

sese 10

**10º SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE
FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA**

**4ª FEIRA DA INDÚSTRIA DE
FUNDAÇÕES E GEOTECNIA**

**04 a 07
dezembro/2023
São Paulo**

Realização:



Organização:



Apoio:



www.sese10.com.br

CIDADE MATARAZZO

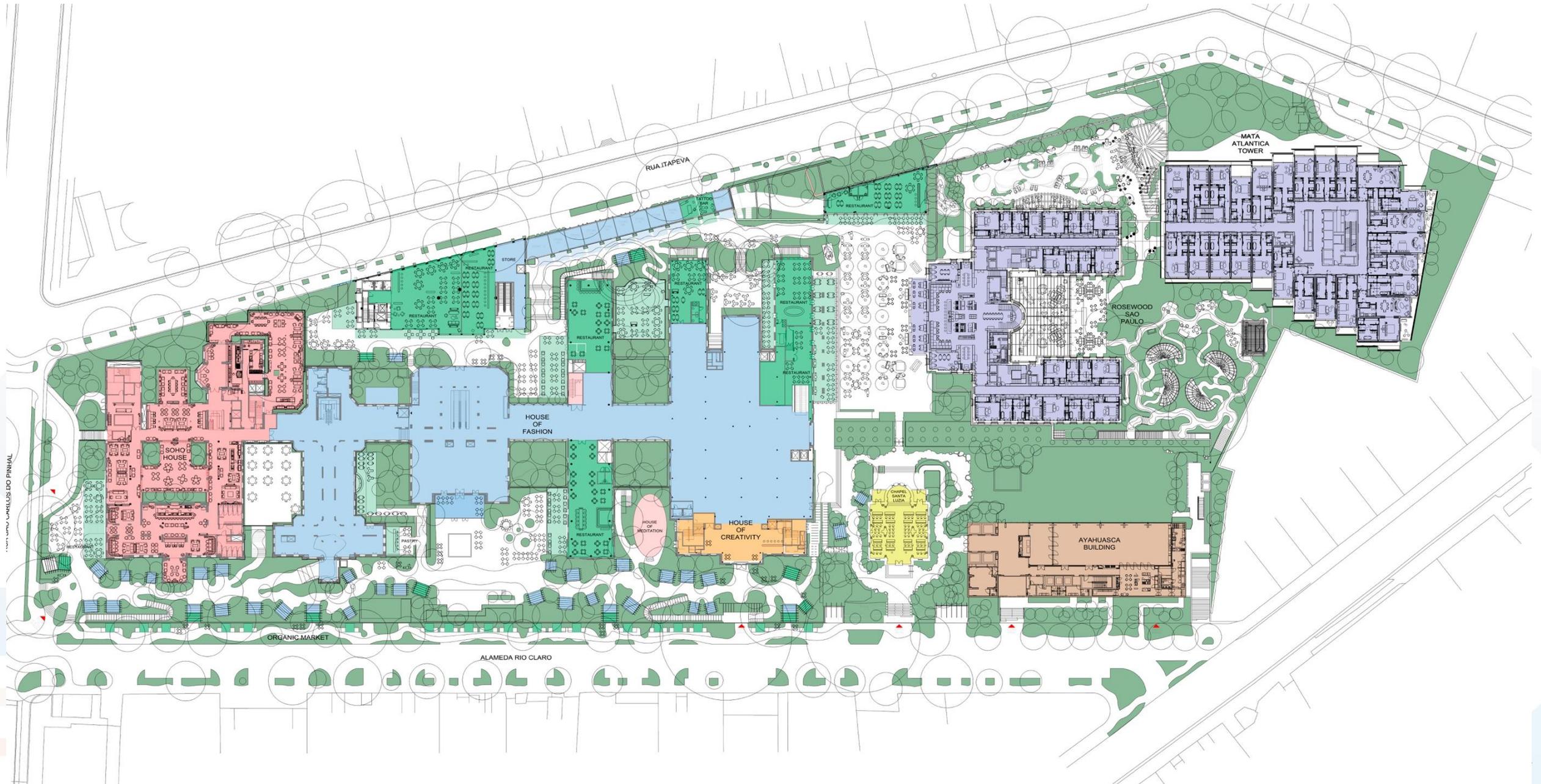
**Apresentação das principais soluções de contenção
e fundação elaboradas para a obra**



Boulevard Matarazzo: Overview do Empreendimento



04 a 07
dezembro/2023
São Paulo



Boulevard Matarazzo: Overview do Empreendimento



04 a 07
dezembro/2023
São Paulo



Boulevard Matarazzo: Desafios do Projeto



04 a 07
dezembro/2023
São Paulo

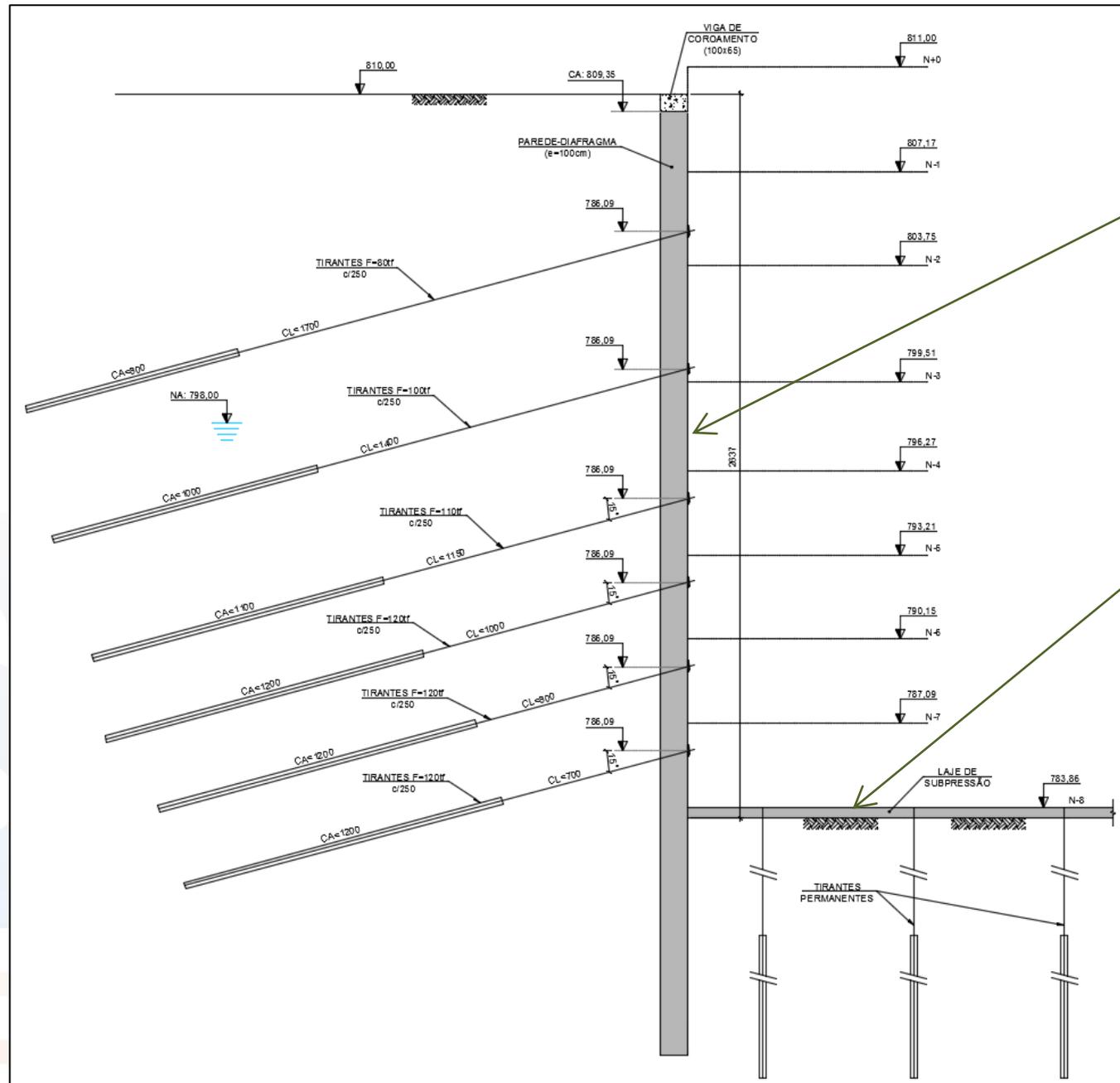
- Escavações de aproximadamente 30m de profundidade.
 - Lençol freático localizado a 13m de profundidade.
 - Vizinhança composta por edifícios tombados, implicando a necessidade de contenções com pequenos deslocamentos horizontais.
- Nível N-1 da Maternidade.
 - Interferência de estruturas existentes.
 - Difícil acesso para equipamentos, pé-direito reduzido e solo colapsível.
- Fundações da Torre.
 - Elevadas cargas verticais.
- Preservação de estruturas tombadas.
- Interferência com fundações dos prédios vizinhos

Contenções: Perfil Geológico Típico

- Escavação essencialmente em solos argilosos ($H_{esc.} = 30m$).
 - As argilas porosas são solos colapsíveis quando saturadas.
 - As edificações existentes possuem fundação direta (sapatas corridas), apoiada sobre a argila porosa.
- Cerca de 3/5 das escavações serão realizadas abaixo do NA.
- O fundo das escavações coincide, praticamente, com o topo da camada de areia.
 - Boa capacidade de fundação direta.
 - Problemas com percolação de água?



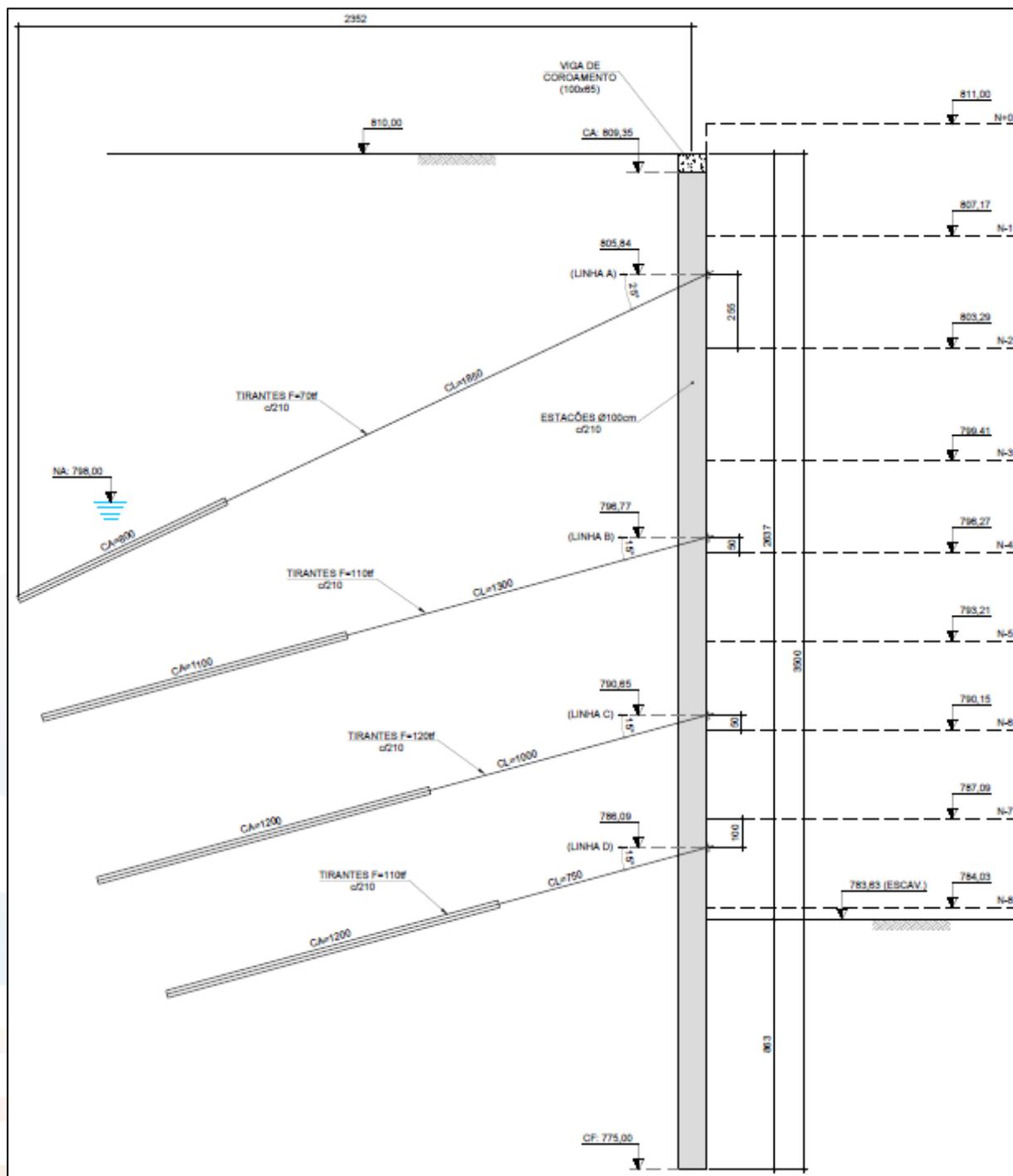
Contenções: Solução Convencional



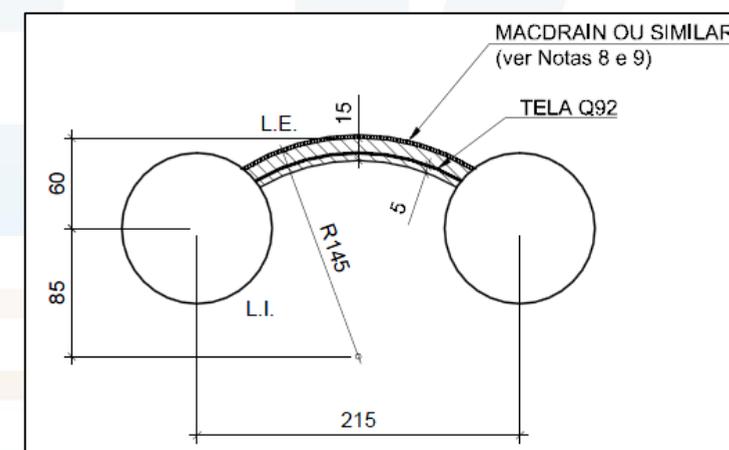
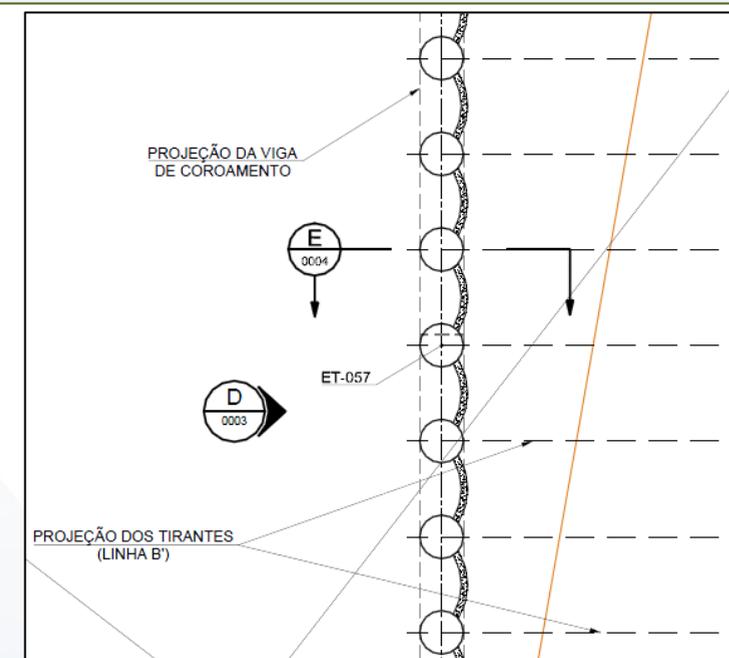
Parede-diafragma contínua (e=1,0m) com 6 linhas de tirantes

Laje de subpressão ancorada por tirantes de 100tf.

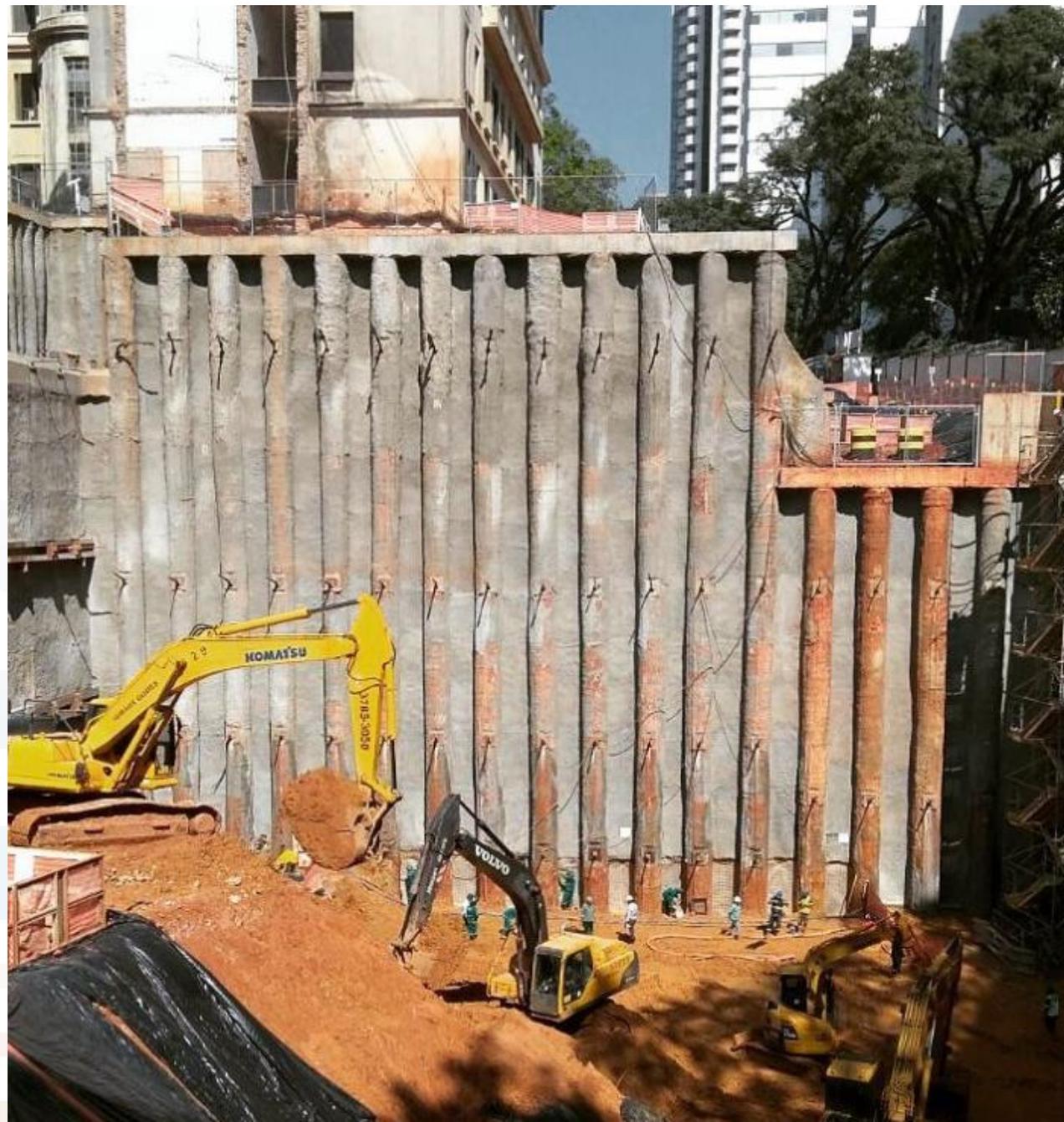
Contenções: Solução da Maffei Engenharia



Estações ($\Phi 100\text{cm}$) espaçados a cada $\sim 2,1\text{m}$, com arcos de concreto projetado ($e=15\text{cm}$) entre os vãos.

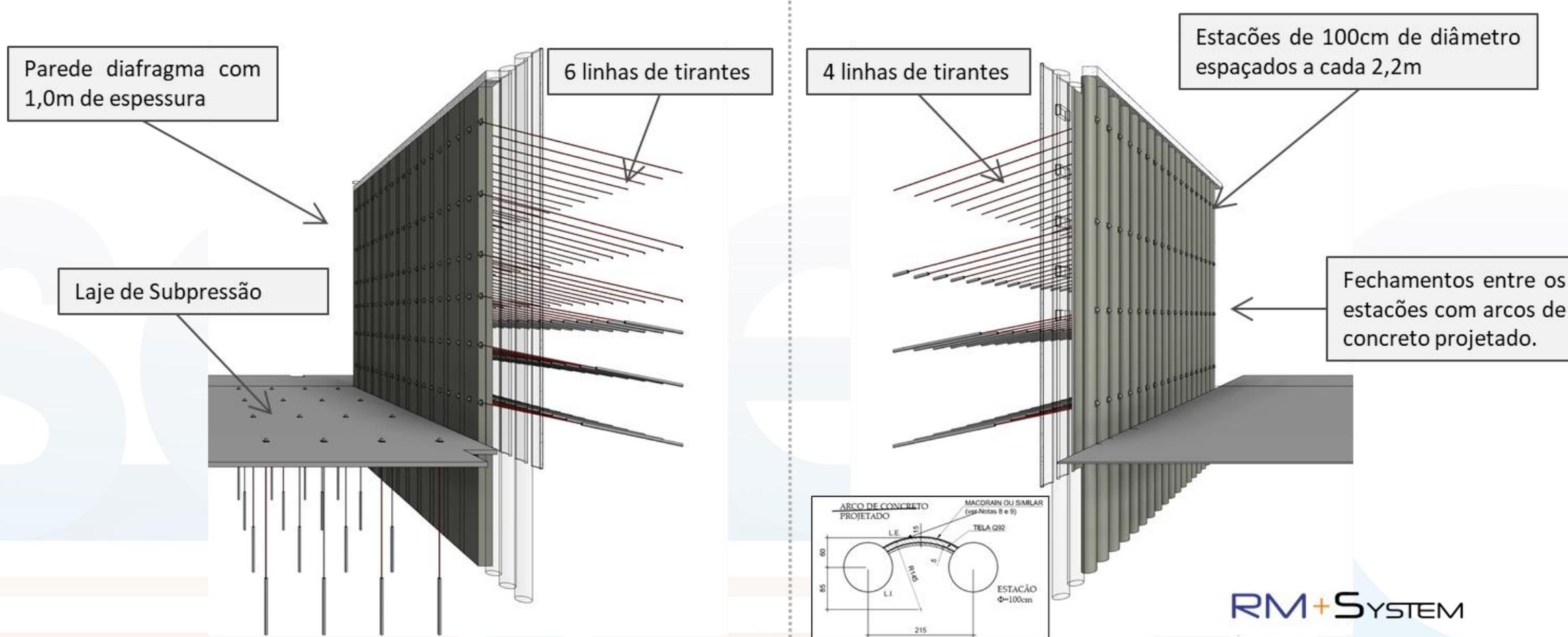


Contenções: Solução da Maffei Engenharia



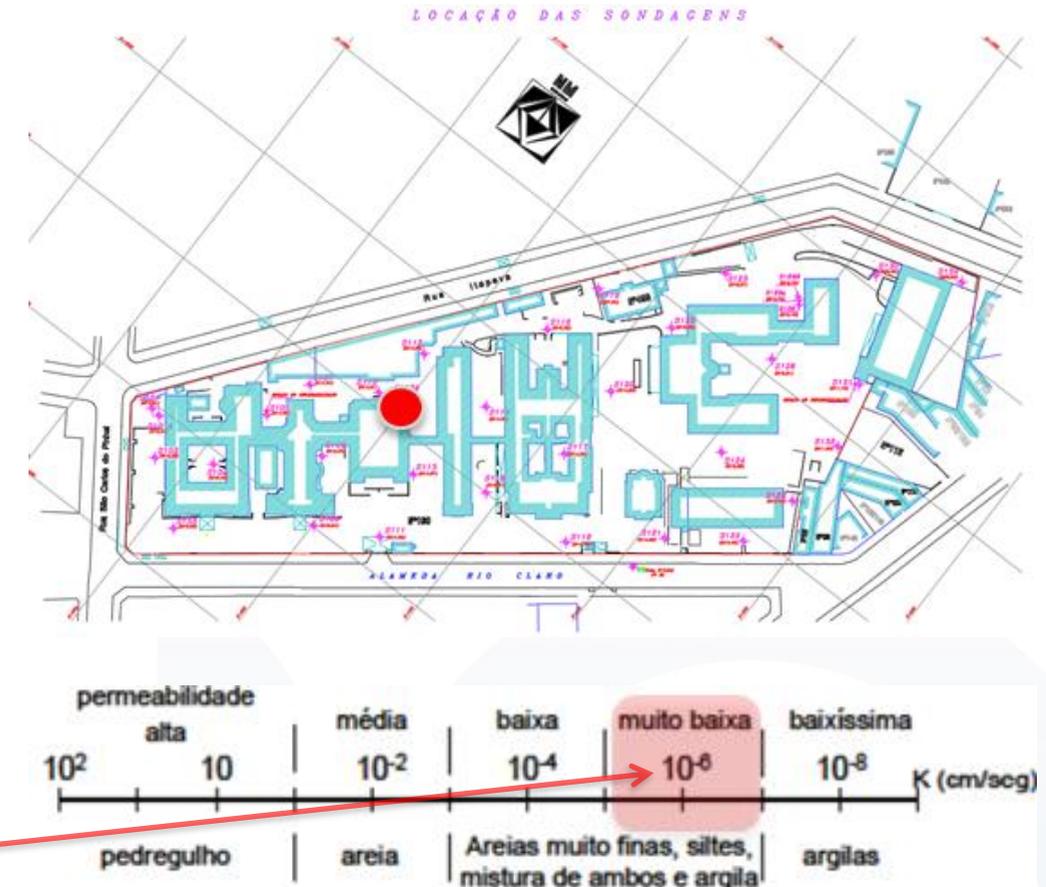
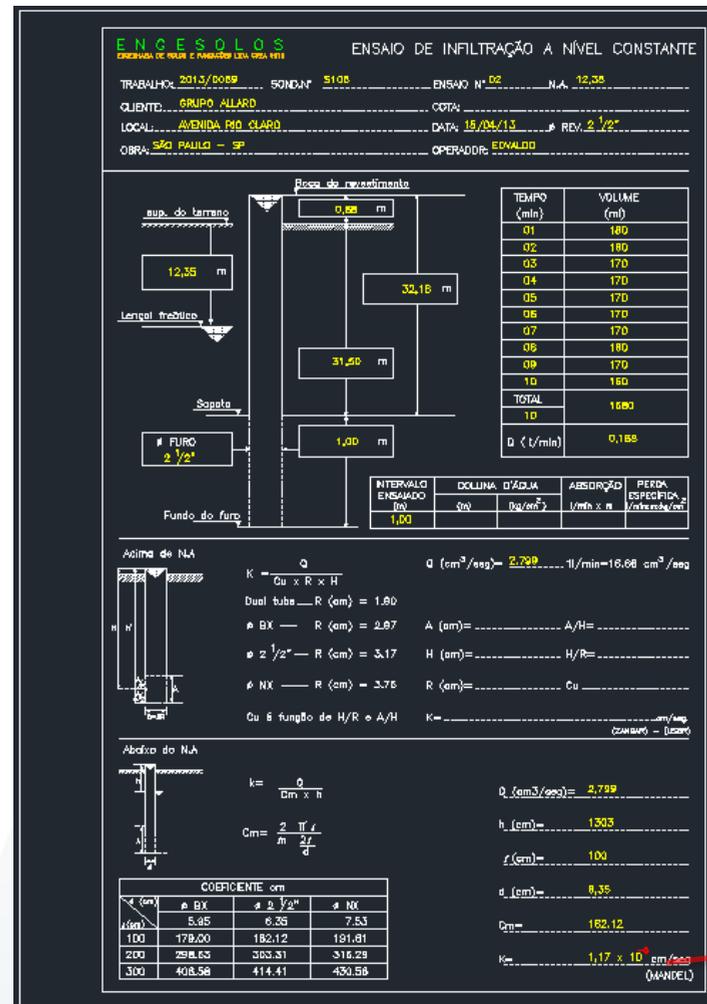
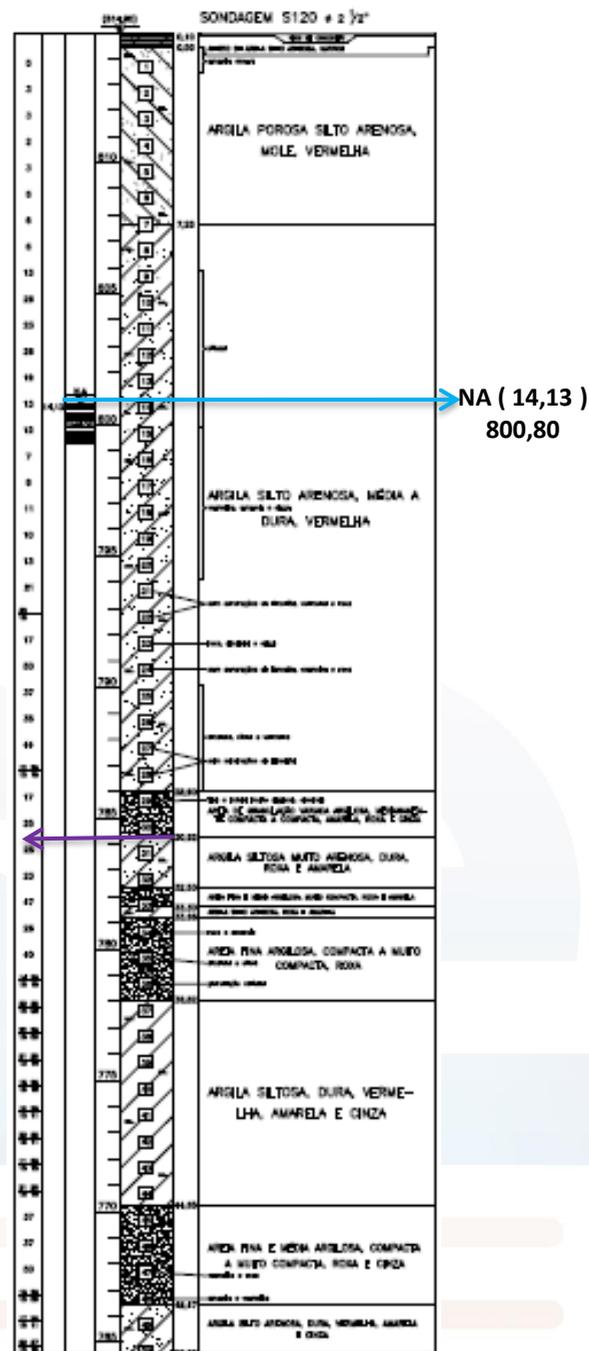
Contenções: Comparativo de Soluções

	SOLUÇÃO INICIAL	SOLUÇÃO ADOTADA	REDUÇÃO
NÍVEIS DE TIRANTES	6	4	33%
VOLUME DE CONCRETO	35m ³ /m de parede	16.7m ³ /m de parede	53%
AÇO	3500KG/m de parede	2505KG/m de parede	29%
LAJE DE SUBPRESSÃO	SIM	NÃO	-
DRENAGEM	NÃO	SIM	-



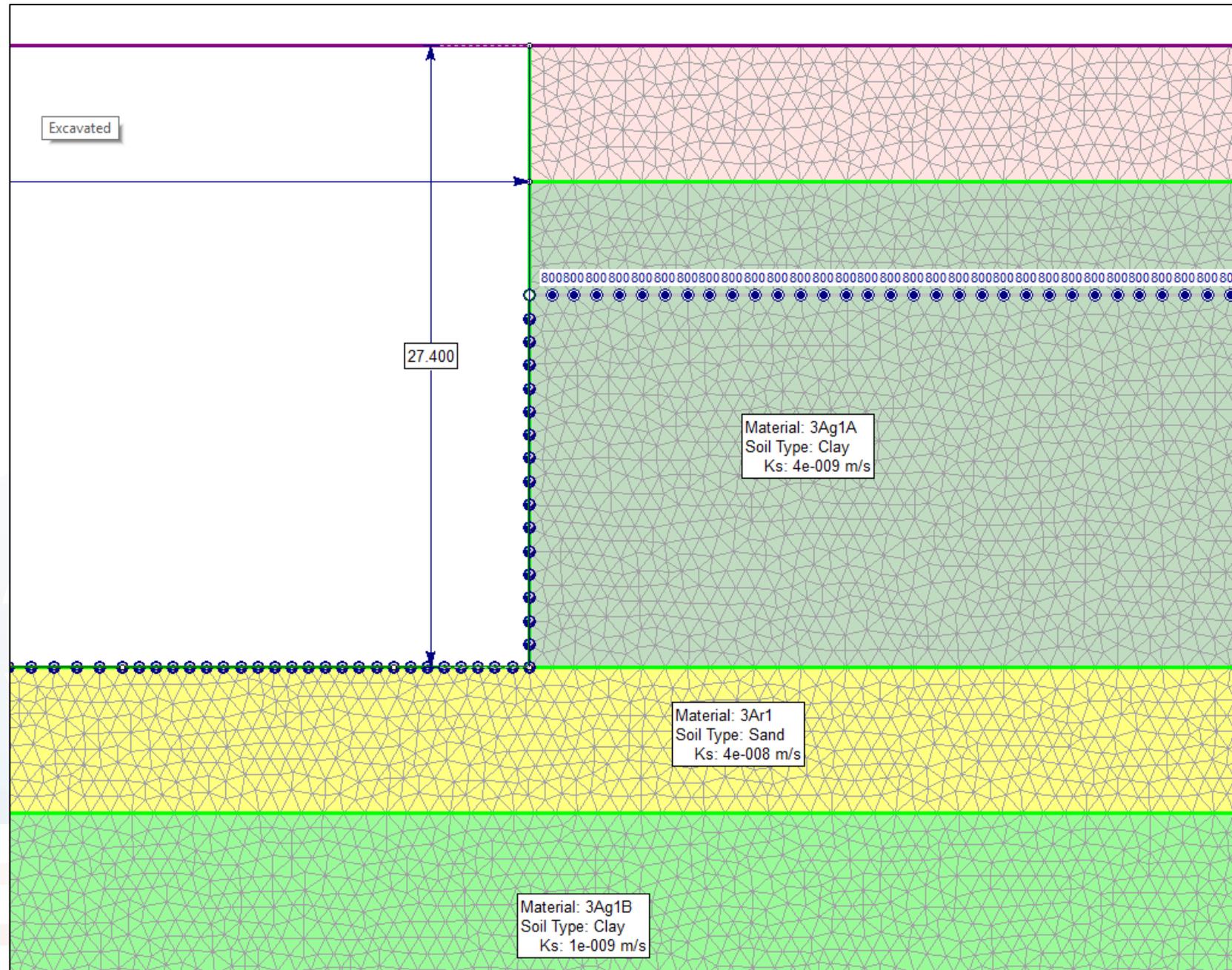
- A significativa redução nos custos de obra bruta (cerca de R\$57 milhões) deveu-se a um único fator: ***drenagem da água***.
- As argilas médias e rijas possuem elevada coesão, apresentam um ótimo “stand-up time” e baixa permeabilidade, permitindo uma escavação estável entre os estacões e a instalação de geogrelha drenante para alívio das pressões de água.
- Em outras palavras, é possível aliviar quase todo o empuxo de água das paredes de contenção apenas drenando o pequeno fluxo de água que percola através do maciço argiloso. Isto implica a redução do empuxo total e, conseqüentemente, a redução de tirantes e esforços solicitantes.
- A hipótese supracitada foi confirmada através de análises de percolação, as quais consideraram coeficientes de permeabilidade obtidos em campo e de bibliografias da CMSP:

Sondagens: Permeabilidade do Solo



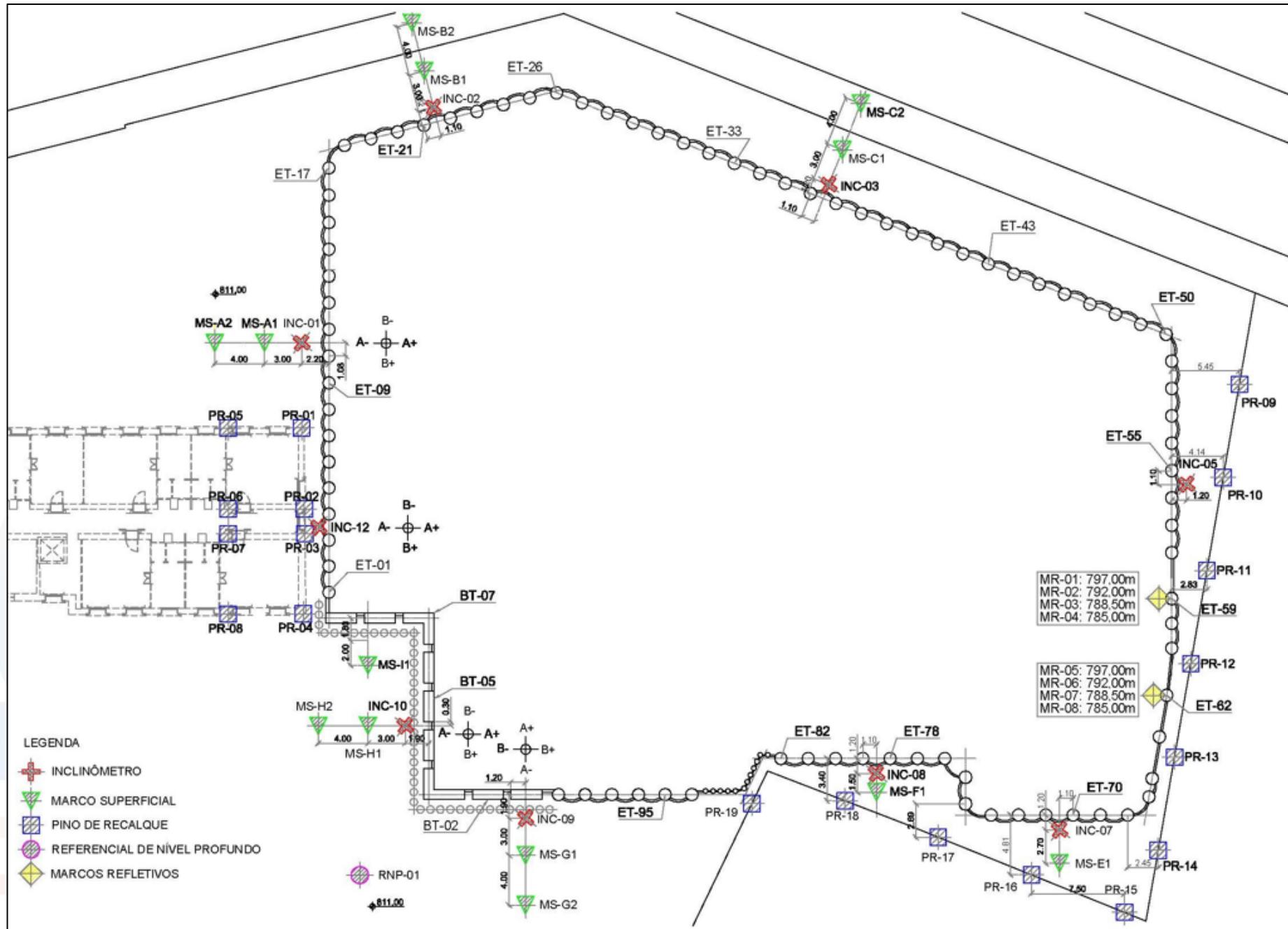
O conhecimento do valor da permeabilidade é muito importante em algumas obras de engenharia, principalmente, na estimativa da vazão que percolará através do maciço, dando mais um subsídio aos projetistas na escolha da metodologia executiva a ser adotada nas contenções.

Contenções: Análise de percolação



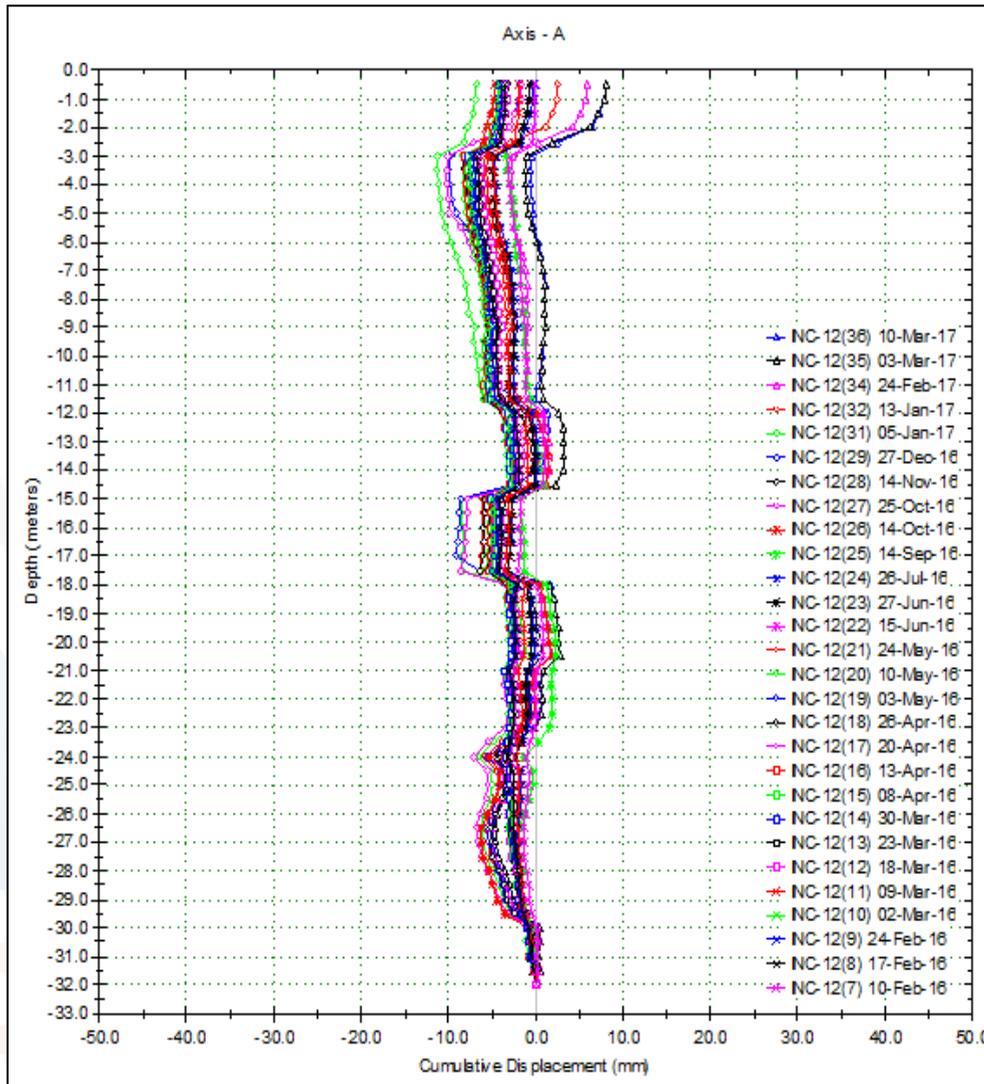
- A análise de percolação realizada com o auxílio do software Phase2 (MEF) permitiu-nos tirar algumas conclusões:
 - Mesmo com a presença da camada arenosa, a vazão total de percolação proveniente do fundo de escavação da Torre e do Parking não deverá ser superior a 6000 litros/dia.
 - Os gradientes hidráulicos nas camadas argilosas resultaram inferiores a 1,05 e, na camada arenosa, inferiores a 0,82, ou seja, não há riscos de ruptura hidráulica de fundo ($i < i_{\text{crítico}}$).
 - Como a vazão total é relativamente pequena, concluiu-se que as lajes de fundo poderiam ser continuamente drenadas e que as lajes de subpressão não eram de fato necessárias.

Contenções: Monitoramento

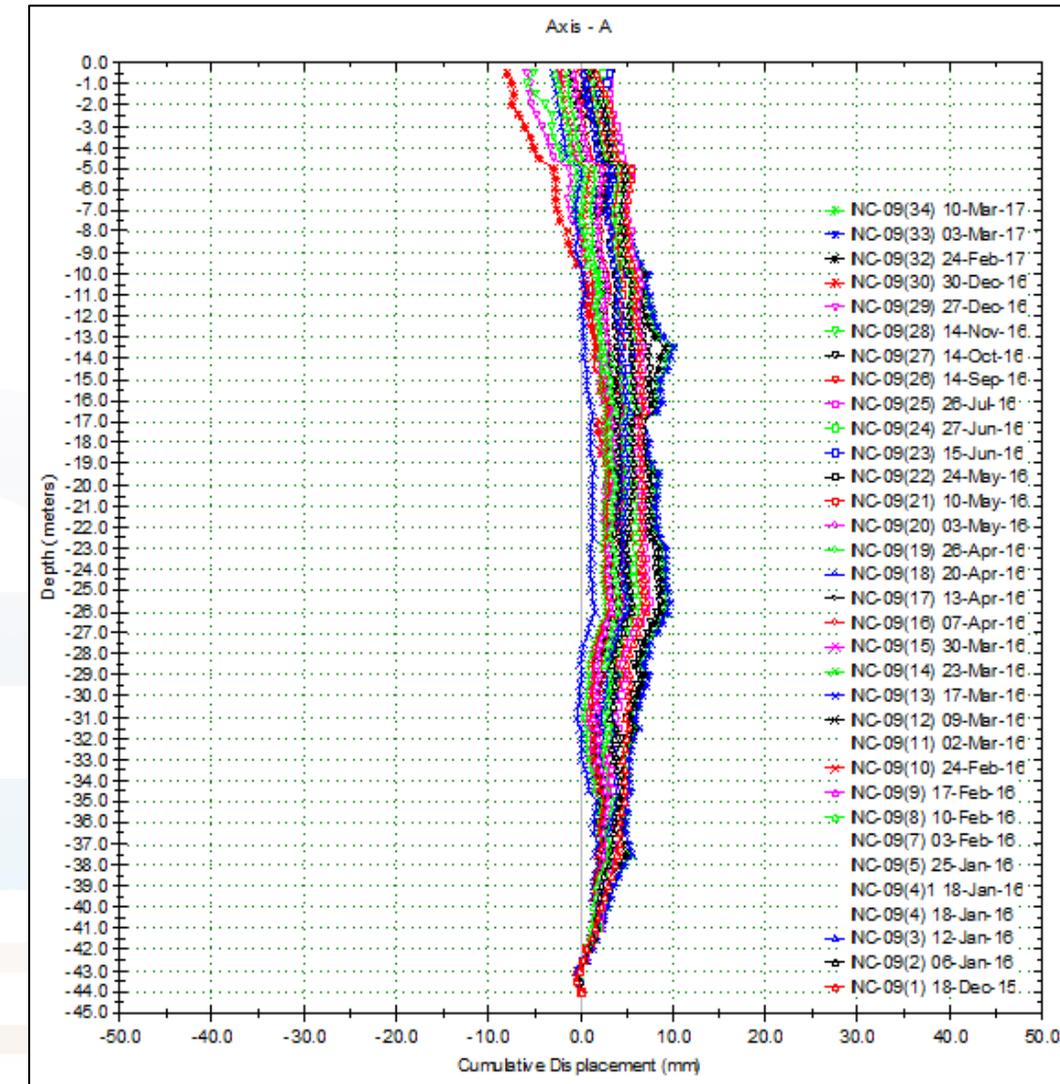


Contenções: Monitoramento

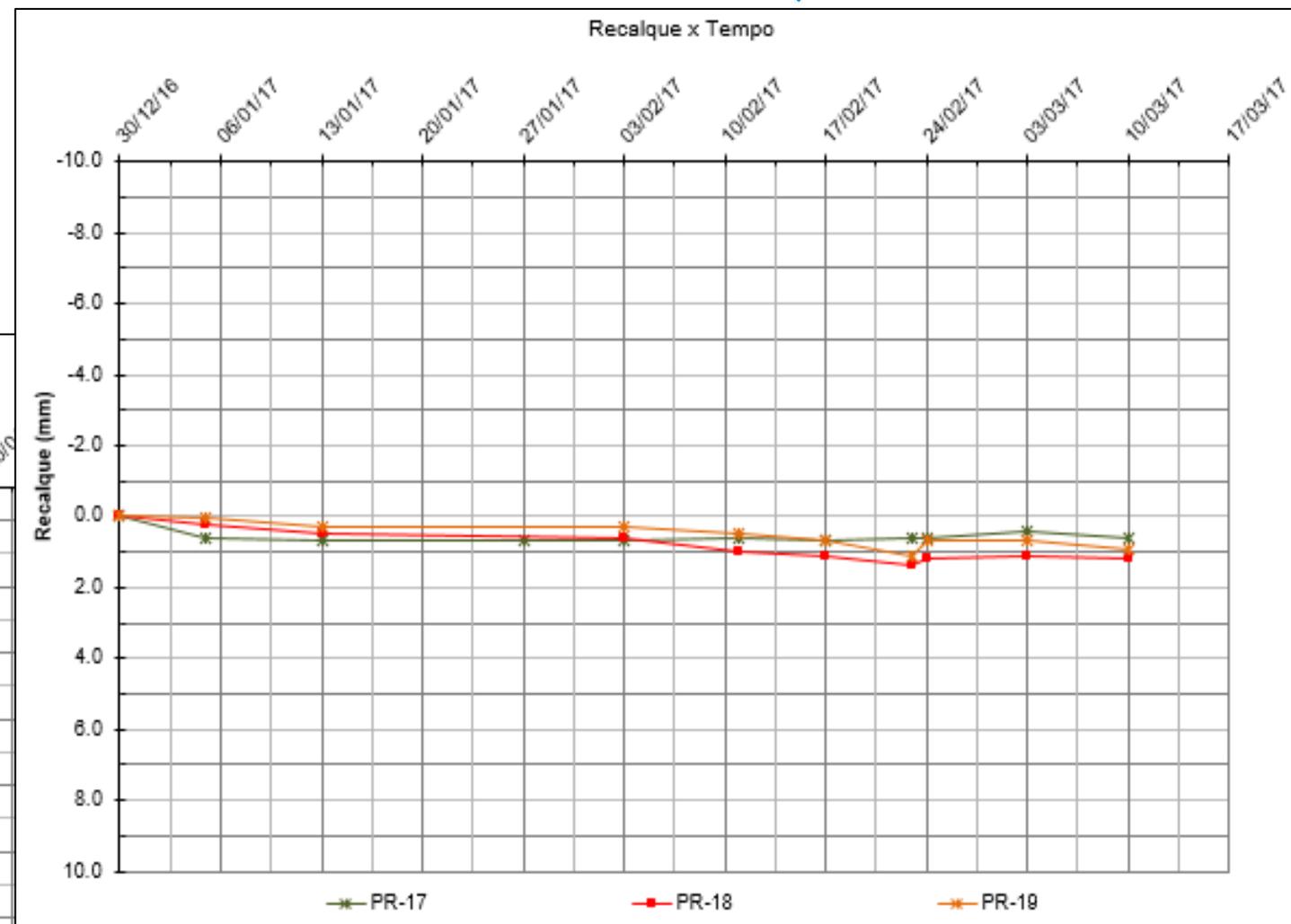
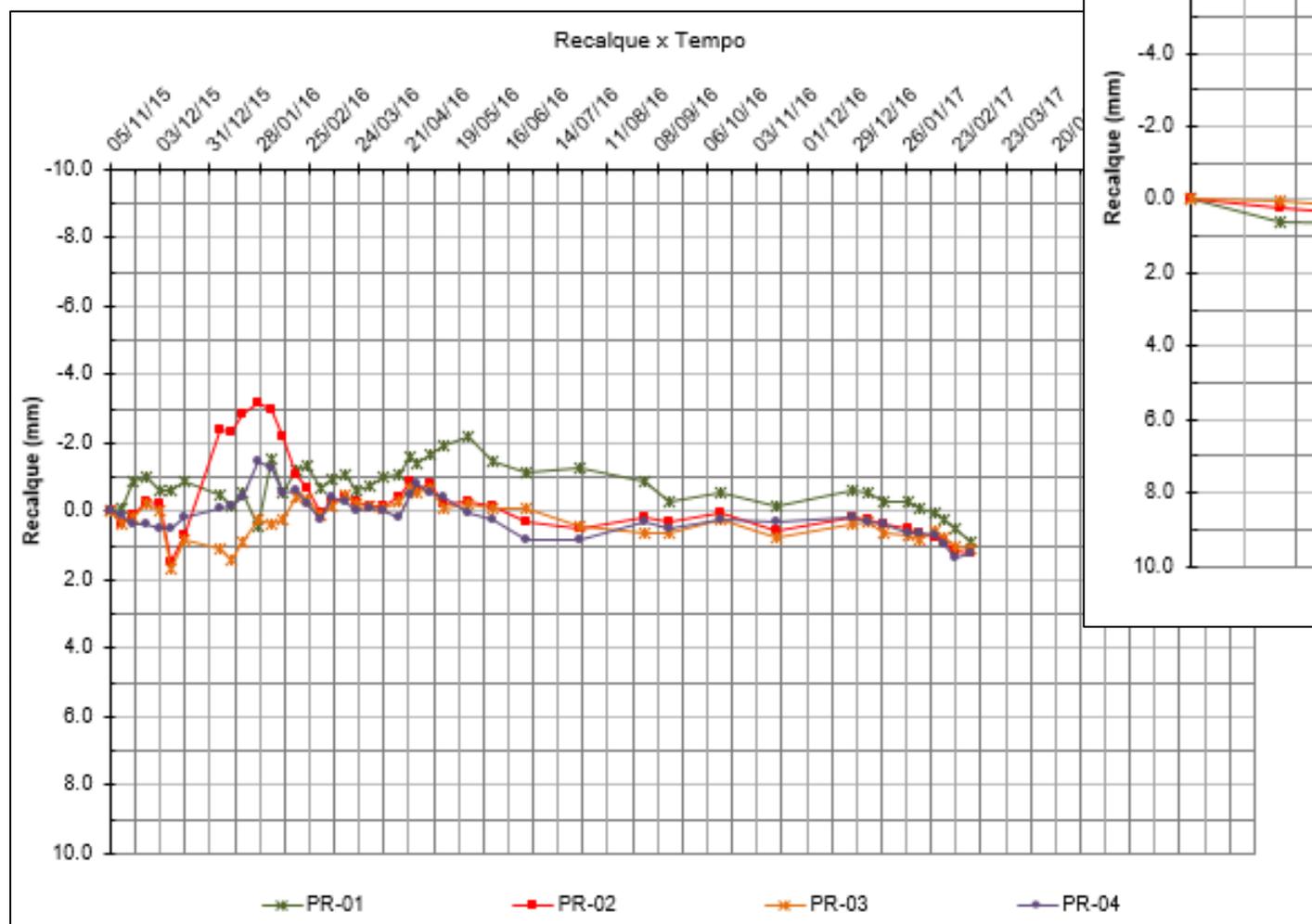
INSTRUMENTAÇÃO GEOTÉCNICA	
APRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS INCLINÔMETROS	
TESSLER ENGENHARIA	
LOCAL: CIDADE MATARAZZO - SP	INCLINÔMETRO INC-12 - ACUMULADO - EIXO A
DATA	17/03/17



INSTRUMENTAÇÃO GEOTÉCNICA	
APRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS INCLINÔMETROS	
TESSLER ENGENHARIA	
LOCAL: CIDADE MATARAZZO - SP	INCLINÔMETRO INC-09 - ACUMULADO - EIXO A
DATA	10/03/17



Contenções: Monitoramento



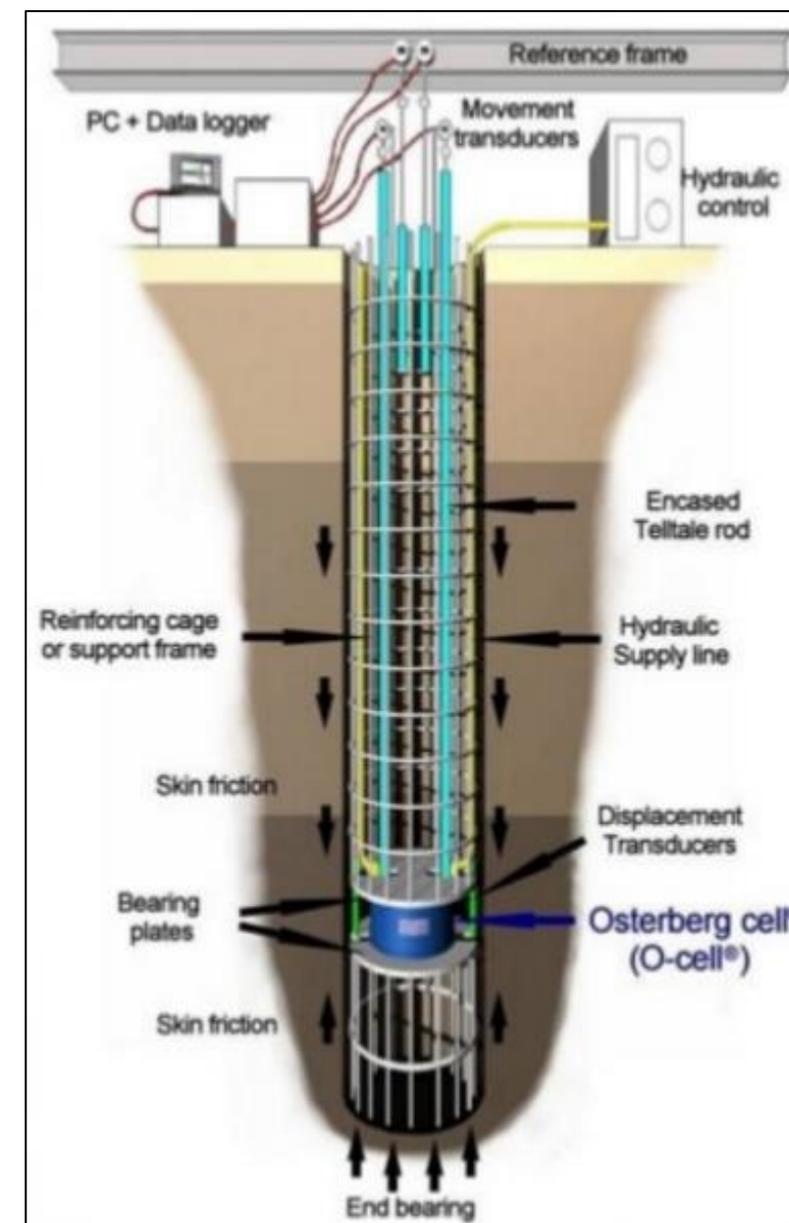
- Uma vez que os tradicionais métodos de dimensionamento geotécnico de estacas (Decourt & Quaresma e Aoki & Velloso) não foram propriamente desenvolvidos para estacas-barrete e considerando-se a falta de dados bibliográficos sobre o assunto, optou-se pela realização de provas de carga.
- Para cargas de trabalho (admissíveis) de 1000, 1250 e 1500 tf (para barretes de 80, 100 e 120cm, respectivamente), as provas de carga devem atingir, segundo a NBR 6122, cargas de 2000, 2500 e 3000 tf, o que praticamente inviabiliza o uso de ensaios estáticos tradicionais.
- Optou-se, dessa forma, pela realização de ensaios de carregamento bidirecional com células expansivas.

Fundações da Torre: Dimensionamento

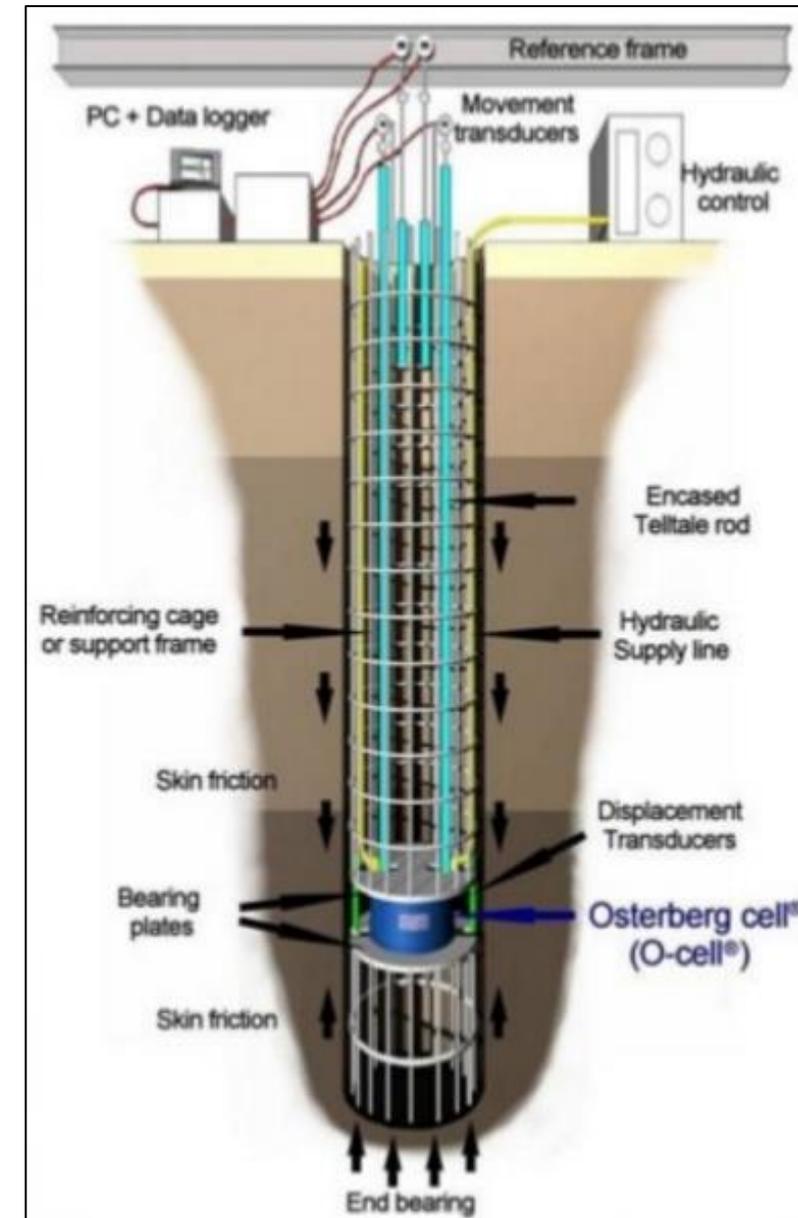
- As células expansivas (macacos hidráulicos) devem ser posicionadas no “ponto de equilíbrio” da estaca, no qual:

$$Q_{l,sup.} = Q_{l,inf.} + Q_p$$

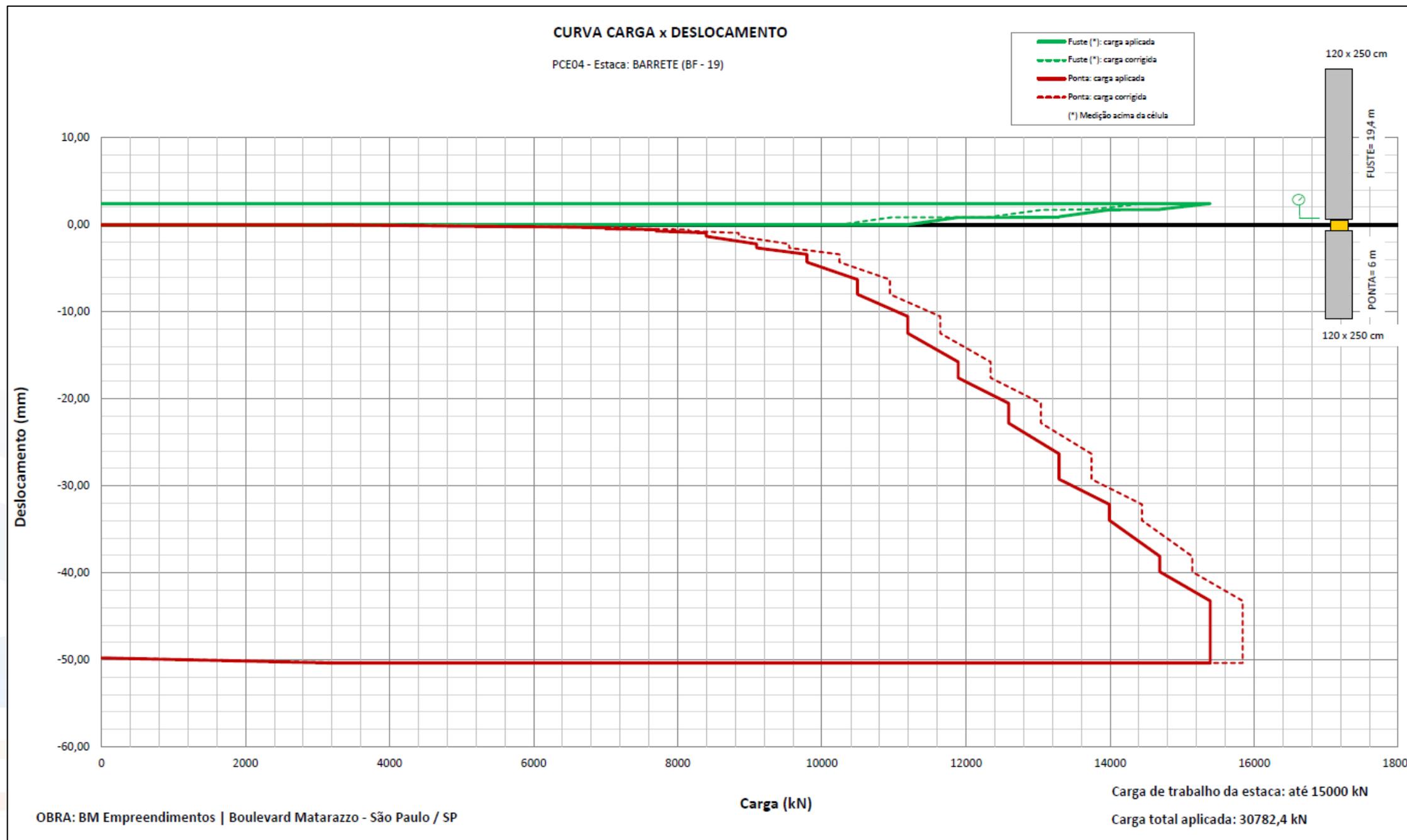
- Dessa forma, as células expansivas aplicam o mesmo carregamento nas porções superior e inferior da estaca, até que seja atingida a carga de trabalho (resultando em uma carga total equivalente a duas vezes a carga admissível).
- Dispensa, portanto, qualquer estrutura de reação, o que torna esse ensaio uma boa alternativa para situações de elevadas cargas de trabalho.



Fundações da Torre: Dimensionamento



Fundações da Torre: Dimensionamento



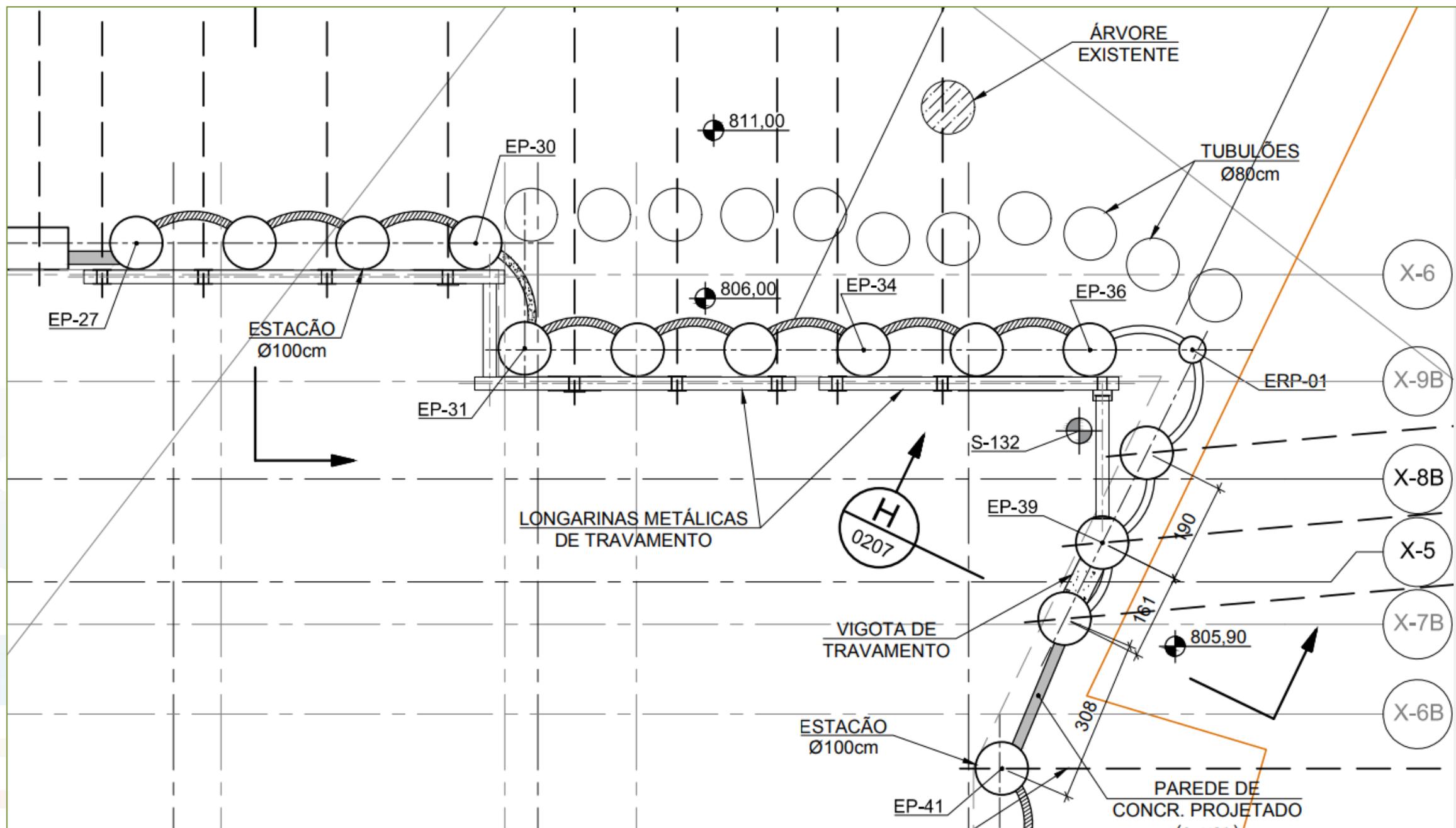
- O tubo tem seu fuste escavado.
- O anel de suporte é forte o bastante para suportar blocos de solo de médio porte.
- Após a conclusão da escavação, abertura da base e conferência do ATO, o anel é facilmente removido.
- A armação é posicionada e liberada para concretagem.



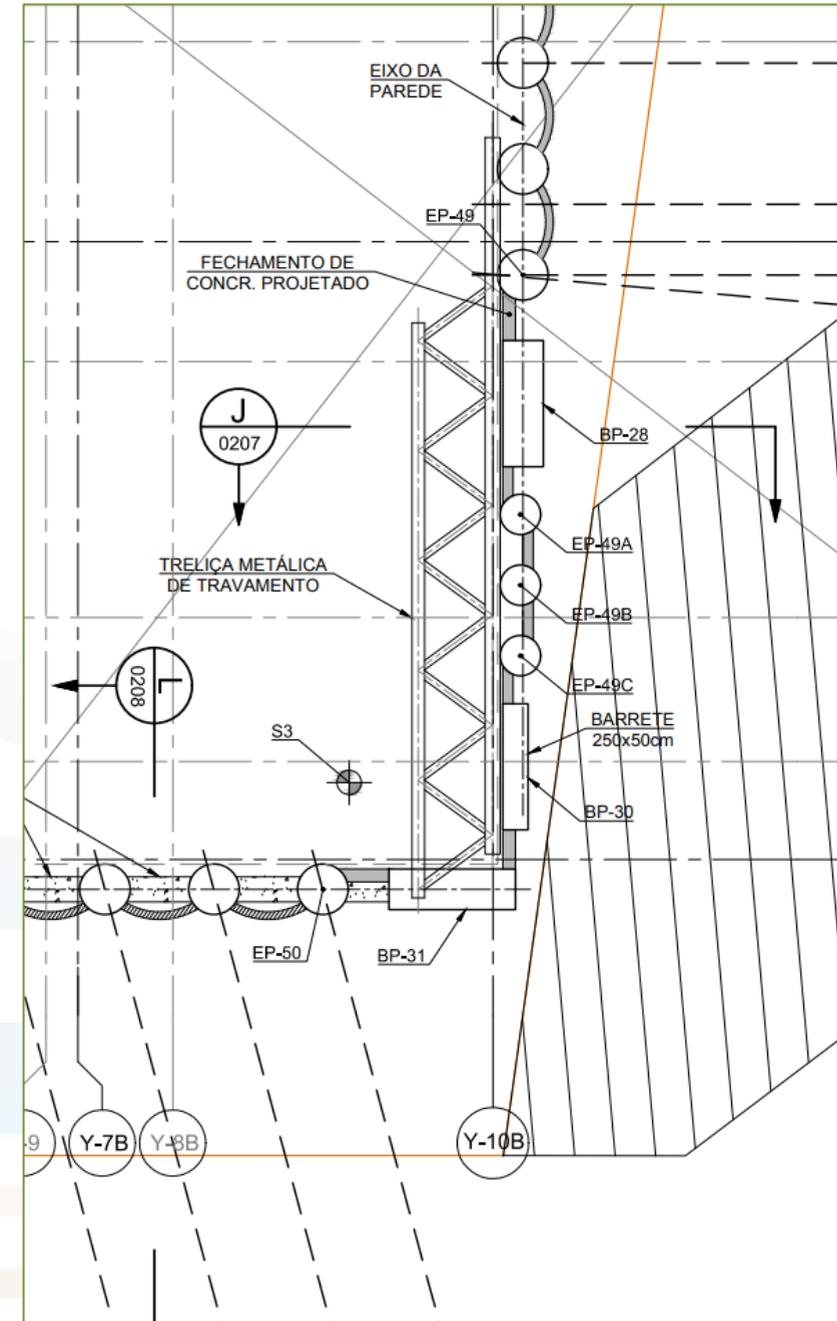
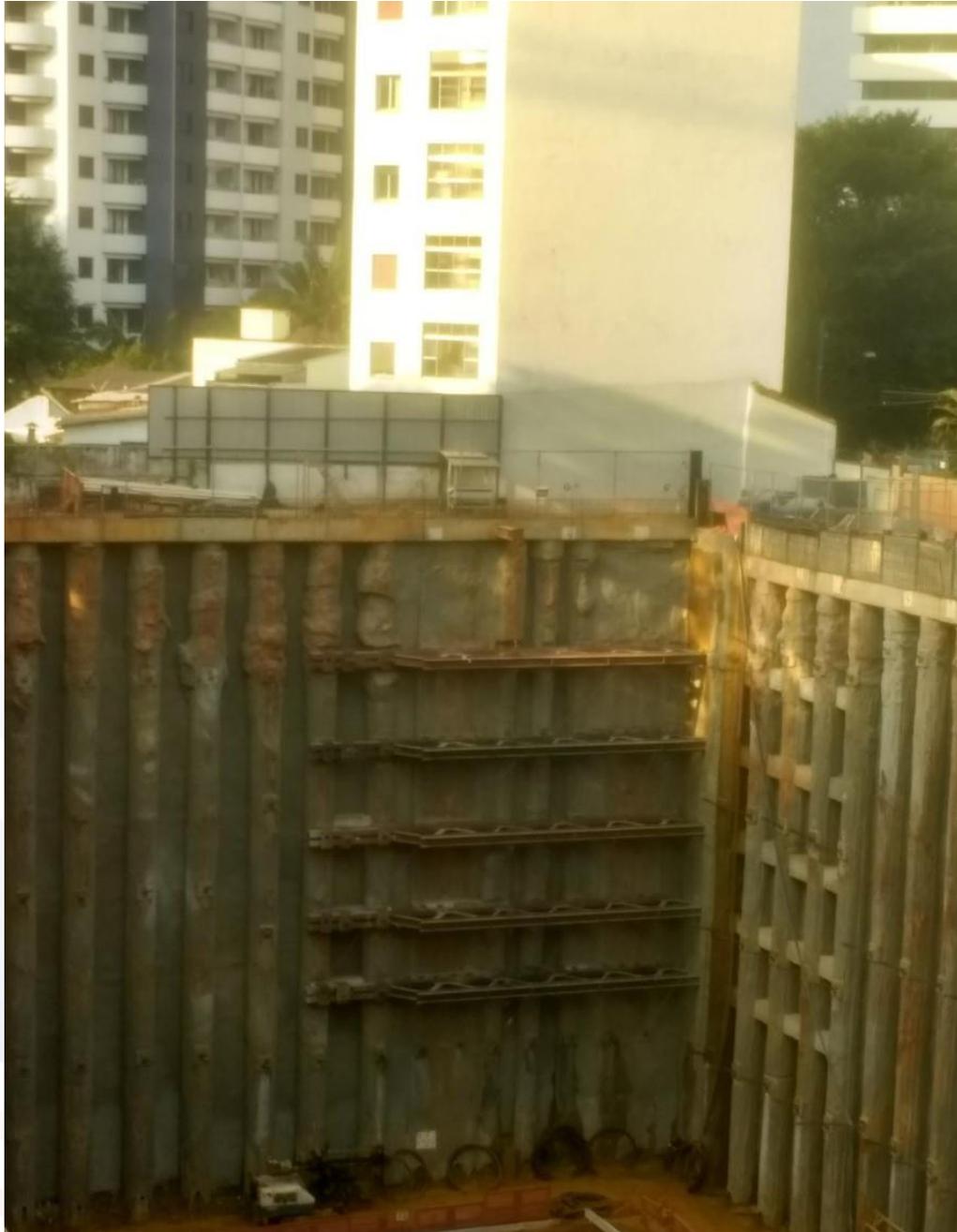
- Longarinas necessárias para evitar interferências com tirantes da Torre.
- O travamento do canto demandou estruturas metálicas devido à impossibilidade de execução de tirantes.



Soluções Especiais: Canto Parking B



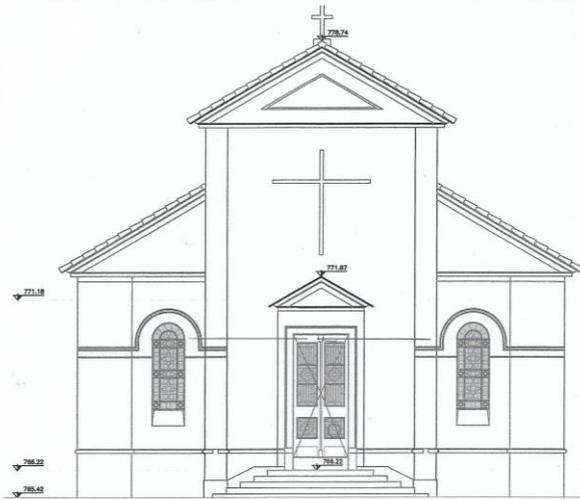
Soluções Especiais: Trelças Metálicas



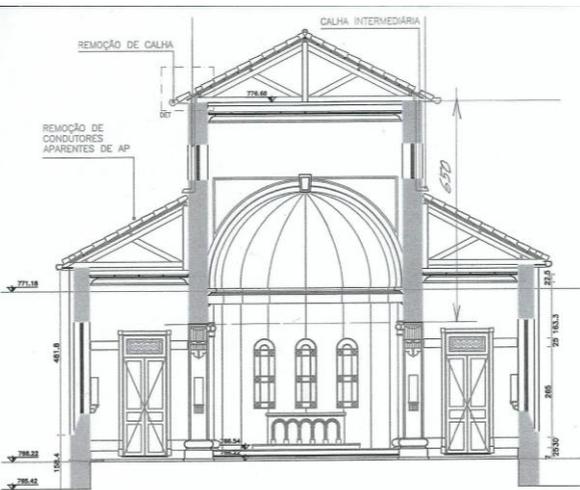
Soluções Especiais: Estações da Capela



Soluções Especiais: Estações da Capela



CAPELA - ELEVÇÃO 01 - EXISTENTE
ESC.: 1:100



CAPELA - CORTE BB - EXISTENTE
ESC.: 1:100

121021/16	OBRA: 2164 - Matarazzo, Capela	P.01
ASSUNTO: Cargas.	ENG.: M.F.	

1. Abside

Parab $t = 0,60\text{ m}$ $q = 0,60 \times 1,8 = 1,08 \text{ kN/m}^2$ $h = 6,35\text{ m}$
 $R_e = 3,35\text{ m}$; $P_i = 2,45\text{ m}$ $P_m = 3,05\text{ m}$

$S_1 = \pi \cdot 3,35^2 \cdot 1,50 = 14,94 \text{ m}^2$ $S_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 3,05^2 = 29,22 \text{ m}^2$

Coluna $l = 0,20\text{ m}$ $q = 0,60 \times 1,8 = 1,08 \text{ kN/m}^2$
 Telha $q = 0,32$
 $q = 1,40 \text{ kN/m}^2$

$S = S_1 + S_2 = 29,22 + 14,94 = 44 \text{ m}^2$
 $P_{at} = 44 \times 1,4 = 62 \text{ kN}$

Parab $P_m = \frac{3,35 \times 2,45}{2} = 2,05\text{ m}$
 $l = \pi \cdot 3,05 + 2 \times 1,50 = 12,58\text{ m}$

$q_{tot} = \frac{62}{12,58} + 1,08 \times 6,35 = 1,99 + 6,86 = 11,84 \text{ kN/m}$

$P_{tot} = 62 + 6,86 \times 12,58 = 11 + 86 = 148 \text{ kN}$
 $q_{m} = \frac{148}{12,58} = 11,84 \text{ kN/m}$

ESCRITÓRIO TÉCNICO JULIO KASSOY E MARIO FRANCO ENG. CIVIS LTDA

121021/16	OBRA: 2164 - Matarazzo, Capela	P.02
ASSUNTO: Cargas	ENG.: M.F.	

2. Nave

$P_1 = P_2 = 0,60 \times 6,50 \times 14,00 \times 1,8 = 148,20 \text{ kN} \times 2 = 296,40 \text{ kN}$
 $P_3 = 0,60 \times 6,50 \times 5,50 \times 1,8 = 118,20 \text{ kN}$
 $P_4 = P_6 = 0,60 \times 6,40 \times 2,20 \times 1,8 = 14,96 \text{ kN} \times 2 = 29,92 \text{ kN}$
 $P_5 = 0,60 \times 2,40 \times 5,50 \times 1,8 = 14,26 \text{ kN}$
 $P_{PARED} = \frac{1}{2} \times 12,80 \times 5,50 \times 0,30 = 10,24 \text{ kN}$
 $P_{TUBO} = \frac{2 \times 2,45}{0,70} \times 14,00 \times 0,40 = 39,49 \text{ kN}$

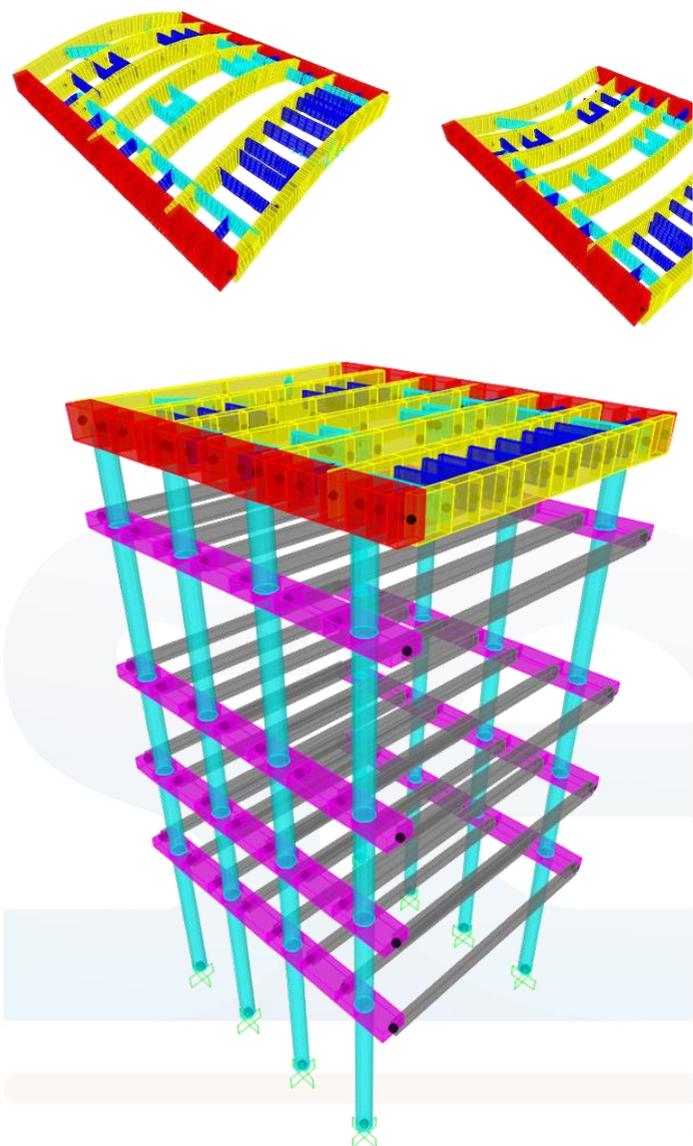
$F = 296,40 + 29,92 + 39,49 = 365,81 \text{ kN}$

$q = \frac{1}{2} \times \frac{2 \times 296,40 + 29,92 + 39,49}{14,00} = 9,2 \text{ kN/m}$
 $P_1 = 38,61 + 4,30 = 42,91 \text{ kN}$
 $P_2 = \frac{62}{2} = 31 \text{ kN}$
 $P_3 = \frac{14,26 + 14,96}{2} = 14,61 \text{ kN}$

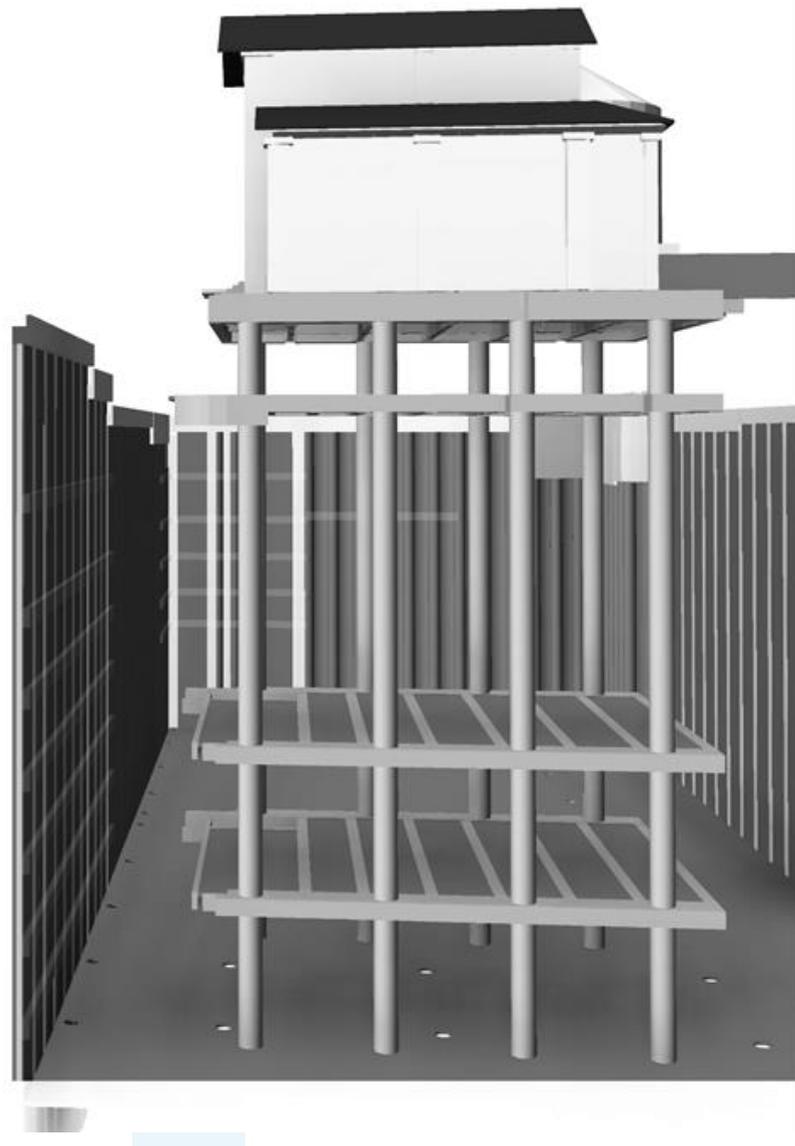
$T = 2 \times 9,2 \times 14,00 + 40 \times 6,30 + 2 \times 11,11 = 323,44 \text{ kN}$
 $2 \times (56 + 65 + 43) = 308 \text{ kN}$

ESCRITÓRIO TÉCNICO JULIO KASSOY E MARIO FRANCO ENG. CIVIS LTDA

Soluções Especiais: Estações da Capela



MODELO SAP2000



MODELO REVIT



CONSTRUÇÃO

Soluções Especiais: Estações da Capela



04 a 07
dezembro/2023
São Paulo



FIM

Obrigado pela atenção.

