



geofix

6° Curso de **ENGENHARIA APLICADA ÀS OBRAS DE FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES**





- 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:

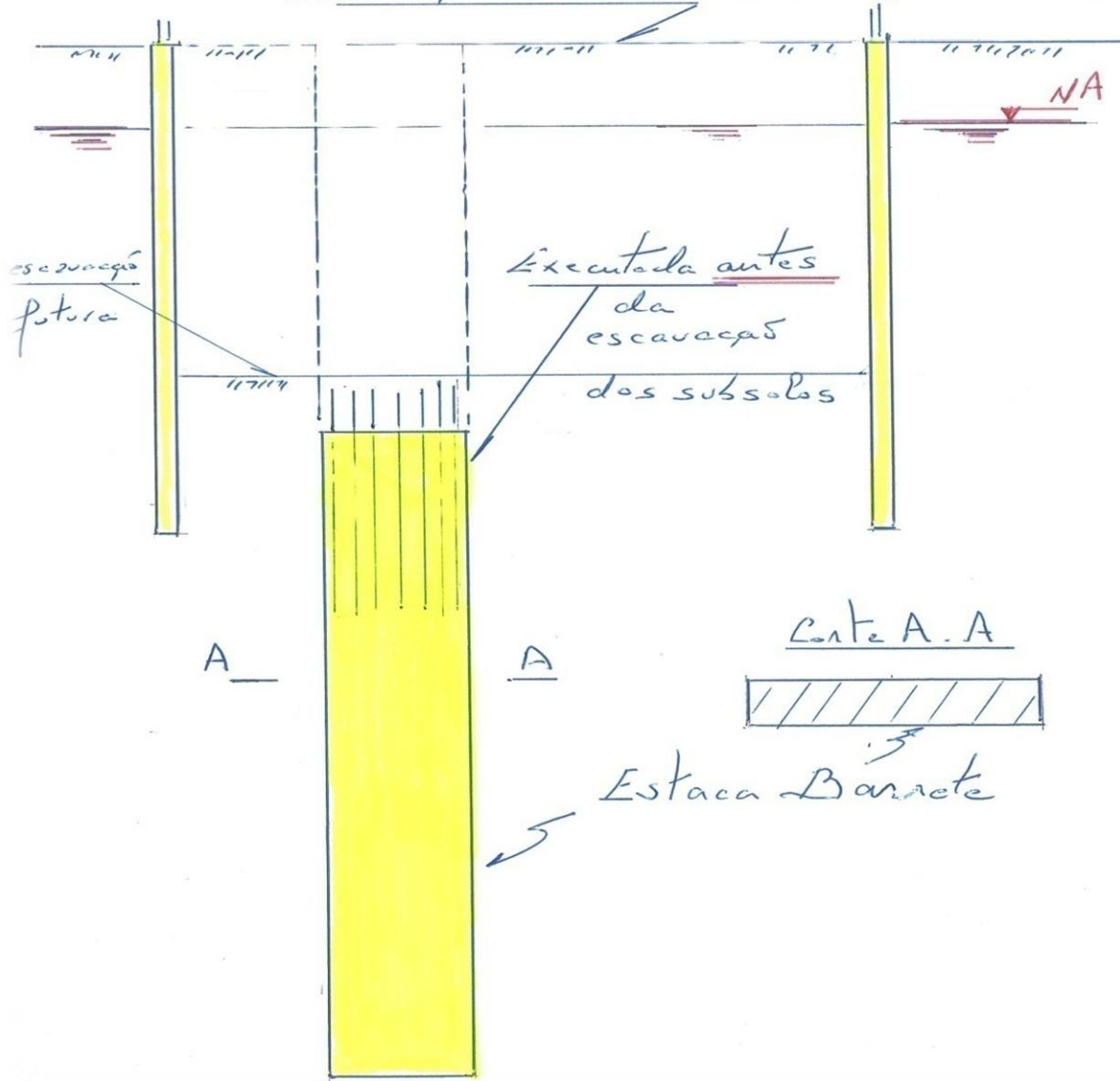
Estaca formada por um elemento da parede diafragma (pedaço, lamela, painel).

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.

Casos Especiais

Conte

Elevação

Técnic

320

320

320

1-SS

2-SS

3-SS

4-SS

Detalhes
ou
atenos / rachões
sem HIDROFRESA

Rocha Triturada e/ou Sã
e/ou
solos altamente
resistentes (concreto medas)

objetivo => situação
ideal tecnicamente

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

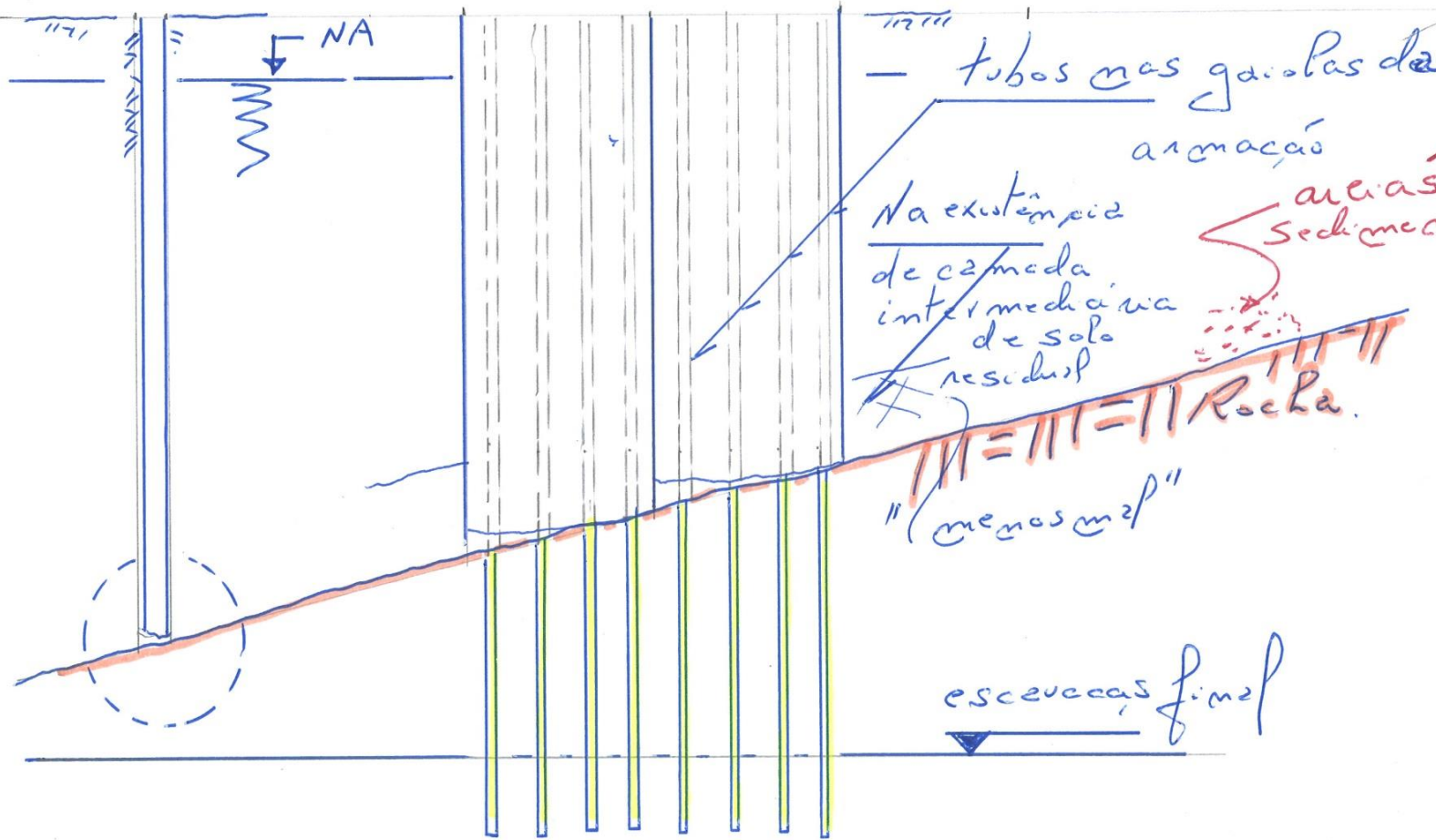
AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

SEM HIDROFRESA

Corte

Elevação

(água)
"péssimo"



tubos nas garolas da armacão

Na existência de camada intermediária de solo residual

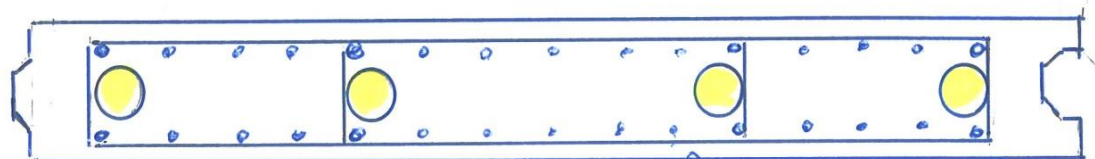
areias sedimentares

Rocka
"menos mal"

esceveças final

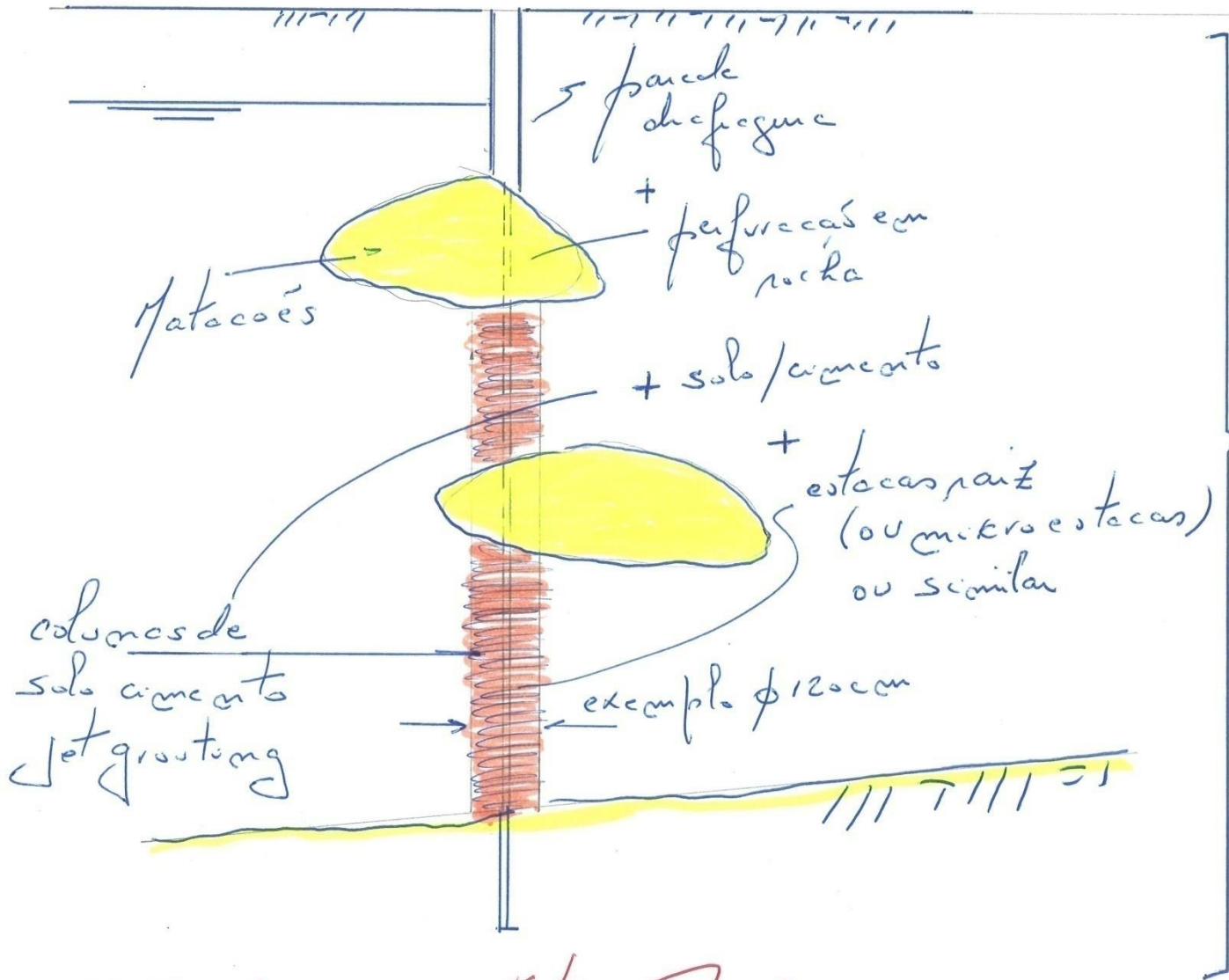
PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDACOES

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



Seção transversal de uma laneta (panel)

SEM HIDROFRESA



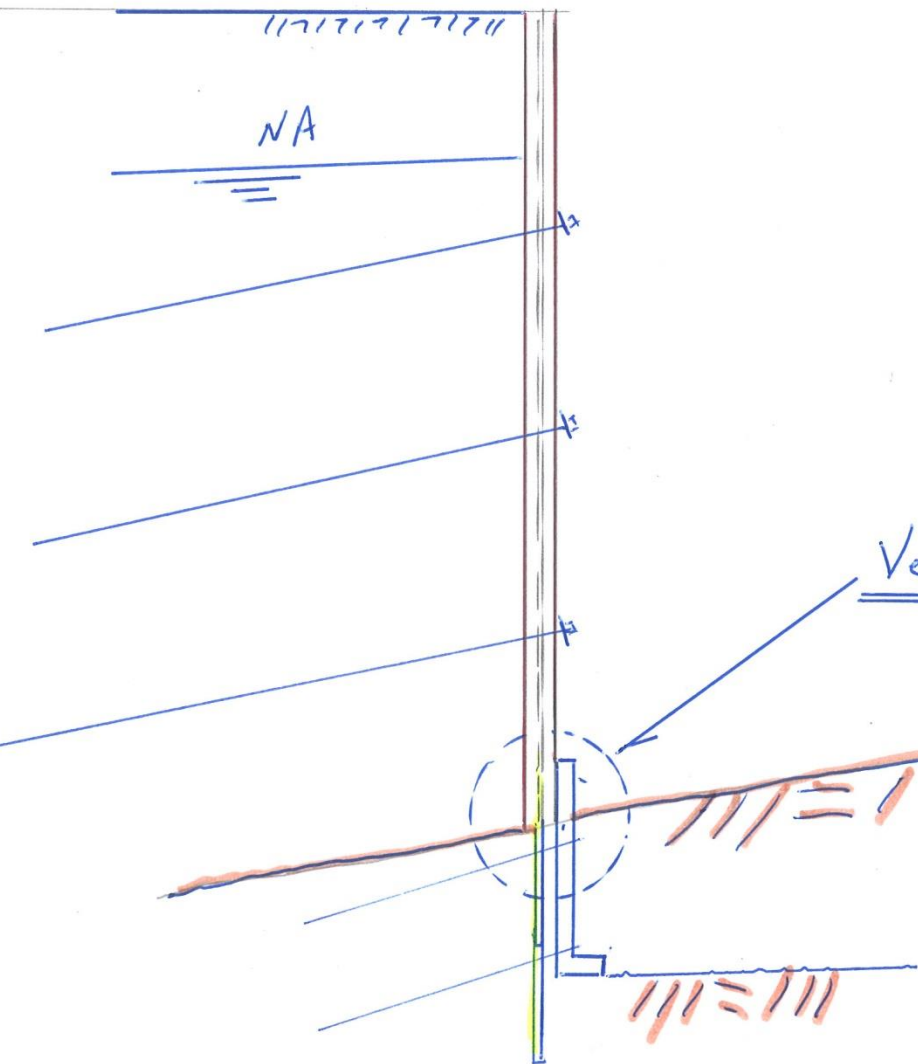
$$\frac{\text{Tempo (\$)}}{\e$

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

φ / Fundações => Estacas Raiz

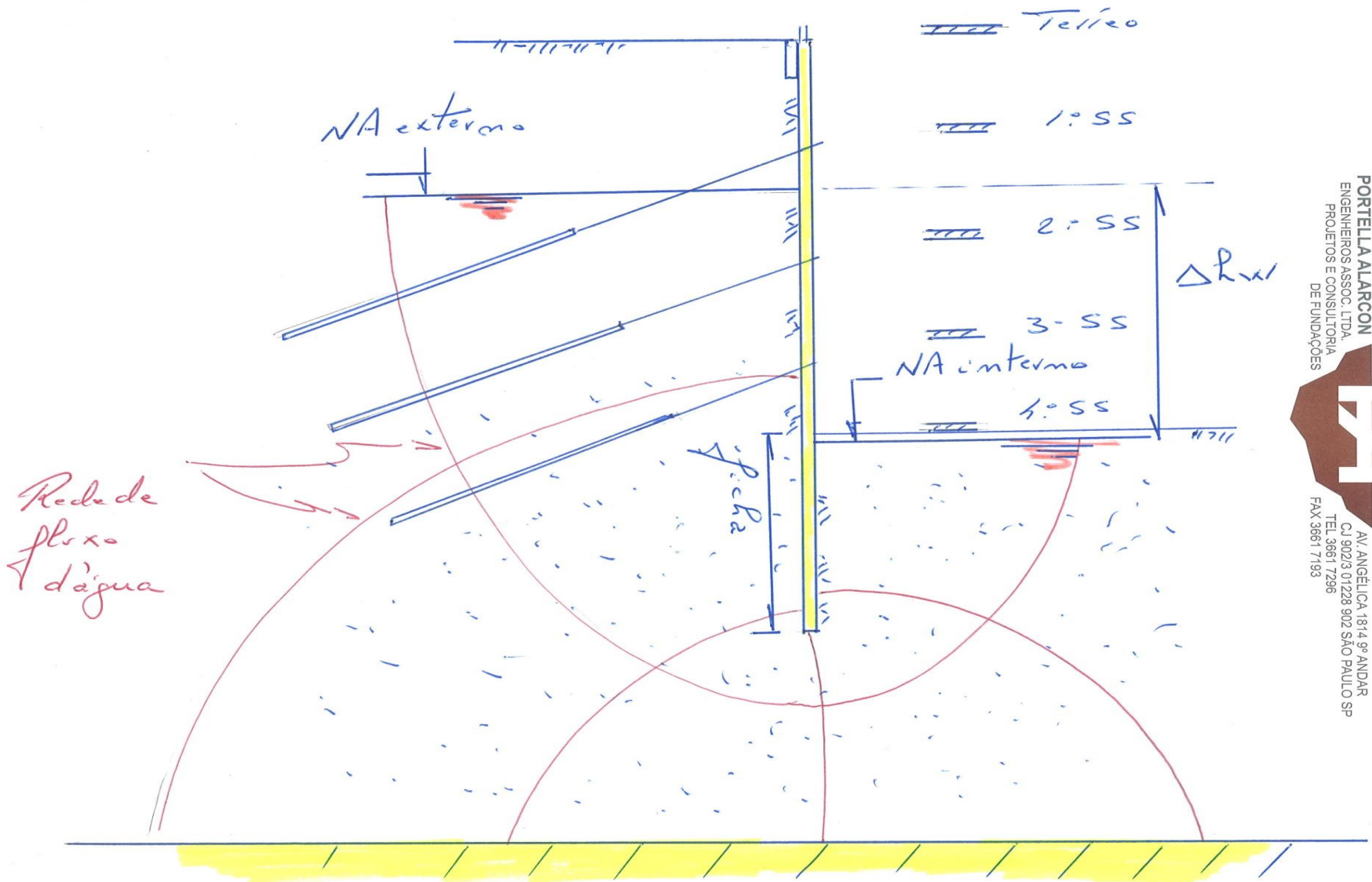
SEM HIDROFRESA



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

PORTELLALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDACIONES

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





SISTEMA COM HIDROFRESA

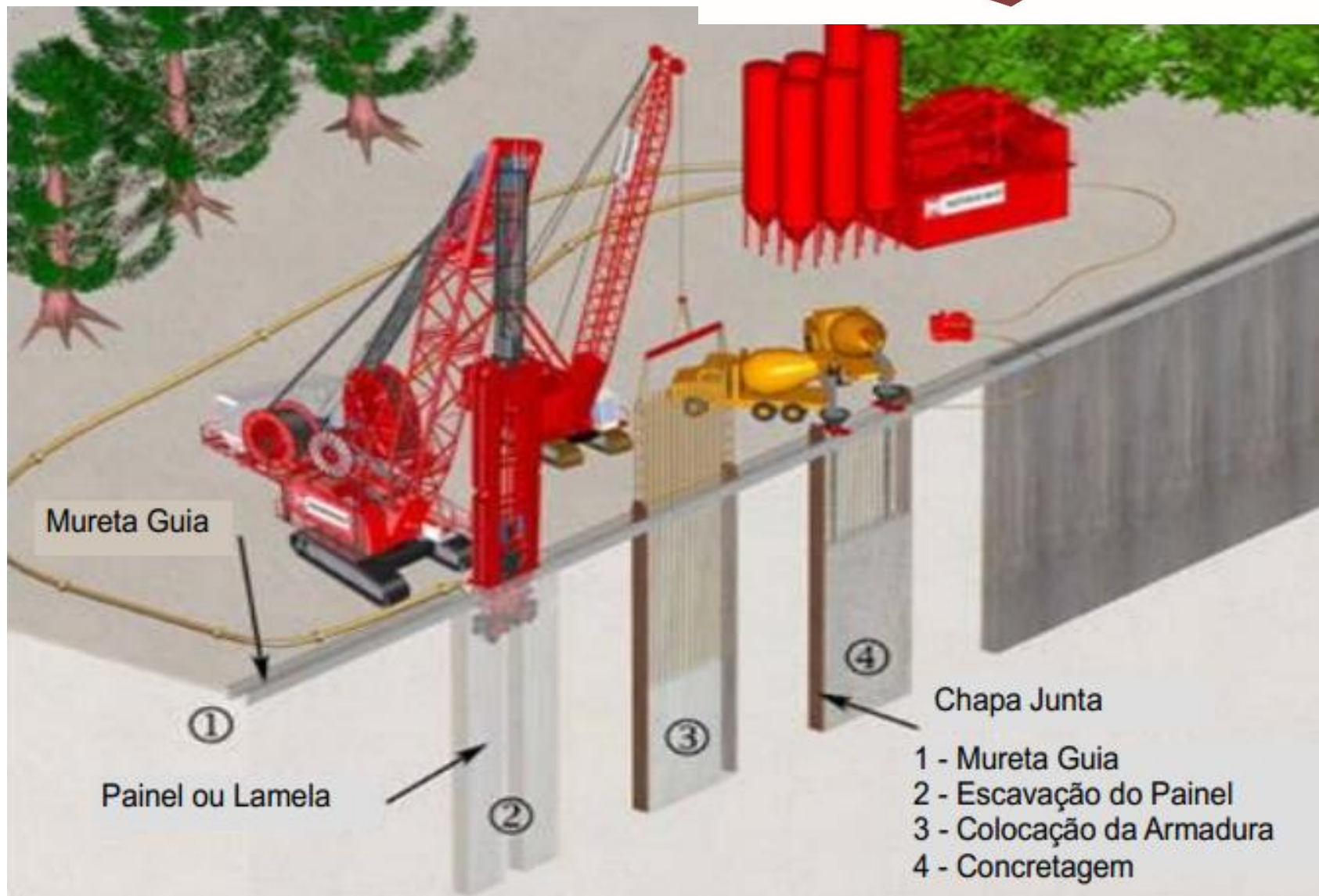
PRINCIPAL APLICAÇÃO:

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

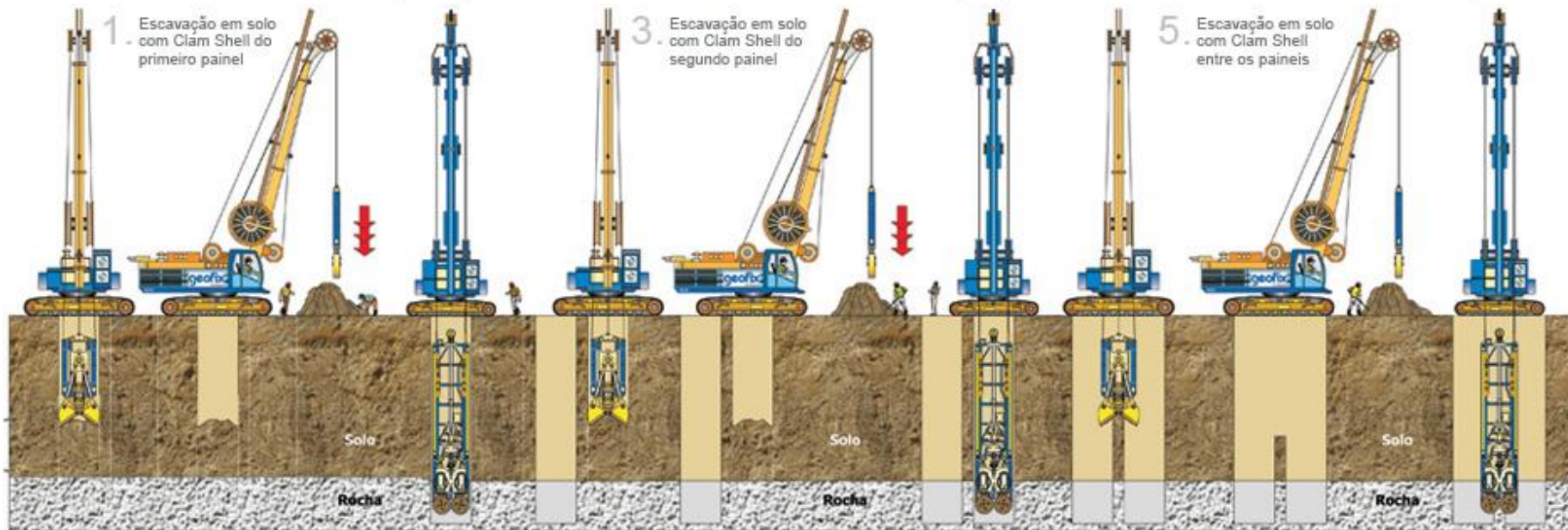
FOTOS



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



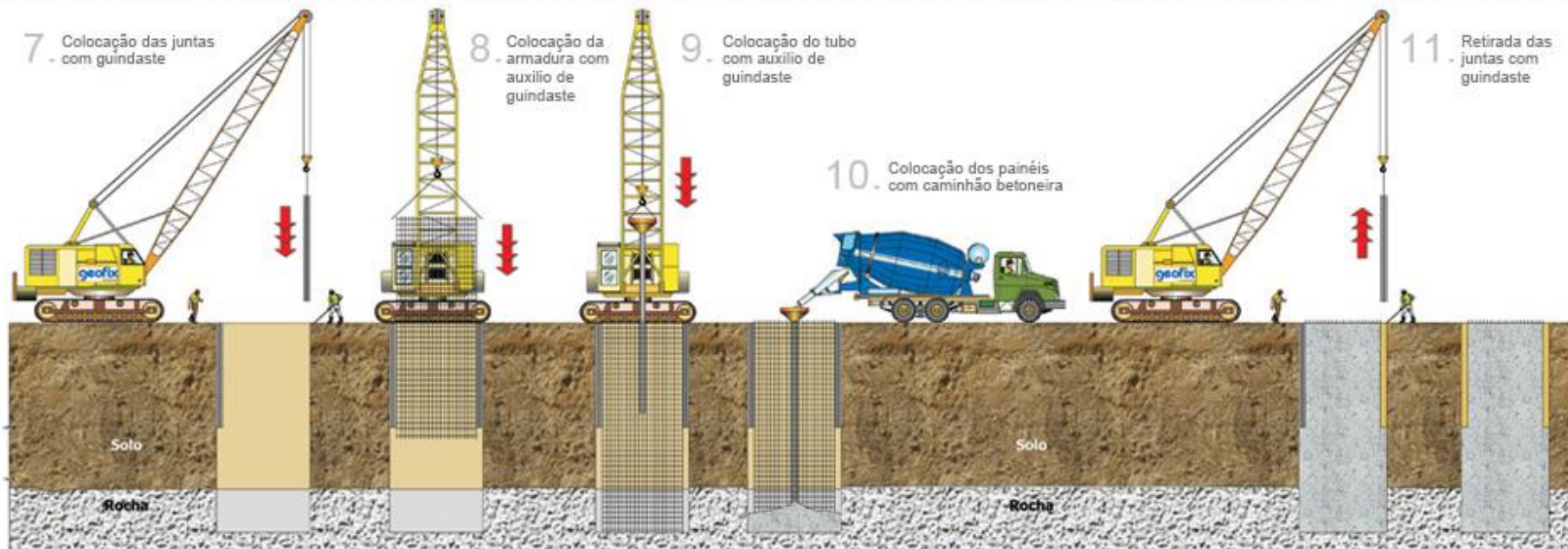
7. Colocação das juntas com guindaste

8. Colocação da armadura com auxílio de guindaste

9. Colocação do tubo com auxílio de guindaste

10. Colocação dos painéis com caminhão betoneira

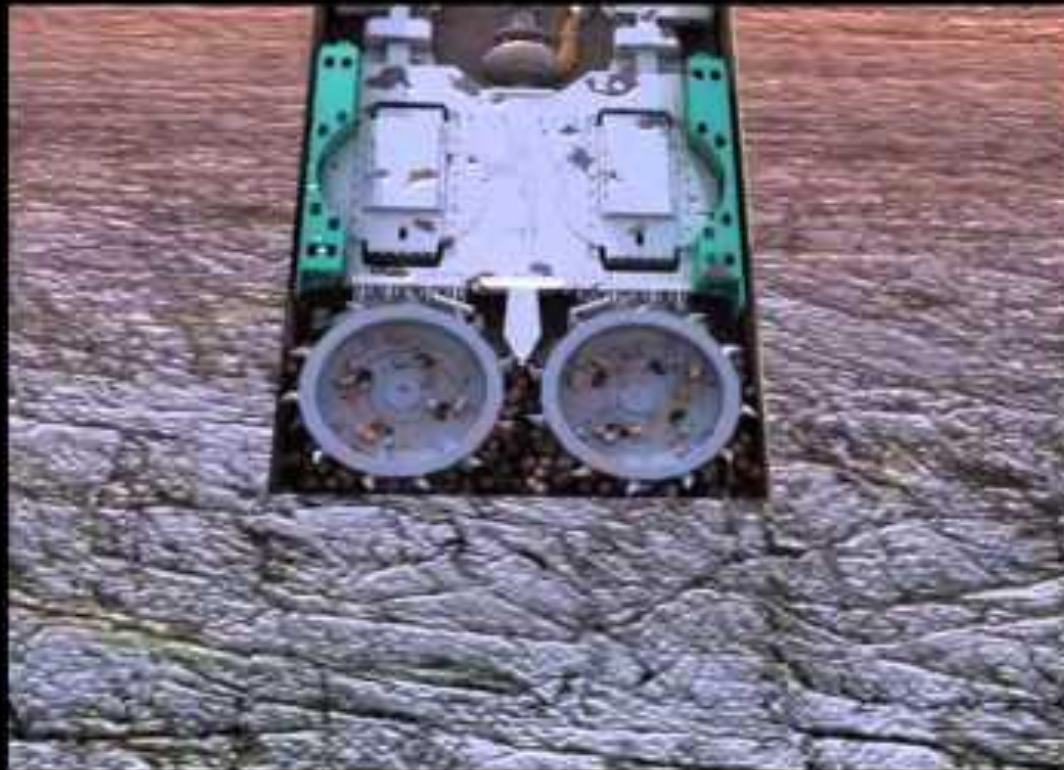
11. Retirada das juntas com guindaste



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

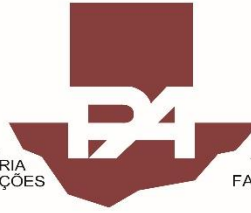


AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193





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

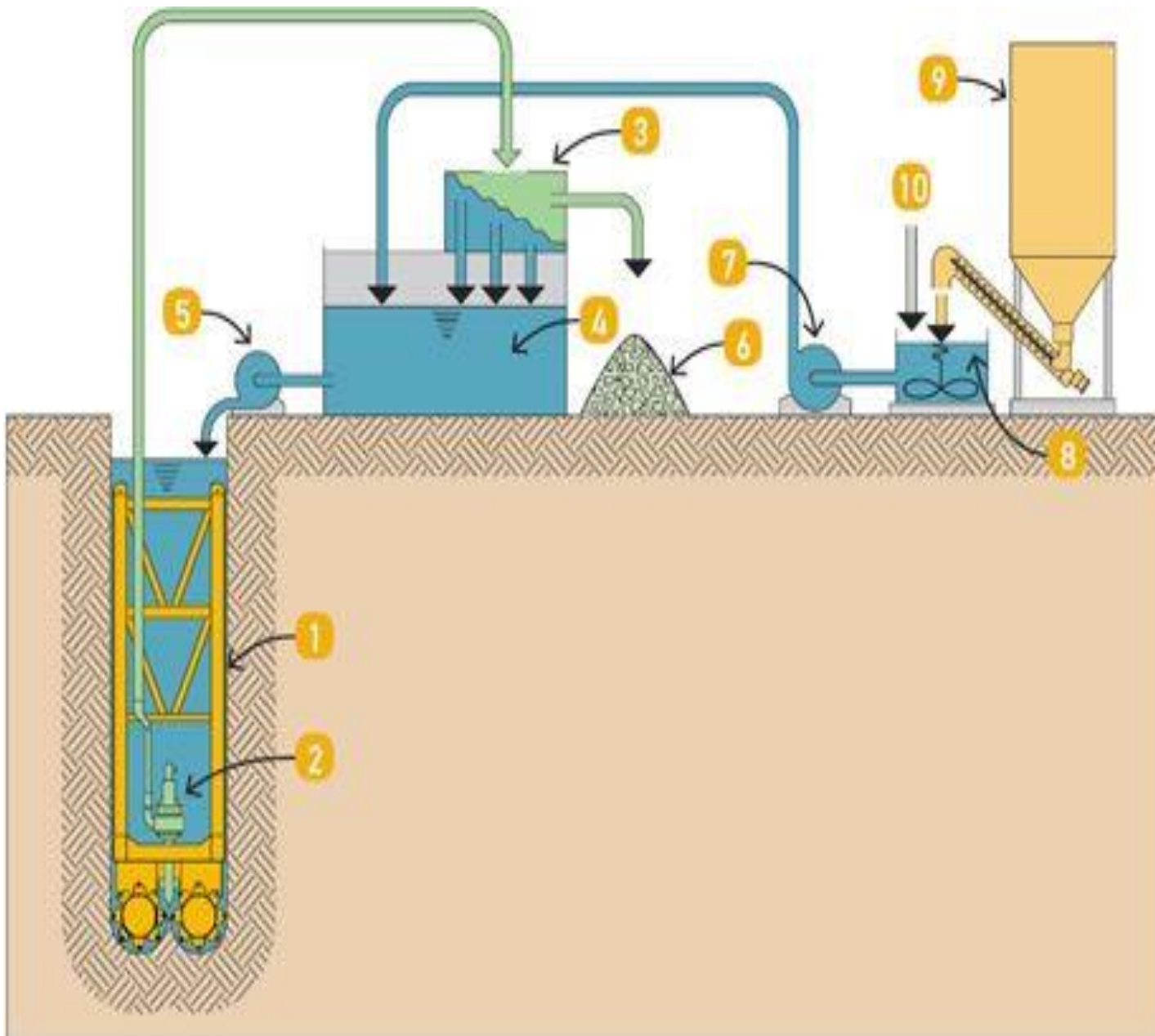




PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



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



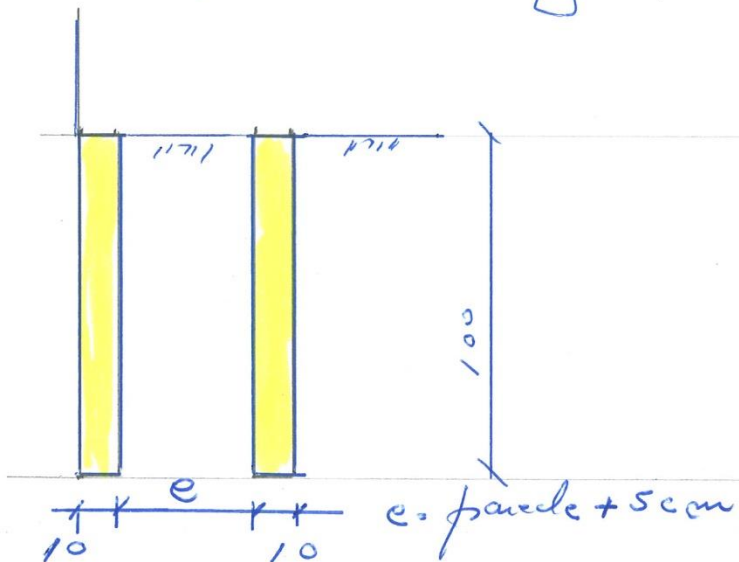
AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

PAREDE DIAFRAGMA (EXECUÇÃO)

SISTEMA CONVENCIONAL

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

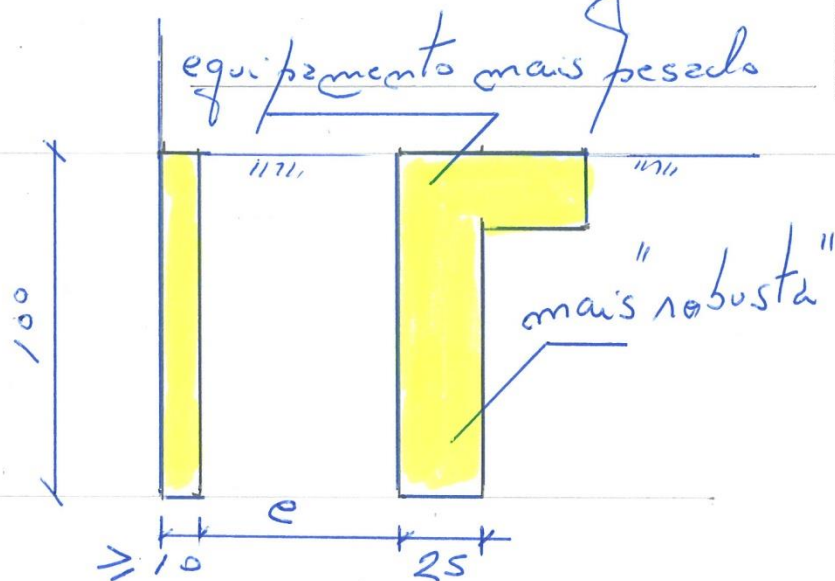
1. Execução de moletas guia



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 final 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 recolhe 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)

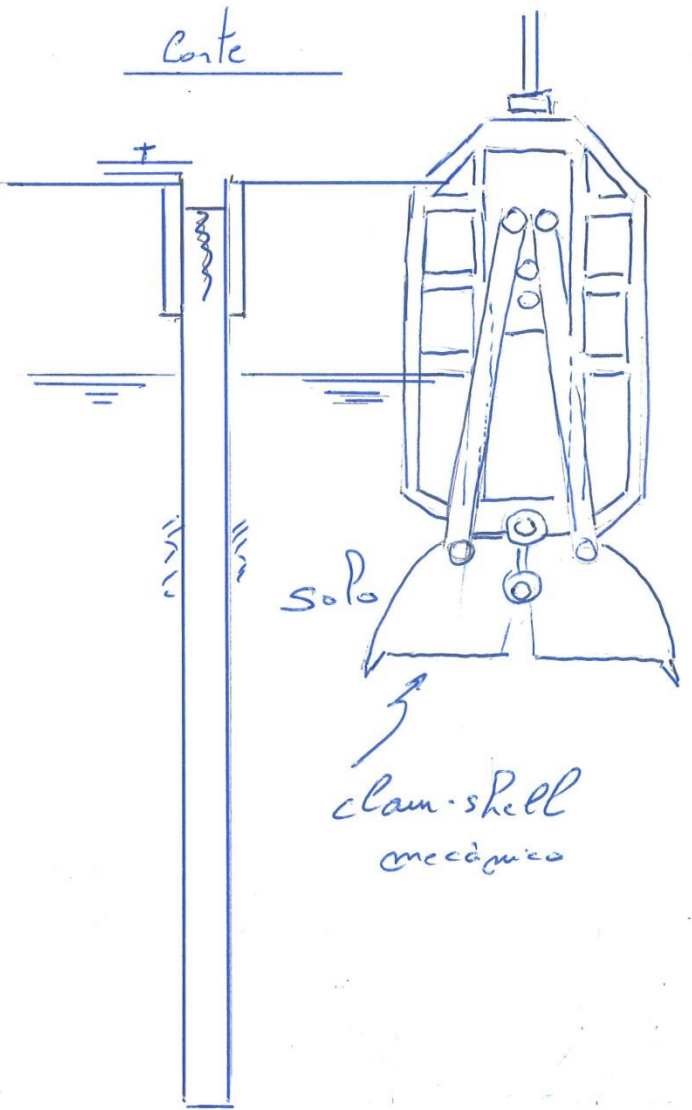
PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDACOES



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

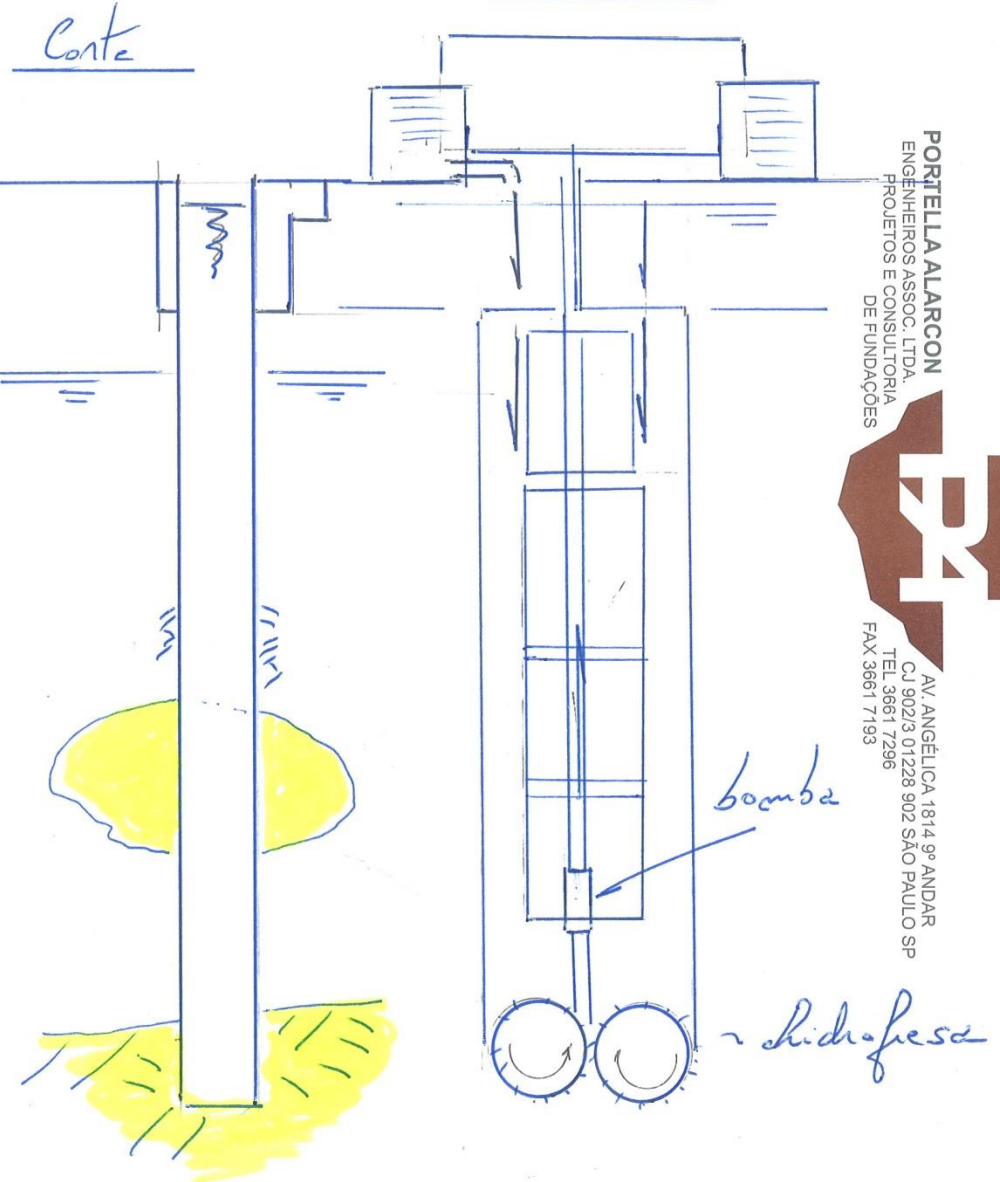
SISTEMA CONVENCIONAL

2.



SISTEMA COM HIDROFRESA

2A - 2B



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

PA

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)
- chapô de espelho (face da obra) $h = 4,50m$ para dar acabamento
- tubo de concretagem submersa (fornil, ou tubo trem-milha)

SISTEMA COM HIDROFRESA

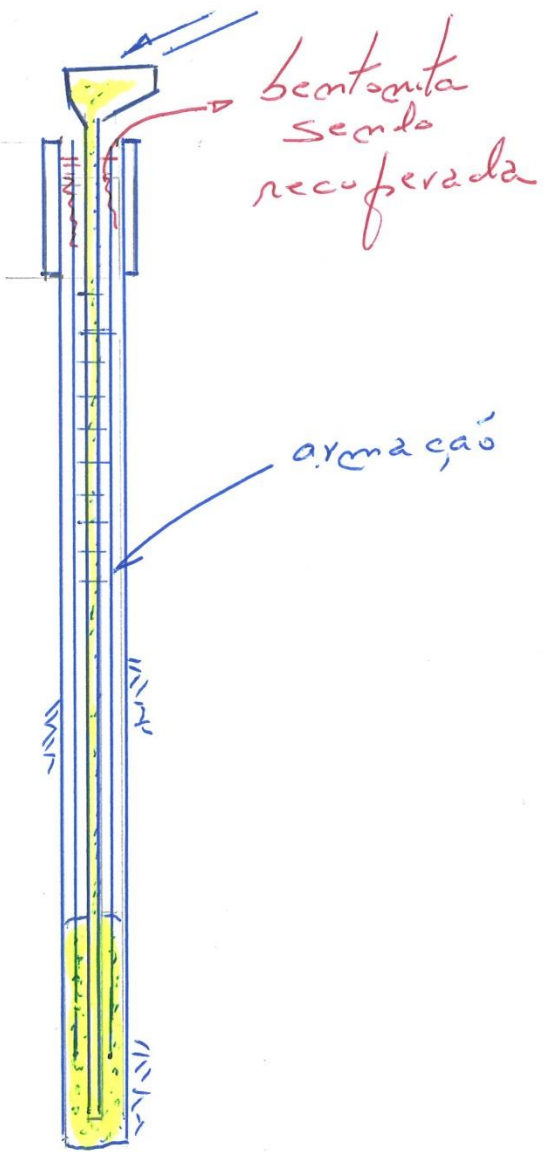
= 3. idem

4. Colocação

- = armoaduras
- tubo junta ou similar \rightarrow operar nos primeiros 6,0m
- = chapô de espelho
- = tubo de concretagem submersa (fornil ou tubo trem-milha)



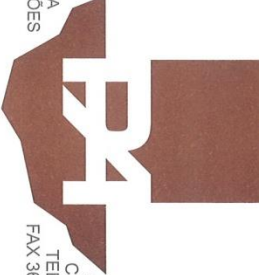
SISTEMA CONVENCIONAL



SISTEMA COM HIDROFRESA

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

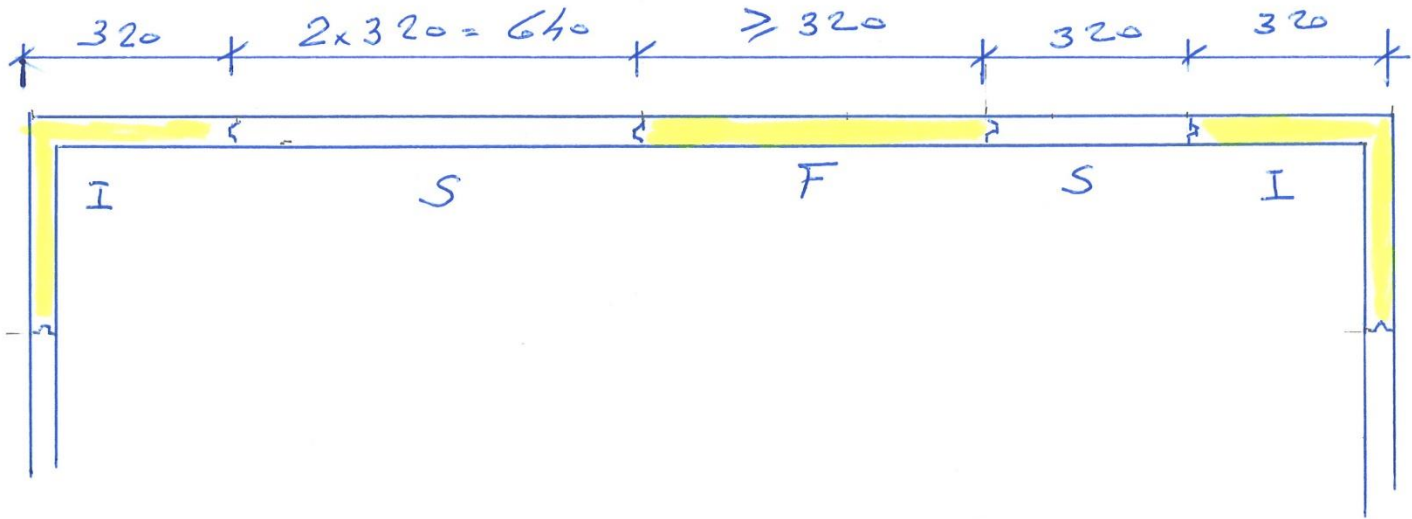
PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



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

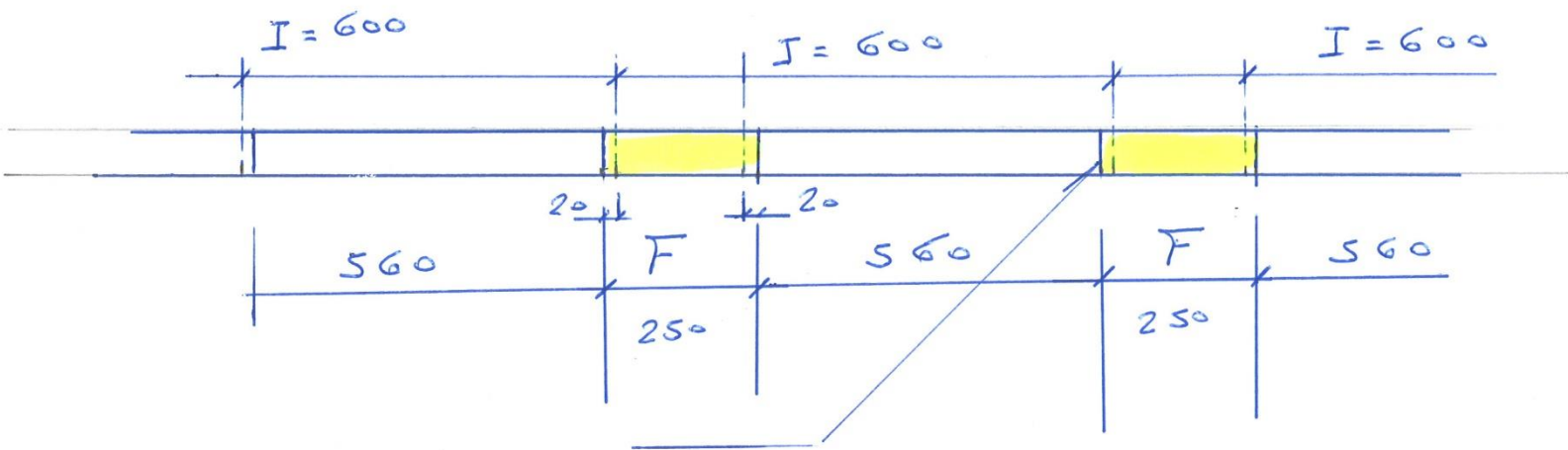


PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



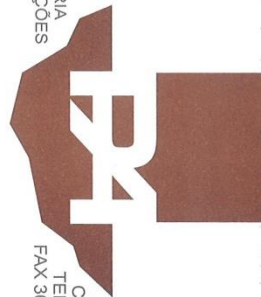
AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

exemplo. HIDROFRESA DE 250cm



a fôrma HIDROFRESA FAZ O FORMATO DA JUNTA.

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

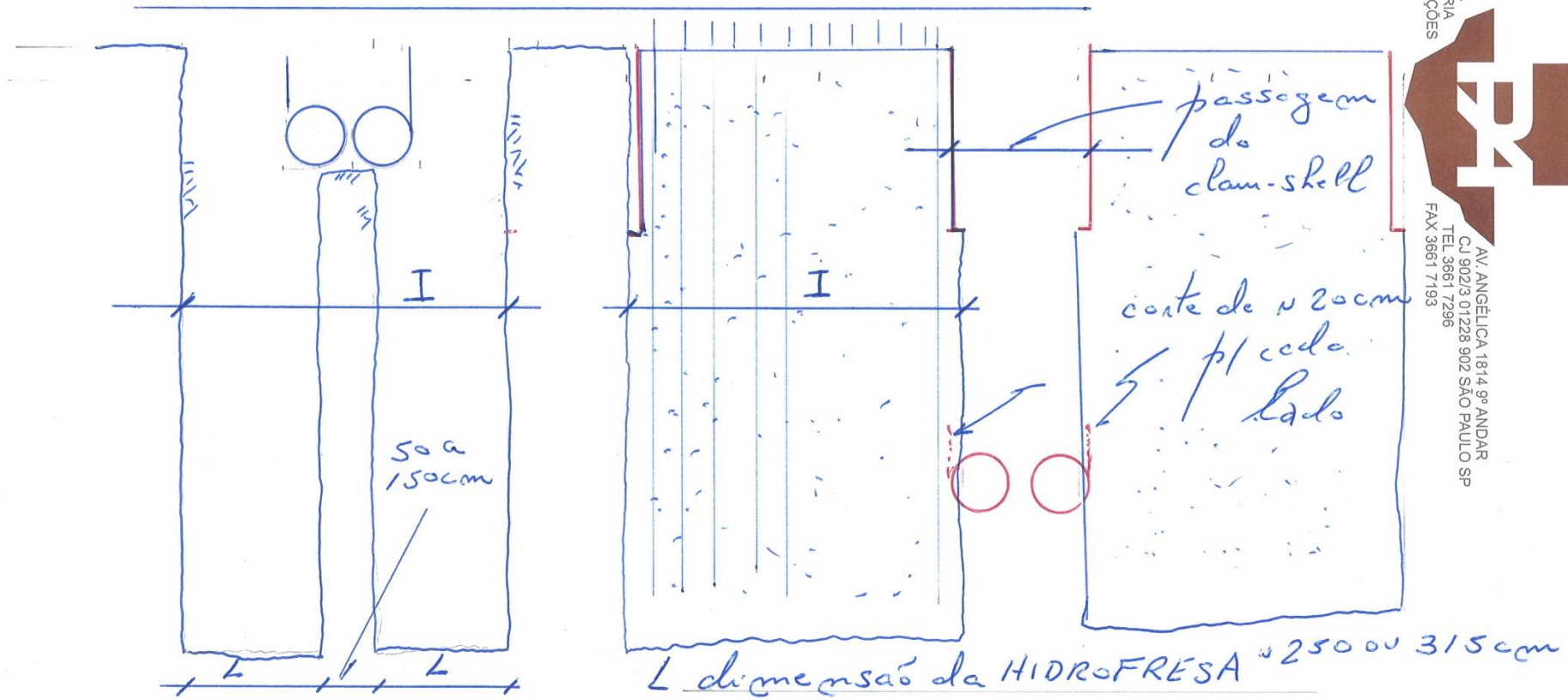


AV. ANGÉLICA 1814, 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL 3661 7296
FAX 3661 7193

SISTEMA COM HIDROFRESA

5. Divisão de painéis \neq sistema convencional

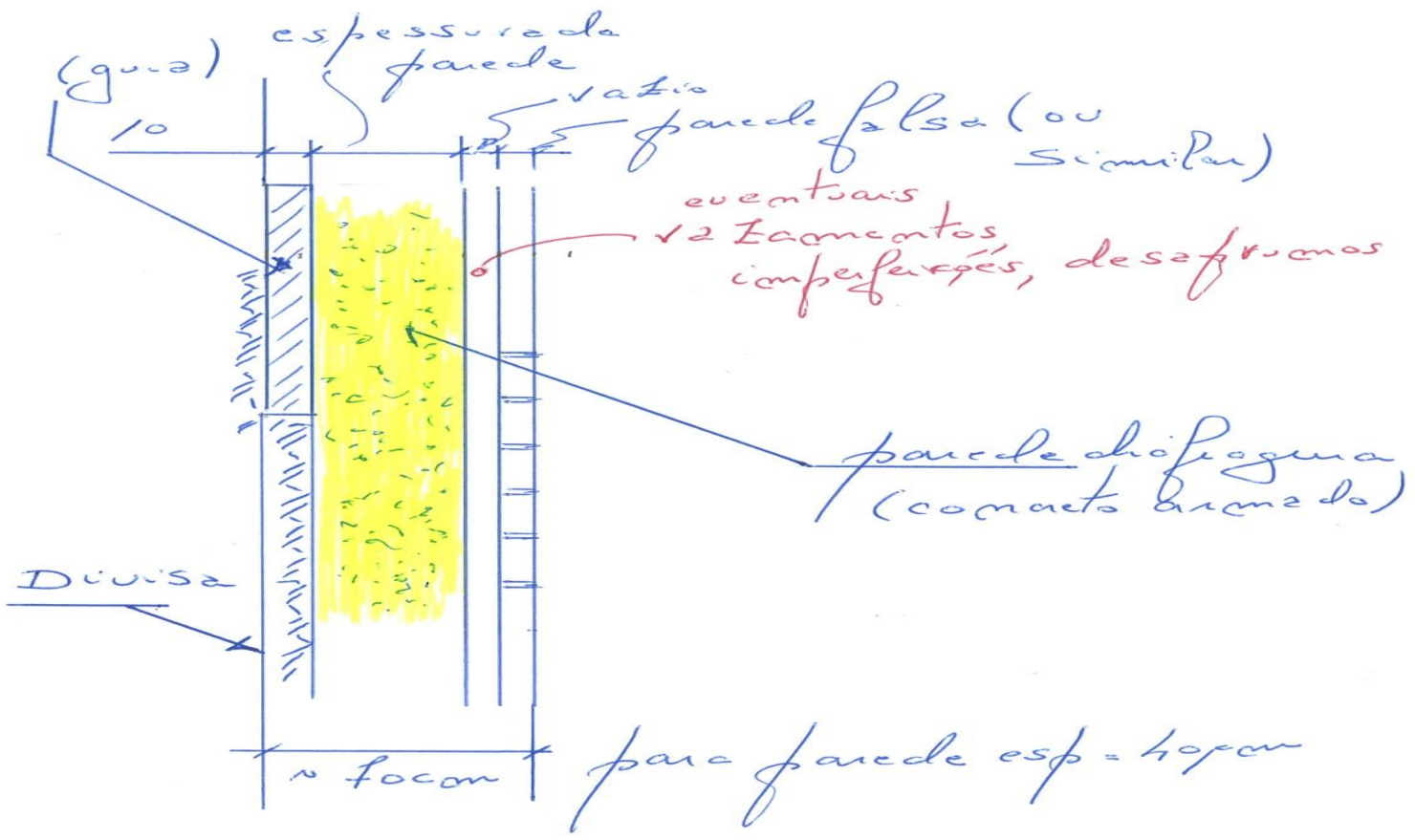
Painéis de fechamento (secundários) sempre entre dois painéis já concretados, ou seja, iniciais (primários), cortando o concreto destes em 10 a 20cm *ideal*



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 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

COMENTÁRIOS:

VANTAGENS / DESVANTAGENS:

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



menor espaço perdido

Sistema HIDROFRESA

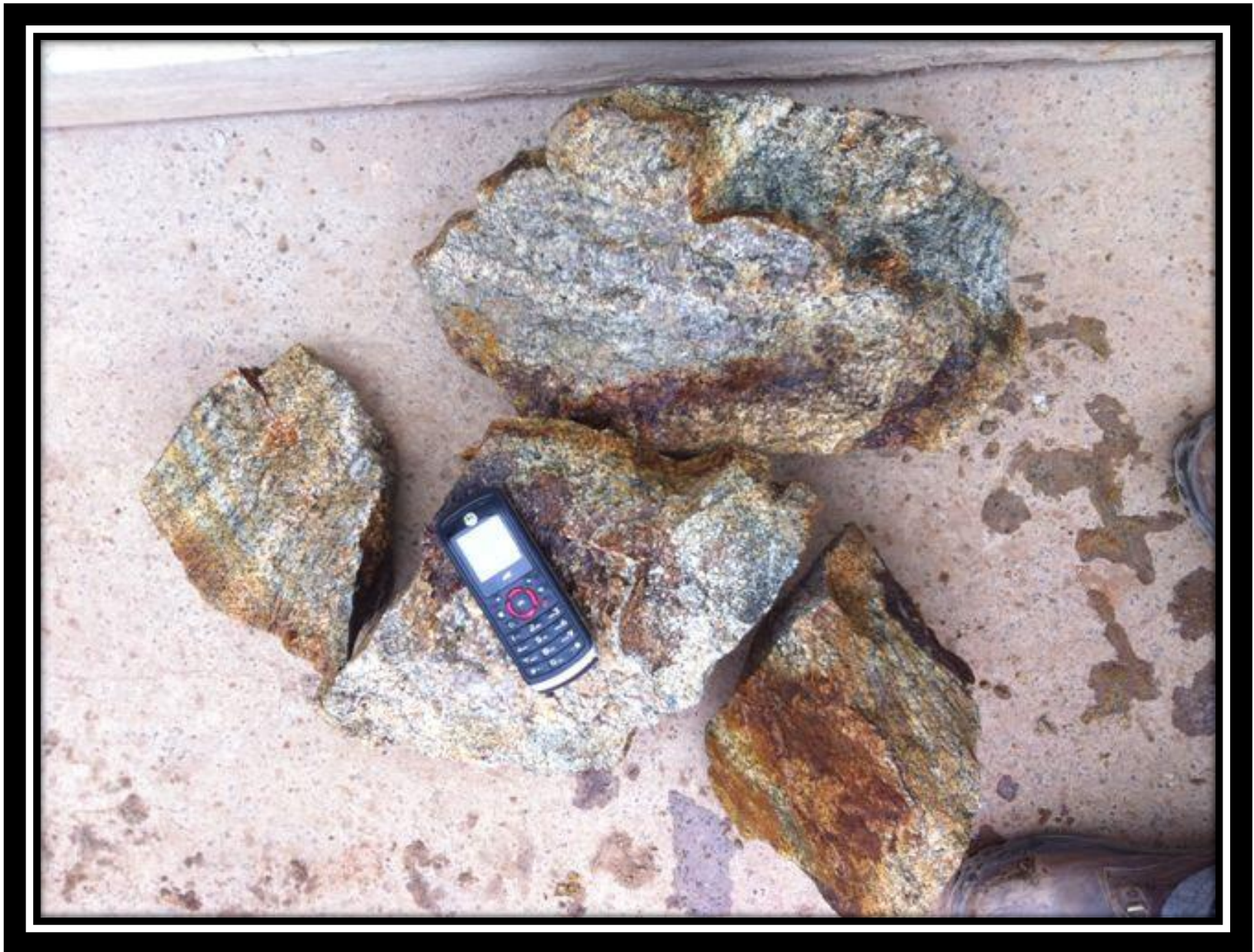
*Disponibilidade do sistema
dimensões da obra, uma vez que o sistema é enorme*

custo / benefício

espessura mínima 60 cm → necessidade de mais subsolos

*resolve o grave problema da presença de rochas ou
matacões, 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

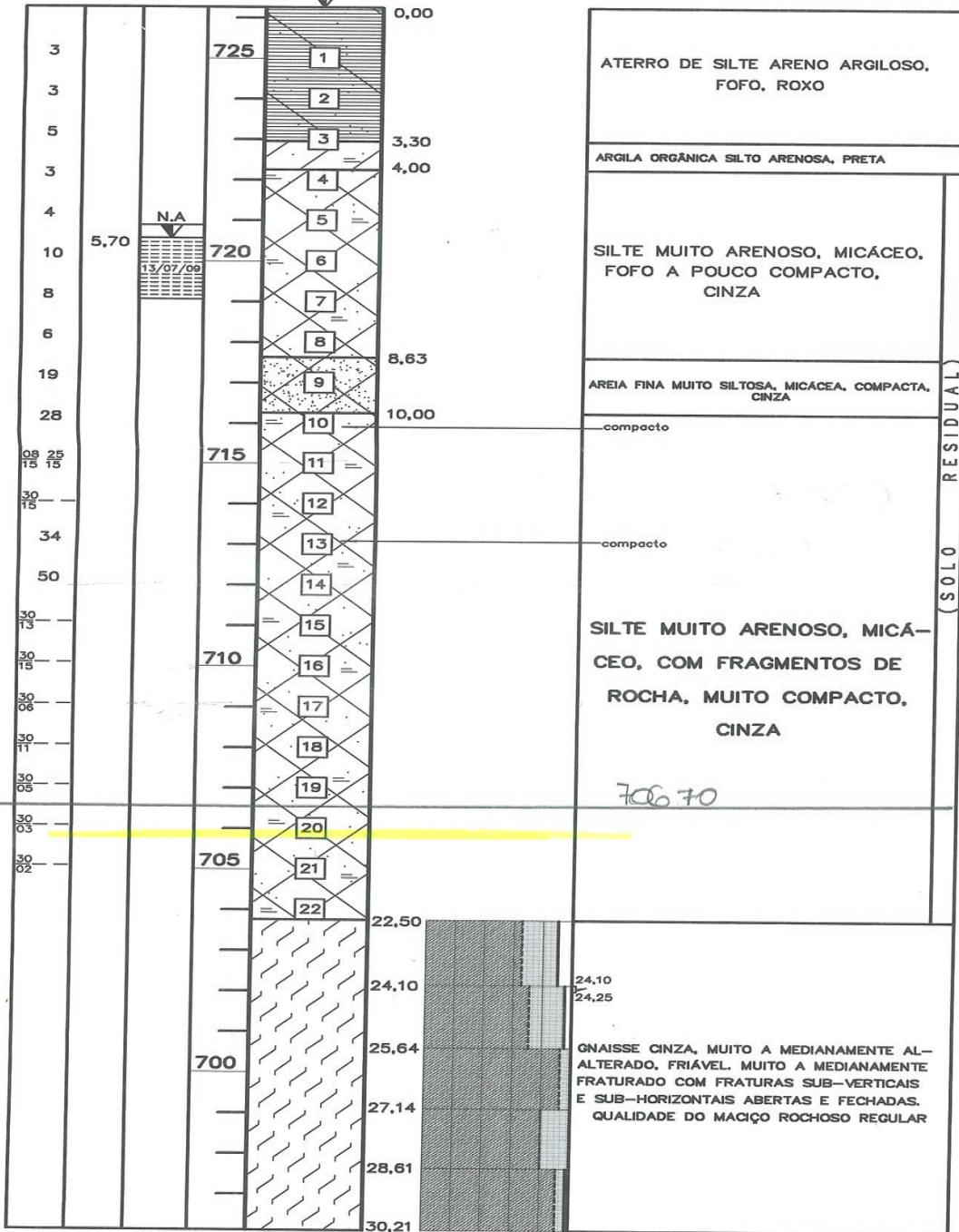
- Particularidade do terreno: Nível d'água elevado, com focos de contaminação a ser neutralizada após a execução da parede diafragma.

Presença de rocha e matacões (solo residual).

Sondagens da obra

SR-31 ø 3"

(726,26)

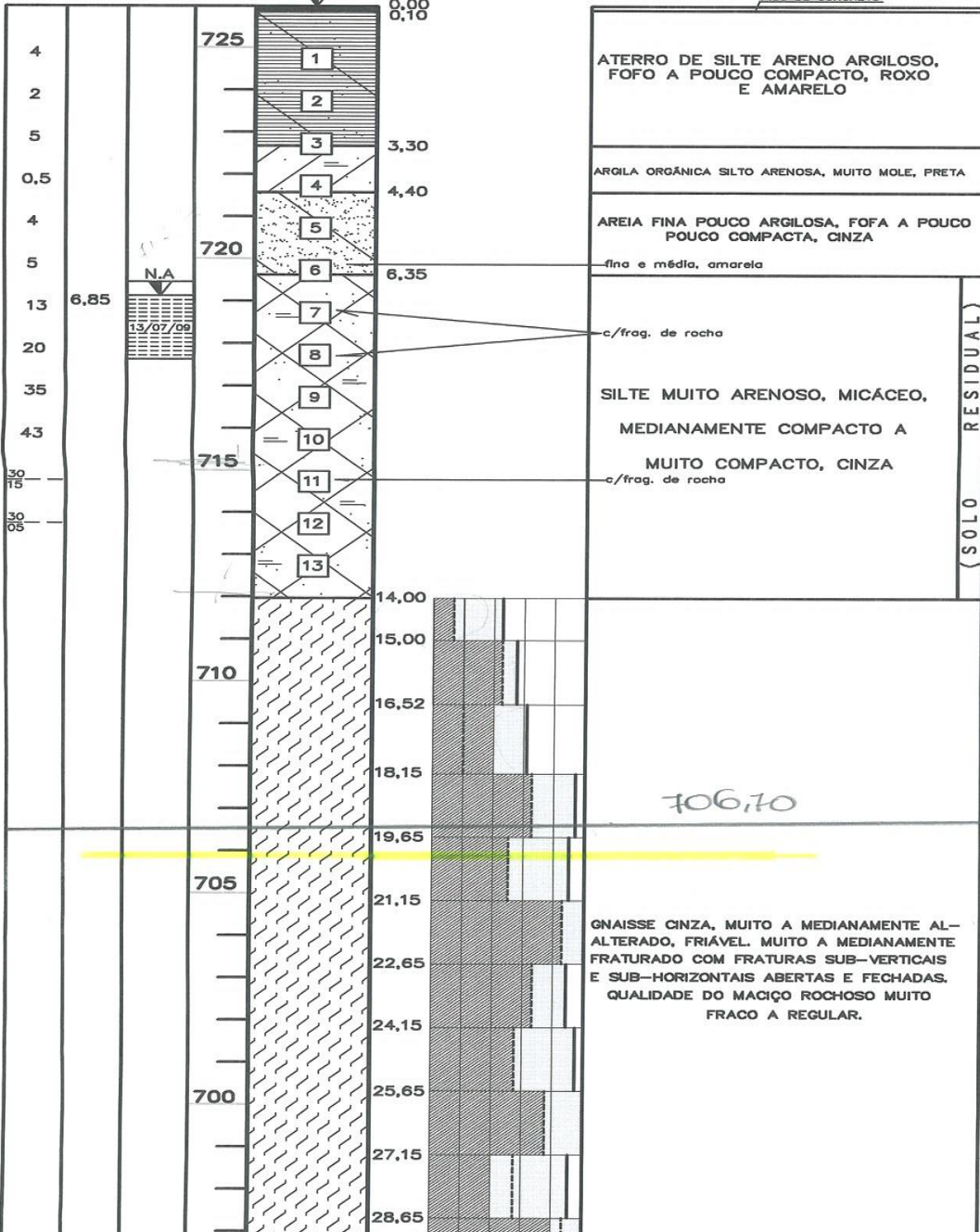


SR-34 Ø 3"

PISO DE CONCRETO

(725,97)

0,00
0,10



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

ARGILA ORGÂNICA SILTO ARENOSA, MUITO MOLE, PRETA

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

fin e média, amarela

c/frag. de rocha

SILTE MUITO ARENOSO, MICÁCEO, MEDIANAMENTE COMPACTO A

MUITO COMPACTO, CINZA

c/frag. de rocha

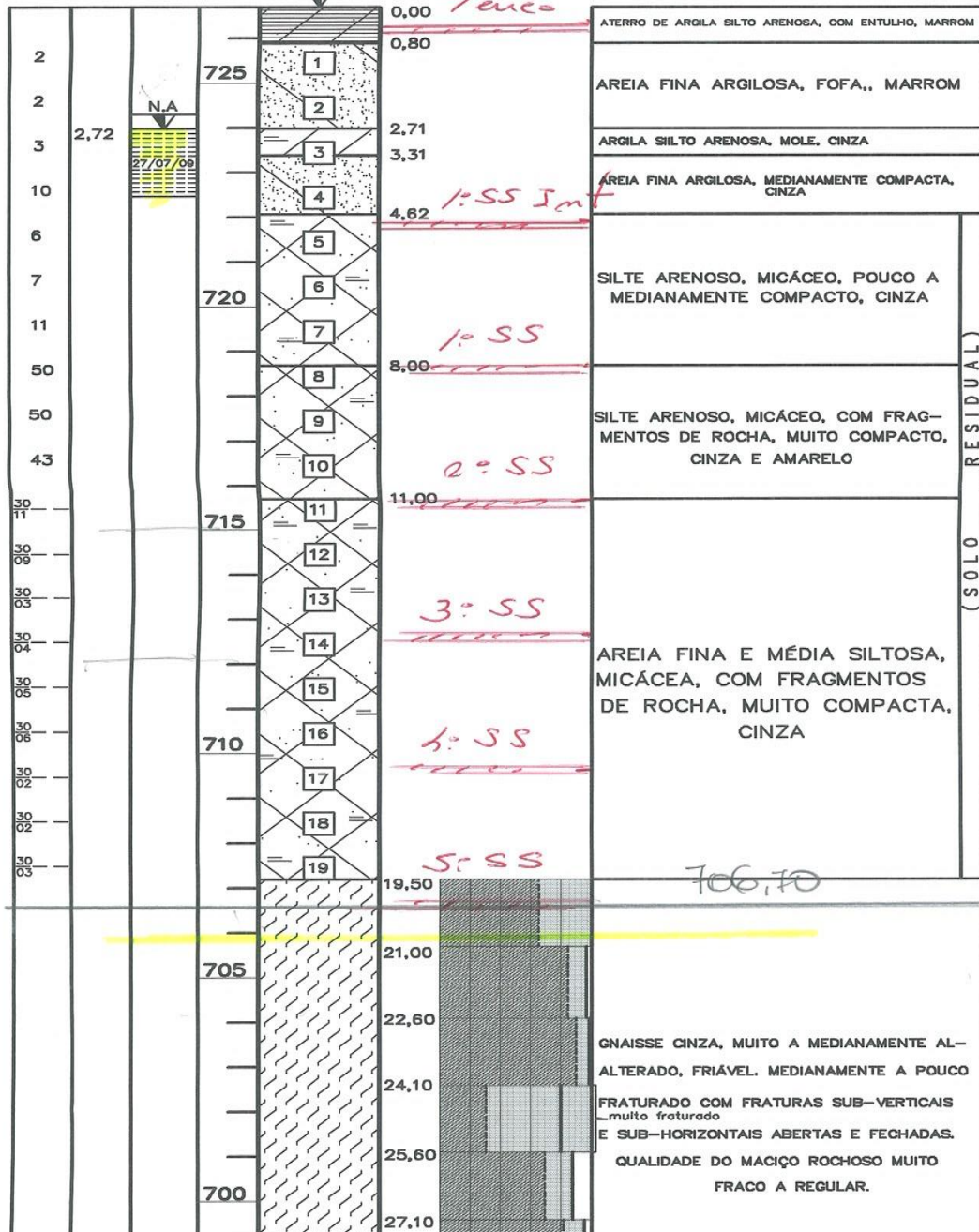
(SOLO RESIDUAL)

106,70

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

SR-35 Ø 3"

(726,69)



RESIDUAL

(SOLO

2,72

N.A

27/07/09

725

720

715

710

705

700

2
2
3
10
6
7
11
50
50
43
30
11
30
09
30
03
30
04
30
05
30
06
30
02
30
02
30
03

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

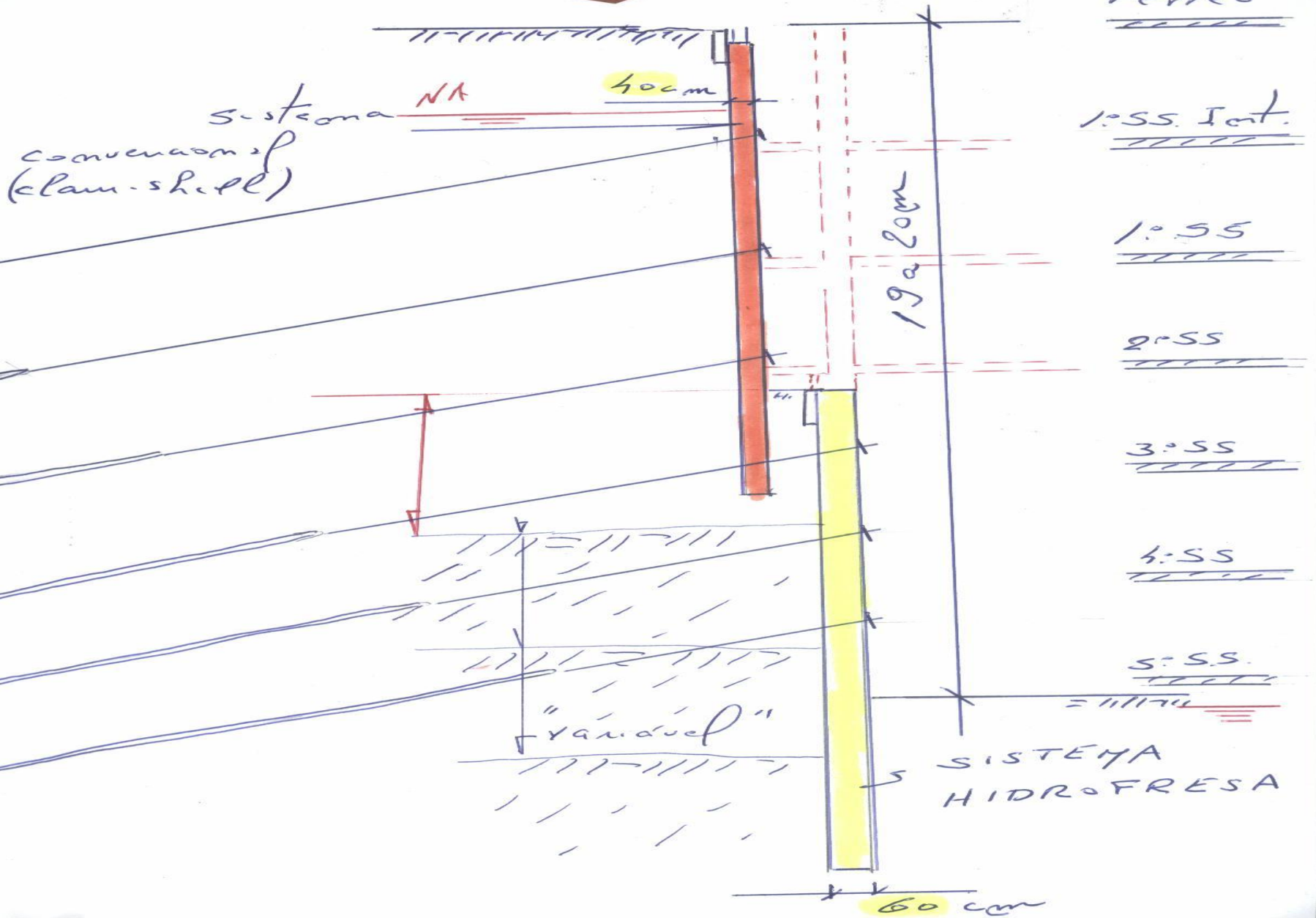
ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, COM ENTULHO, MARROM
AREIA FINA ARGILOSA, FOFA,, MARROM
ARGILA SILTO ARENOSA, MOLE, CINZA
AREIA FINA ARGILOSA, MEDIANAMENTE COMPACTA, CINZA
SILTE ARENOSO, MICÁCEO, POUCO A MEDIANAMENTE COMPACTO, CINZA
SILTE ARENOSO, MICÁCEO, COM FRAGMENTOS DE ROCHA, MUITO COMPACTO, CINZA E AMARELO
AREIA FINA E MÉDIA SILTOSA, MICÁCEA, COM FRAGMENTOS DE ROCHA, MUITO COMPACTA, CINZA
GNAISSE CINZA, MUITO A MEDIANAMENTE ALTERADO, FRIÁVEL. MEDIANAMENTE A POUCO FRATURADO COM FRATURAS SUB-VERTICAIS E SUB-HORIZONTAIS ABERTAS E FECHADAS. QUALIDADE DO MACIÇO ROCHOSO MUITO FRACO A REGULAR.

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
|||||

1º SS Int.
|||||

1º SS
|||||

2º SS
|||||

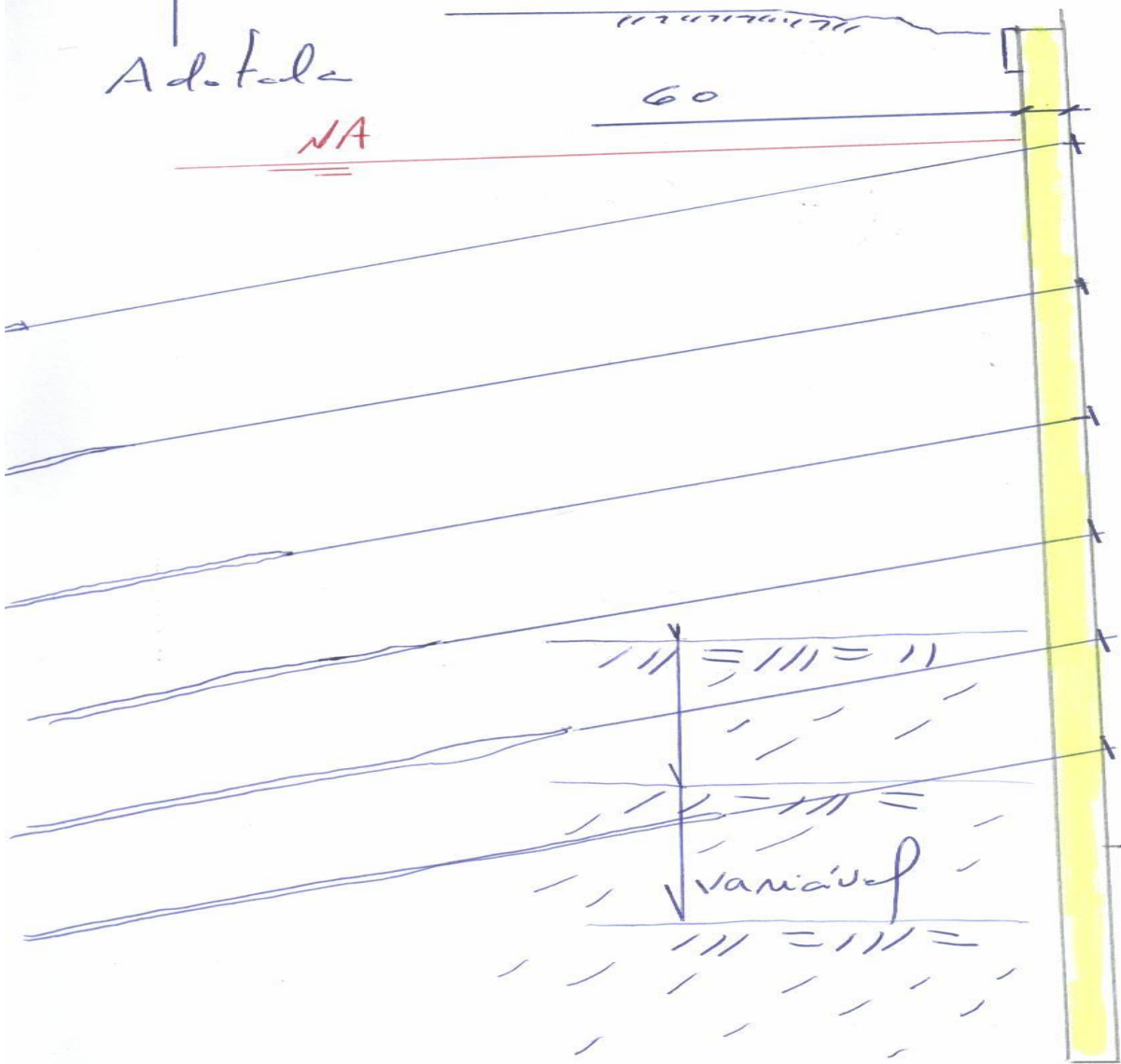
3º SS
|||||

4º SS
|||||

5º SS
|||||

nº 60 (7067)

|||||



A do tela
NA

60

19 a 20cm

20cm => n f subs. bas

variação

nº 60 (7067)

LOCAÇÃO DA OBRA



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 FUNDAMENTAÇÕES



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



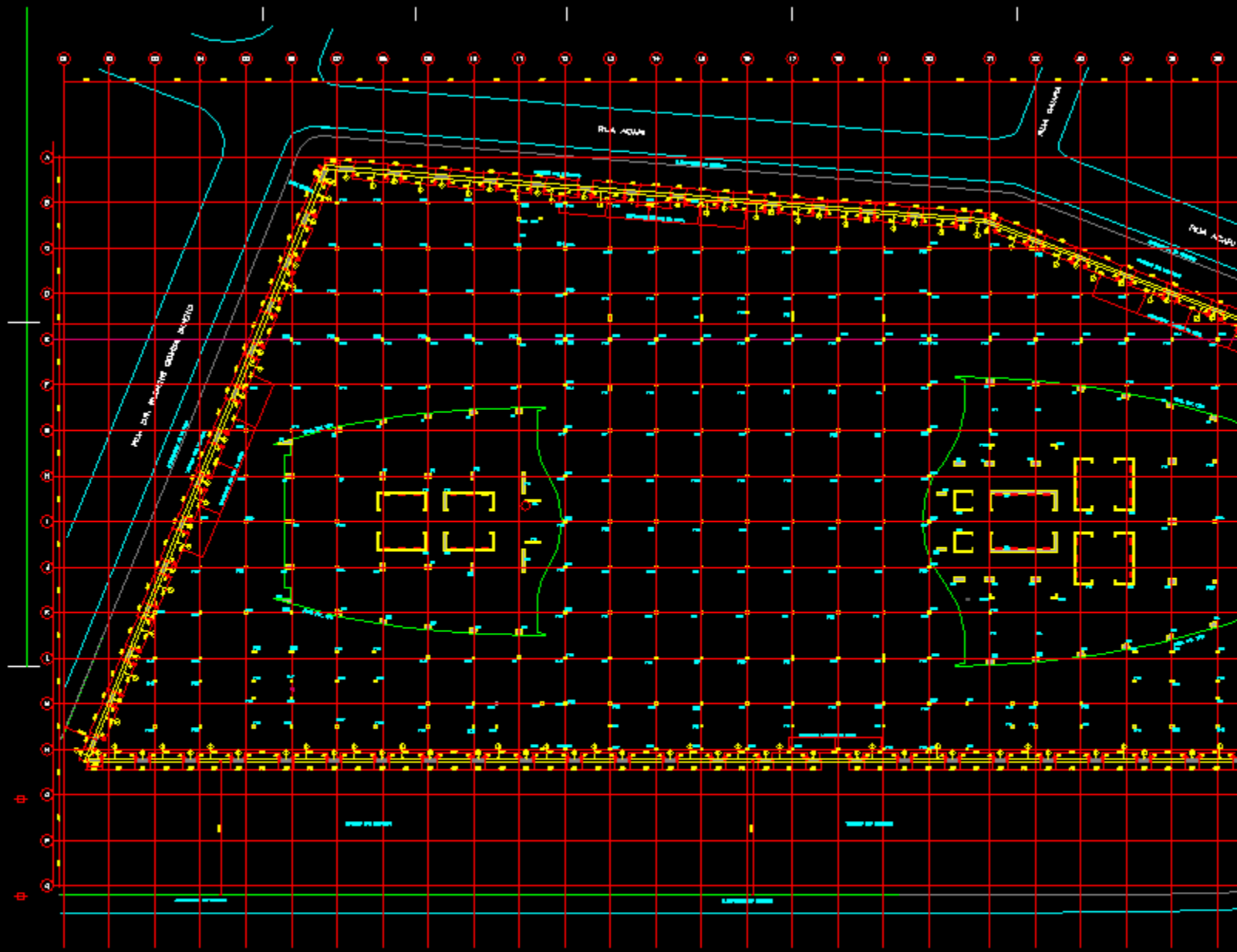
AV. ANGÉLICA 1814, 9º ANDAR
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP
TEL. 3661 7296
FAX 3661 7193

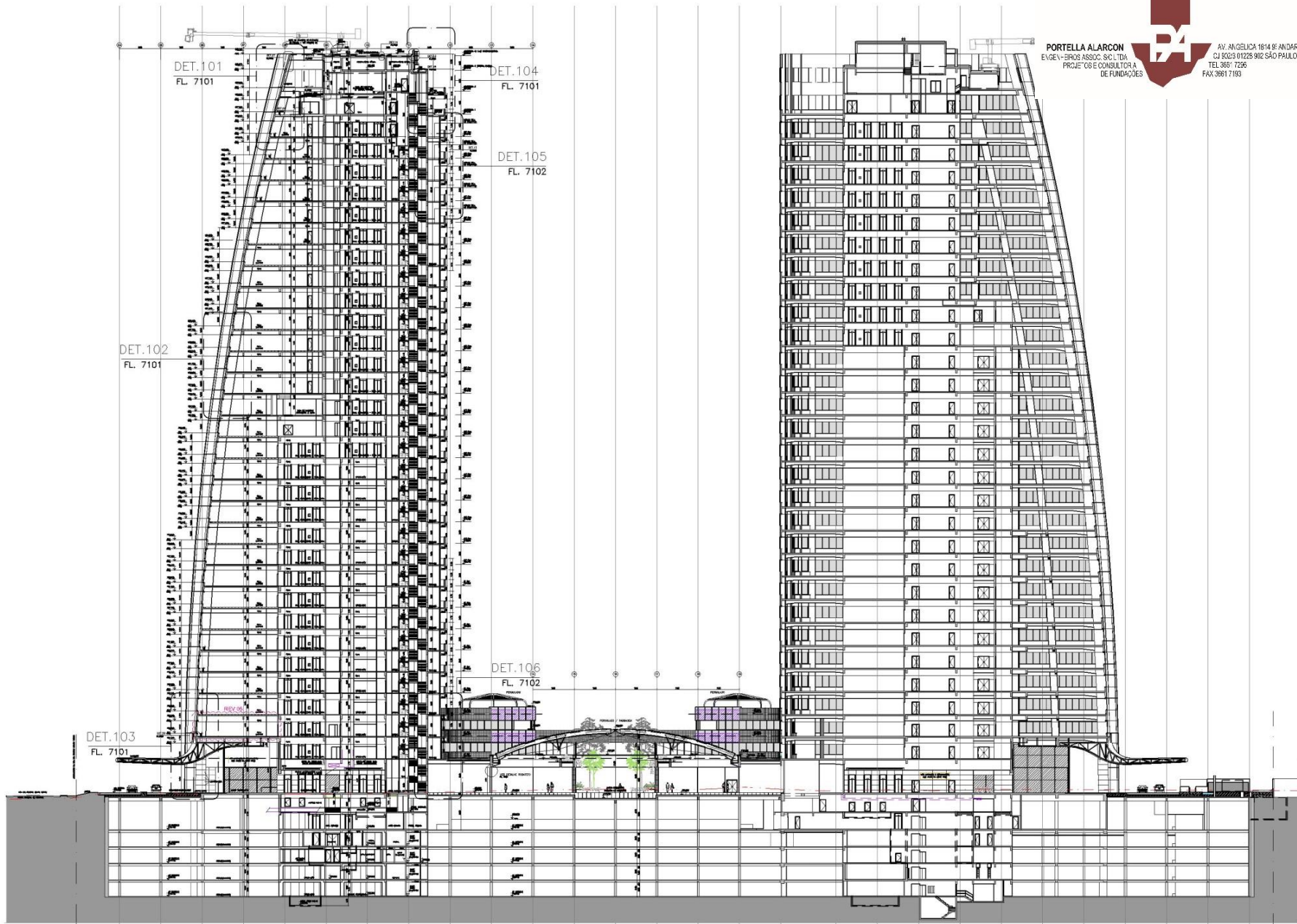


PORTELLA ALARCON
ENGENHEIROS ASSOC. S/C. LTDA
PROJETOS E CONSULTORIA
DE FUNDAÇÕES



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







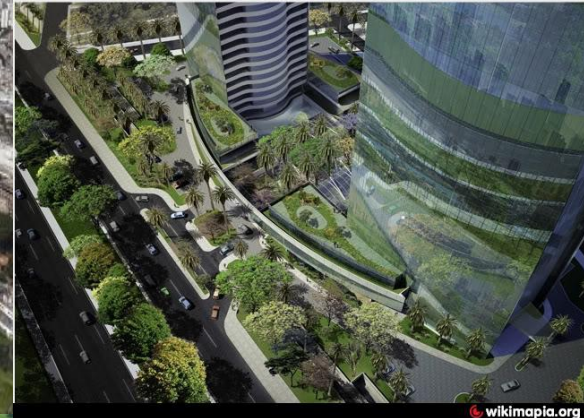
Groflex,
São Paulo, SP



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