

PROJETO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA ZONA ALTA DO BAIRRO JARDIM PAULISTA

MEMORIAL DE CÁLCULO ESTRUTURAL DO PROJETO DO RESERVATÓRIO ELEVADO NO JARDIM PAULISTA

BARRINHA, SP

NOVEMBRO 2021

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3
2. LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BARRINHA 4
3. DESCRIÇÃO DA OBRA 5
4. ASPECTOS CONSTRUTIVOS 5
5. ATENÇÃO 5
6. CARGAS VERTICAIS 5
7. CARGAS HORIZONTAIS DE VENTO 6
7.1. CÁLCULO DE S_2 6
8. CÁLCULO DA BASE 7
9. CARGAS NAS ESTACAS DEVIDAS AO VENTO 9
10. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NA LIGAÇÃO RESERVATÓRIO/ANEL 10
11. DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS DA BASE 11
11.1. ANEL 11
12. CÁLCULO DAS ESTACAS 11
12.1. RESISTÊNCIA GEOTÉCNICA (VER ANEXO) 11
12.2. RESISTÊNCIA ESTRUTURAL 11
12.3. AÇÃO DO VENTO 11
13. QUANTITATIVOS 13
13.1. FORMA CURVA APARENTE 13
13.2. FORMA CURVA COMUM 13
13.3. CONCRETO DO ANEL (FCK> 25 MPA) 13
13.4. CONCRETO DA LAJE (FCK> 25 MPA) 13
13.5. GRAUTE 13
13.6. CONCRETO PARA LASTRO (10 MPA) 13
13.7. AÇO CA50 13
13.8. ESTACAS HEXAGONAIS VAZADAS PROTENDIDAS F40 13
ANEXO A RESULTADOS DO CÁLCULO COMPUTACIONAL 14
ANEXO B ABACO PROTENDIT 22

1. INTRODUÇÃO

O município de Barrinha, SP tem sofrido com falta d'água em alguns períodos do dia em diversos bairros do município, sobretudo nos mais antigos, e nos locais mais elevados, nos quais a falta de capacidade de reservatórios e de setorização das redes não permite com que a água chegue durante os horários de pico às residências da Zona Alta.

Em especial, o Bairro Jardim Paulista, possui atualmente um reservatório que abastece tanto a Zona Alta, quanto a Zona Baixa, e não consegue disponibilizar água para a Zona Alta em dias de consumo intenso, e nas horas de pico, além de não propiciar a pressão necessária para atendimento às residências da Zona Alta, quando o nível d'água do reservatório existente está abaixo de seu terço superior aproximadamente.

Desta forma, faz-se necessária a implantação de novo reservatório elevado, destinado exclusivamente ao abastecimento da Zona Alta, fornecendo água potável em quantidade e com pressão suficiente ao abastecimento da população dessa região no município de Barrinha.

2. LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BARRINHA

A Figura 1 apresenta a localização do município de Barrinha no Estado de São Paulo, e a localização do Bairro Jardim Paulista no qual deverá ser instalado o novo reservatório de água tratada.

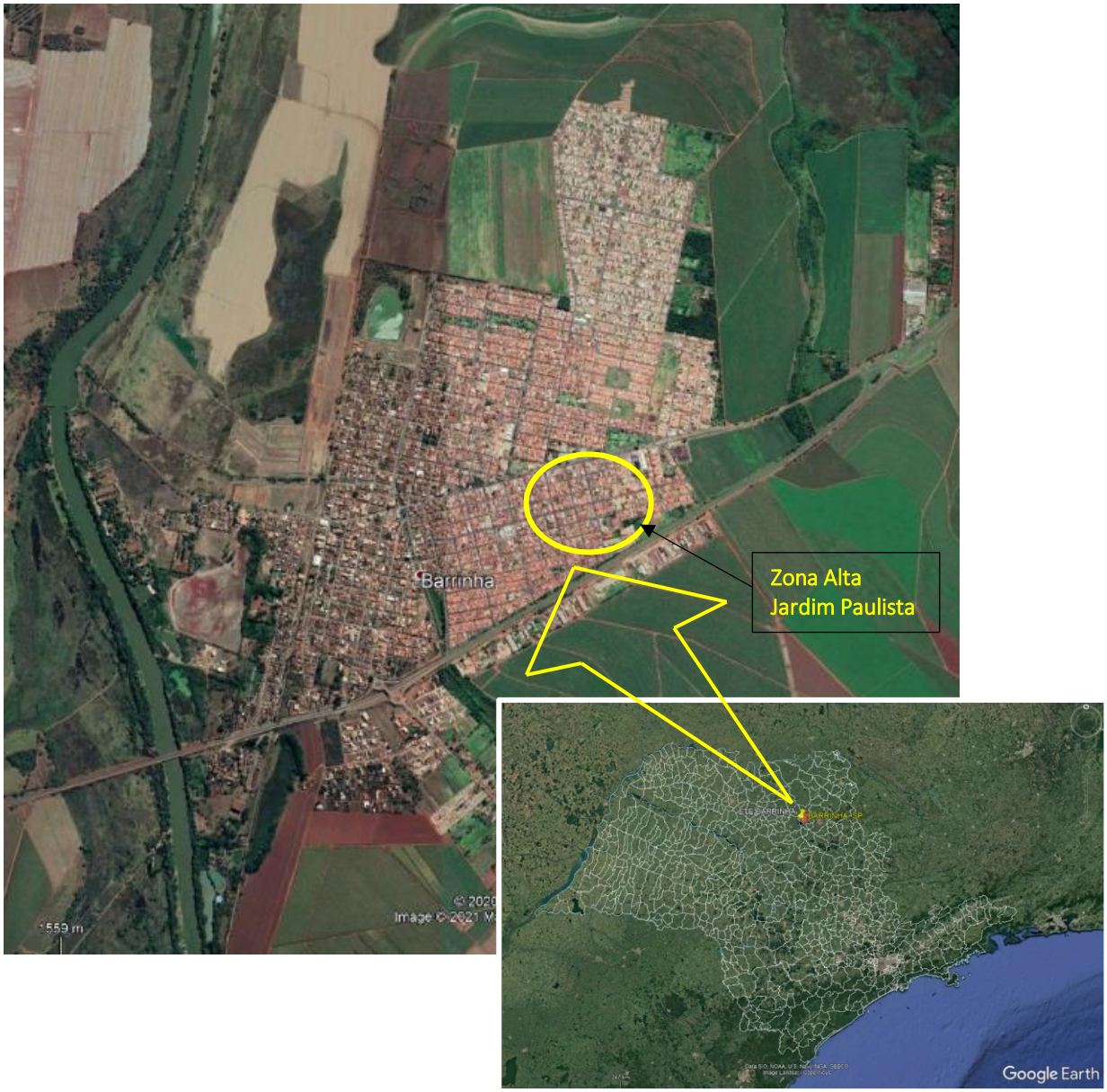


Figura 1. Localização do município de Barrinha e o bairro Jardim Paulista.

3. DESCRIÇÃO DA OBRA

Trata-se de base em concreto armado para receber o reservatório metálico para água (250m³), na cidade de Barrinha.

A base é constituída de anel apoiado em estacas pré-moldadas; esse conjunto é travado horizontalmente por lajes de concreto.

O reservatório de água será elevado, metálico, com 33,5m de altura e diâmetro de 3,8m.

4. ASPECTOS CONSTRUTIVOS

- Locação e cravação das estacas;
- Após arrasamento, executar reforço de armadura, localizada na parte vazada da estaca, com o objetivo de absorver os esforços de tração oriundos da ação do vento;
- Concretar o anel e a laje de travamento.

5. ATENÇÃO

O cálculo demostrou que existe tração na ligação reservatório/anel, na combinação reservatório vazio mais vento normativo. Isso exige cuidado !!!

6. CARGAS VERTICAIS

a) Tampa + fundo intermediário + sobrecarga na tampa + pp do reservatório ≅ 40tf.

b) Água: 250 tf

c) Laja + anel: 16,55 tf

7. CARGAS HORIZONTAIS DE VENTO

Local da construção: Barrinha - SP

Velocidade básica do vento: 39m/s

S_1 = 1,0 (terreno categoria II)

S_3 = 0,95 (depositos, silos etc)

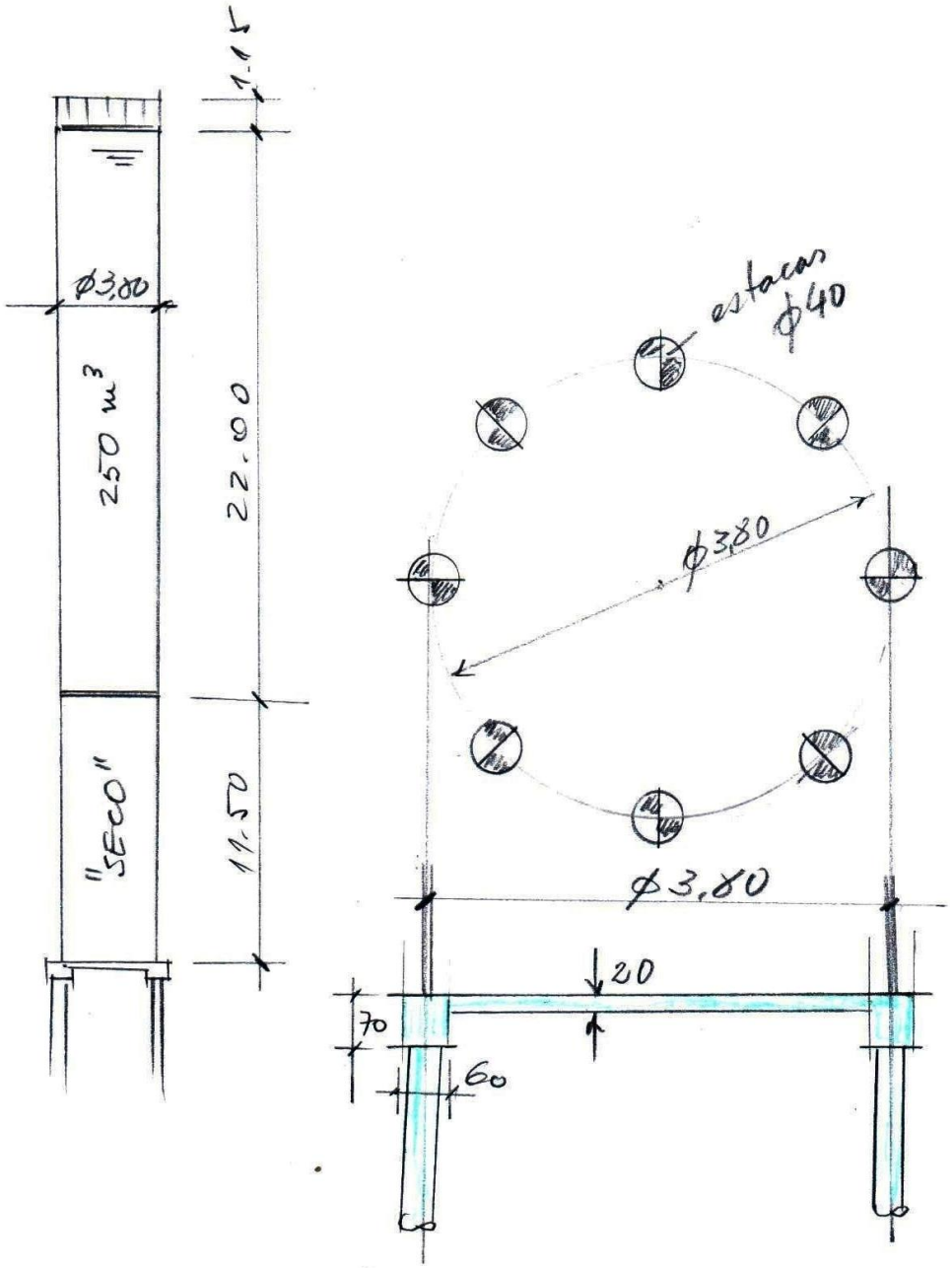
7.1. CÁLCULO DE S_2

Categoria IV (cidades pequenas) classe B (h entre 20 e 50m).

Valores de S_2

h (m)	0 . 5 . 10 . 15 . 20 . 25 . 30 . 35
S_2	0,76 0,83 0,88 0,91 0,96 0,96 0,99

8. CÁLCULO DA BASE



8 estacas escavadas pré-moldadas profundidas Ø40 (profundit ou equivalente).

$V_k = S_1 . S_2 . S_3 .$

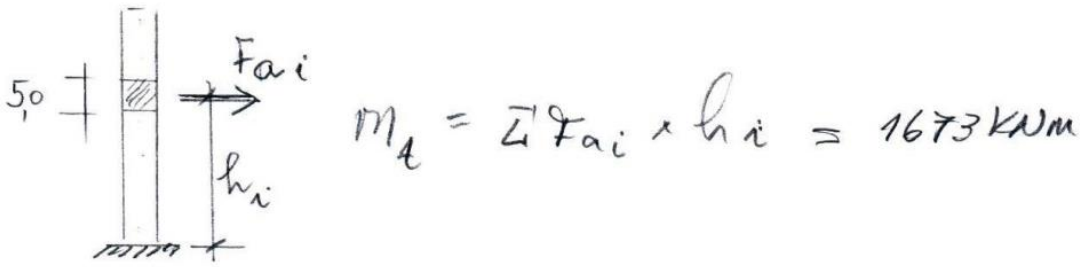
$q = 0{,}613\ V_k^2\ (KN/m^2)$ ↓ D ↓ Δh

Ae =área incidência = 3,80 x 5,00 (m^2)

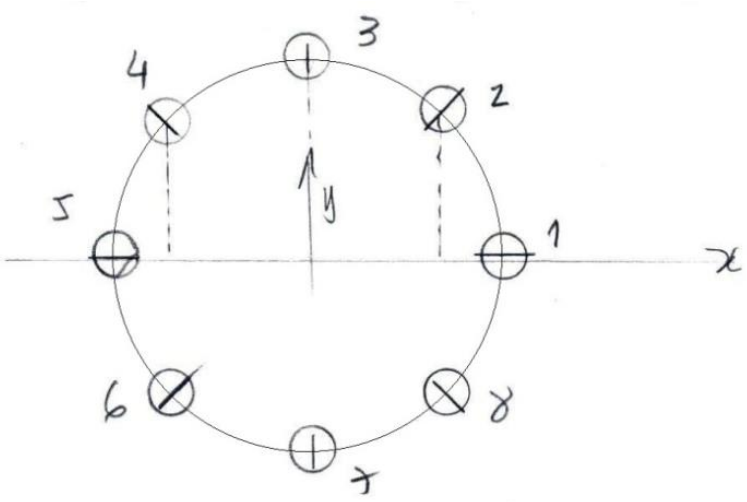
Fa = força de arrasto (Aexq) em KN

M_t= momento de tombamento na base (KN.m)

h (m)	S_2	V_k(m/s)	q (KN/m)	Ae(m^2)	Fa(KN)	Hi (m)	M_t(KNm)
35	0,99	36,6	0,82	19,0	15,6	32,5	507
30	0,96	35,5	0,77	19,0	14,6	27,5	401
25	0,96	35,5	0,77	19,0	14,6	22,5	328
20	0,91	33,7	0,70	19,0	13,2	17,5	178
15	0,88	32,5	0,65	19,0	12,3	12,5	154
10	0,83	30,7	0,58	19,0	10,9	7,5	82
5	0,76	28,1	0,48	19,0	9,2	2,5	23
0							
					90,4 KN		1673 KNm



9. CARGAS NAS ESTACAS DEVIDAS AO VENTO



est	yi (m)	yi² (m²)	Ni (tf)
1	0	0	0
2	1,34	1,81	16,3
3	1,90	3,61	23,1
4	1,34	1,81	16,3
5	0	0	0
6	- 1,34	1,81	- 16,3
7	- 1,90	3,61	- 23,1
8	- 1,34	1,81	- 16,3

A = área da estaca

$I_x = \Sigma A\, y_i^2 = A\Sigma y_i^2$

$$\sigma_i = \frac{Mt}{Ix} y_i = \frac{1}{A}\frac{M}{\Sigma yi^2} y_i$$

$$N_i = (\sigma_i \,.\, A) = \frac{M}{\Sigma yi^2} y_i = \frac{176{,}3}{14.46} y_i$$

10. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NA LIGAÇÃO RESERVATÓRIO/ANEL

Momento de inércia do anel supondo espessura das paredes e = 1cm

$$I = \frac{\pi}{4}(r_e^4 - r_i^4)$$

$$I = \frac{\pi}{4}(1.90^4 - 1,89^4)$$

$$I = 0,214 m^4$$

$$\sigma_{vento} = \frac{M}{I} y = \frac{176,3}{0,214} \cdot 1,90 = \pm 1565\ t/m^2$$

Com reservatório vázio:

$$\sigma_g = \frac{40}{\pi \times 3,80 \times 0,01} = \pm 335\ t/m^2$$

Portanto existirá tração:

$$\sigma = \sigma_{vento} + \sigma_g = -1565 + 335 = -1230 t/m^2$$

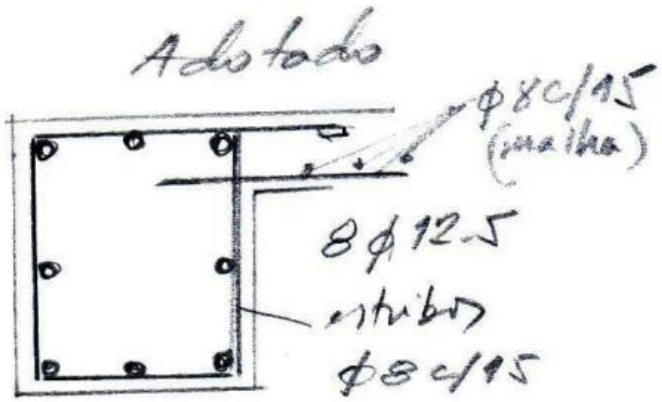
11. DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS DA BASE

11.1. ANEL

$M_{k,máx}$= 7,8 tm

$V_{k,máx}$= 23,1 tf

$T_{k,máx}$ = 0,76tm



12. CÁLCULO DAS ESTACAS

12.1. RESISTÊNCIA GEOTÉCNICA (VER ANEXO)

Carga máxima de compressão: 61,8 tf

Carga máxima de tração: -16,7 tf

12.2. RESISTÊNCIA ESTRUTURAL

Estaca Hexagonal protendida ϕ40 (vazada)

12.3. AÇÃO DO VENTO

Força horizontal no topo da estaca

$$H = \frac{1}{8} \times 9{,}04 = 1{,}13 \text{ tf}$$

$$Lo = \sqrt[5]{\frac{E \cdot I}{Kh}}$$

$E = 2.1 \times 10^6\ t/m^2$

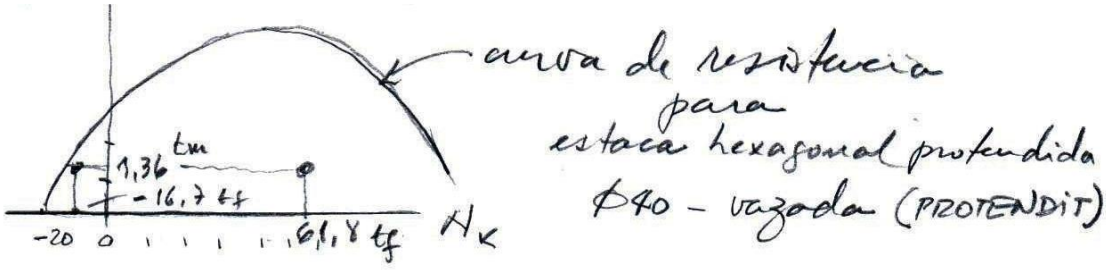
$I = \frac{\pi}{64} \times 0{,}40^4 = 0{,}00125 m^4$

$Kh = 300\ t/m$

$M_{máx} = K_H \cdot H_O \cdot L_O$

$= 0{,}78 \times 1{,}13 \times 1{,}54$

$= 1{,}36 tm$



Entrando no ábaco da Protendit com os pares (N,M)

Nmax = 61,8tf , M = 1,36 tfm

Nmin = -16,7 tf, M = 1,36 tfm

Vê-se que a **estaca hexagonal com 40cm de diâmetro, vazada, protendida**, satisfaz as solicitações críticas.

13. QUANTITATIVOS

13.1. FORMA CURVA APARENTE

π x 4,40 x 0,70 = 9,67m²

13.2. FORMA CURVA COMUM

π x 3,32 x 0,50 = 5,02m²

13.3. CONCRETO DO ANEL (FCK> 25 MPA)

π x 3,8 x 0,60 x 0,50 = 3,58m³

13.4. CONCRETO DA LAJE (FCK> 25 MPA)

$\frac{\pi}{4}$ x 3,20² x 0,20 = 1,61m³

13.5. GRAUTE

$\left(\frac{\pi}{4}\ x\ 1{,}5\ x\ 4\right) x\ 8$ = 38dm³

13.6. CONCRETO PARA LASTRO (10 MPA)

0,8m³

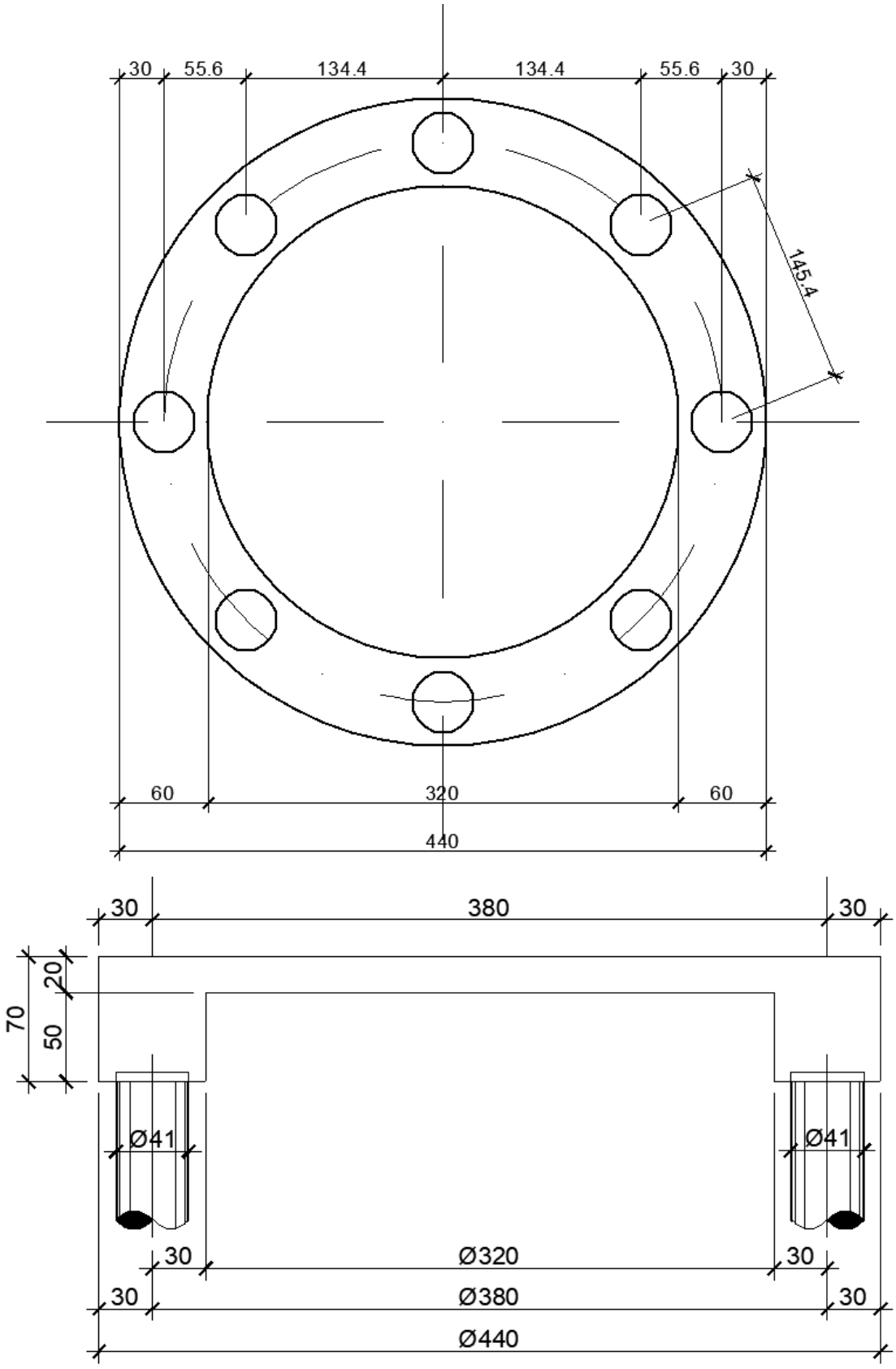
13.7. AÇO CA50

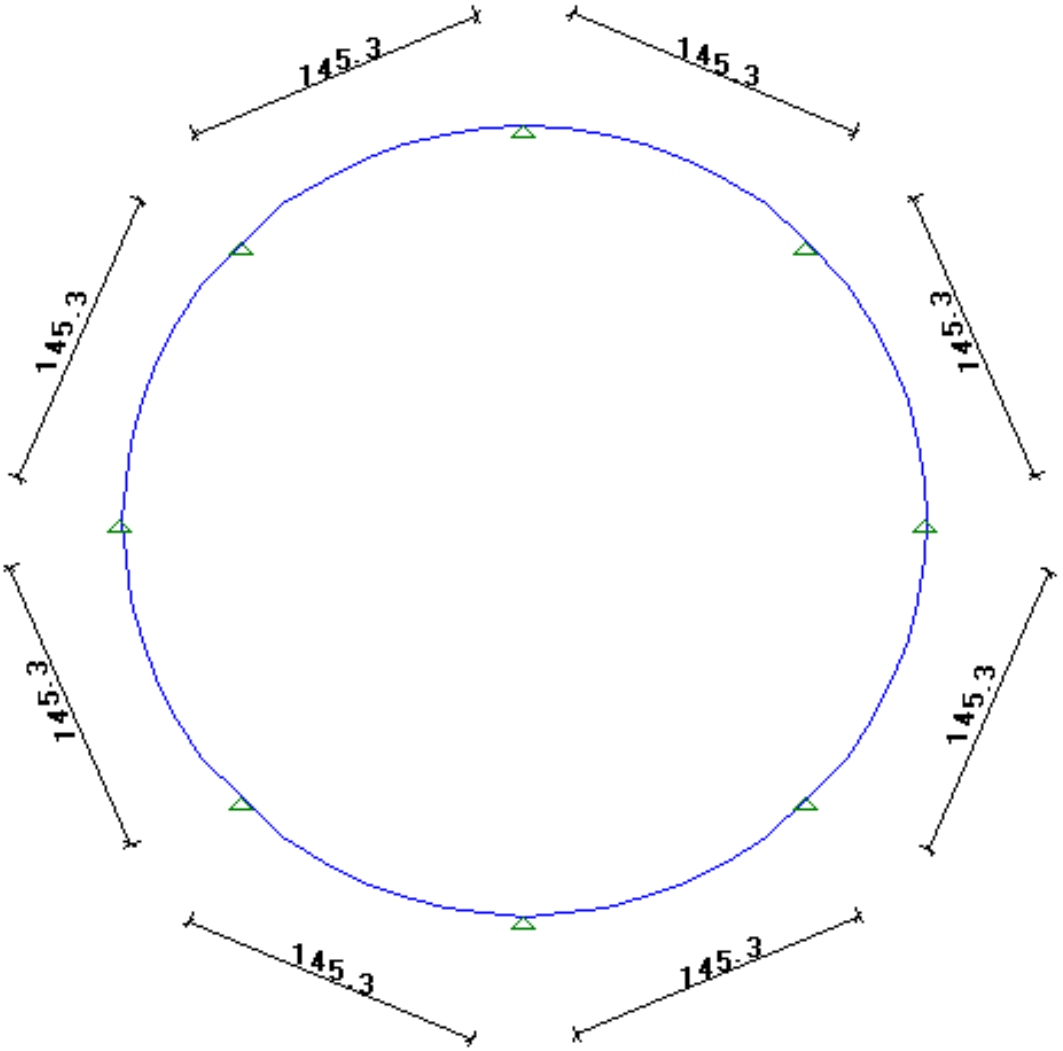
333kg

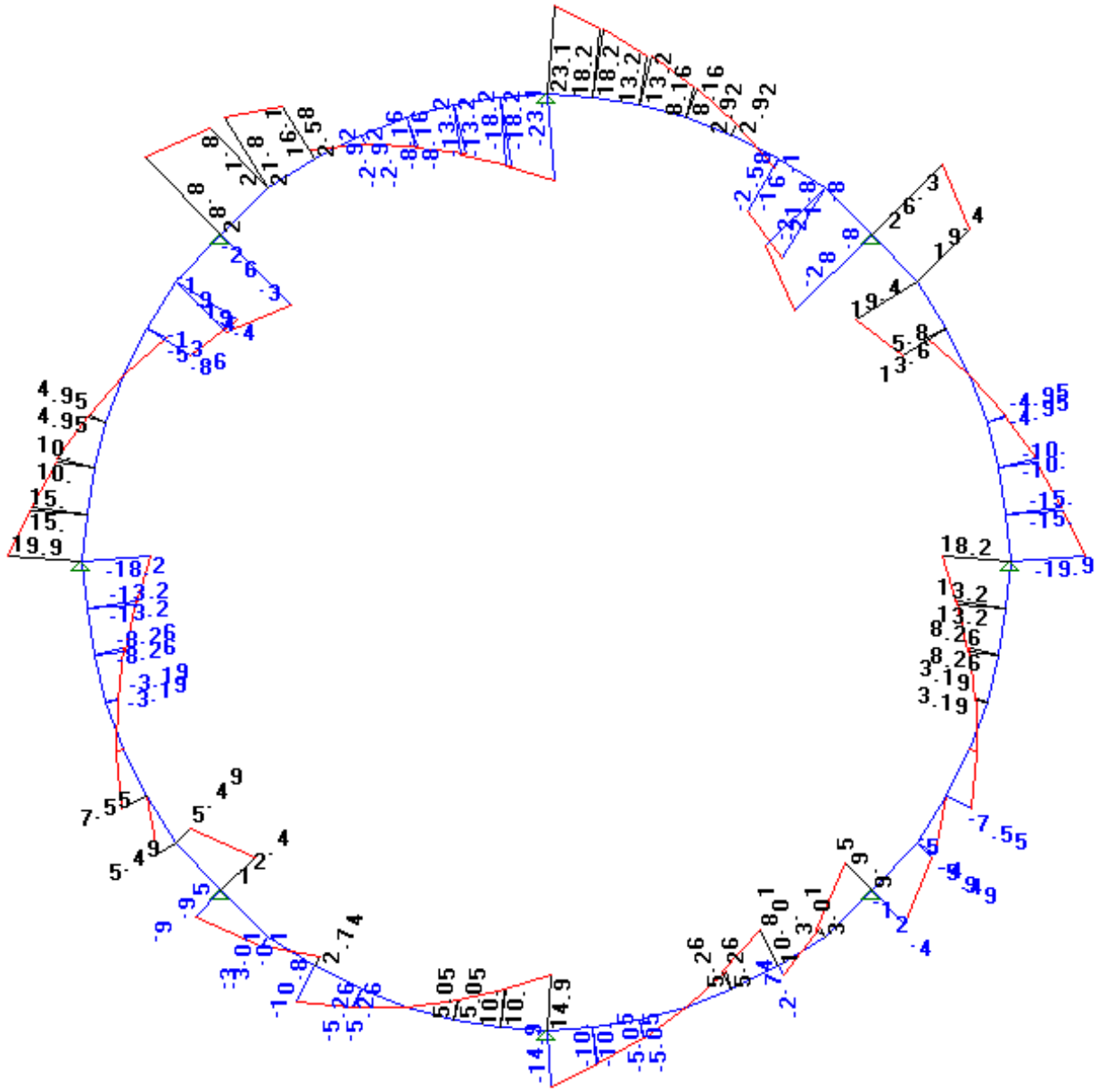
13.8. ESTACAS HEXAGONAIS VAZADAS PROTENDIDAS F40

8 x 14,50 = 116,0m

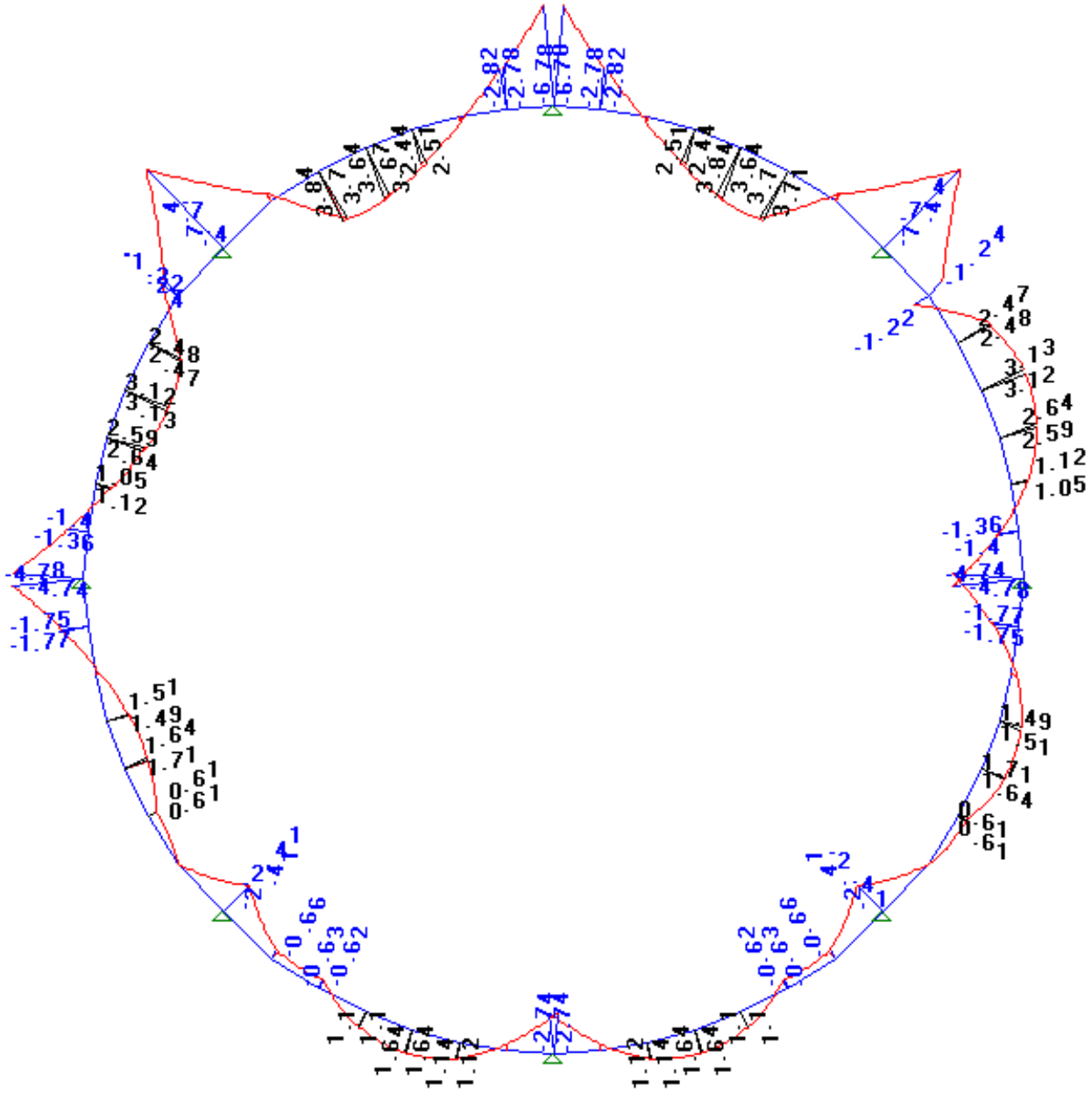
ANEXO A RESULTADOS DO CÁLCULO COMPUTACIONAL


30
55.6
134.4
134.4
55.6
30
145.4
60
320
60
440
30
380
30
70
20
50
Ø41
Ø41
30
Ø320
30
30
Ø380
30
Ø440

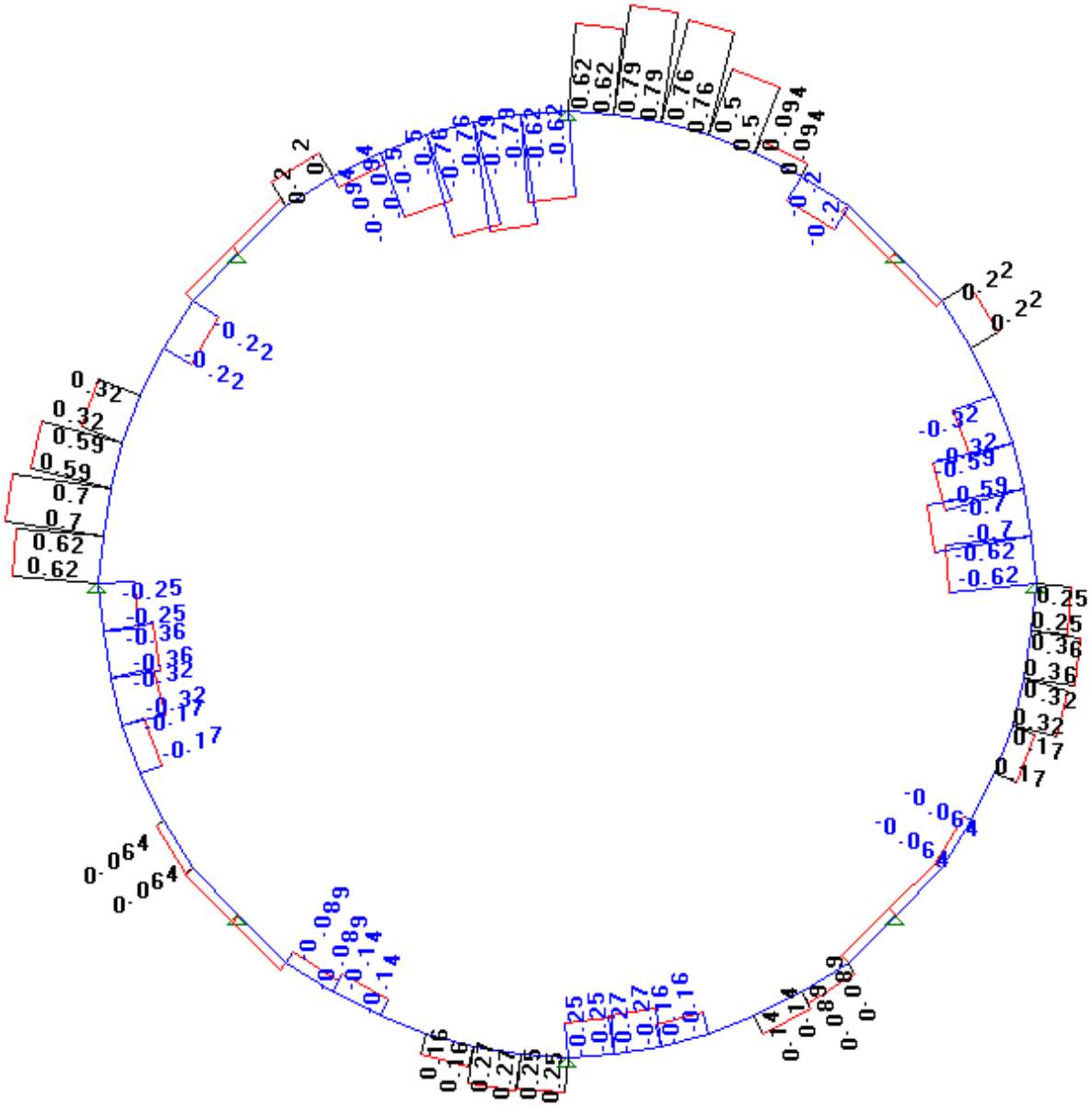

145.3
145.3
145.3
145.3
145.3
145.3
145.3
145.3



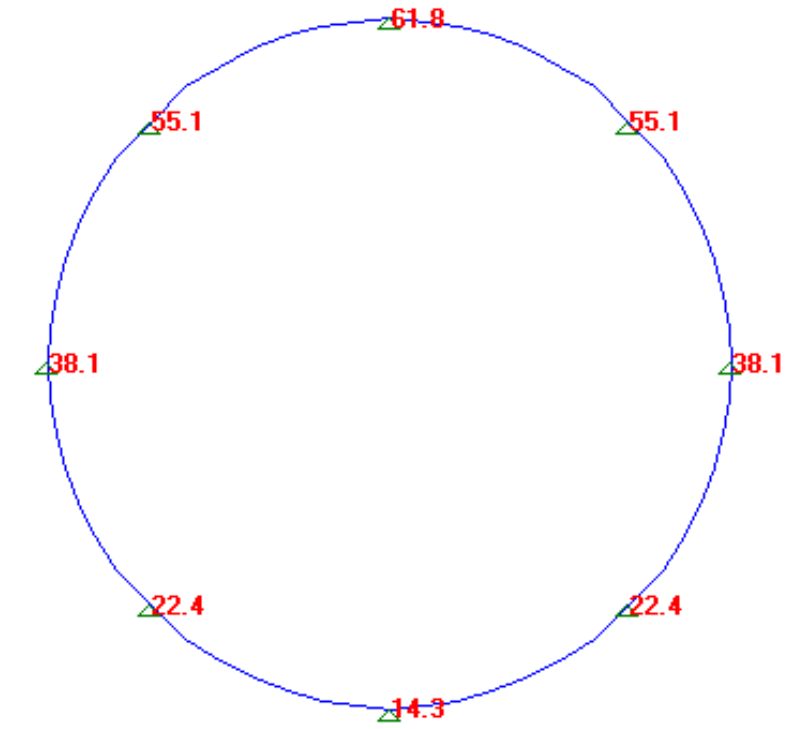
CORTANTE V3 (tf) COMB. Nº 2 max



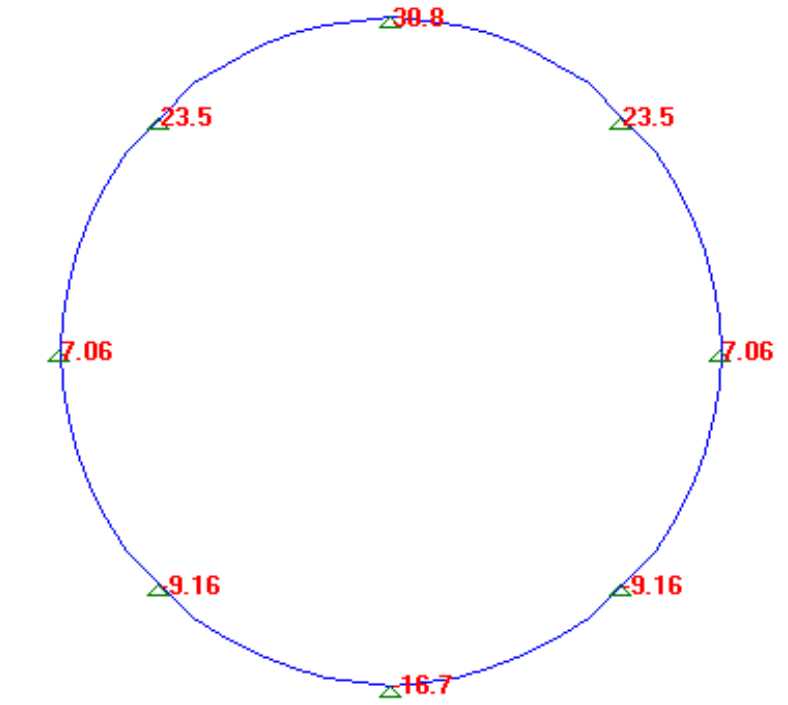
MOM. FLETOR M2 (tf*m) COMB. Nº 2 max



MOMENTO TORSOR (tf*m) COMB. Nº 2 max



REAÇÕES (tf) COMB. Nº 2 max



REAÇÕES (tf) COMB. Nº 1 min

Sondagem:	SP-01
Cota:	0 m

Tipo de Estaca: Pré-moldada
Carga Prevista: 61.8 tf

SOLO		
Ø estaca =	42.0	cm
Perímetro =	131.9	cm
Área da ponta =	1385.4	cm²

ROCHA		
Ø estaca =	42.0	cm
Perímetro =	131.9	cm
Área da ponta =	1385.4	cm²

Valores de K, α e β

Material	K	α	β
areia	40	1.00	1.00
silte arenoso	25	1.00	1.00
silte argiloso	20	1.00	1.00
argila	12	1.00	1.00

1	Tipo de Estaca
1	Pré-moldada
2	Escavada em Geral
3	Escavada com Lama
4	Hélice Contínua

Coeficiente para Rocha		
Atrito Lat. =	4.0	kgf/cm²
Ponta =	30.0	kgf/cm²

Estacas Escavadas
item 7.1.2 da NBR-6122:
b) Qúlt > 2,0 × Carga Prevista
c) Σ Qs > 0,8 × Carga Prevista

Prof. (m)	Material	N SPT	K (tf/m²)	α	β	fs (tf/m²)	Qs (tf)	Σ Qs (tf)	Qp (tf)	Qúlt (tf)	Cota (m)		
0		0									0.0		
1	Argila	0	12	1.00	1.00	1.0	1.3	1.3	1.1	2.4	- 1.0		argila
2	Argila	2	12	1.00	1.00	1.7	2.2	3.5	2.2	5.7	- 2.0		argila
3	Argila	2	12	1.00	1.00	1.7	2.2	5.7	3.3	9.0	- 3.0		argila
4	Argila	2	12	1.00	1.00	1.7	2.2	7.9	4.4	12.4	- 4.0		argila
5	Argila	4	12	1.00	1.00	2.3	3.1	11.0	6.1	17.1	- 5.0		argila
6	Argila	5	12	1.00	1.00	2.7	3.5	14.5	8.9	23.4	- 6.0		argila
7	Argila	7	12	1.00	1.00	3.3	4.4	18.9	10.0	28.9	- 7.0		argila
8	Argila	6	12	1.00	1.00	3.0	4.0	22.9	13.9	36.7	- 8.0		argila
9	Argila	12	12	1.00	1.00	5.0	6.6	29.5	16.1	45.5	- 9.0		argila
10	Argila	11	12	1.00	1.00	4.7	6.2	35.6	33.8	69.4	- 10.0		argila
11	Argila	38	12	1.00	1.00	13.7	18.0	53.7	47.7	101.3	- 11.0		argila
12	Argila	37	12	1.00	1.00	13.3	17.6	71.3	50.4	121.7	- 12.0	+ -0,4 m	argila
13	Silte argiloso	16	20	1.00	1.00	6.3	8.4	79.6	87.7	167.4	- 13.0		Silte argiloso
14	Silte argiloso	42	20	1.00	1.00	15.0	19.8	99.4	98.8	198.2	- 14.0		Silte argiloso
15	Silte argiloso	49	20	1.00	1.00	17.3	22.9	122.3	131.2	253.4	- 15.0		Silte argiloso
16	Silte argiloso	51	20	1.00	1.00	18.0	23.8	146.0	138.5	284.6	- 16.0		Silte argiloso

ANEXO B ABACO PROTENDIT

CONSTRUÇÃO PREFABRICADA
protendit
FUNDAÇÕES

