.0
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE:S2 = I
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO:S2 = C
10 - FATOR ESTATÍSTICO:S3 = 1.00
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO:V = 30M/S
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :

LAJES: 5.0CM SAPATAS: 5.0CM
PILARES: 5.0CM VIGAS: 5.0CM
BLOCOS: 5.0CM TUBULÃO: 5.0CM
RADIER: 5.0CM

13 - NORMA DE FÔRMAS E ESCORAMENTOS :NBR 15696/2009
FÔRMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
PROJETO,DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014
PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
16 - NORMA DE FUNDAÇÕES : NBR 6122/2010
PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES
17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO
18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

Cagece

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

DESENHO	PRANCHA Nº
01	03/04

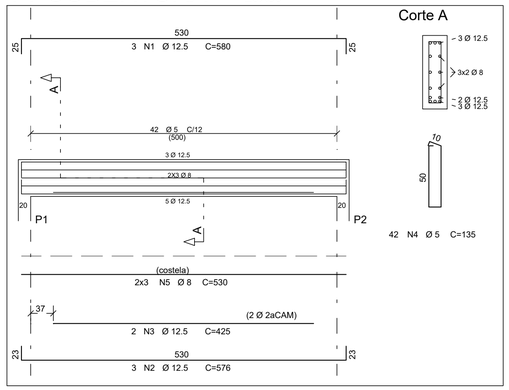
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA

PROJETO EXECUTIVO

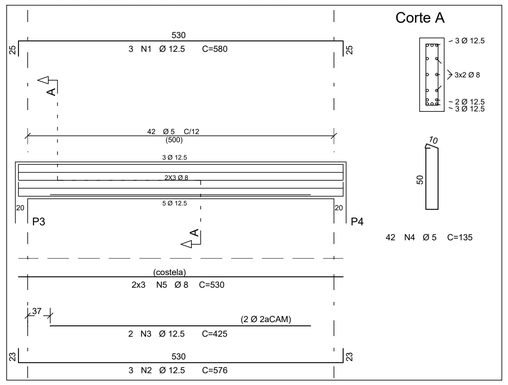
PROJETO ESTRUTURAL
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-03
ARMAÇÃO

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	ENG. GERARDO FROTA NETO / ENG. BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0648ST-003-EST-R00.DWG	DATA:	MAIO/2019

V1-COBERTURA 20X60

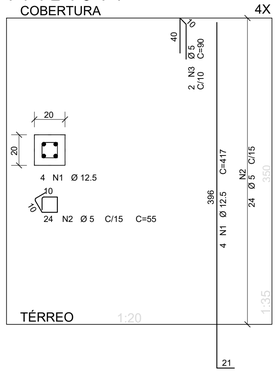


V2-COBERTURA 20X60



P1=P2=P3=P4

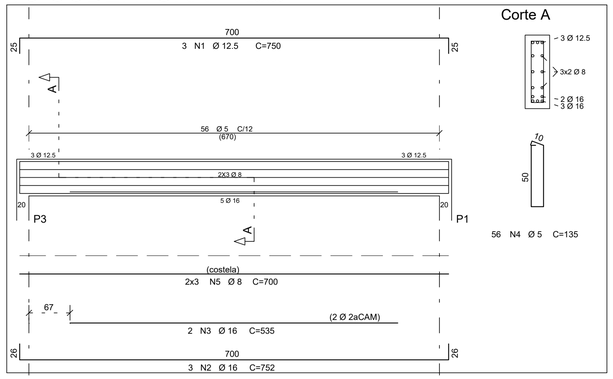
COBERTURA 4X



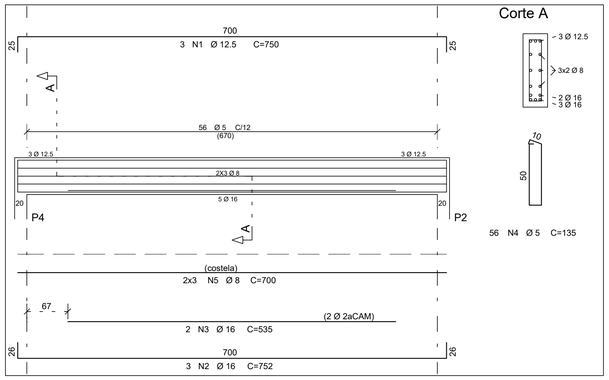
AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)
V1-COBERTURA					
50A	1	12.5	3	580	1740
50A	2	12.5	3	576	1728
50A	3	12.5	2	425	850
60B	4	5	42	135	5670
50A	5	8	6	530	3180
V2-COBERTURA					
50A	1	12.5	3	580	1740
50A	2	12.5	3	576	1728
50A	3	12.5	2	425	850
60B	4	5	42	135	5670
50A	5	8	6	530	3180
V3-COBERTURA					
50A	1	12.5	3	750	2250
50A	2	16	3	752	2256
50A	3	16	2	535	1070
60B	4	5	56	135	7560
50A	5	8	6	700	4200
V4-COBERTURA					
50A	1	12.5	3	750	2250
50A	2	16	3	752	2256
50A	3	16	2	535	1070
60B	4	5	56	135	7560
50A	5	8	6	700	4200
P1=P2=P3=P4 (X4)					
50A	1	12.5	16	417	6672
60B	2	5	96	55	5280
60B	3	5	8	90	720
ARMAÇÃO DO FUNDO					
50A	1	16	208	636	132288
50A	2	12.5	22	354	7788
50A	3	12.5	50	181	9050
50A	4	10	68	206	14008
50A	5	10	20	556	11120
50A	6	10	18	390	7020
50A	7	10	46	181	8326
ARMAÇÃO DA TAMPA					
50A	1	8	14	206	2884
50A	2	8	12	206	2472
50A	3	8	14	206	2884
50A	4	8	10	556	5560
50A	5	8	26	86	2236
50A	6	8	26	86	2236
50A	7	8	18	111	1998
50A	9	8	14	185	2590
50A	10	8	18	96	1728
50A	11	8	18	81	1458
50A	12	8	18	101	1818
50A	13	8	14	556	7784
50A	14	8	18	101	1818
50A	15	8	22	176	3872
50A	16	8	22	116	2552
50A	17	8	16	446	7136
50A	18	8	18	361	6498
50A	19	8	32	556	17792
50A	20	8	18	361	6498
50A	21	8	14	327	4578
50A	22	8	24	556	13344
50A	23	8	18	446	8028
50A	24	8	18	181	3258
50A	25	8	28	181	5068
50A	26	8	22	116	2552
50A	27	8	12	476	5712
50A	28	8	12	556	6672
ARMAÇÃO DA TAMPA HIDROPNEUMÁTICO					
50A	1	8	12	96	1152
50A	2	6.3	16	73	1168
50A	3	6.3	84	70	5880
50A	4	6.3	28	80	2240
50A	5	8	60	154	9240

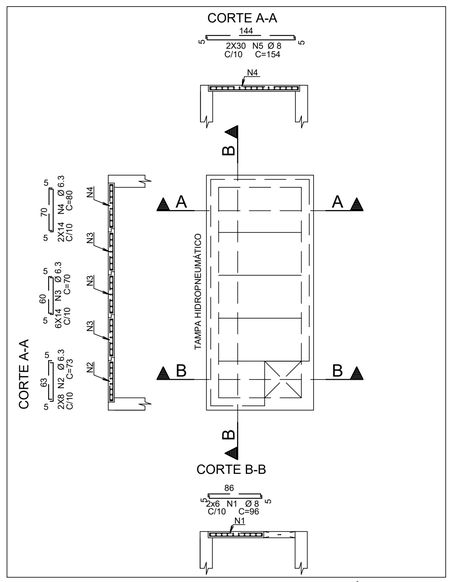
RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	325	50
50A	6.3	93	23
50A	8	1562	617
50A	10	405	250
50A	12.5	366	353
50A	16	1389	2192
Peso Total	60B =		50 kg
Peso Total	50A =		3435 kg

V3-COBERTURA 20X60



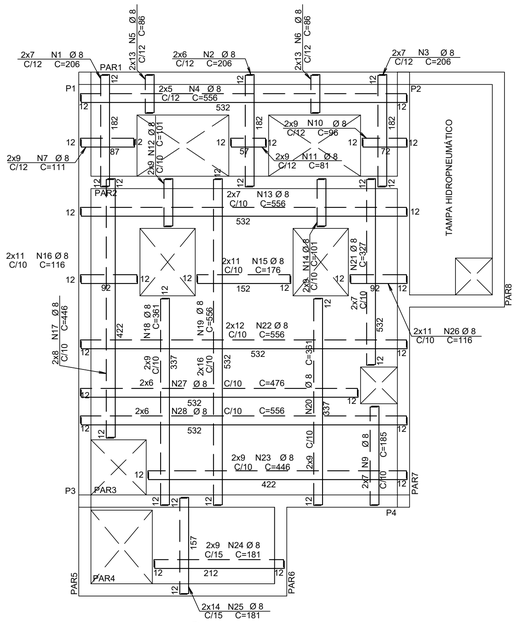
V4-COBERTURA 20X60





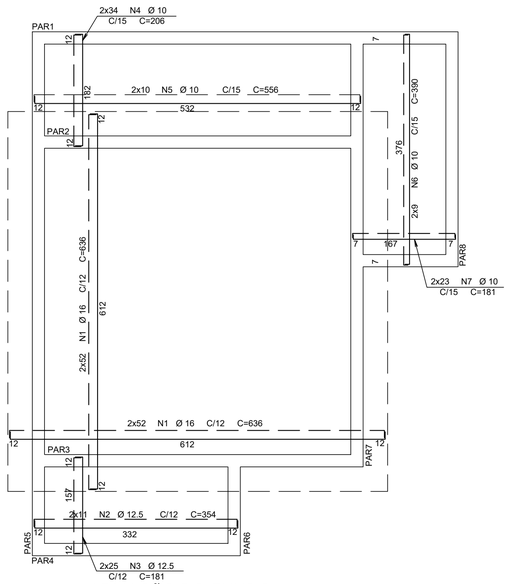
ARMAÇÃO DA TAMPA HIDROPNEUMÁTICO

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO DA TAMPA

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO DO FUNDO

ESCALA - 1:50

ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.
2 - CONCRETO : FCK = 40MPA
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 30GPA
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <=0.45
CONSUMO DE CIMENTO : 350KGF/M3
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA
CA-60 - FYK = 600 MPA
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18.5GPA
ESPESSURA : 5.0CM
CONSUMO DE CIMENTO : 250KGF/M3
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV
7 - FATOR DO TERRENO:S1 = 1.0
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE:S2 = I
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO:S2 = C
10 - FATOR ESTATÍSTICO:S3 = 1.00
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO:V = 30M/S
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :

LAJES: 5.0CM — SAPATAS: 5.0CM
PILARES: 5.0CM — VIGAS: 5.0CM
BLOCOS: 5.0CM — TUBULÃO: 5.0CM
RADIER: 5.0CM

13 - NORMA DE FÓRMAS E ESCORAMENTOS :NBR 15696/2009
FÓRMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
PROJETO,DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014
PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
16 - NORMA DE FUNDAÇÕES : NBR 6122/2010
PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES
17 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO
18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

Cagece

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

DESENHO	PRANCHA Nº
01	04/04

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA

PROJETO EXECUTIVO

PROJETO ESTRUTURAL
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-03
ARMAÇÃO

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	ENG. GERARDO FROTA NETO / ENG. BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0648ST-004-EST-R00.DWG	DATA:	MAIO/2019

Resumo Estrutural por Elementos

Cagece

RESUMO ESTRUTURAL POR ELEMENTOS

ML ENGENHARIA & PROJETOS

CASA DO GERADOR TIPO (BASE PARA PARAMETRIZAÇÃO)							
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa							
	LAJES	PISO	CINTAS	VIGAS	PILAR	SAPATAS	TOTAL
VOLUME (m^3)	3,00	4,00	2,00	2,00	1,50	1,50	14,00

LAJES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	407	65
50A	6.3	65	16
TOTAL		472	81
PISO			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	1680	269
TOTAL		1680	269
CINTAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	146	37
50A	12.5	97	97
TOTAL		243	134
VIGAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	154	25
50A	10	182	115
50A	12.5	34	34
TOTAL		370	174
PILAR			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	141	23
50A	12.5	146	146
TOTAL		**287**	**169**
SAPATAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	12.5	96	96
TOTAL		**96**	**96**

TAXA DE ARMADURA PARAMETRIZADA						
laje	**5**	**6,3**	**8**	**10**	**12,5**	
Armadura (kg)	334	16				350
Vol.concreto (m^3)	14	14				
taxa paramet.	**23,86**	**1,14**				
viga,pilar,parede	**5**	**6,3**	**8**	**10**	**12,5**	
Armadura (kg)	48			152	277	477
Vol.concreto (m^3)	14			14	14	
taxa paramet.	**3,43**			**10,86**	**19,79**	
sapata	**5**	**6,3**	**8**	**10**	**12,5**	
Armadura (kg)					96	96
Vol.concreto (m^3)	14				14	
taxa paramet.					**6,86**	

Téc. Tiago Cavalcante Lima
Supervisor de Orçamentos de Projetos
GEROJ - CAGECE

[Arquivo]
CASA DO GERADOR_ARMAD. PARAMET.

Cagece

RESUMO ESTRUTURAL POR ELEMENTOS

ML ENGENHARIA & PROJETOS

CAIXA DE DESCARGA, VENTOSA, QUEBRA DE PRESSÃO, TRAVESSIAS (BASE PARA PARAMETRIZAÇÃO)

LAJE DE FUNDO			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	234,12	93,648
TOTAL		234,12	93,648
LAJE DE TAMPA			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6,3	255,66	63,915
		255,66	63,915
PAREDES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6,3	771,12	192,78
50A	8	765,7	306,28
50A	10	282,1	177,723
50A	12.5	67,2	67,2
TOTAL		1886,12	743,983

Volume de concreto

Laje de fundo	2,184
Paredes	10,792
Laje da tampa	1,5288
	14,50

TAXA DE ARMADURA PARAMETRIZADA							
laje	5	6,3	8	10	12,5		
Armadura (kg)		63,915	93,648			157,56	
Vol.concreto (m³)		14,5	14,5				
taxa parametrizada		4,41	6,46				(KG)
viga,pilar,parede	5	6,3	8	10	12,5		
Armadura (kg)		192,78	306,28	177,723	67,2	743,98	
Vol.concreto (m³)		14,5	14,5	14,5	14,5		
taxa parametrizada		13,30	21,12	12,26	4,63		(KG)

Tec. Tiago Cavalcante Lima
Supervisor de Orçamentos de Projetos
GPROJ CAGECE

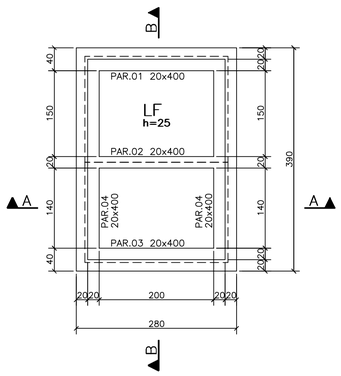
Anexos - Projeto Adotado como Parâmetro para Dimensionamento de Caixas

PEÇAS GRÁFICAS

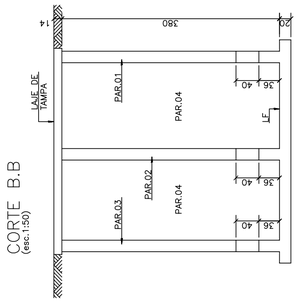
Relação de Plantas:

DESENHO:	PRANCHA:	TÍTULO:
01	01/01	Formas e Armaduras Descarga de Fundo
02	01/02	Casa do Gerador Tipo - Formas e Cortes
02	02/02	Casa do Gerador Tipo - Armação

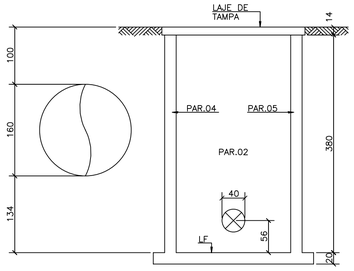
FORMA FUNDO DESCARGA
(esc.1:50)



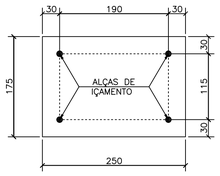
CORTE B.B
(esc.1:50)



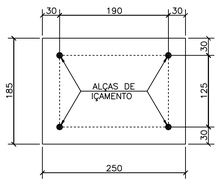
CORTE A.A
(esc.1:50)



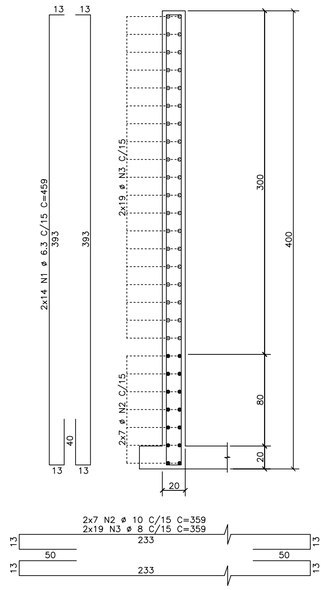
TAMPA 250x175 (X1)
(esc.1:50)



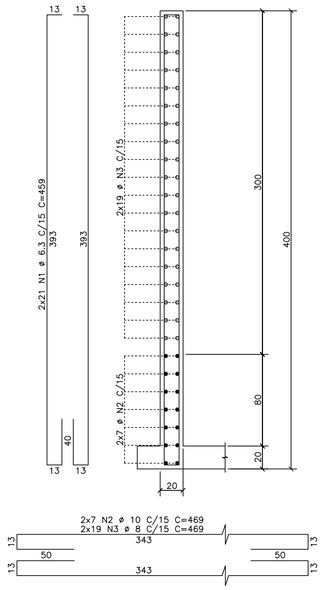
TAMPA 250x185 (X1)
(esc.1:50)



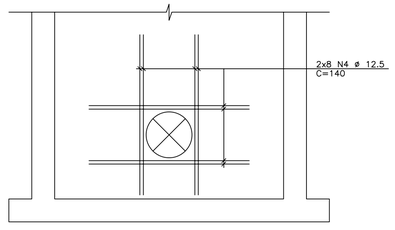
PAR.01 A PAR.03 20x400 (X3)
(esc.1:25)



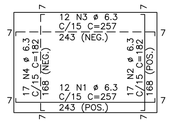
PAR.04 E PAR.05 20x400 (X2)
(esc.1:25)



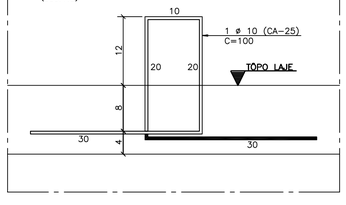
ARM.REFORÇO FURO PAR.01 A PAR.03
(esc.1:25)



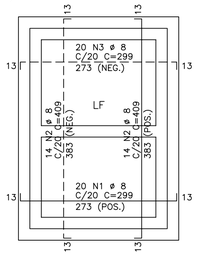
ARM.TAMPA 250x175 (X1)
(esc.1:50)



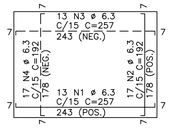
DETALHE ALÇA DE IÇAMENTO
(esc.1:5)



ARM.LAJE FUNDO DESCARGA
(esc.1:50)



ARM.TAMPA 250x185 (X1)
(esc.1:50)



NOTAS:

1– MEDIDAS EM CENTÍMETROS.

2– cf – CONTRA–FLECHA EM "cm" A SER ADOTADA NOS CENTROS DAS LAJES E NAS VIGAS NOS LOCAIS INDICADOS EM PLANTA.

3– CLASSE DE AGRESSIVIDADE: III.

4– ESTE PROJETO FOI DESENVOLVIDO DE ACORDO COM A NBR 6118,E PRESSUPÕE UMA EXECUÇÃO BASEADA NAS NORMAS BRASILEIRAS VIGENTES.

5– NENHUMA REPRODUÇÃO E/OU ALTERAÇÃO NESTE PROJETO PODERÁ SER FEITA SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DA HEPTA BSB.

PROPRIEDADES DO CONCRETO:

- MÓDULO DE ELASTICIDADE INICIAL
  Eci ≥ 30 GPa
- RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO EM MASSA
  a/c ≤ 0,50

CONVENÇÃO DOS PILARES:

- NASCEM
- PROSSEGUEM
- MORREM

ELEMENTO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIM. UNIT.
ARM.LAJE FUNDO DESCARGA				
	1	8	20	299
	2	8	28	409
	3	8	20	299
PAR.01 A PAR.03 (X3)				
	1	6.3	84	459
	2	10	42	359
	3	8	114	359
	4	12.5	48	140
PAR.04 E PAR.05 (X2)				
	1	6.3	84	459
	2	10	28	469
	3	8	76	469
ARM.TAMPA 250x175				
	1	6.3	12	257
	2	6.3	17	182
	3	6.3	12	257
	4	6.3	17	182
ARM.TAMPA 250x185				
	1	6.3	13	257
	2	6.3	17	192
	3	6.3	13	257
	4	6.3	17	192

RESUMO ACO CA 50–60			
ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	1027	257
50A	8	1000	400
50A	10	282	178
50A	12.5	67	67
Peso Total		50A =	902 kg

[redacted]

No.	DATA	HISTÓRICO DA REVISÃO
04	–	–
03	–	–
02	–	–
01	–	–
00	19/10/17	EMISSÃO INICIAL

hepta bsb

- [x] Liberado para Execução
- [ ] Liberado com Comentários
- [ ] Para Aprovação Cliente

Projeto Estrutural

Helder Martins
Engenheiro Civil CREA-CE 8342-D

Marcos Paulo e Silva
Engenheiro Civil CREA-CE 12117-D

Av. Cel. Miguel Dias, 50, s. 201
60.810-160, Guararapes
Fortaleza, CE
tel + fax (85) 3022.7777
www.hepta.eng.br
hepta@hepta.eng.br

cliente
PB CONSTRUÇÕES LTDA.

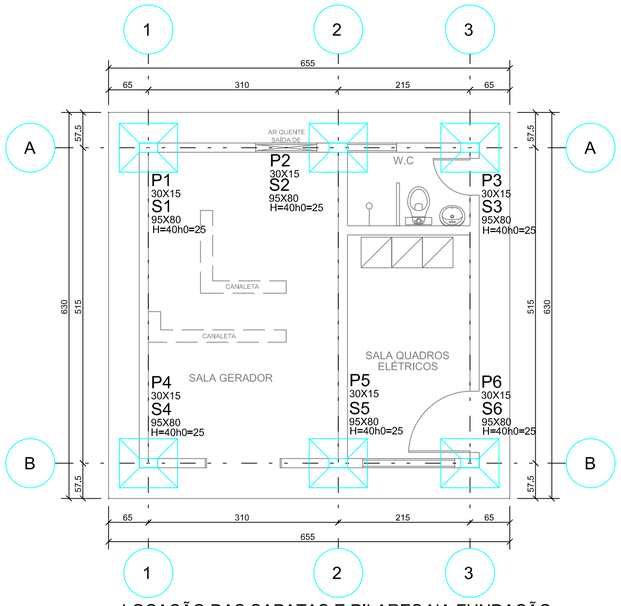
obra
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE FORTALEZA/CE

conteúdo da prancha
FORMA E ARMADURAS DESCARGA DE FUNDO

escala(s)	concreto	
INDICADAS	fck ≥ 25MPa	
desenho	revisão	data
ISRAEL	HM	19/10/2017

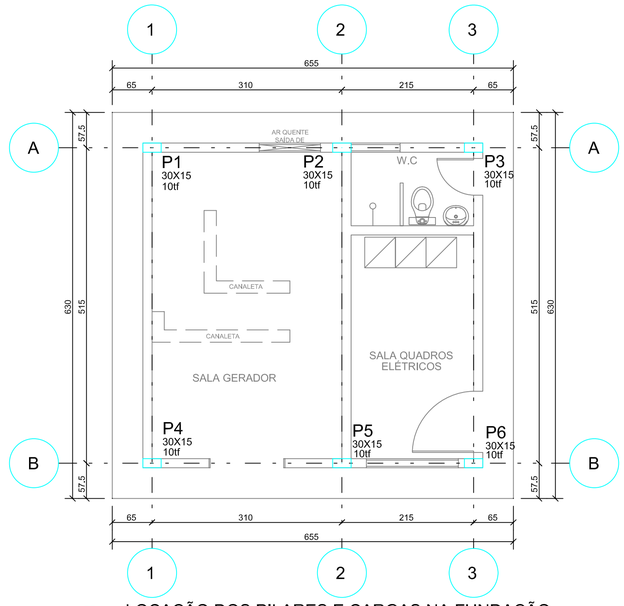
ASSOCIAÇÃO CEARENSE DE ENGENHARIA ESTRUTURAL

prancha 001/00 revisão 00



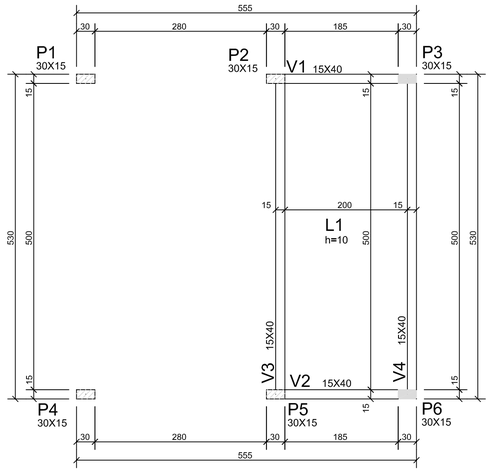
LOCAÇÃO DAS SAPATAS E PILARES NA FUNDAÇÃO

ESCALA - 1:50



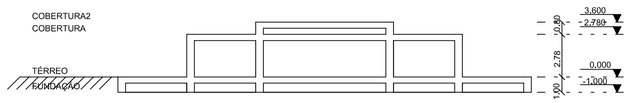
LOCAÇÃO DOS PILARES E CARGAS NA FUNDAÇÃO

ESCALA - 1:50



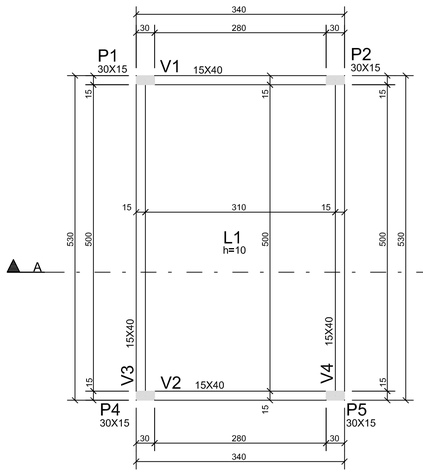
FORMAS DO PAVIMENTO COBERTURA 1

ESCALA - 1:50



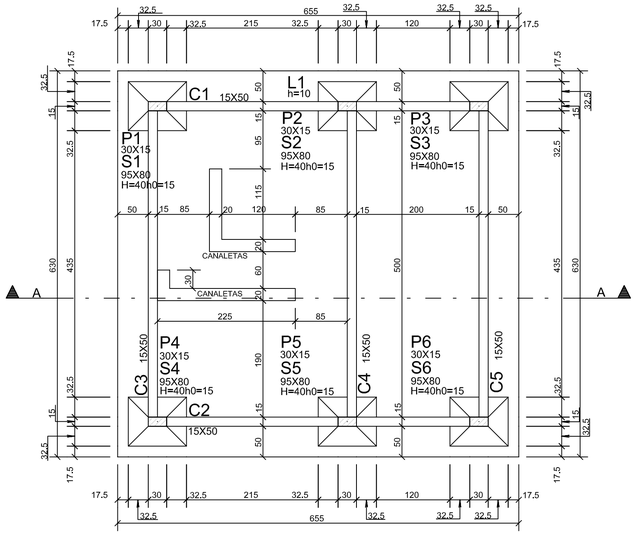
CORTE ESQUEMÁTICO

ESCALA - 1:200



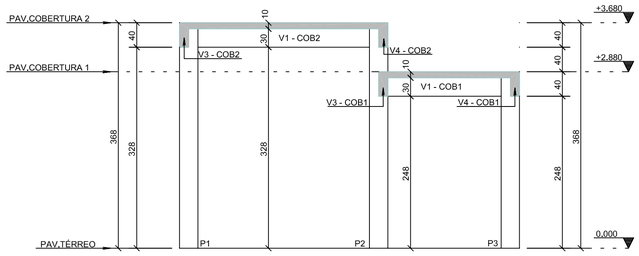
FORMAS DO PAVIMENTO COBERTURA 2

ESCALA - 1:50



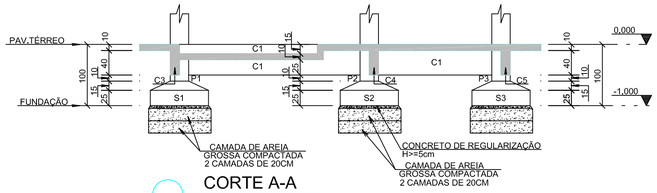
FORMAS DO PAVIMENTO TÉRREO

ESCALA - 1:50



CORTE A-A

ESCALA - 1:50



CORTE A-A

ESCALA - 1:50

ML
ENGENHARIA & PROJETOS

QUANTITATIVOS

	ELEMENTOS ESTRUTURAIS							
	LAJES	piso	cintas	VIGAS	PILAR	sapatas	CAIXAS	TOTAL
ÁREA DE FORMAS (m2)	26.00	3.00	26.00	25.00	24.00	6.00	XXX	110.00
VOLUME DE CONCRETO ESTRUTURAL 30MPA(m.3)	3.00	4.00	2.00	2.00	1.50	1.50	XXX	14.00
VOLUME DE CONCRETO SIMPLES 15MPA(m3)	XXX	2.00	XXX	XXX	XXX	0.2	XXX	2.20

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 : 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

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

R E V I S Ã O

Cagece

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

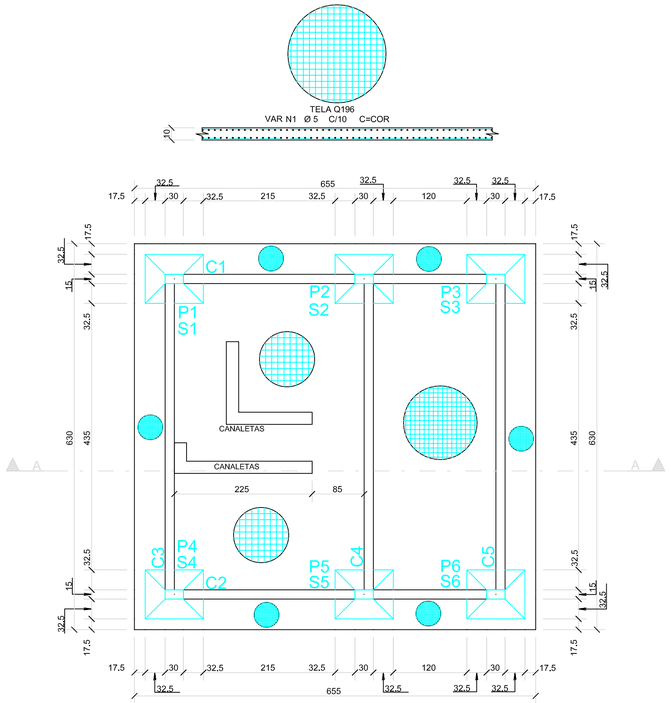
DESENHO	PRANCHA Nº
02	01/02

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA LAGOA DO OPAIA - VILA UNIÃO

PROJETO ESTRUTURAL

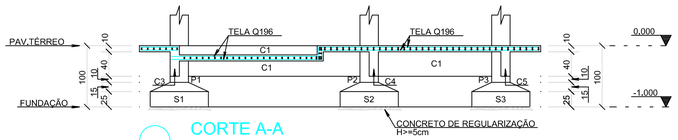
CASA DO GERADOR TIPO
FORMAS E CORTES

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0546-001-EST-R00.dwg	DATA:	NOVEMBRO/2017



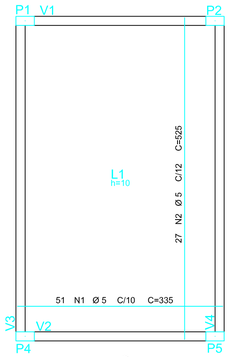
ARMAÇÃO DO PISO DO PAVIMENTO TÉRREO

ESCALA - 1:50



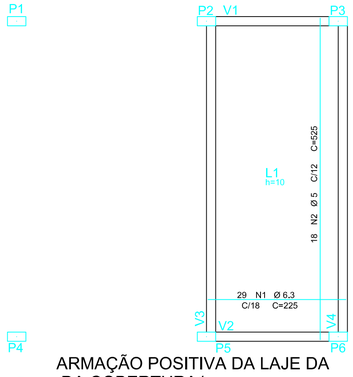
CORTE A-A

ESCALA - 1:50



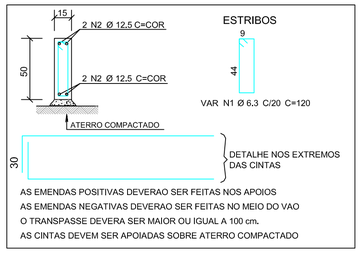
ARMAÇÃO POSITIVA DA LAJE DA COBERTURA2

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO POSITIVA DA LAJE DA COBERTURA1

ESCALA - 1:50

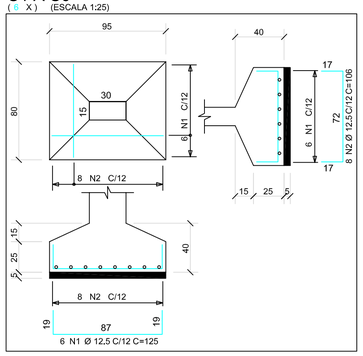


DET.TIPO DAS CINTAS 15x50

ESCALA - 1:25

S1 À S6

(6 X) (ESCALA 1:25)

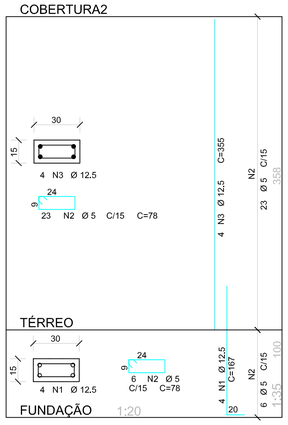


AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)
V1-COBERTURA1					
50A	1	10	6	285	1710
60B	2	5	10	100	1000
V2-COBERTURA1					
50A	1	10	6	285	1710
60B	2	5	10	100	1000
V3-COBERTURA1					
50A	1	10	6	570	3420
60B	2	5	26	100	2600
V4-COBERTURA1					
50A	1	10	6	570	3420
60B	2	5	26	100	2600
V1-COBERTURA2					
50A	1	10	6	380	2280
60B	2	5	15	100	1500
V2-COBERTURA2					
50A	1	10	6	380	2280
60B	2	5	15	100	1500
V3-COBERTURA2					
50A	1	10	3	570	1710
50A	2	12.5	3	570	1710
60B	3	5	26	100	2600
V4-COBERTURA2					
50A	1	10	3	570	1710
50A	2	12.5	3	570	1710
60B	3	5	26	100	2600
P1=P4 (X2)					
50A	1	12,5	8	167	1336
60B	2	5	58	78	4524
50A	3	12,5	8	355	2840
P2=P5 (X2)					
50A	1	12.5	12	167	2004
60B	2	5	58	78	4524
60B	3	5	58	22	1276
50A	4	12,5	12	328	3936
50A	5	12.5	12	77	924
P3=P6 (X2)					
50A	1	12,5	8	167	1336
60B	2	5	48	78	3744
50A	3	12,5	8	275	2200
S1 À S6 (X6)					
50A	1	12.5	36	125	4500
50A	2	12,5	48	106	5088
ARMAÇÃO DO PISO DO PAVIMENTO TÉRREO					
60B	1	5	2	-CORR-	168000
ARMAÇÃO POSITIVA DA LAJE DA COBERTURA1					
50A	1	6.3	29	225	6525
60B	2	5	18	525	9450
ARMAÇÃO POSITIVA DA LAJE DA COBERTURA2					
60B	1	5	51	335	17085
60B	2	5	27	525	14175
DET.TIPO DAS CINTAS 15x50					
50A	1	6,3	122	120	14640
50A	2	12.5	4	-CORR-	9720

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	2382	381
50A	6.3	212	53
50A	10	182	115
50A	12.5	373	373
Peso Total	60B =		381 kg
Peso Total	50A =		541 kg

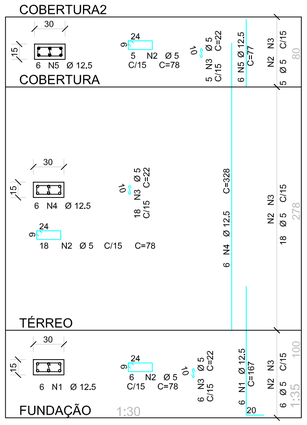
P1=P4

COBERTURA2



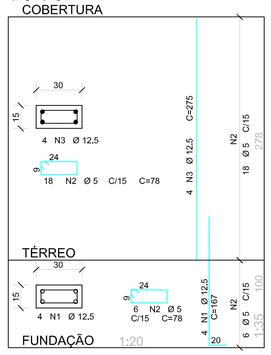
P2=P5

COBERTURA2

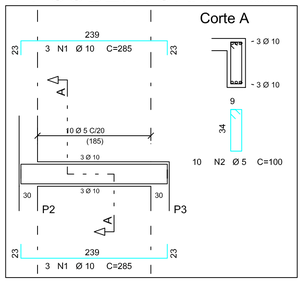


P3=P6

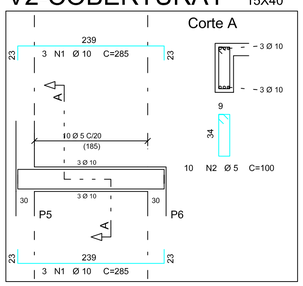
COBERTURA



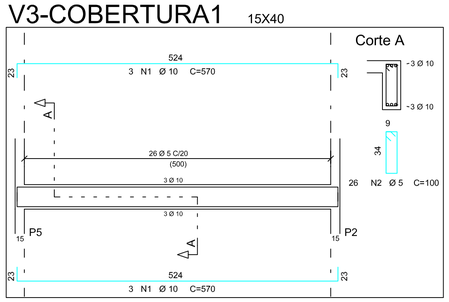
V1-COBERTURA1 15X40



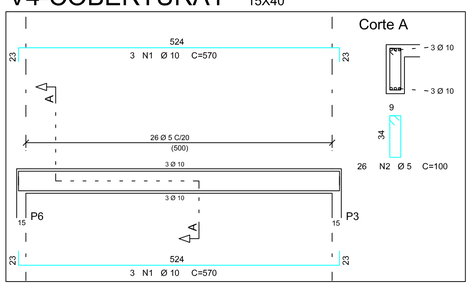
V2-COBERTURA1 15X40



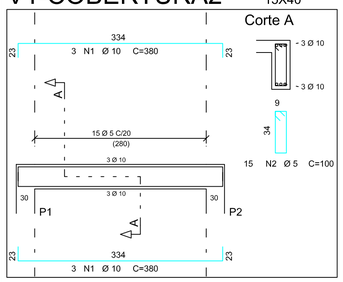
V3-COBERTURA1 15X40



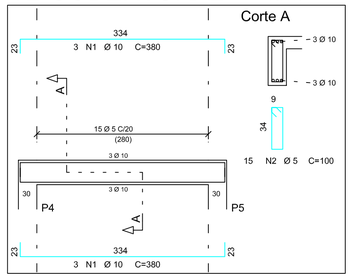
V4-COBERTURA1 15X40



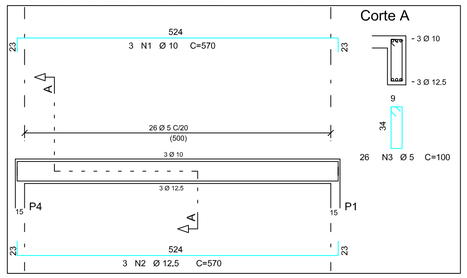
V1-COBERTURA2 15X40



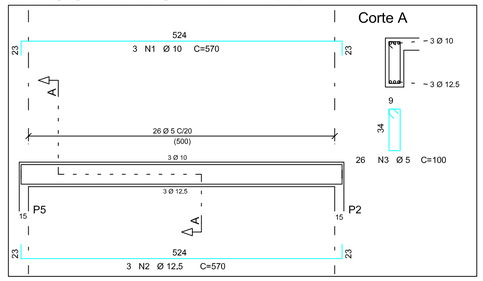
V2-COBERTURA2 15X40



V3-COBERTURA2 15X40



V4-COBERTURA2 15X40



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

1 – Cotas e Dimensões em cm.
2 – Concreto : Fck = 30MPa
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa
Fator Água Cimento : A/C <=0.45
Consumo de Cimento : 350Kgf/m3
3 – Aços : CA–50 – Fyk = 500 MPa
CA–60 – Fyk = 600 MPa
4 – Concreto de regularização:
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa
Espessura : 5.0cm
Consumo de Cimento : 250Kgf/m3
5 – As cotas prevalecem sobre o desenho
6 – Classe de Agressividade Ambiental = Iv
7 – Fator do Terreno: S1 = 1.0
8 – Categoria de Rugosidade: S2 = I
9 – Classe da Edificação: S2 = C
10 – Fator Estatístico: S3 = 1.00
11 – Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s
12 – Cobrimento das Armaduras :

Lajes: 5.0cm Sapatas: 5.0cm
Pilares: 5.0cm Vigas: 5.0cm
Blocos: 5.0cm Tubulão: 5.0cm
Radier: 5.0cm
13 – Norma de fôrmas e escoramentos :NBR 15696/2009
Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
Projeto,dimensionamneto e procedimentos executivos
14 – Norma de Cargas : NBR 6120/1980
Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
15 – Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
Projeto de Estruturas de Concreto–Procedimento
16 – Norma de Fundações : NBR 6122/2010
Projeto e execução de fundações
17 – Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012
Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
18 – Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004
Execução de estruturas de concreto – Procedimento
19 – As normas citadas acima devem ser seguidas
tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

Cagece

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

DESENHO	PRANCHA Nº
02	02/02

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA LAGOA DO OPAIA - VILA UNIÃO

PROJETO ESTRUTURAL

CASA DO GERADOR TIPO
ARMAÇÃO

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0546-002-EST-R00.dwg	DATA:	NOVEMBRO/2017

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

ART de Obra ou Serviço

0820180124699

ART Individual

1. Responsável Técnico

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: 0800128168
Registro: ES-011840/D
Registro: 14177

Empresa contratada: ML PROJETOS EIRELI ME

2. Dados do Contrato

Contratante: **COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ**
CPF/CNPJ: **07040108000157**
Rua: AVENIDA AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES
Nº:
Complemento:
CEP: 60422700
Cidade: FORTALEZA
UF: CE
Bairro: AEROPORTO
Telefone: 8531011769
Contrato: 74/2017
Nº do Aditivo: 0
Valor do Contrato/Honorários: R$1.000,00
Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: AVENIDA AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES
Nº:
Complemento:
Bairro: AEROPORTO
Quadra
Lote
Cidade: FORTALEZA
UF: CE
CEP: 60422700
Data de início: 27/06/2017
Prev. Término: 26/12/2019
Coord. Geogr.:
Proprietário: COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
CPF/CNPJ:07040108000157

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0 **Nº Pavimento(s):** 0 **Dimensão/Quantidade:** 78098 **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,1203 - TRATAMENTO D ÁGUA,1204 - TRATAMENTO DE ESGOTO E RESÍDUOS,9111 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 202 - FUNDAÇÕES,222 - ESTRUTURAS DE CONCRETO,406 - ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO,407 - ESTAÇÕES DE TRATAMENTO D'ÁGUA

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

CONFORME CONTRATO Nº74/2017

6. Declarações

Profissional

Contratante

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

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8.Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

VITÓRIA ES, 22 de NOVEMBRO de 2018
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.confea.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

CREA-ES

Valor ART: R$ 82,94 Registrada em: 14/11/2018 Data de pagamento: 22/11/2018 Valor Pago: R$ 82,94 Nosso Número: 140000000002555366

Scanned by CamScanner