METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/00-NG-RL-1018

SETOR	SAMAMBAIA
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	EDUARDO MINORU NAGAO / BRUNO BRAZ ZAMMATARO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

ENG. EDUARDO MINORU NAGAO CREA N° 5060215720/SP

METRÔ - DF

		UNIDADE DE CONSTRUÇÃO **SUBESTAÇÃO RETIFICADORA Nº 63**	
		LOCAL **SAMAMBAIA**	
VISTO	DATA **22/08/2013**	ESPECIALIDADE / SUBESPECIALIDADE **PROJETO DE FUNDAÇÕES**	
APROVADO	DATA **18/12/2013**	TIPO/ ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO **RELATÓRIO TÉCNICO – FUNDAÇÕES**	AREA DE CONST.
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. **BÁSICO**		
N MICROFILME	FOLHA **1/14**	CODIFICAÇÃO **RT.4/91.7G/G2.002**	REVISÃO **0A**

0A	**APROVADO NO PARECER 0522/13-TEN**	**18/12/13**					
0A	ATENDENDO AO PARECER 0315/13-TEN	11/11/13					
0	EMISSÃO INICIAL	22/08/13					
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO	DATA	APROVO
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF – SAMAMBAIA

RELATÓRIO TÉCNICO

PROJETO DE FUNDAÇÕES

SUMÁRIO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....5

1 INTRODUÇÃO 5

2 DADOS GEOLÓGICO GEOTÉCNICO.....7

3 MÉTODO CONSTRUTIVO.....8

4 METODOLOGIA DE CÁLCULO 9

5 RESULTADOS.....12

6 CONCLUSÃO 13

7 BIBLIOGRAFIA 14

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DE.4/91.7G/E1.001 e 002: Arquitetura da Subestação Retificadora N° 63

DE.4/91.7G/E1.004 e 005: Arquitetura da Subestação Retificadora N° 63

DE.4/00.7G-A3.001 a DE.4/00.7G-A3.006: Perfil Geológico Geotécnico da Expansão Samambaia

RT.4/00.7G-A3.002: Relatório Geológico Geotécnico da Expansão Samambaia

1 INTRODUÇÃO

O presente documento insere-se no âmbito do projeto de expansão da rede de metrô em Brasília, Ramal Samambaia, apresentando a solução de fundação a adotar na Subestação Retificadora 63. Como se observa na Figura 1.1 o local de implantação da subestação é próximo à estaca 2995, sendo, segundo o DE.4/00.7G/A3.005, a sondagem SP-04 a mais próxima e a que será utilizada como referência. Na página seguinte são ainda apresentadas as cargas de trabalho a serem consideradas no presente cálculo.

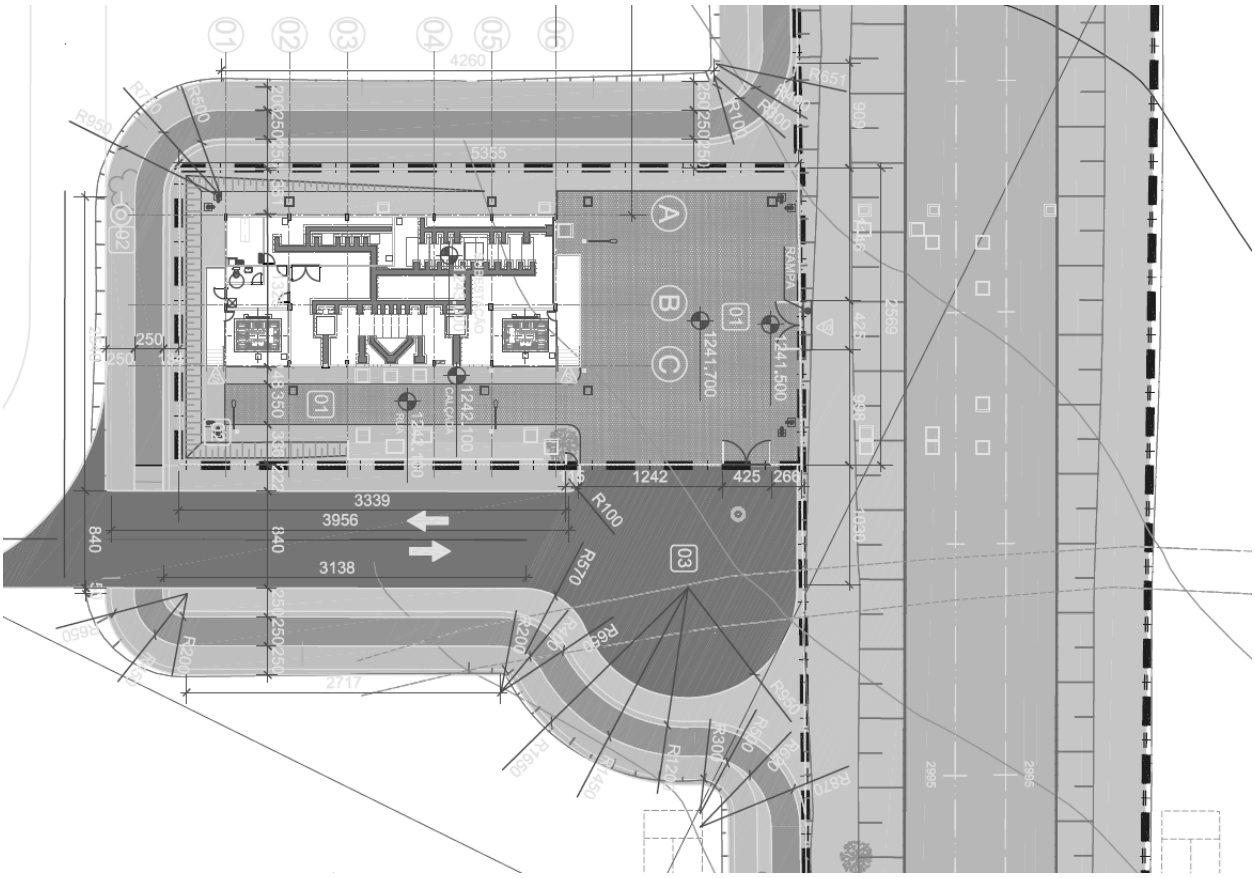


Figura 1.1 – Planta de Implantação (DE.4/91.7G/E1.001).

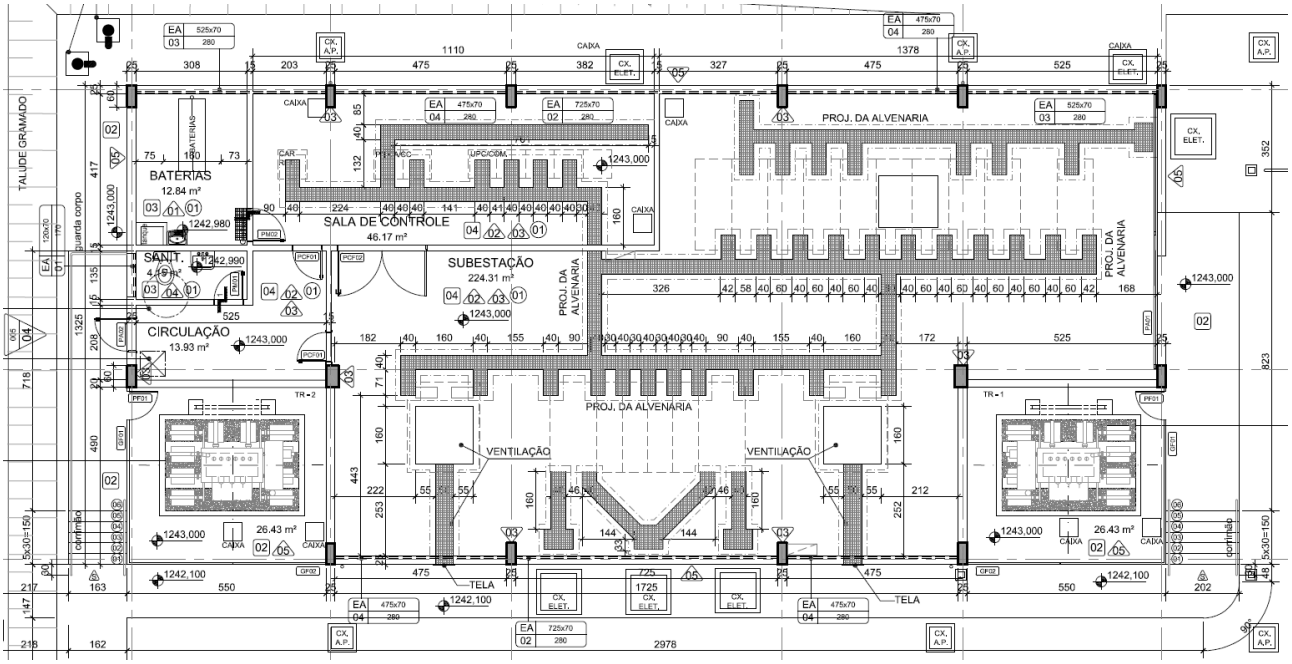


Figura 1.2 – Planta baixa da Arquitetura (DE.4/91.7G/E1.002).

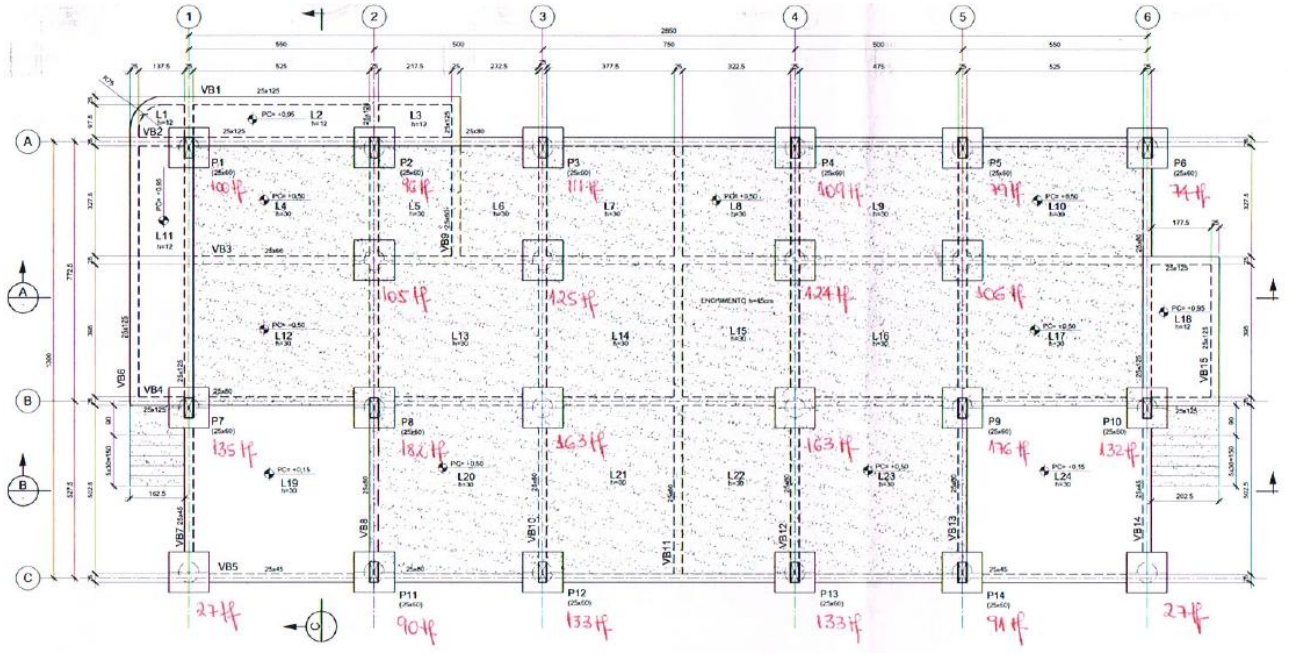


Figura 1.3 – Distribuição de cargas de trabalho nos blocos de fundação (ver Projeto específico de Estruturas).

2 DADOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Abaixo são apresentadas a localização da sondagem mais próxima à Subestação e o respectivo Perfil Geológico Geotécnico (ver Figura 2.1 e 2.2) resultante da campanha complementar de sondagens de 2013, primeira etapa, identificando uma camada espessa de argila vermelha muito mole a média.

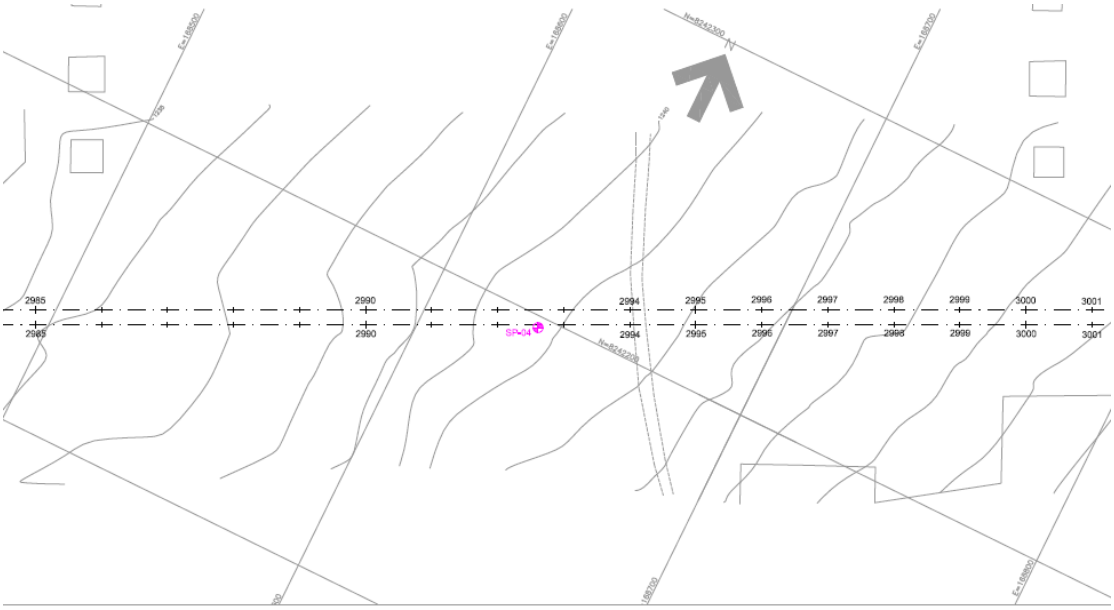


Figura 2.1 – Localização da sondagem SP-04 (Fonte: DE.4/00.7G/A3.006).

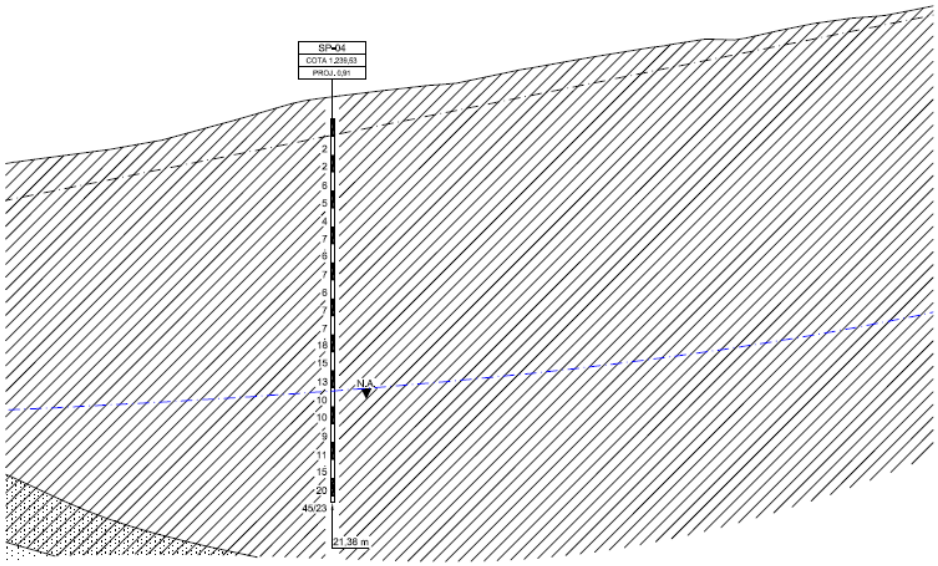


Figura 2.2 – Perfil Geológico Geotécnico no local da SP-04 (Fonte: DE.4/00.7G/A3.006).

3 MÉTODO CONSTRUTIVO

A infraestrutura da subestação é constituída pelas fundações, que se encarregarão de transmitir as solicitações da superestrutura para o solo. Este, por outro lado, deverá ser suficientemente competente para conseguir resistir às pressões instaladas.

Para as fundações indiretas, adotou-se estaca escavada com recurso a lama bentonítica. Este tipo de fundação caracteriza-se pela abertura da cavidade da estaca com uma ferramenta de escavação, e injeção de uma lama que irá equilibrar as tensões horizontais no terreno. À medida que o solo vai sendo escavado é introduzida mais lama para compensar o solo extraído. A armadura é posteriormente colocada até à cota desejada e é injetado concreto através de um tubo a partir do fundo do furo, fazendo a lama subir. A Figura 3.1 ilustra o processo descrito.

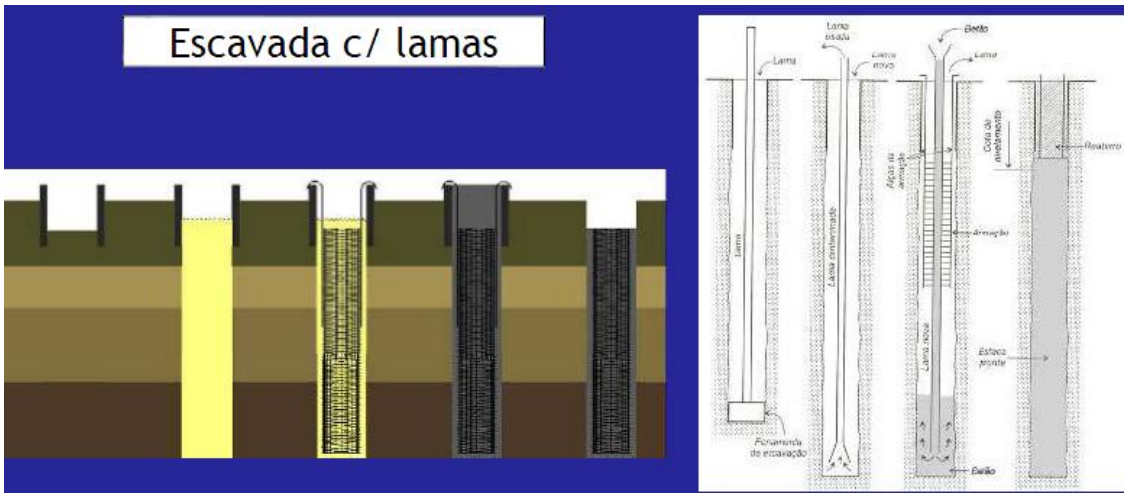


Figura 3.1 – Metodologia construtiva das estacas escavadas com lama bentonítica (Disciplina de Fundações, FEUP).

4 METODOLOGIA DE CÁLCULO

O cálculo das fundações, em projeto básico, prende-se com a determinação da capacidade de carga do solo e indicação do comprimento de estaca necessário para transmitir ao maciço os esforços provenientes dos pilares. O cálculo da capacidade de carga da estaca escavada (estacão) foi realizado através do método de Aoki Velloso (1975), adequado para este tipo de fundação. O método de Aoki Velloso pertence ao grupo dos métodos semi-empíricos e surgiu da necessidade de determinação da carga resistente dos solos a partir dos resultados obtidos pelo ensaio CPT. No entanto, por aplicação de um fator de conversão K, o método tornou-se utilizável para os resultados do ensaio SPT. O valor da resistência de ponta pode, assim, ser estimado multiplicando os resultados N por K. A identificação do solo precisa ser realizada com bastante cuidado uma vez que estes parâmetros têm bastante influência no resultado final da capacidade de carga.

As expressões que permitem a obtenção da resistência total (soma das resistências lateral e de ponta) são dadas por:

- Resistência total: ——

  com

- Resistência de ponta:

  onde — —

- Resistência lateral:

  onde — — —

Número de golpes SPT.

Resistência total.

Resistência de ponta.

Resistência lateral.

Capacidade de carga do solo na cota de apoio do elemento estrutural de fundação.

Tensão média de adesão ou de atrito lateral na camada de espessura .

Área da seção transversal da ponta.

Perímetro da seção transversal.

Resistência de ponta do ensaio de Cone CPT.

Atrito lateral unitário do ensaio de Cone CPT.

Fatores de transformação.

Fator de segurança.

Quadro 4.1 – Valores de α e K por Aoki-Velloso

Tipo de Solo	α	K (MPa)
Ag - argila	6.00%	0.2
AgAr - argila arenosa	2.40%	0.35
AgArS - argila areno-siltosa	2.80%	0.3
AgS - argila siltosa	4.00%	0.22
AgSAr - argila silto-arenosa	3.00%	0.33
Ar - areia	1.40%	1
ArAg - areia argilosa	3.00%	0.6
ArAgS - areia argilo-siltosa	2.80%	0.5
ArS - areia siltosa	2.00%	0.8
ArSAg - areia silto-argilosa	2.40%	0.7
S - silte	3.00%	0.4
SAg - silte argiloso	3.40%	0.23
SAgAr - silte argilo-arenoso	3.00%	0.25
SAr - silte arenoso	2.20%	0.55
SArAg - silte areno-argiloso	2.80%	0.45

Quadro 4.2 – Coeficientes F_1 e F_2 para determinação da resistência lateral e de ponta.

Tipo de Estaca	F1	F2
Escavada	3.50	7.00
Franki	2.50	5.00
Helice Contínua	3.00	3.80
Metálica	1.75	3.50
Pré-moldada	1.75	3.50

Os quadros 4.1 e 4.2 apresentam os valores de α e K, e dos coeficientes F1 e F2, respectivamente.

5 RESULTADOS

Na Figura 5.1 é apresentado o gráfico resultante da análise da capacidade de carga para cada diâmetro de estaca em função da profundidade.

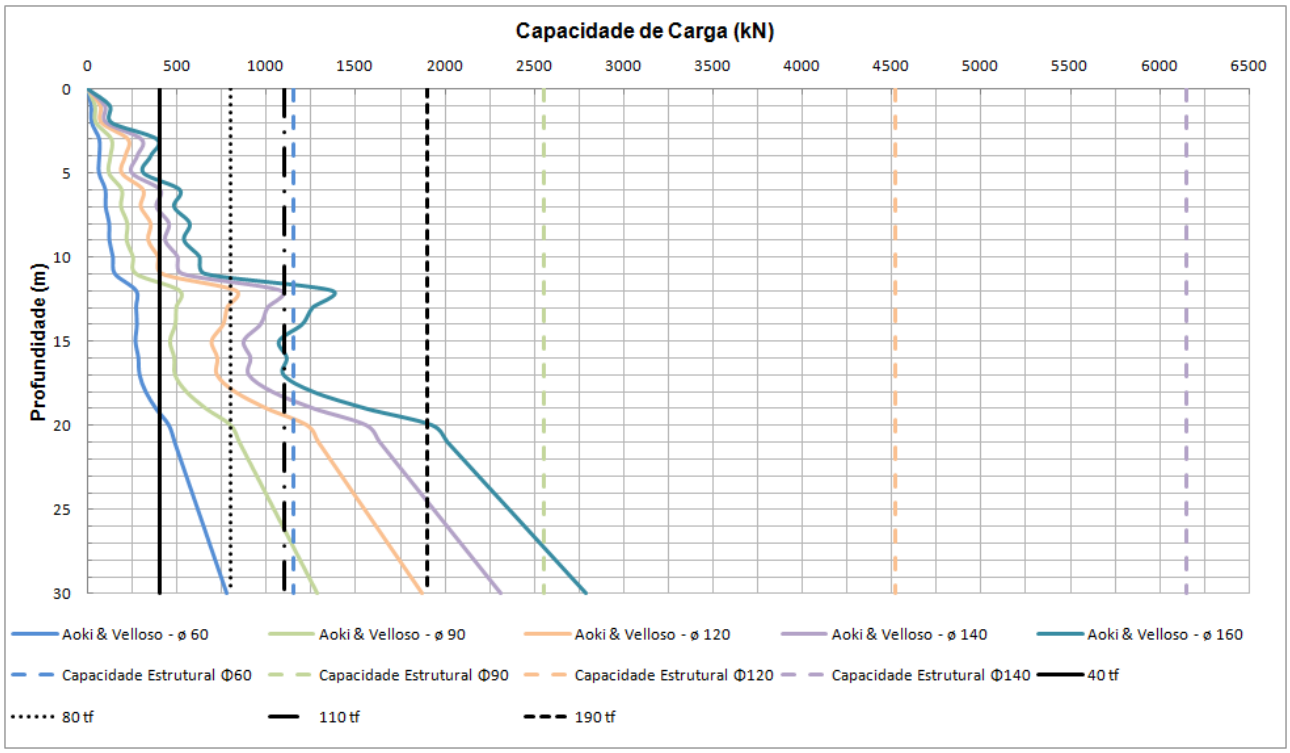


Figura 5.1 – Capacidade de carga do estacão: ø60, ø90 e ø120.

6 CONCLUSÃO

A presente análise considerou o método Aoki&Velloso para a estimativa da capacidade de carga dos estacões. Teve-se ainda em conta a capacidade estrutural assim como a tensão admissível no solo (40 kg/cm^2), apresentando-se no Quadro 6.1 várias possibilidades de comprimento de estaca a escolher para cada diâmetro e carga de trabalho considerado.

Quadro 6.1 – Estimativa do comprimento mínimo da estaca [m] em função do diâmetro e carga de trabalho.

Carga de Trabalho [tf]	Diâmetro da Estaca [cm]				
	60	90	120	140	160
40	20	12	11	8	6
80	-	21	18	12	12
110	-	27	20	19	18
190	-	-	-	25	20

O quadro 6.2 apresenta um resumo das características das estacas adotadas para a construção da Subestação Retificadora 63.

Quadro 6.2 – Quadro resumo das estacas adotadas para a Subestação Retificadora 63.

TABELA DE ESTACAS								
SÍMBOLO	TIPO	DIÂM. (cm)	CAPACIDADE (kN)	NUMERAÇÃO	QUANT.	COTA DE ARRASAMENTO (m)	COMPR. ESTIM.(m)	COMPR. ESTIM. TOTAL (m)
⊕	ESTACÃO	60	400	E.1 A E.4; E.13 A E.20; E.33 A 54	34	CA=1,60	20	680
⊕	ESTACÃO	90	1100	E.5 A E.12; E.21 A E.32	20	CA=1,80	27	540

7 BIBLIOGRAFIA

Amann, K. (2010). *Metodologia Semiempírica Unificada para Estimativa da Capacidade de Carga de estacas*. Tese de Doutorado na escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Aoki, N. and Velloso, D.A (1975), *An approximate method to estimate the bearing capacity of piles.* 5th Panamerican Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering – Buenos Aires.

Cabral, D. (1986). *O uso da estaca raiz como fundação de obras normais.* VIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações – Porto Alegre.

Décourt, L.; Albiero, J. H.; Cintra, J. C. A. *Análise e Projeto de Fundações Profundas*. In: HACHICH, W. et al. Fundações: Teoria e Prática. São Paulo: Pini, 1998. p. 265-327. Capítulo de Livro.

Matos Fernandes, M. (2006), *Mecânica dos solos*, Volume 2. FEUP Edições, Porto.

NBR 6118:2007 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

NBR 6122:2010 – Projeto e execução de fundações.

Ortigão, J.A.R. (1994). O Túnel do Metrô de Brasília – Propriedades Geotécnicas e o Comportamento da Obra. Monografia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 116 p.

Pfeil, W. (1979). *Pontes em Concreto Armado*. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro.

Sondagens à Percussão, Relatório Geológico-geotécnico, Engevix.

V. Fonseca, A. (2010). Apontamentos da disciplina de Fundações, FEUP.