



- EDUARDO JOSÉ PORTELLA DA COSTA

Engenheiro Civil, formado em 1976 pela Escola de Engenharia da Universidade Mackenzie – SP.

Professor de Mecânica dos Solos e Fundações na Escola de Engenharia e na Faculdade de Arquitetura da Universidade Mackenzie no período de 1978 à 1984.

Sócio Diretor da Portella Alarcon Engenheiros Associados Ltda., desde Fevereiro de 1984 e atuando nas áreas de Mecânica dos Solos e Fundações desde 1977.

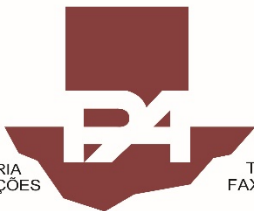


HIDROFRESA

HIDROFRESA: CONCEITOS BÁSICOS, EXECUÇÃO E ESTUDO DE CASOS

PAREDES DIAFRAGMA:

Método executivo que propicia a execução de diversos subsolos abaixo do nível d'água, minimizando a oscilação deste (N.A.) externamente ao perímetro da parede diafragma,
através da penetração desta (ficha) abaixo da escavação final normalmente em solos pouco permeáveis.



ESTACAS BARRETE:

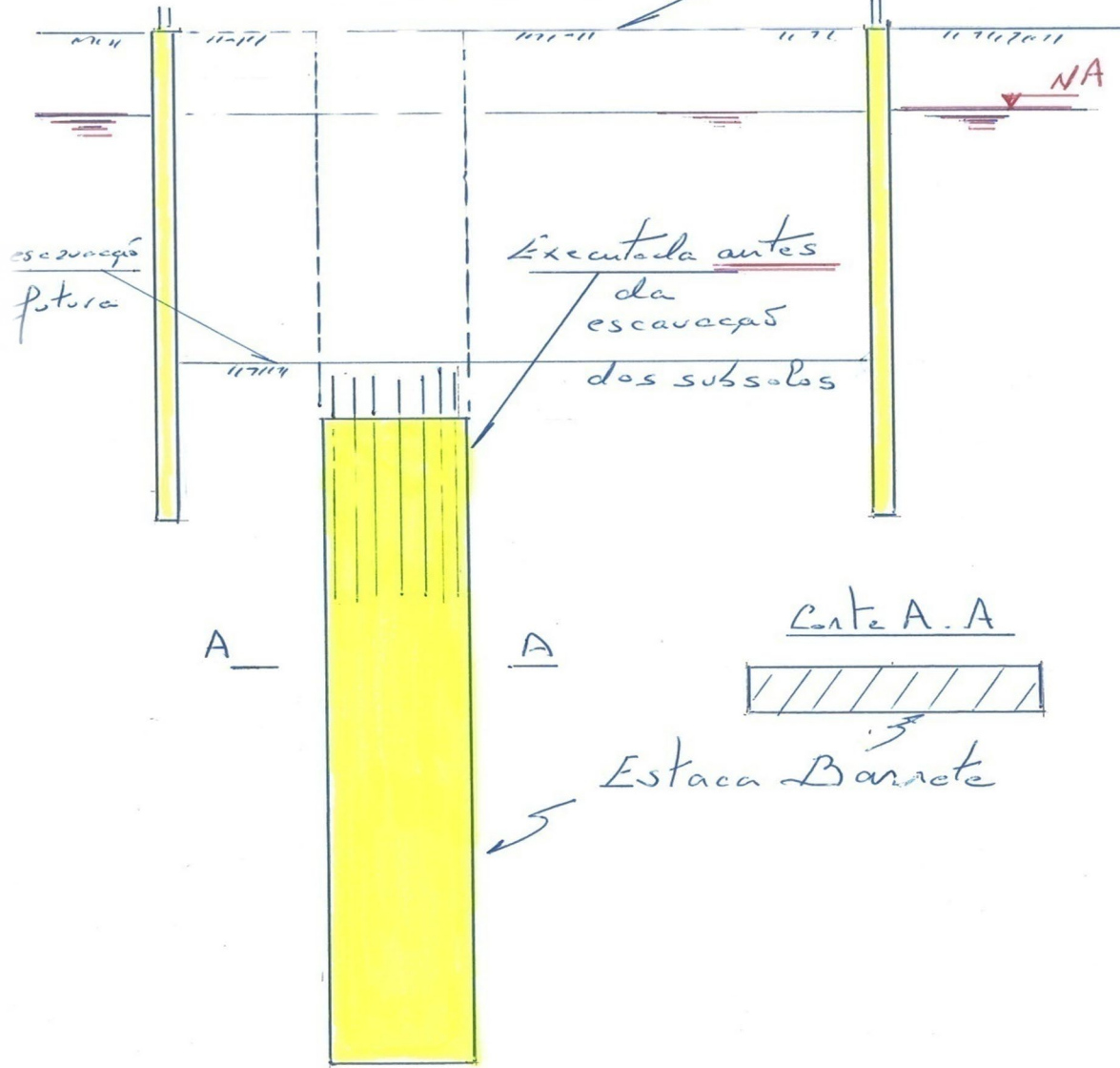
Estaca formada por um elemento da parede diafragma (pedaço, lamela, painel).

Principais dimensões: (30 x 320), (40 x 320), (40 x 250), (50 x 250),, (120 x 250) cm.

Características principais: grandes dimensões (seção transversal) → elevada resistência estrutural → elevada capacidade de carga como estaca desde que possua condições de solo ou rocha para absorvê-las.

“Normalmente” 80% da carga deverá ser absorvida por atrito lateral.

execução da estaca banete (e parede de fundo)





CASOS ESPECIAIS:

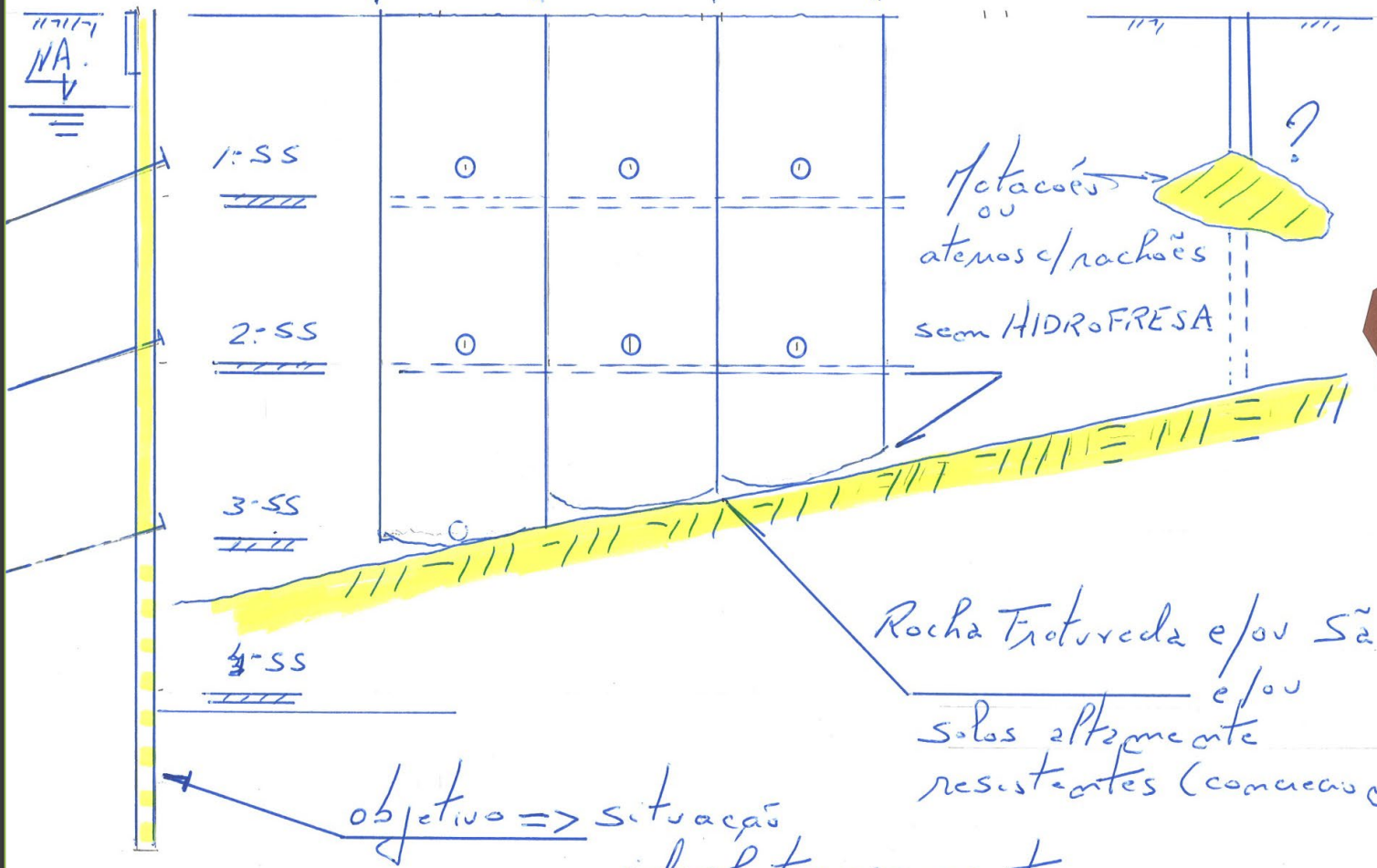
- Atualmente, o sistema convencional com clam shell atende a maioria dos casos; porém, os “casos especiais”, em que ocorrem rocha e / ou matacões e / ou solos altamente concrecionados → a utilização de HIDROFRESA se torna vantajosa → tendência a aumento de subsolos
- Sem utilização da HIDROFRESA – Principais dificuldades e alternativas de soluções.

Conte

Elevações

Telhado

320 320 320



PORTELLA ALARCON
 ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
 PROJETOS E CONSULTORIA
 DE FUNDAÇÕES

AV. ANGÉLICA, 1814 9º ANDAR
 C.J. 902/3, 01228-902 SÃO PAULO SP
 TEL. 3661 7296
 FAX 3661 7193

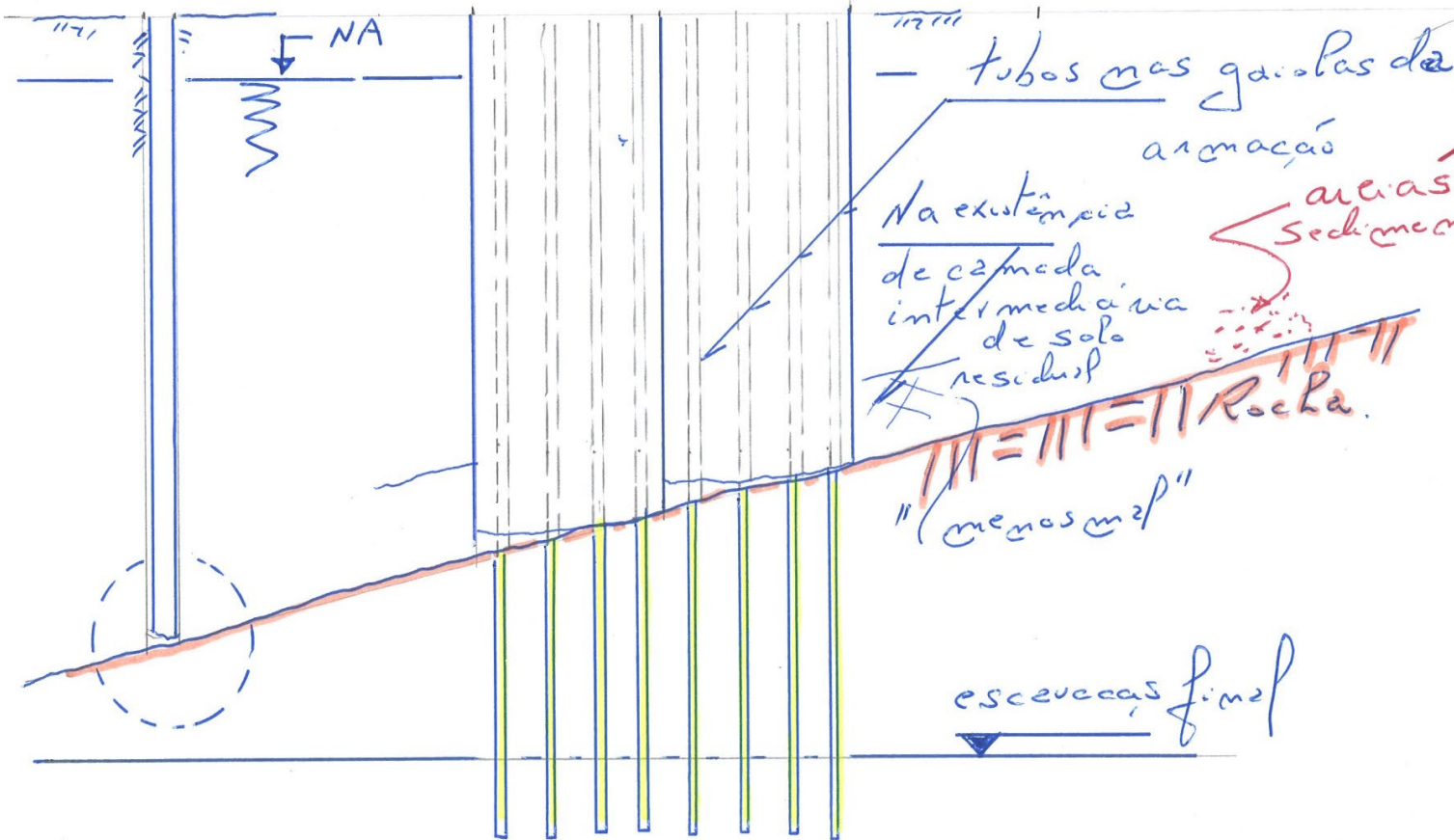


Rocha Triturada e/ou Sã
 e/ou
 solos altamente
 resistentes (com ensaios feitos)

objetivo => situação
 ideal tecnicamente

Corte

Epuração



"péssimo"

tubos nas garôlas da armadura

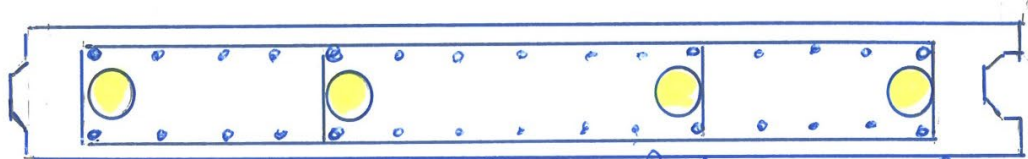
na existência de camada intermediária de solo residual

arérias sedimentares

Rocka

"menos mal"

escovação final



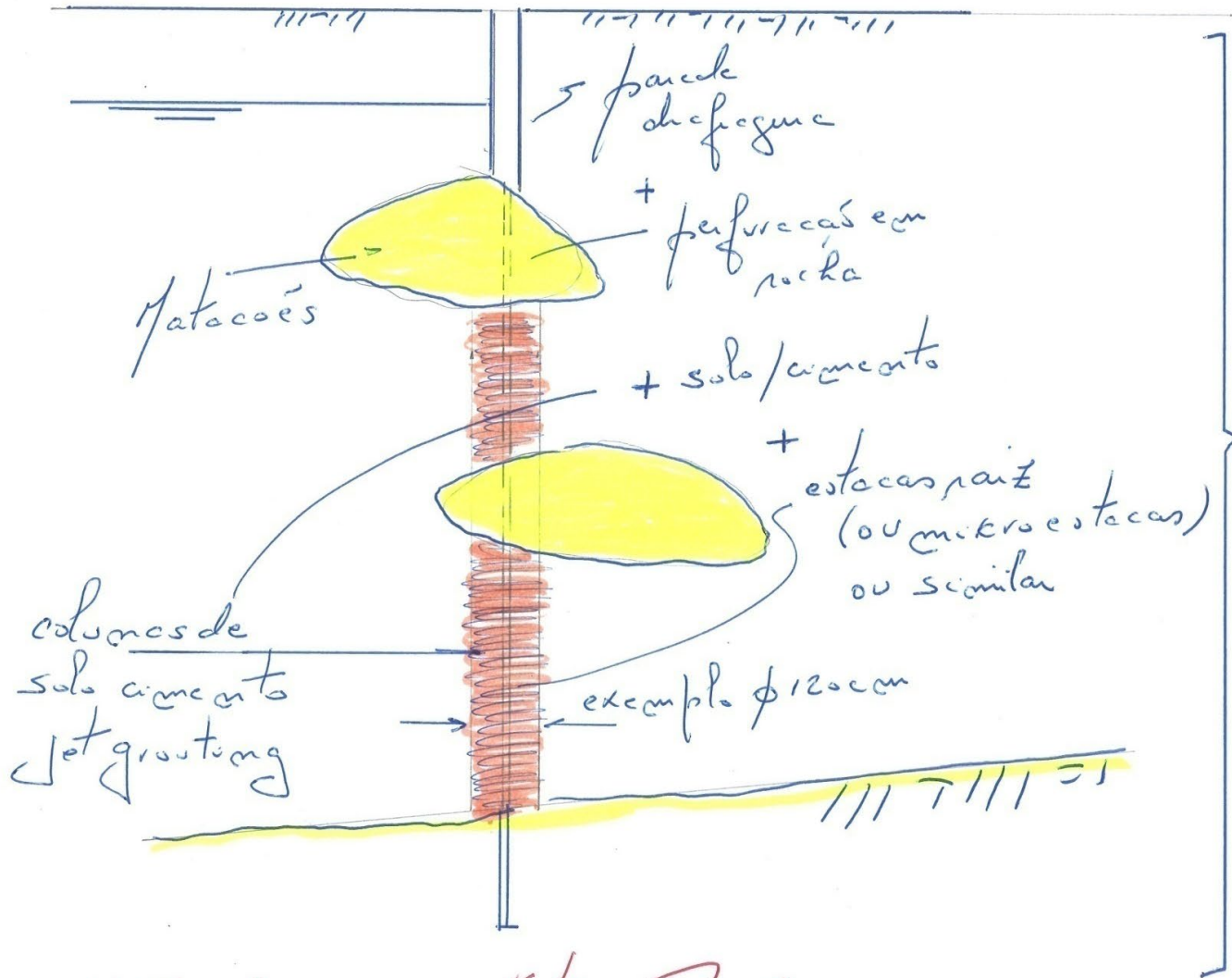
Seção transversal de uma lamela (panel)

PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES

AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ. 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL. 3661 7296
FAX 3661 7193



SEM HIDROFRESA



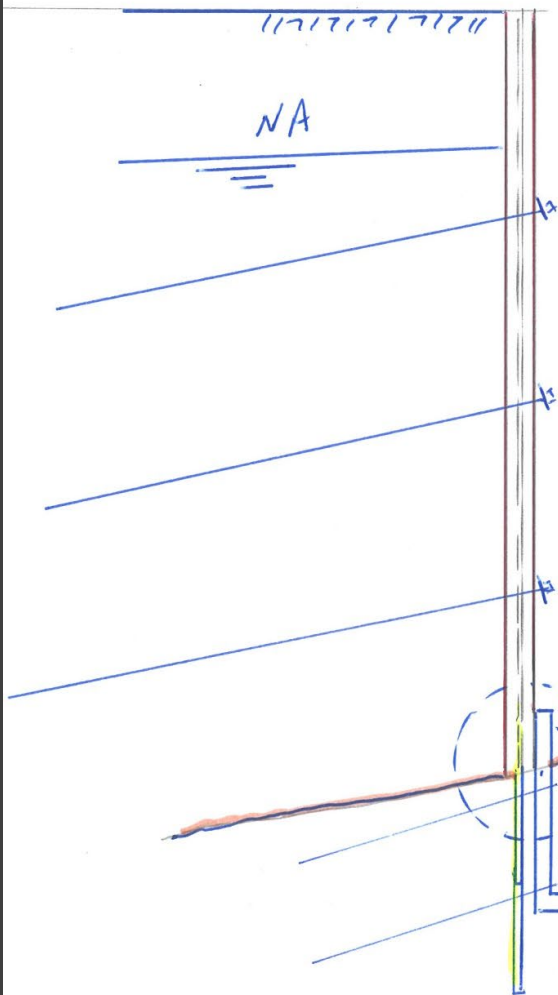
Tempo (#)
#^e

PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES

AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SAO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

PA

φ / Fundações ⇒ Estacas Raiz



Vedação

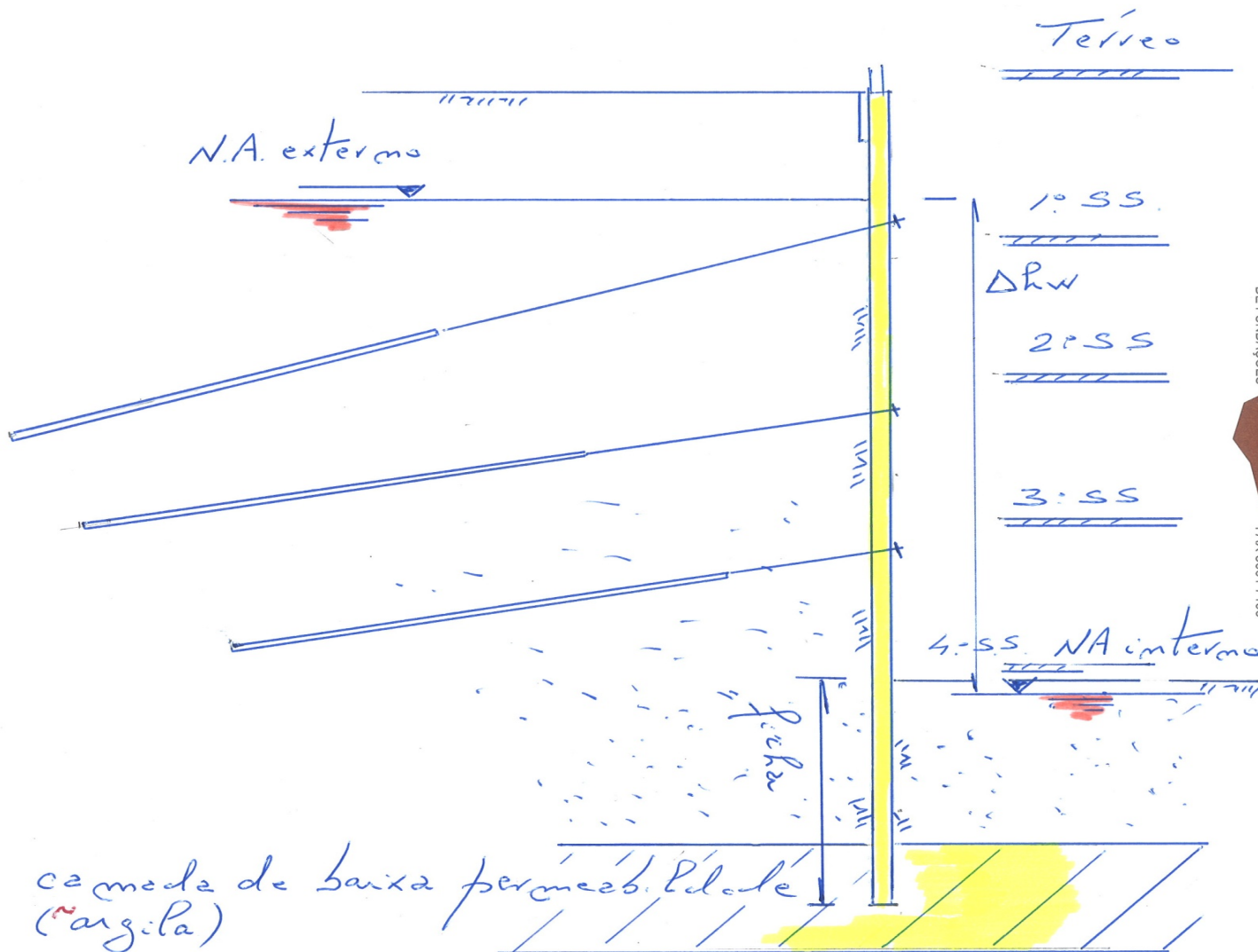
rebaixamento externo \Rightarrow péssima alternativa
produtos de feijo pipoca (solução provisória)
contorno com transpasse
chapas metálicas
Rocha. ...

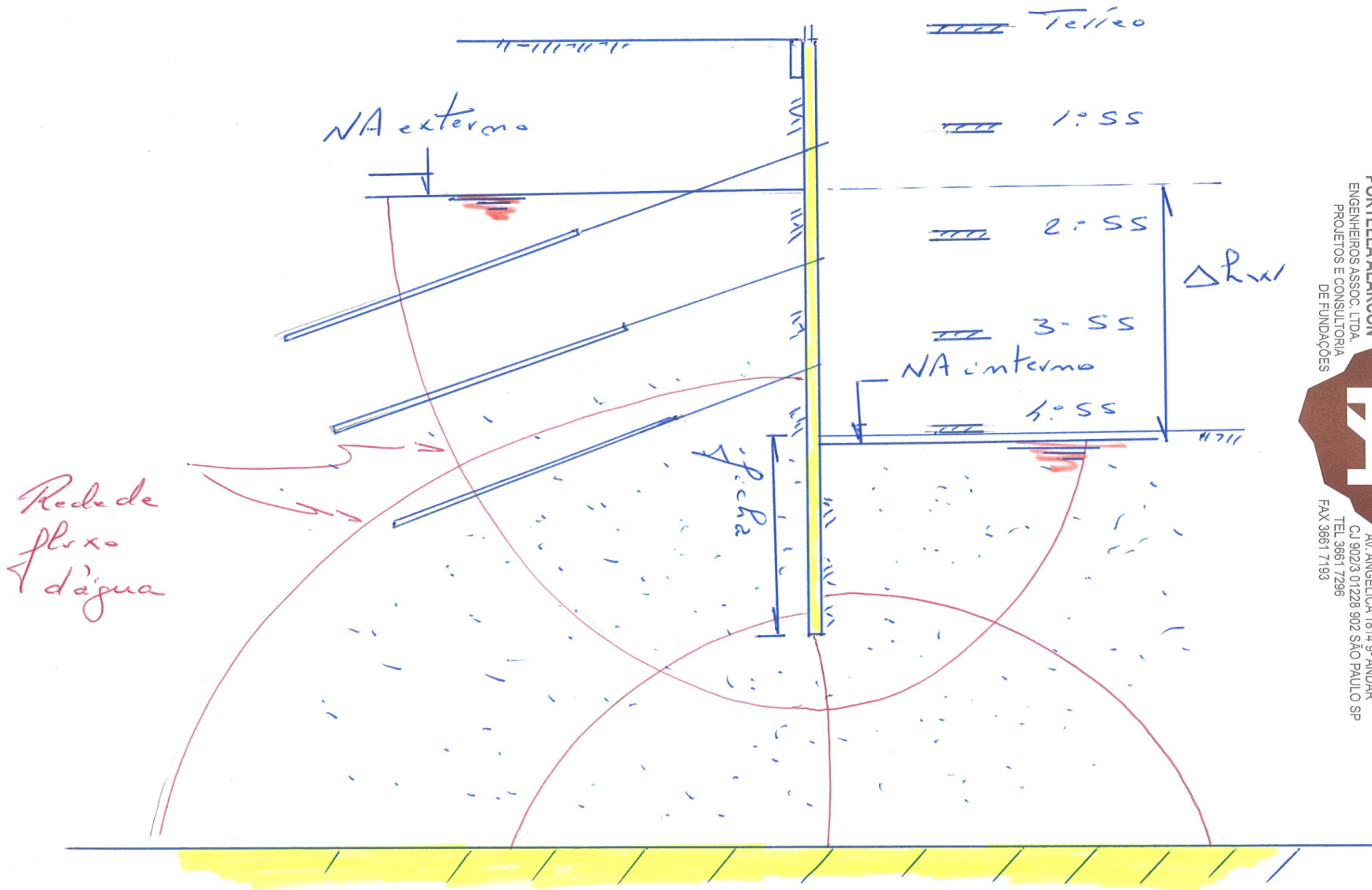
PORTELLALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDACOES

FAX 3661 7193

AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP









SISTEMA COM HIDROFRESA

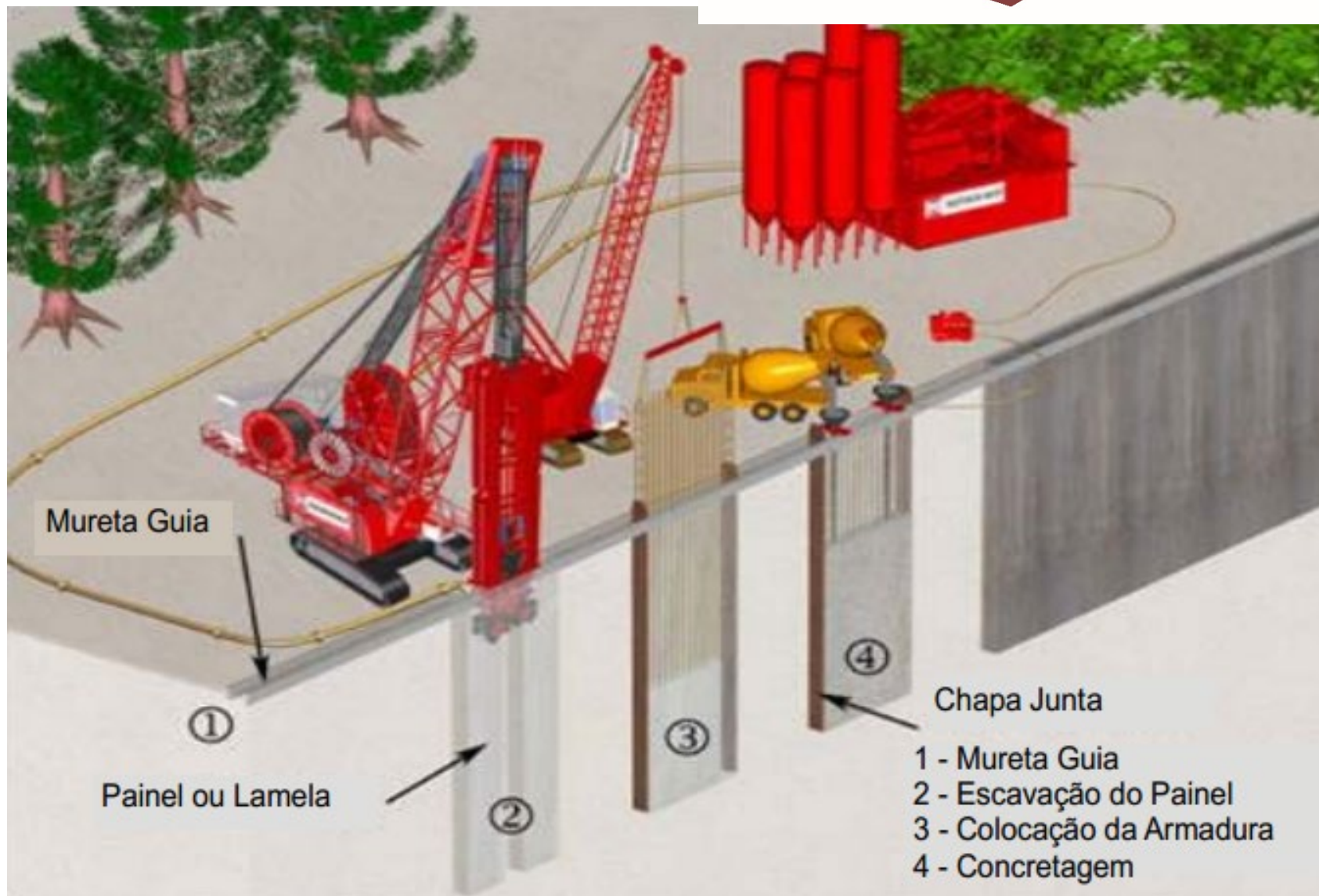
PRINCIPAL APLICAÇÃO:

Paredes diafragma e estacas barrete com necessidade de ultrapassagem de matações e / ou solos altamente concrecionados e / ou rocha (sã ou fraturada); ou seja, materiais em que não é possível a escavação com clam shell mecânico ou hidráulico.

SOLUÇÃO DOS CASOS ESPECIAIS → HIDROFRESA

Apresentação do sistema

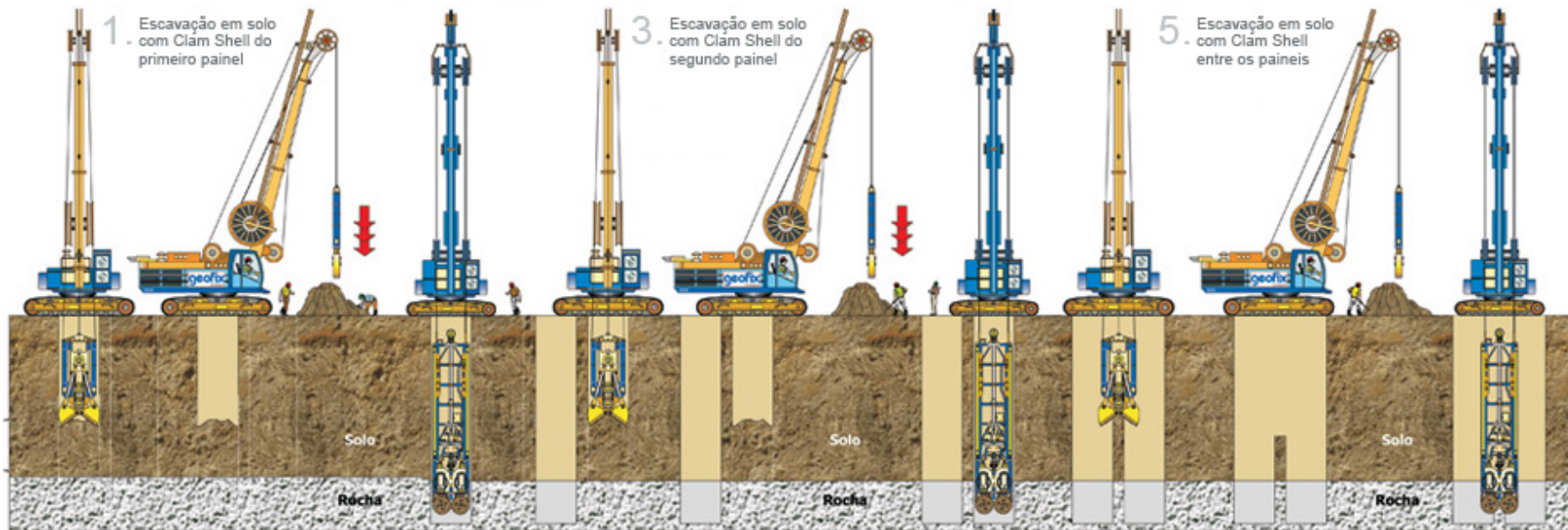
FOTOS



2. Escavação em rocha com Hidrofresadora primeiro painel

4. Escavação em rocha com Hidrofresadora segundo painel

6. Escavação em rocha com Hidrofresadora entre os painéis



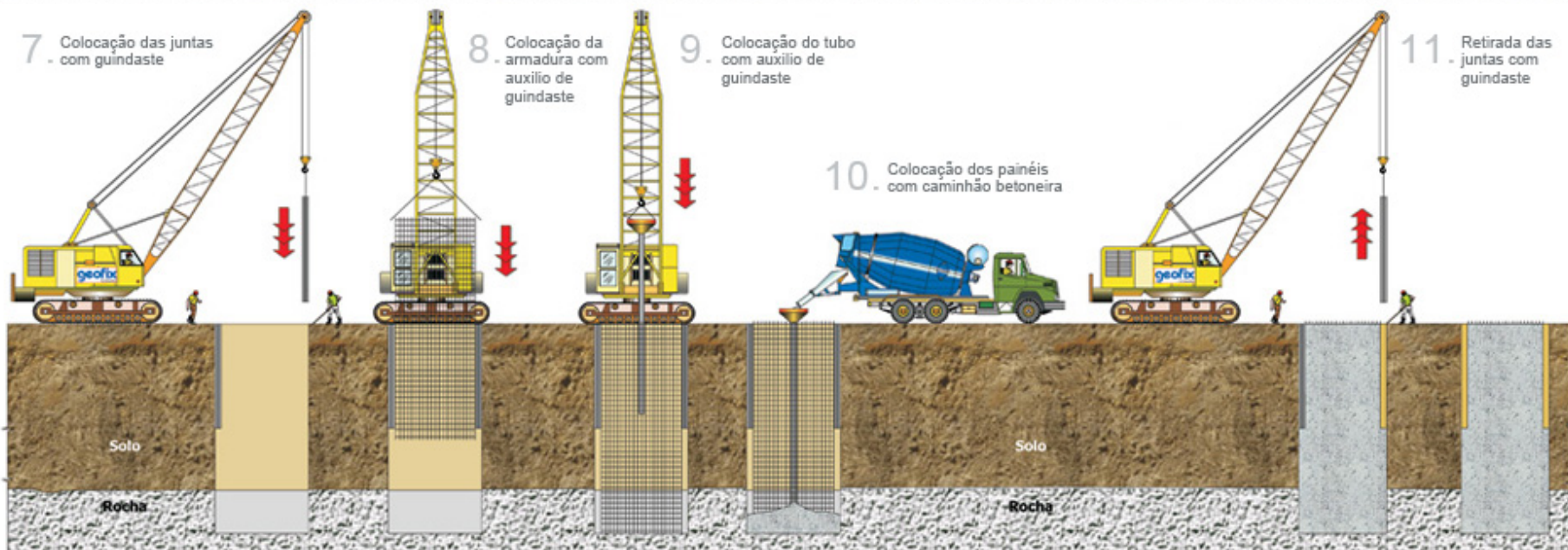
7. Colocação das juntas com guindaste

8. Colocação da armadura com auxílio de guindaste

9. Colocação do tubo com auxílio de guindaste

10. Colocação dos painéis com caminhão betoneira

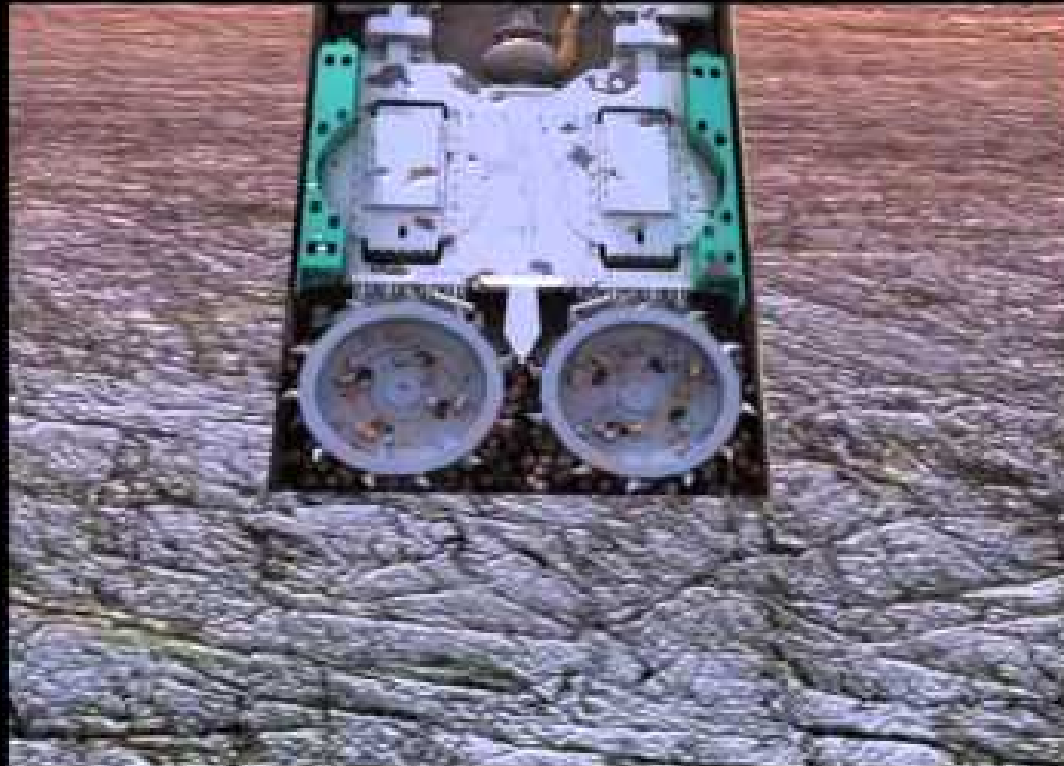
11. Retirada das juntas com guindaste



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193





PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193







PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193





PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



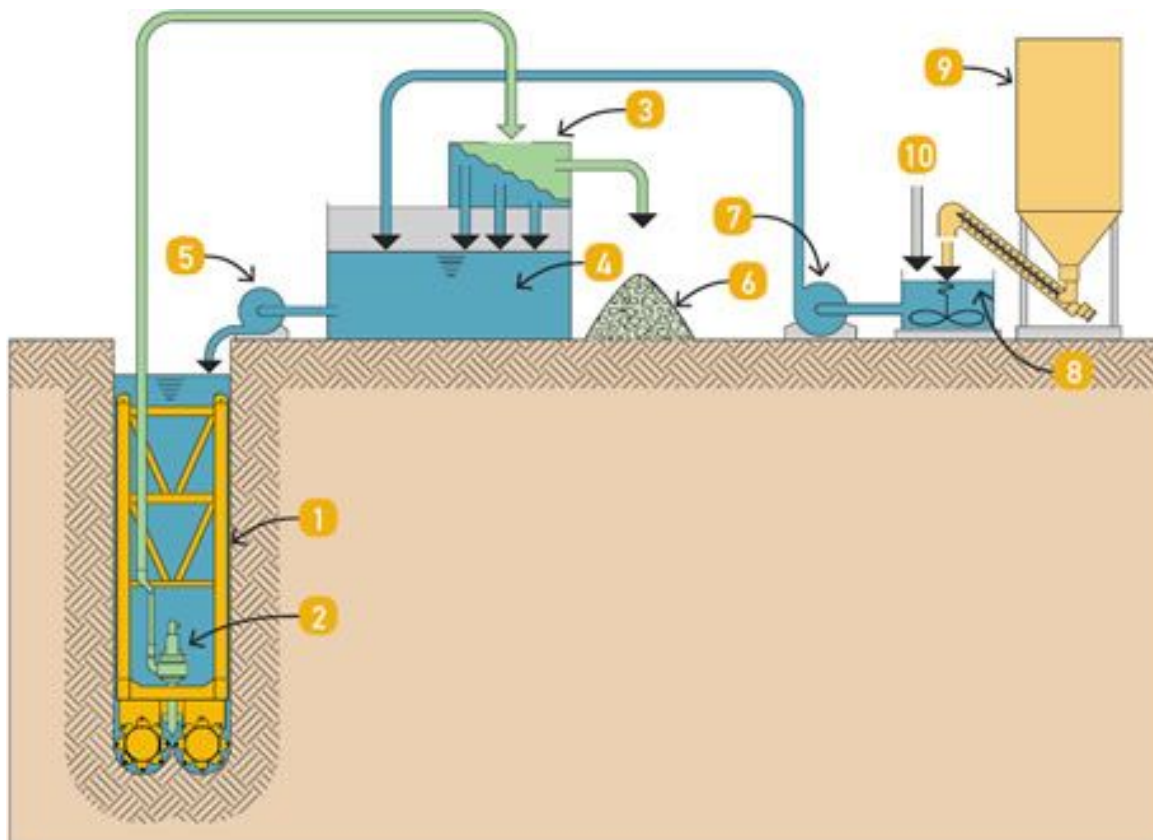
AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



- 1 Hidrofresa
- 2 Bomba de aspiração
- 3 Desarenador
- 4 Tanque de lodo
- 5 Bomba centrífuga
- 6 Solo escavado
- 7 Bomba centrífuga
- 8 Misturador de bentonita
- 9 Silo
- 10 Água

CENTRAL DE LAMA



CENTRAL DE LAMA



Maquina Hidrofresa



Hidrofresa



Principais etapas de execução das paredes diafragma:

Sistema convencional(clam shell) / sistema com Hidrofresa

Anotações de estudo

PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



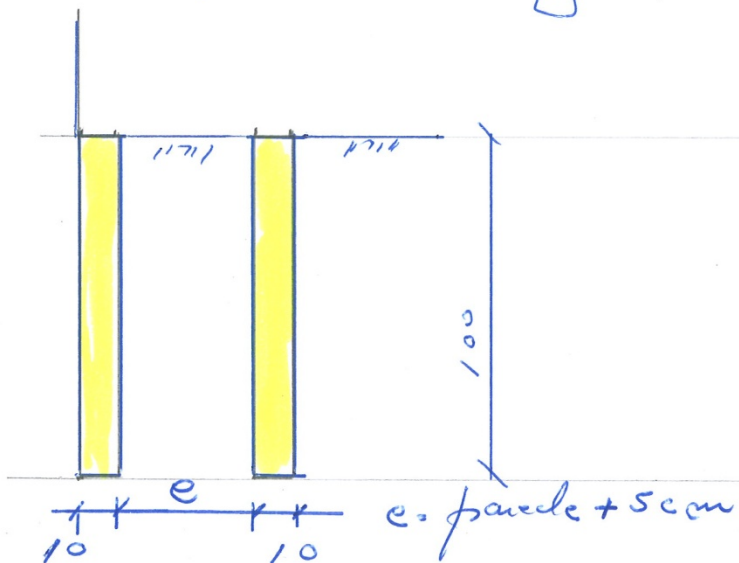
AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

PAREDE DIAFRAGMA (EXECUÇÃO)

SISTEMA CONVENCIONAL

Conjunto grande
Tanques + quindestes + clam-shell +
+ equipamentos auxiliares (tubo
trípode, desarenador, chapas
de espelho, tubos junta, ...)

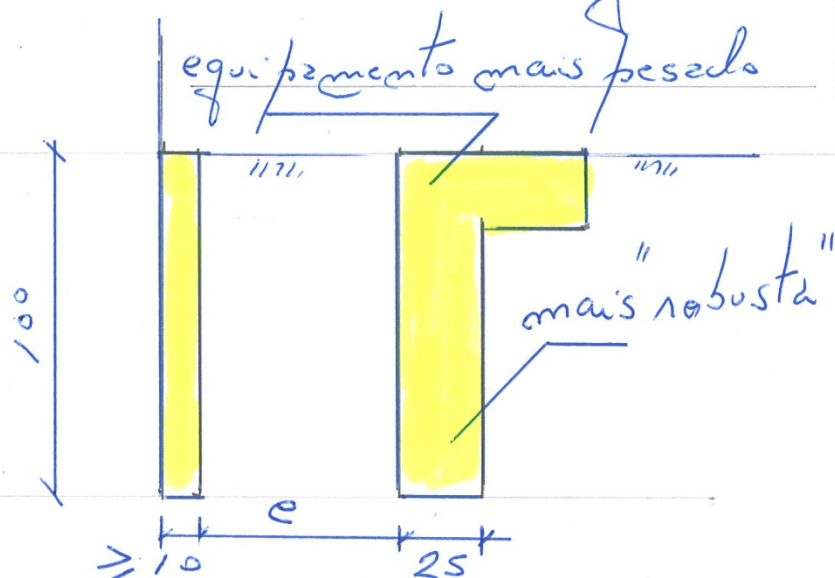
1. Execução de moletas guia



SISTEMA COM HIDROFRESA

Conjunto "ENORME"
Tanques + quindestes + clam-shell +
quindeste com HIDROFRESA +
+ Central de reciclagem (separação
dos detritos de solo da lambe bentonítica)
+ equipamentos auxiliares

1. Execução de moletas guia



SISTEMA CONVENCIONAL

2. Escavação com clam-shell (mecânicos ou hidráulicos) até o fim da escavação utilizando fluido estabilizante (bentonita ou polímero).

SISTEMA COM HIDROFRESA

2.A. escavação inicial com clam-shell com profundidade mínima (0,6m) para que a bomba de recirculação localizada acima das rodas, fique submersa (afogada)

2.B. prosseguimento da escavação com o sistema HIDROFRESA
SOLO OU ROCHA → MOIDO PELAS RODAS DE CORTE → CTE BOMBÉADO MISTURADO COM LAMA → RECICLADOR SEPARA PARTICULAS DE SOLO / LAMA (RETORNA)

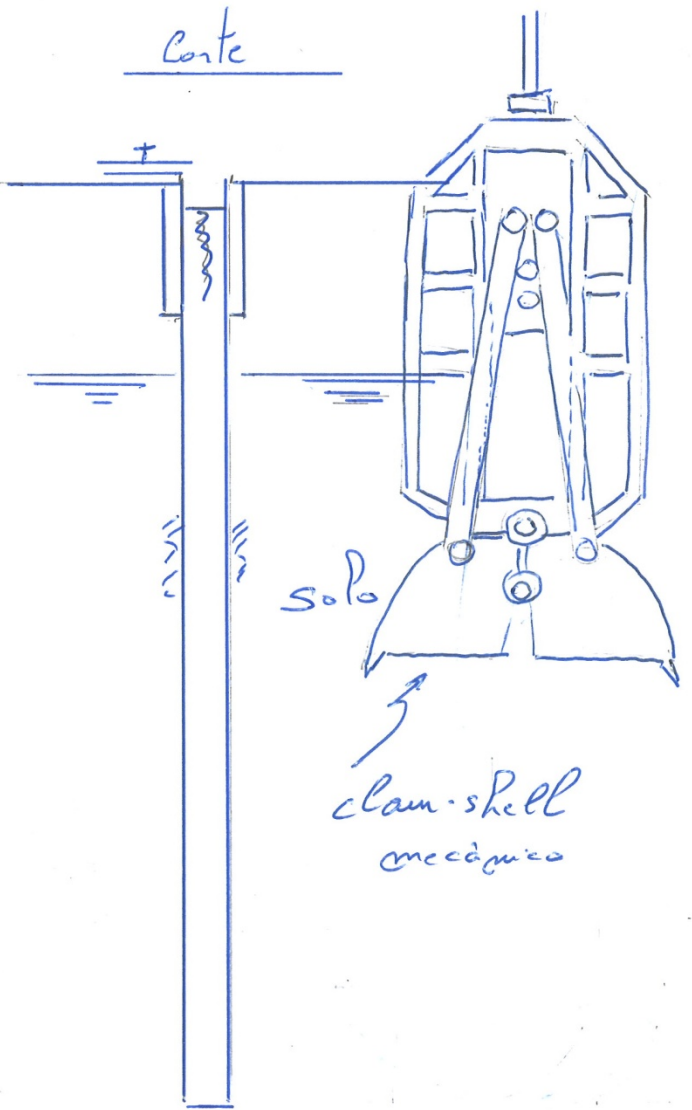
PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDACOES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

SISTEMA CONVENCIONAL

2.

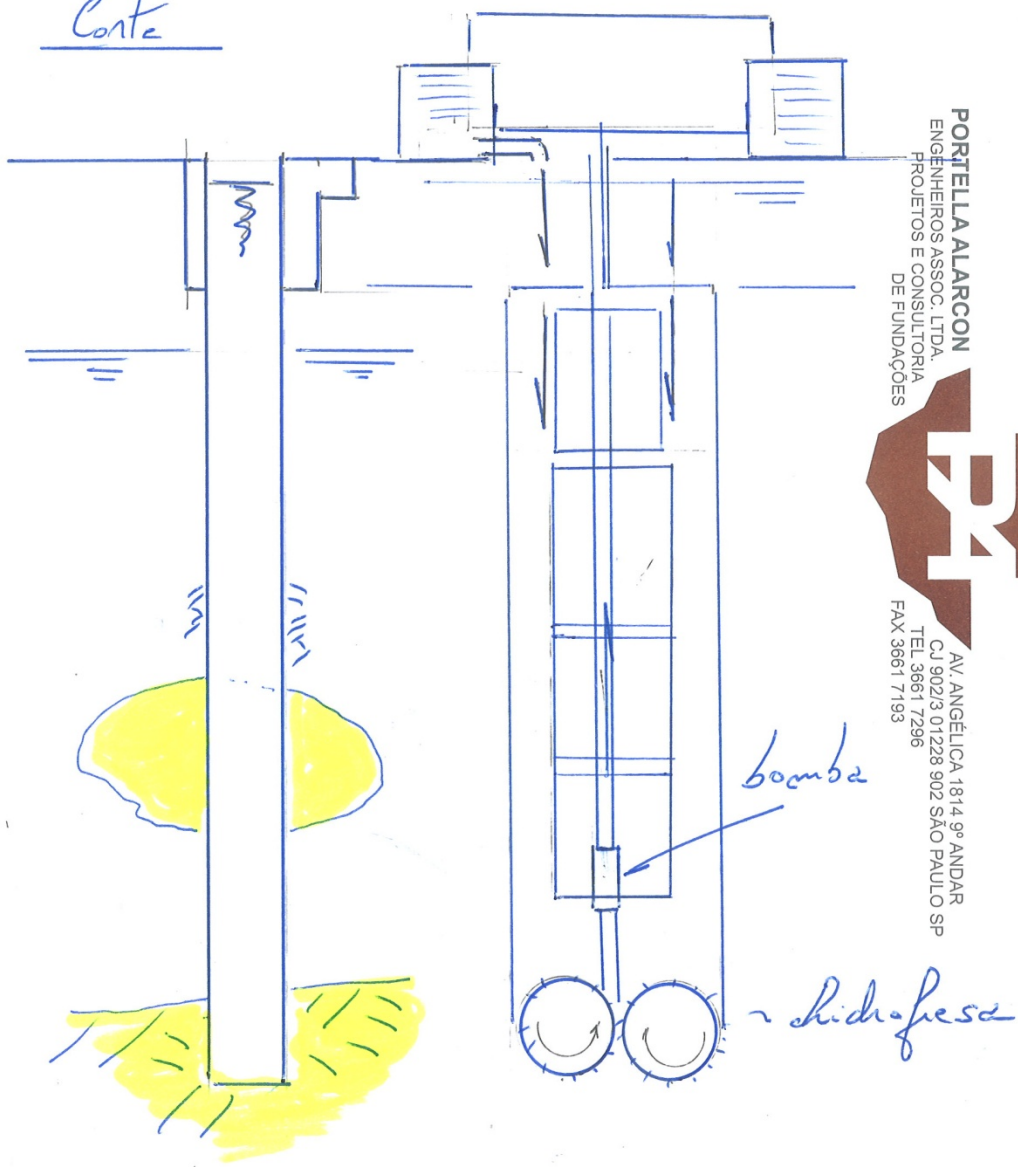


SISTEMA COM HIDROFRESA

2A - 2B

Corte

Elevação



PORTELLA ALARCON
 ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
 PROJETOS E CONSULTORIA
 DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
 C.J. 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
 TEL. 3661 7296
 FAX 3661 7193

SISTEMA CONVENCIONAL

3. Verificações das condições do fluido estabilizante (bentonita)
ph, viscosidade, % de areia...

4. Colocação:

- armoaduras
- tubos junta (altura integral)
- chapo de espelho (face da obra) h = 4,50m para dar acabamento
- tubo de concretagem submersa (fornil, ou tubo tremorinha)

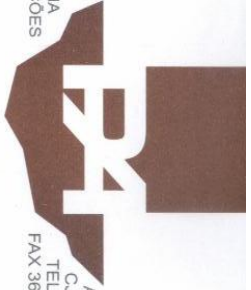
SISTEMA COM HIDROFRESA

= 3. idem

4. Colocação

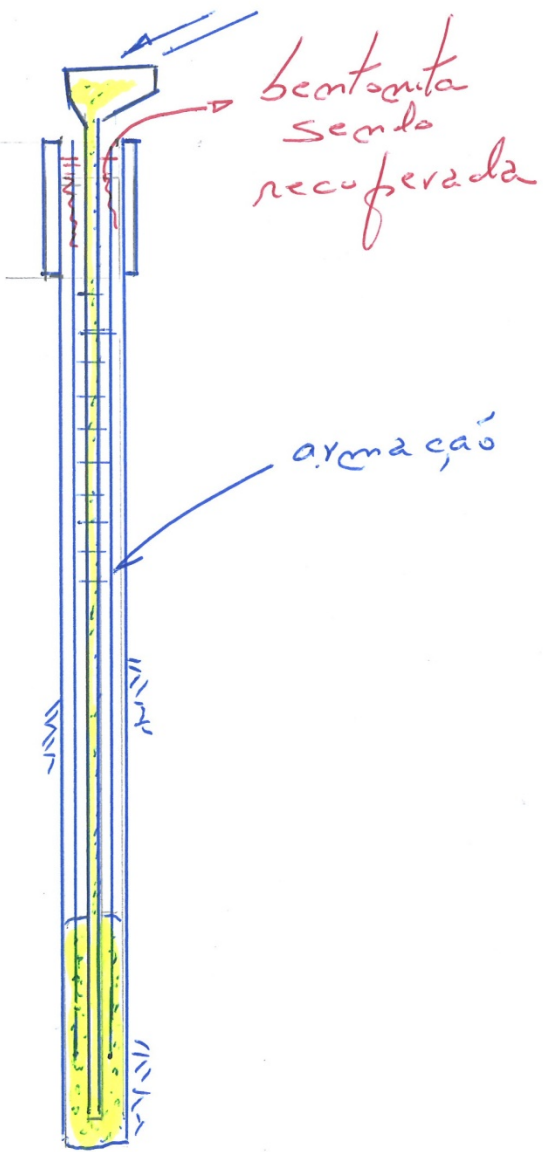
- = armoaduras
- tubo junta ou similar -> operar nos primeiros 6,0m
- = chapo de espelho
- = tubo de concretagem submersa (fornil ou tubo tremorinha)

PORTELLA ALARCON
 ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
 PROJETOS E CONSULTORIA
 DE FUNDACOES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
 C.J. 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
 TEL 3661 7296
 FAX 3661 7193

SISTEMA CONVENCIONAL



SISTEMA COM HIDROFRESA

\approx praticamente igual, sendo que os tubos junto são colocados apenas nos primeiros 6,0m

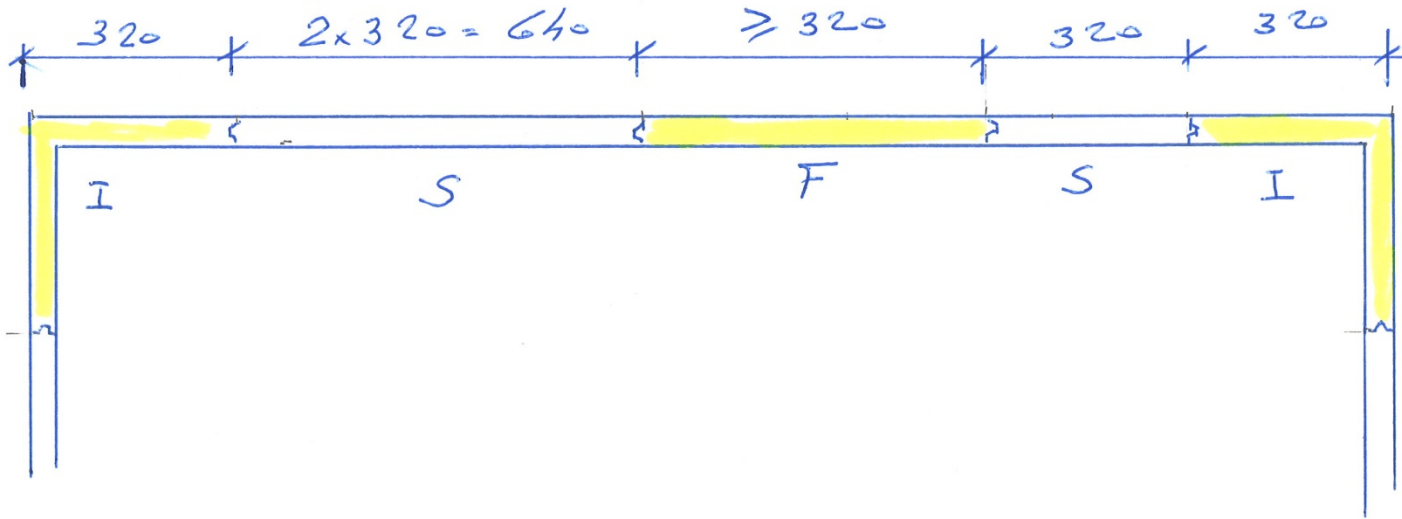
PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



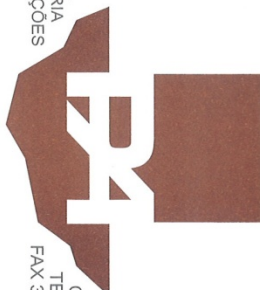
AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

SISTEMA CONVENCIONAL

5. Divisão de painéis Exemplo clam-shell 320cm

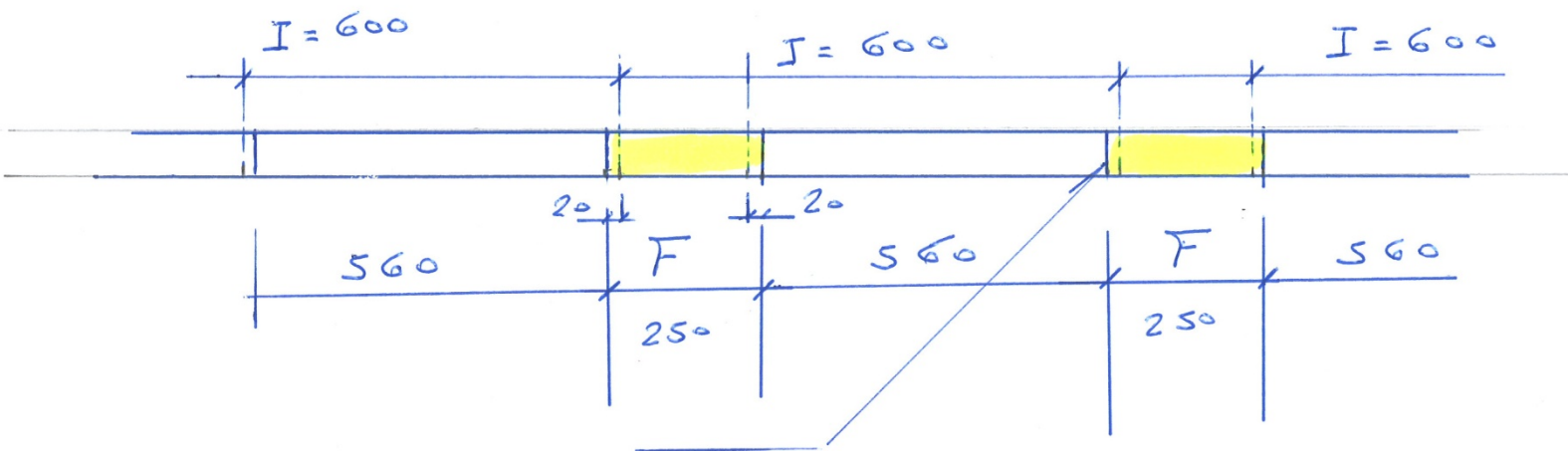


PORTHELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

exemplo. HIDROFRESA DE 250cm



2 juntas HIDROFRESA FAZ O FORMATO DA JUNTA.

PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES

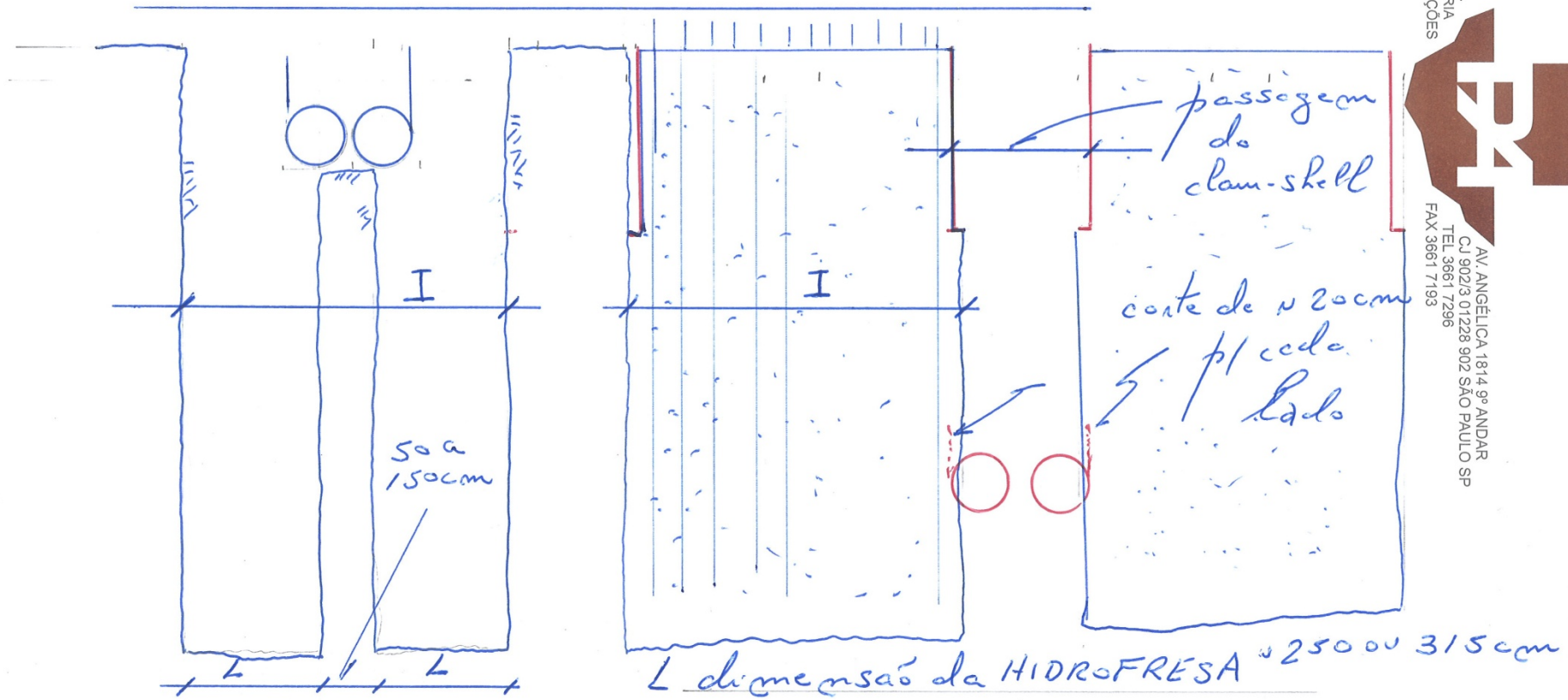


AV. ANGÉLICA 1814, 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

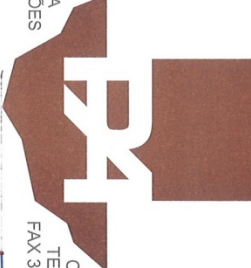
SISTEMA COM HIDROFRESA

5. Divisão de painéis \neq sistema convencional

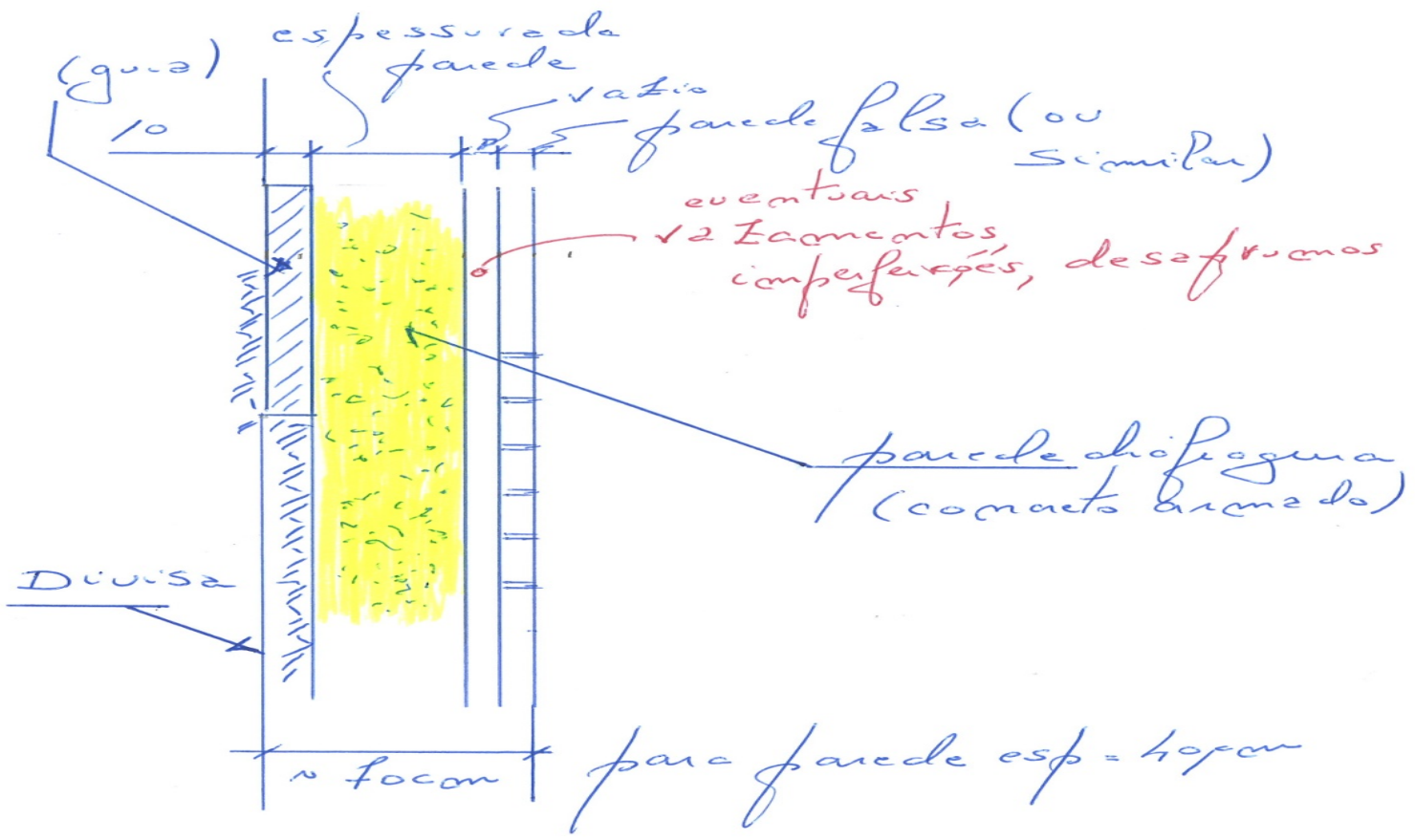
Painéis de fechamento (secundários) sempre entre dois painéis já concretados, ou seja, iniciais (primários), cortando o concreto destes em 10 a 20cm ideal



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814, 9º ANDAR
CJ 902/3, 01228-902 SÃO PAULO SP
TEL. 3661 7296
FAX 3661 7193





PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES

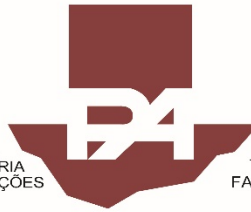


AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7295
FAX 3661 7193





PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDACOES

AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

COMENTÁRIOS:

VANTAGENS / DESVANTAGENS:

- Sistema convencional (clam shell)
espessuras 30, 40, 50, 60 cm



menor espaço perdido

Sistema HIDROFRESA

Disponibilidade do sistema

dimensões da obra, uma vez que o sistema é enorme

custo / benefício

espessura mínima 60 cm → necessidade de mais subsolos

*resolve o grave problema da presença de rochas ou
matações, ou mesmo facilita a descida dos subsolos até a
rocha de qualidade suficiente para execução das fundações
em sapatas (custo/benefício).*



PRESENÇA DE ROCHAS



EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA

HIDROFRESA

OBRA: BROOKFIELD INCORPORAÇÕES S/A

**LOCAL: Av. das Nações Unidas / Rua Acari / Rua Dr.
Rubens Gomes Bueno**

**DATA: 2010 – 1ª obra em parede diafragma (concreto
armado) no Brasil**

ÁREA DO TERRENO: 26.000 m²

2 Torres projetadas para aprox. 37 Pavimentos ... 5 Subsolos ... Totalizando 45 Lajes

Cargas verticais dos pilares das torres: 2.000 tf a 9.000 tf

- Contenções: parede diafragma atarantada (tirantes provisórios) executada com o sistema de HIDROFRESA → espessura 60 cm.

- Altura de escavação: aprox. 20 m

- Perímetro da parede: 630 m

- Área da parede: 12.600 m²

- Fundações → Torres: estacas barrete penetrando na rocha

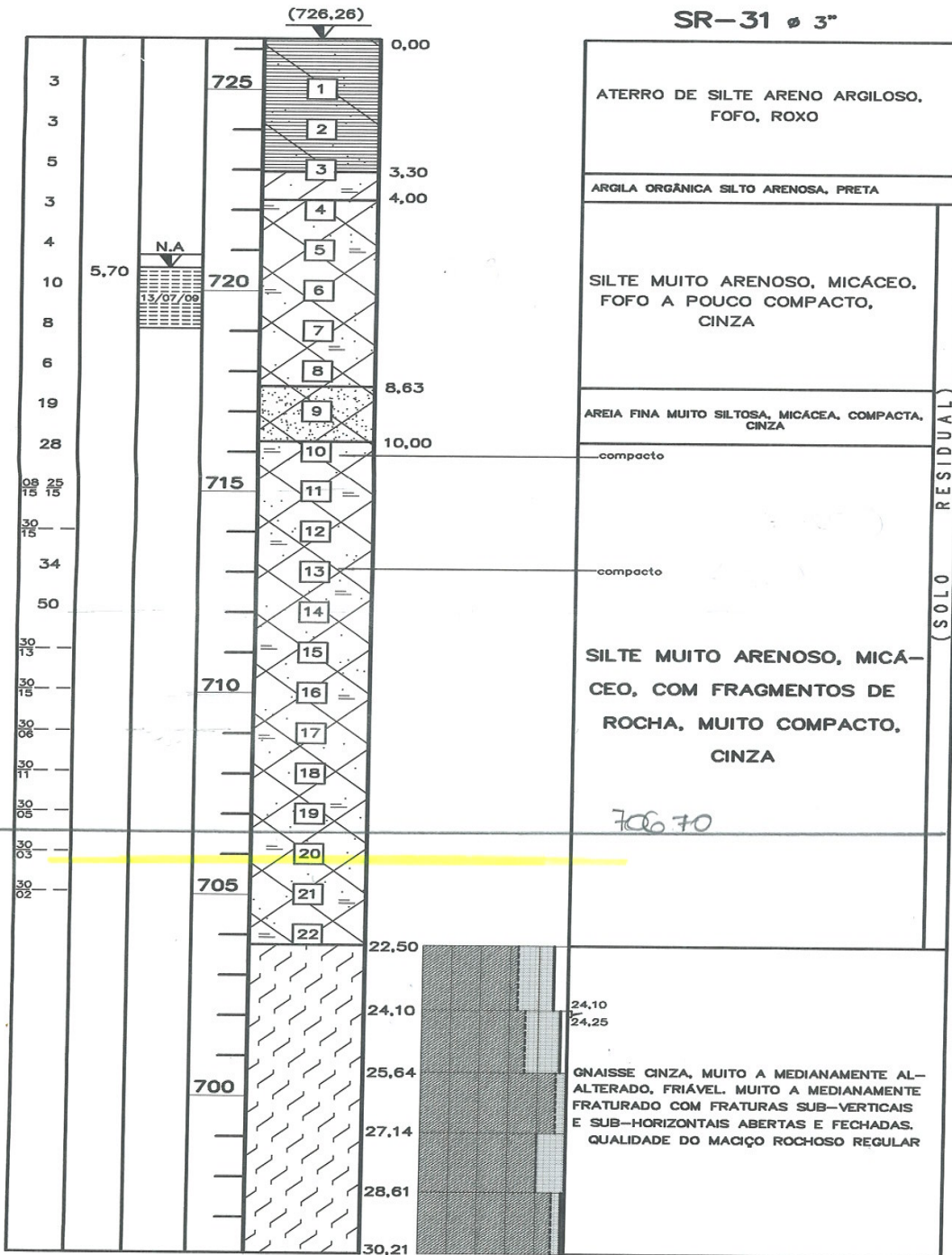
Periferia: fundações direta → sapatas

- Particularidade do terreno: Nível d'água elevado, com focos de contaminação a ser neutralizada após a execução da parede diafragma.

Presença de rocha e matacões (solo residual).

Sondagens da obra

SR-31 ϕ 3"

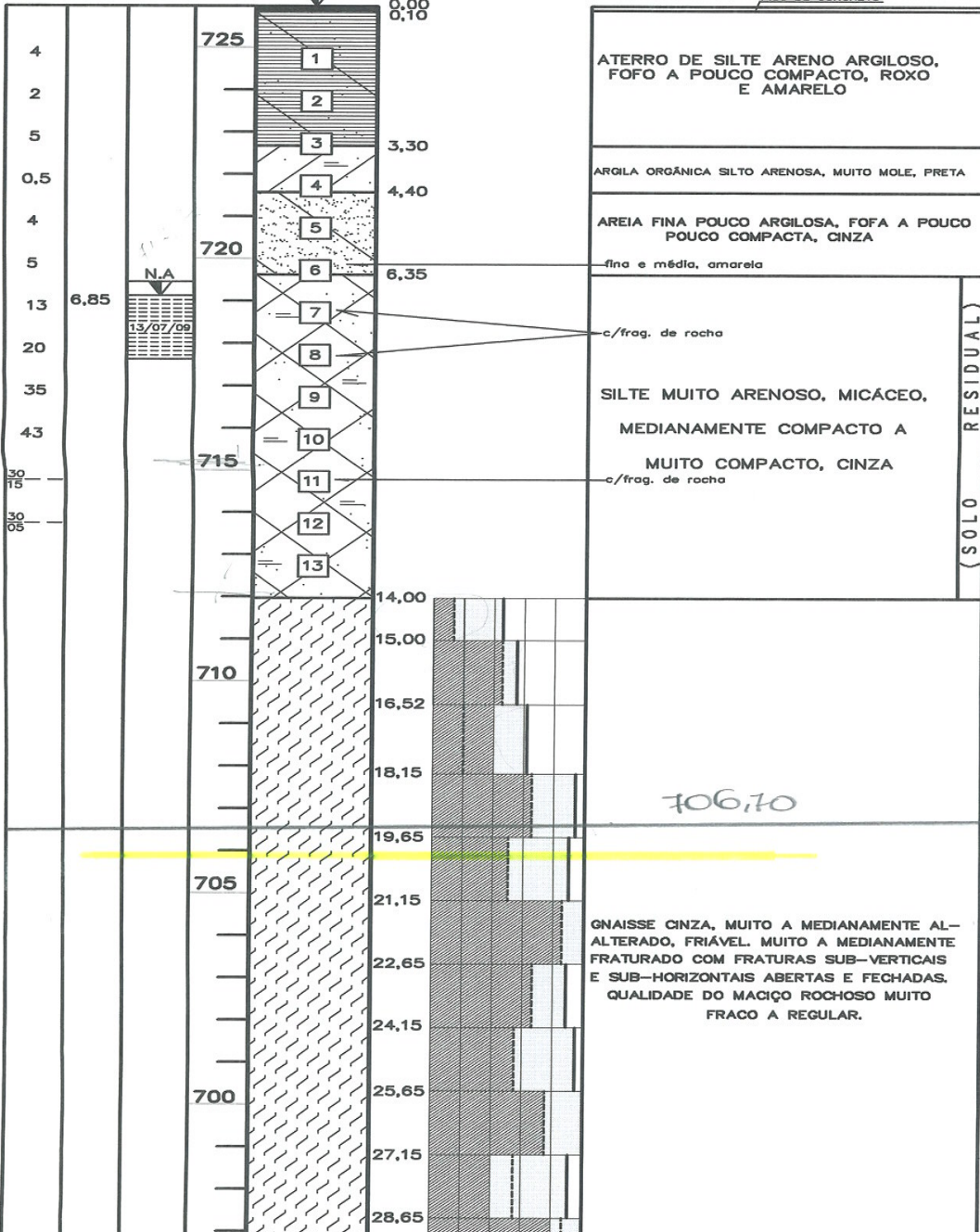


SR-34 Ø 3"

PISO DE CONCRETO

(725,97)

0,00
0,10



ATERRO DE SILTE ARENO ARGILOSO,
FOFO A POUÇO COMPACTO, ROXO
E AMARELO

ARGILA ORGÂNICA SILTO ARENOSA, MUITO MOLE, PRETA

AREIA FINA POUÇO ARGILOSA, FOFA A POUÇO
POUÇO COMPACTA, CINZA

— fina e média, amarela

— c/frag. de rocha

SILTE MUITO ARENOSO, MICÁCEO,
MEDIANAMENTE COMPACTO A

MUITO COMPACTO, CINZA

— c/frag. de rocha

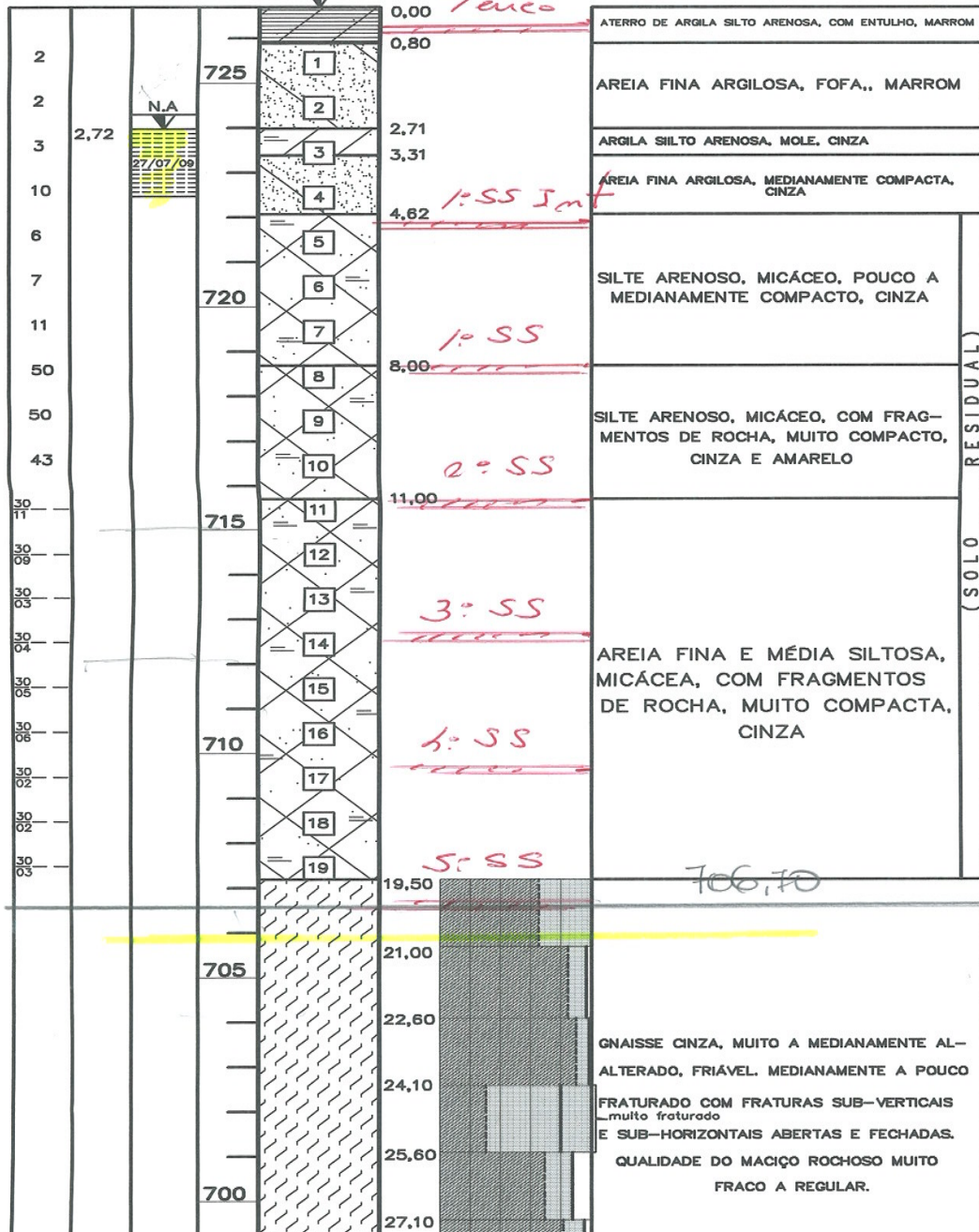
106,70

GNAISSE CINZA, MUITO A MEDIANAMENTE AL-
ALTERADO, FRIÁVEL. MUITO A MEDIANAMENTE
FRATURADO COM FRATURAS SUB-VERTICAIS
E SUB-HORIZONTAIS ABERTAS E FECHADAS.
QUALIDADE DO MACIÇO ROCHOSO MUITO
FRACO A REGULAR.

(SOLO RESIDUAL)

SR-35 Ø 3"

(726,69)



RESIDUAL (SOLO)

2,72
N.A
27/07/09

2
2
3
10
6
7
11
50
50
43
30
11
30
08
30
03
30
04
30
05
30
06
30
02
30
02
30
03

725
720
715
710
705
700

0,00
0,80
2,71
3,31
4,62
8,00
11,00
19,50
21,00
22,60
24,10
25,60
27,10

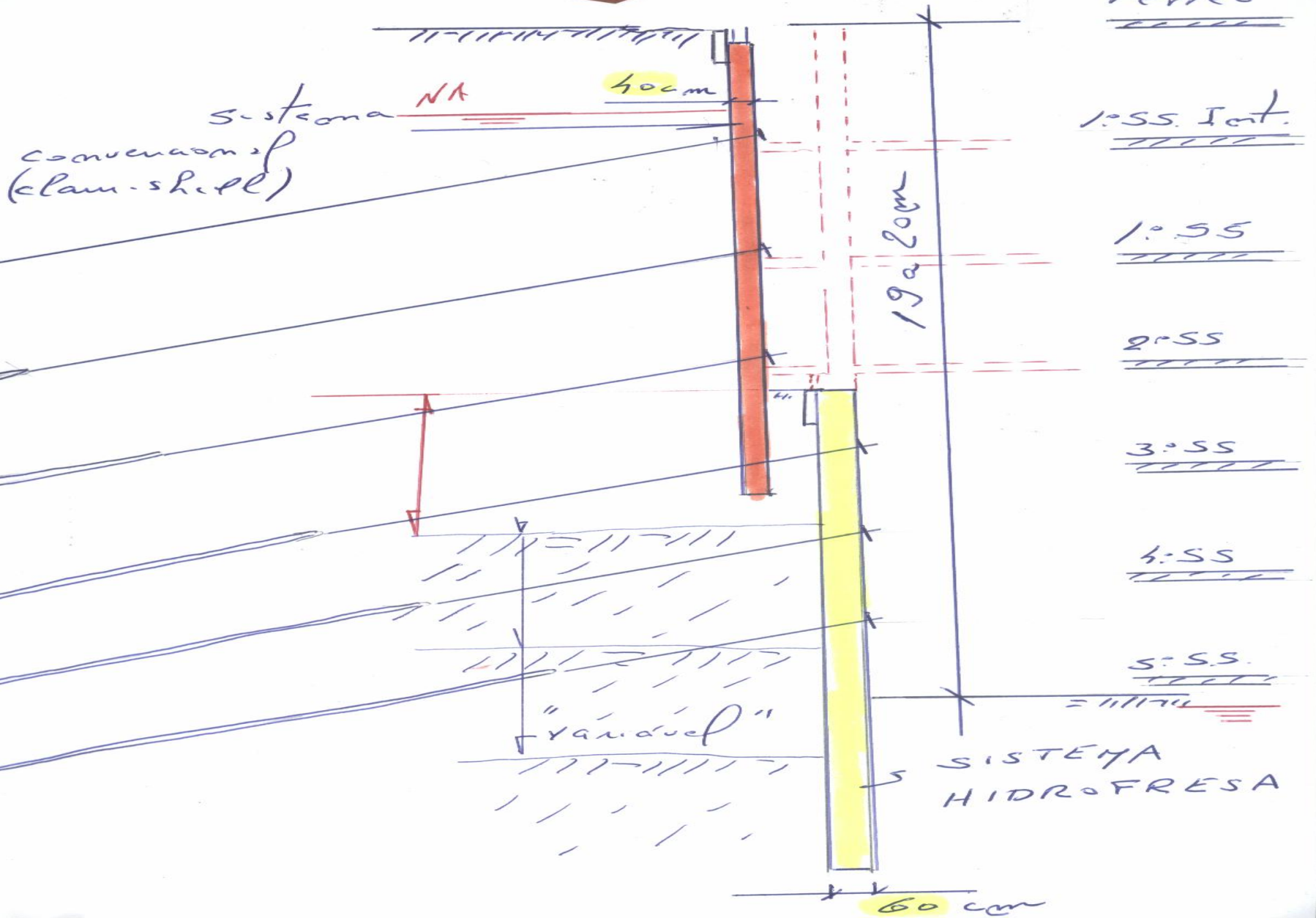
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

1ª Alternativa.

PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



2ª Alternativa

PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



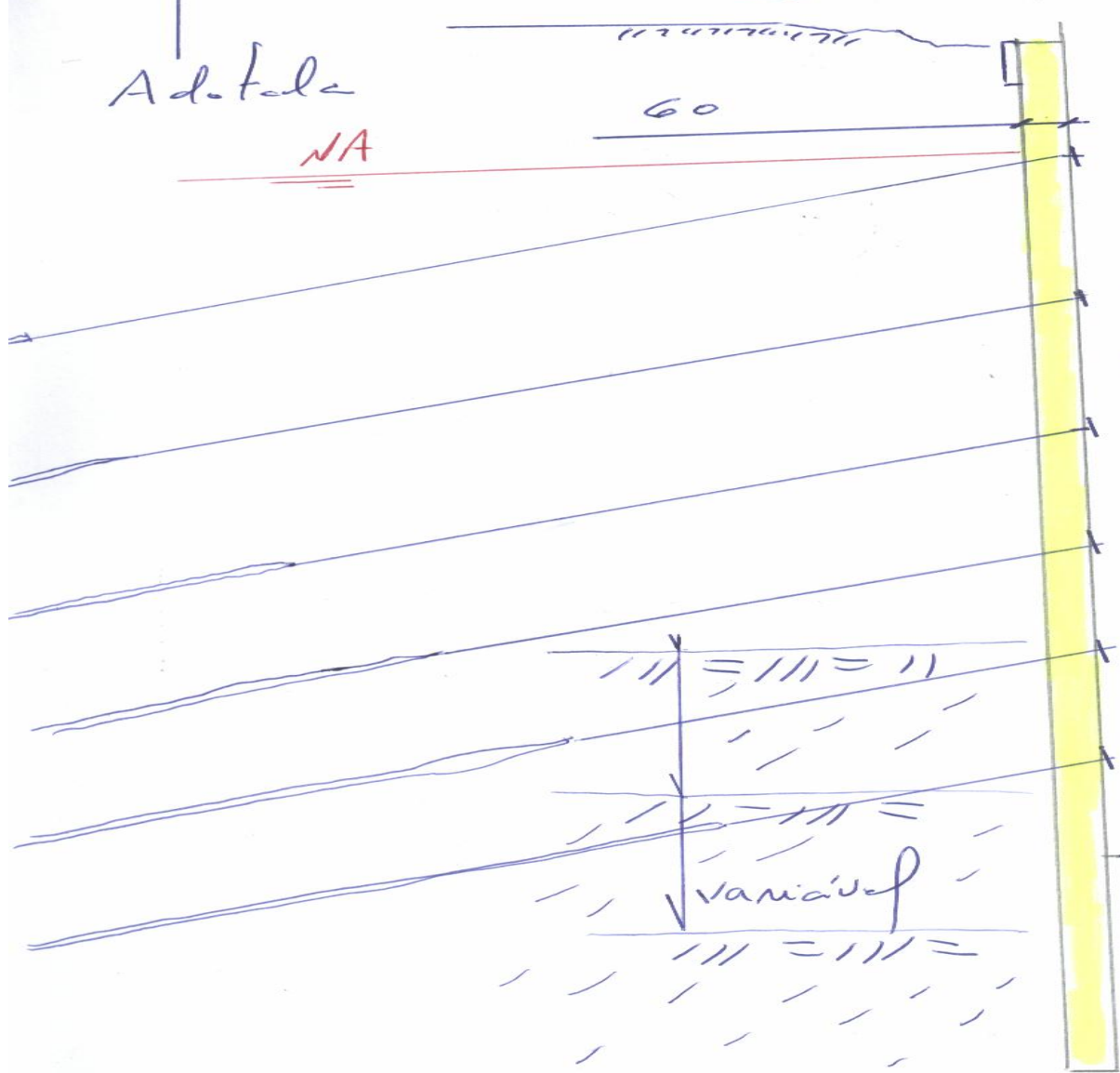
AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

(R\$ 25,25)

Teimos
||||

A do tela

NA



19 a 20cm
n fsubslas

1º SS Int.
||||

1º SS
||||

2º SS
||||

3º SS
||||

4º SS
||||

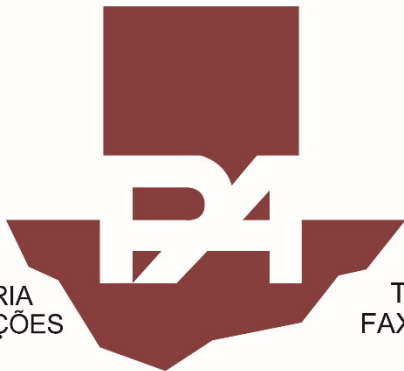
n f 60 (7067)
5º SS
||||

||||



LOCAÇÃO DA OBRA

PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANO
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULISTA
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C.LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193





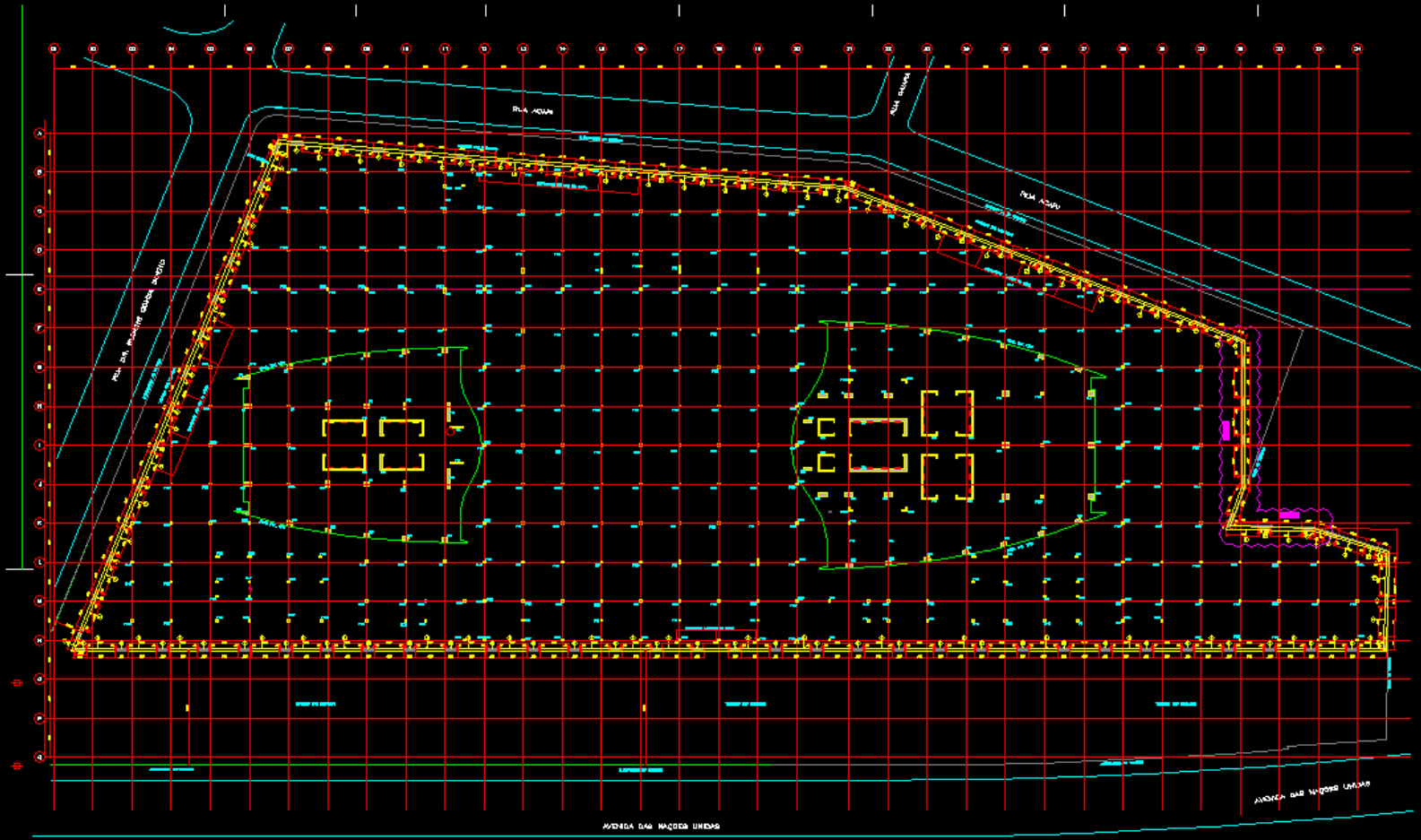
PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL. 3661 7296
FAX 3661 7193



R



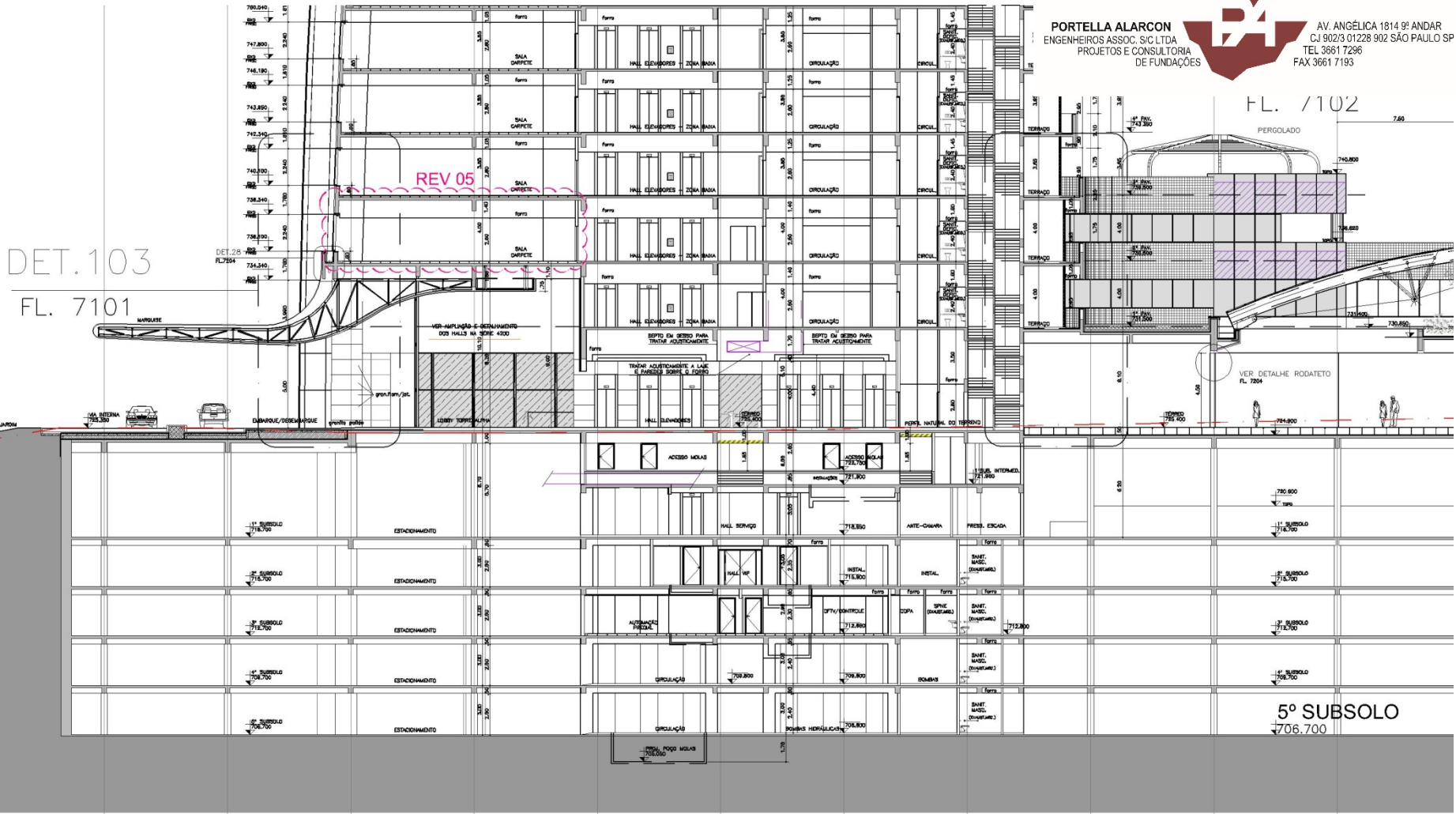


PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES

AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

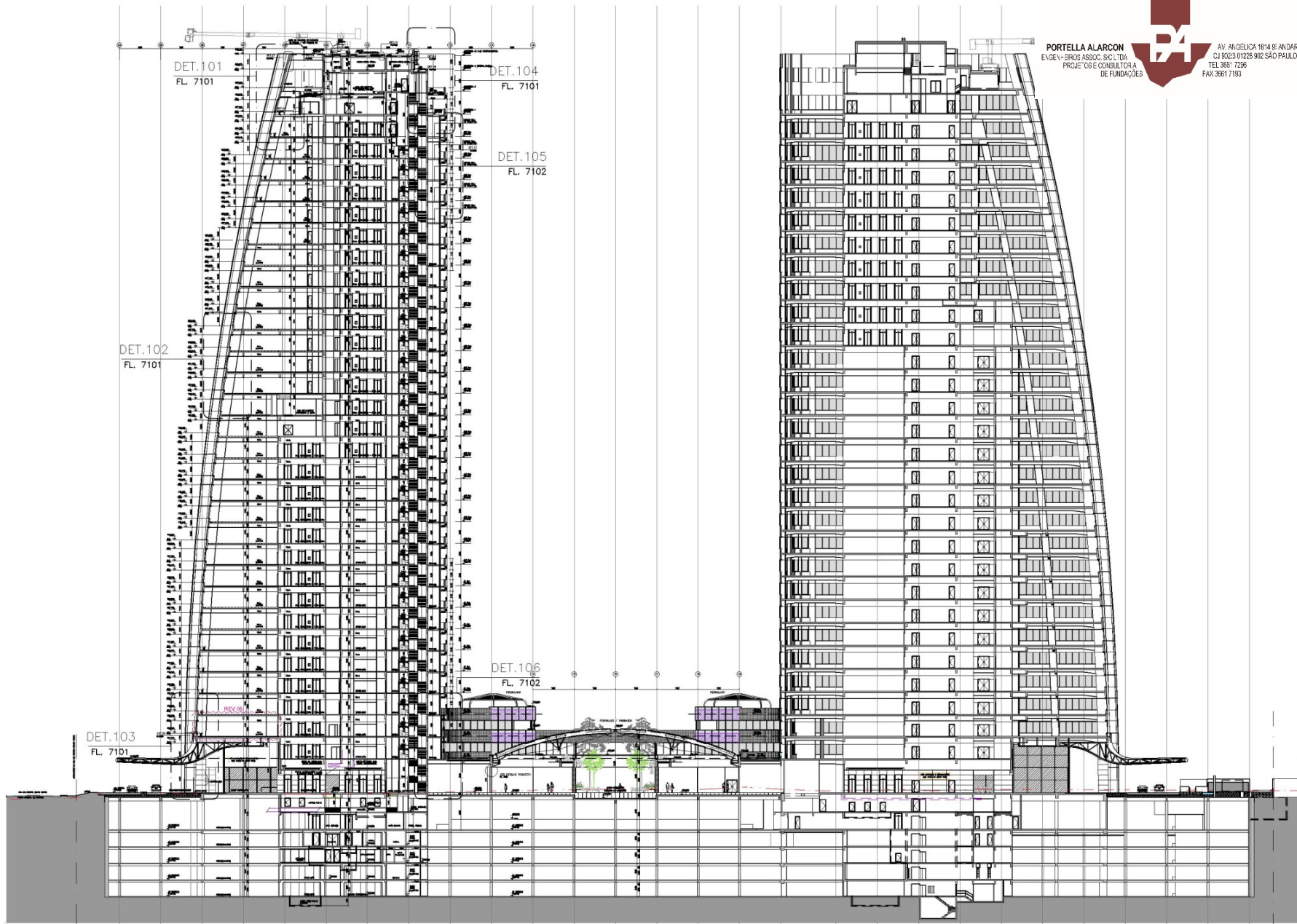
DET. 103
FL. 7101

FL. 7102



ANEXO 01 DE RUA DE RIBEIRO DAVES BAIÃO

5º SUBSOLO
706.700



PORTELLA ALARCON
EVGENI-BROS ASSOC. S/C L.T.A.
PROJETO E CONSULTORIA
DE FUNDACOES



AV. ANGELICA 1814 9º ANDAR
CJ 8023 01228 902 SAO PAULO SP
TEL 3867 7256
FAX 3861 7193



Groflex,
São Paulo, SP



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193



wikimapia.org

© alefotografo.com



PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

VIDEO

