

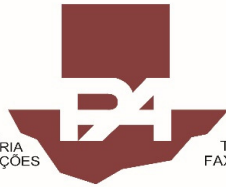


# geofix

## 11° Curso de **TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES**



**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

**- 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:

- 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.**

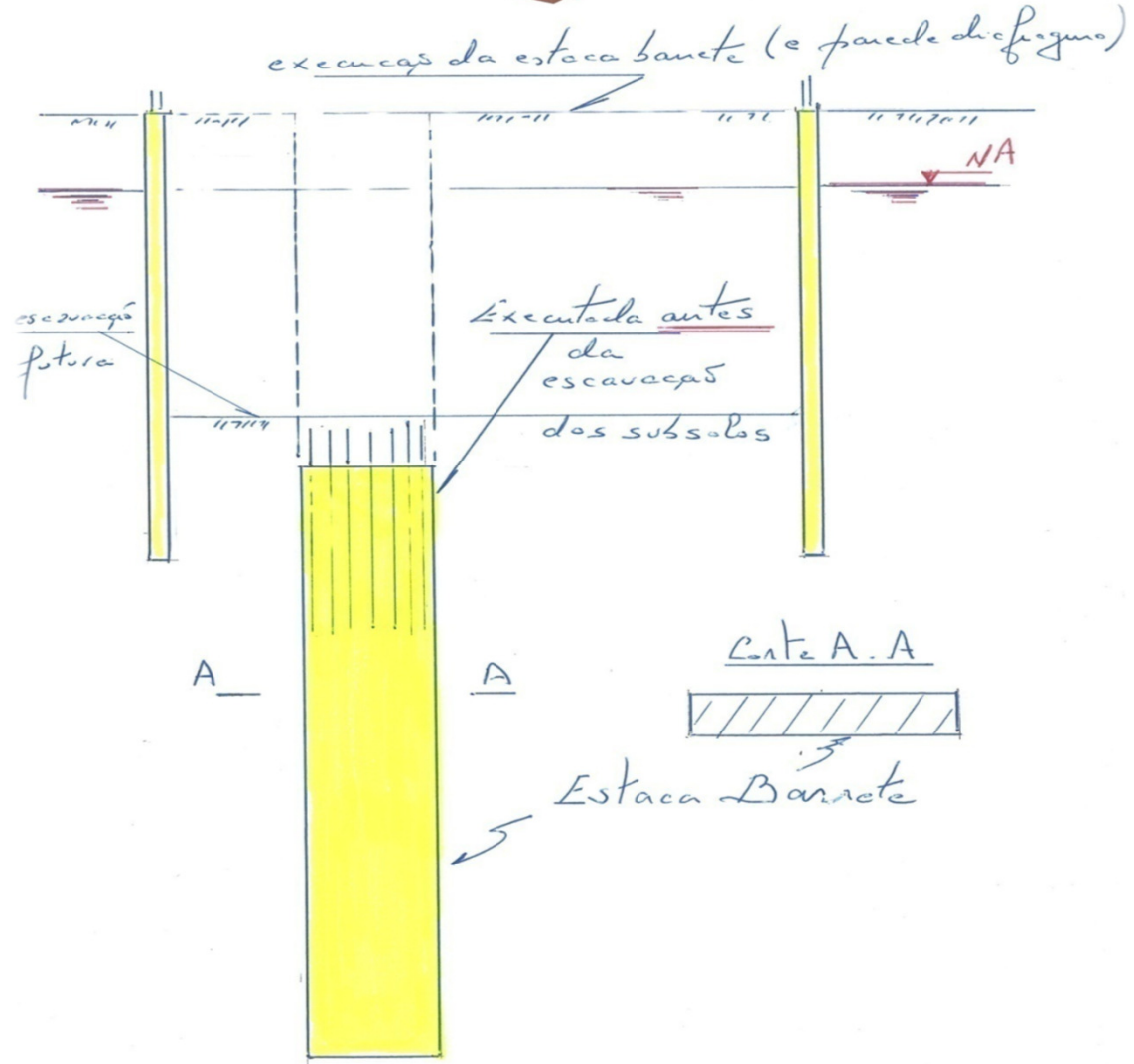
**Estaca formada por um elemento da parede diafragma (pedaço, lamela, painel).**

**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.**





- 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

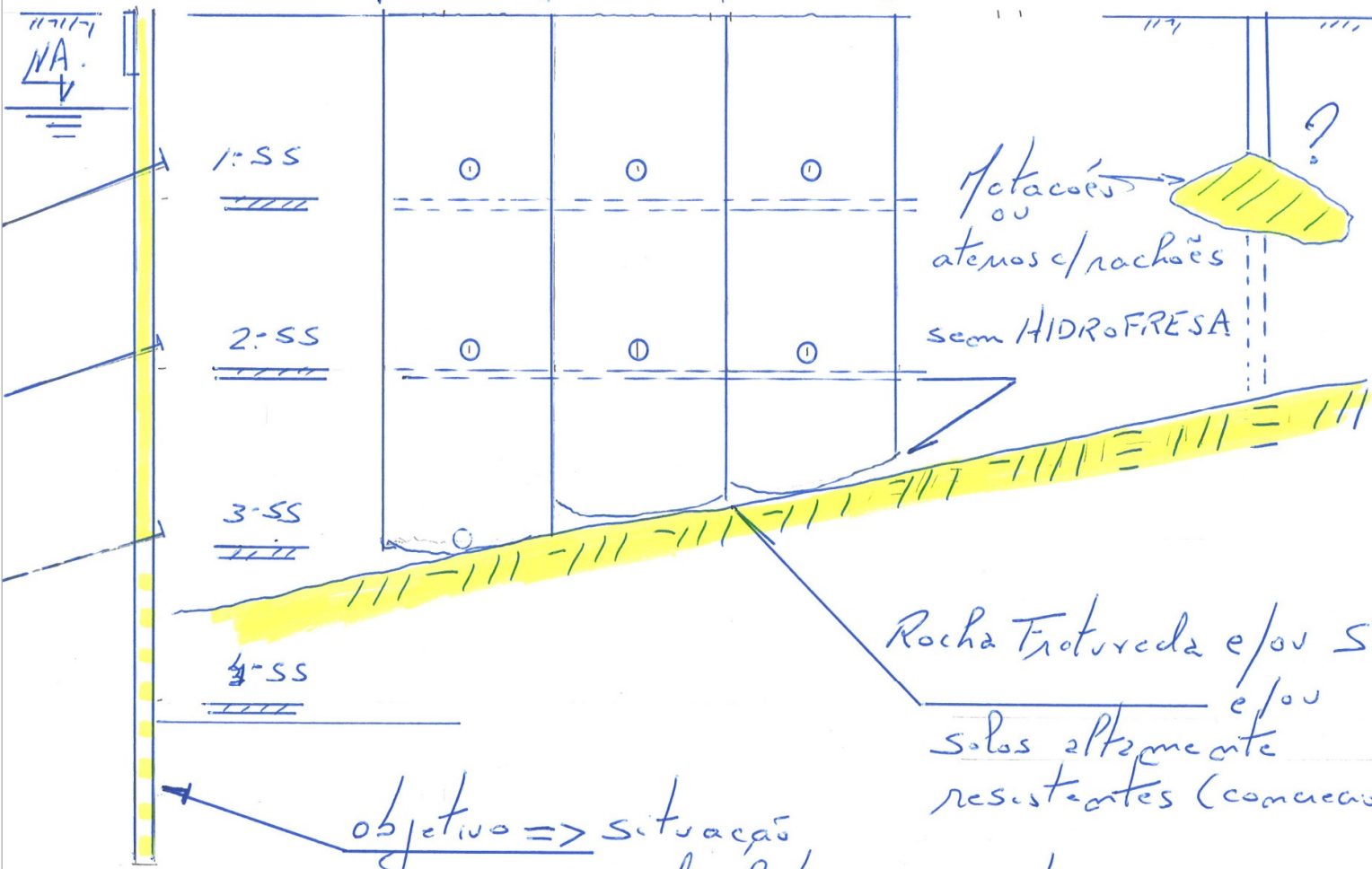
Elevações

Térreo

320

320

320



Detacões  
ou  
atenuos/rachões  
sem HIDROFRESA

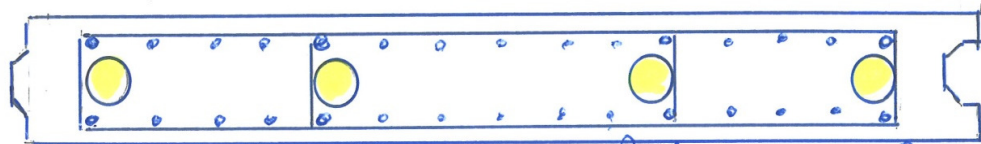
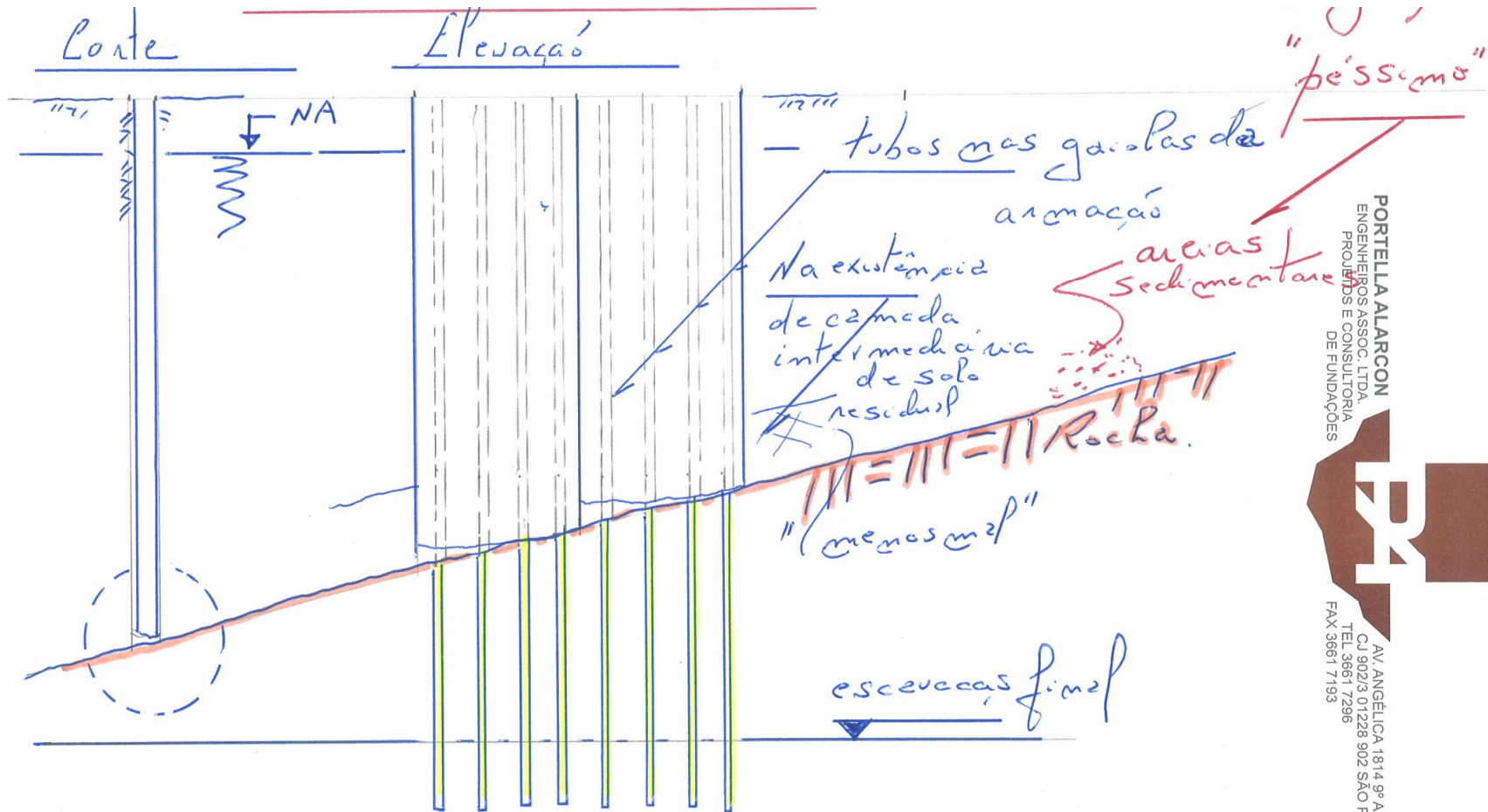
Rocha Triturada e/ou Sa  
e/ou  
solos altamente  
resistentes (concreto medos)

objetivo => situação  
ideal tecnicamente

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

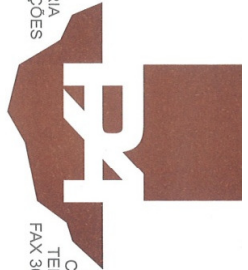
AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR  
C.J. 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP  
TEL 3661 7296  
FAX 3661 7193





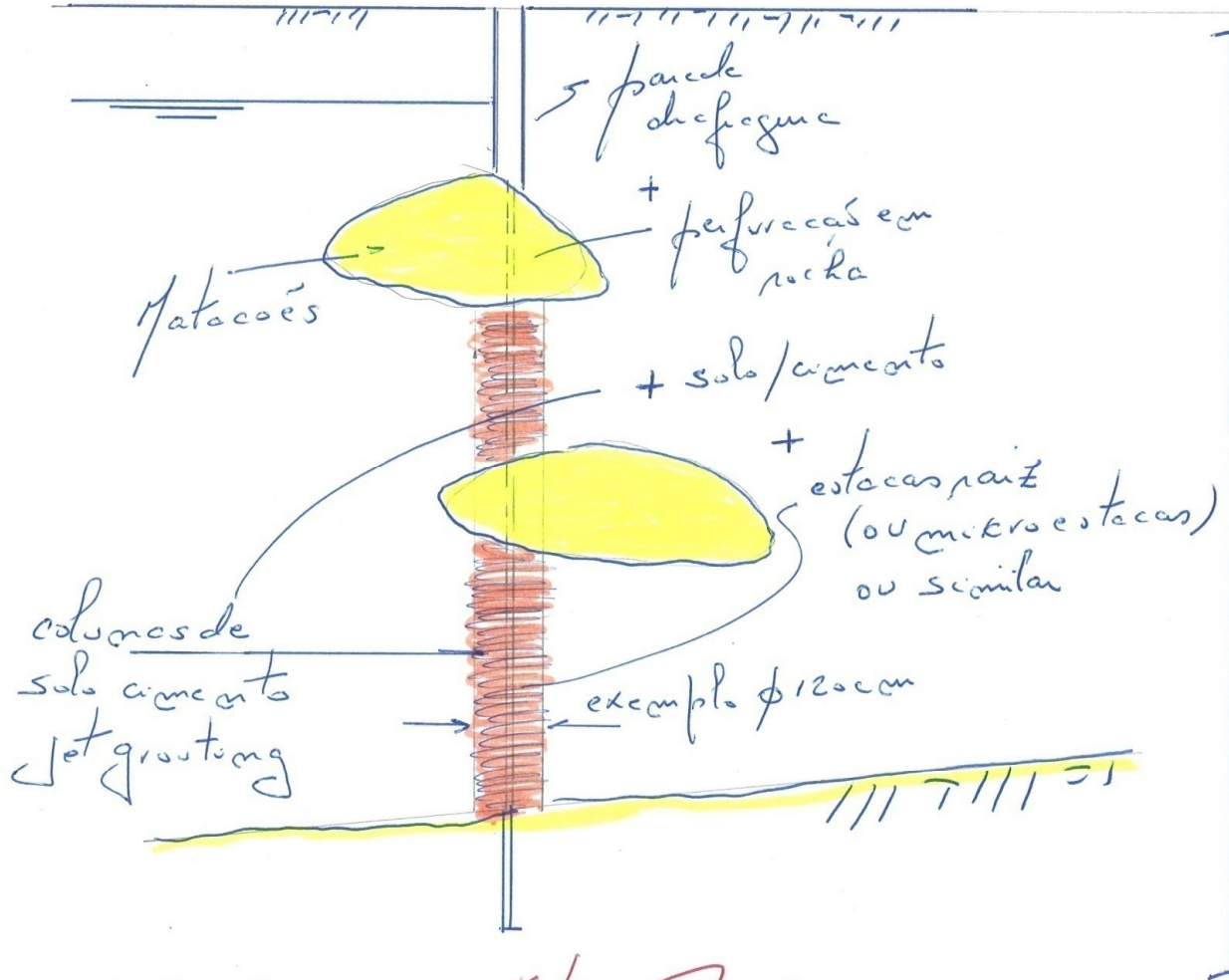
Seção transversal de uma laneta (pilar)

PORTELLA ALARCON  
 ENGENHEIROS ASSOC. 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

# SEM HIDROFRESA



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

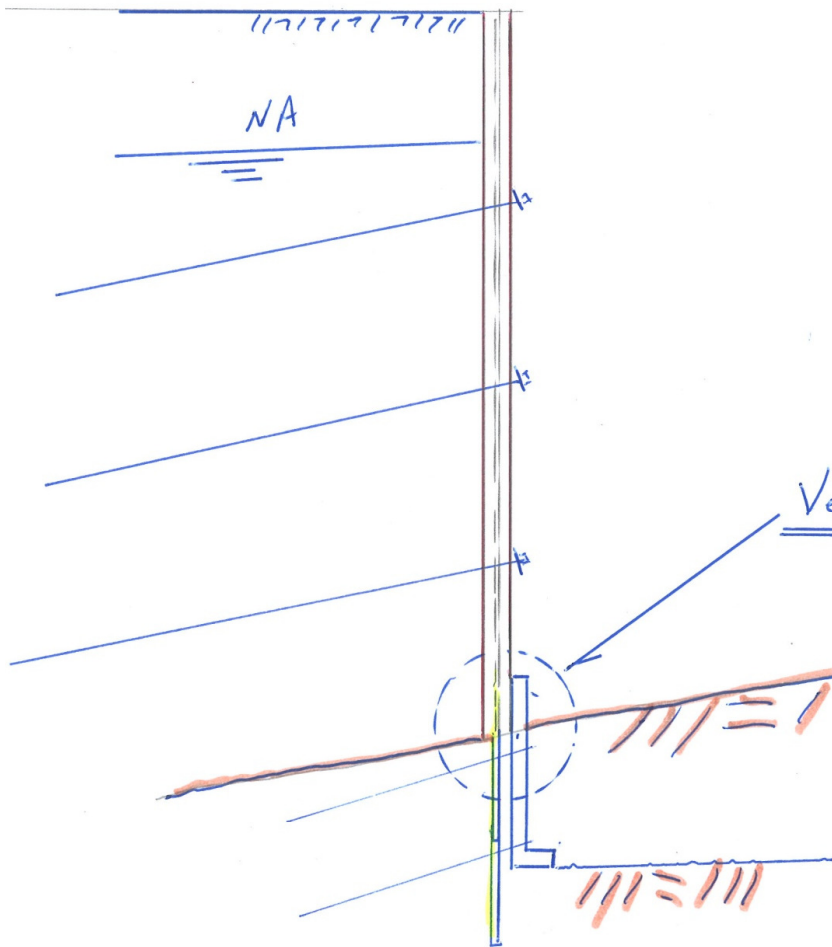
φ / Fundações => Estacas Raiz

**PORTELLA ALARCON**  
 ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.  
 PROJETOS E CONSULTORIA  
 DE FUNDACIONES  
 AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR  
 C.J. 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP  
 TEL. 3661 7296  
 FAX 3661 7193



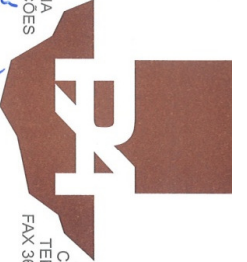


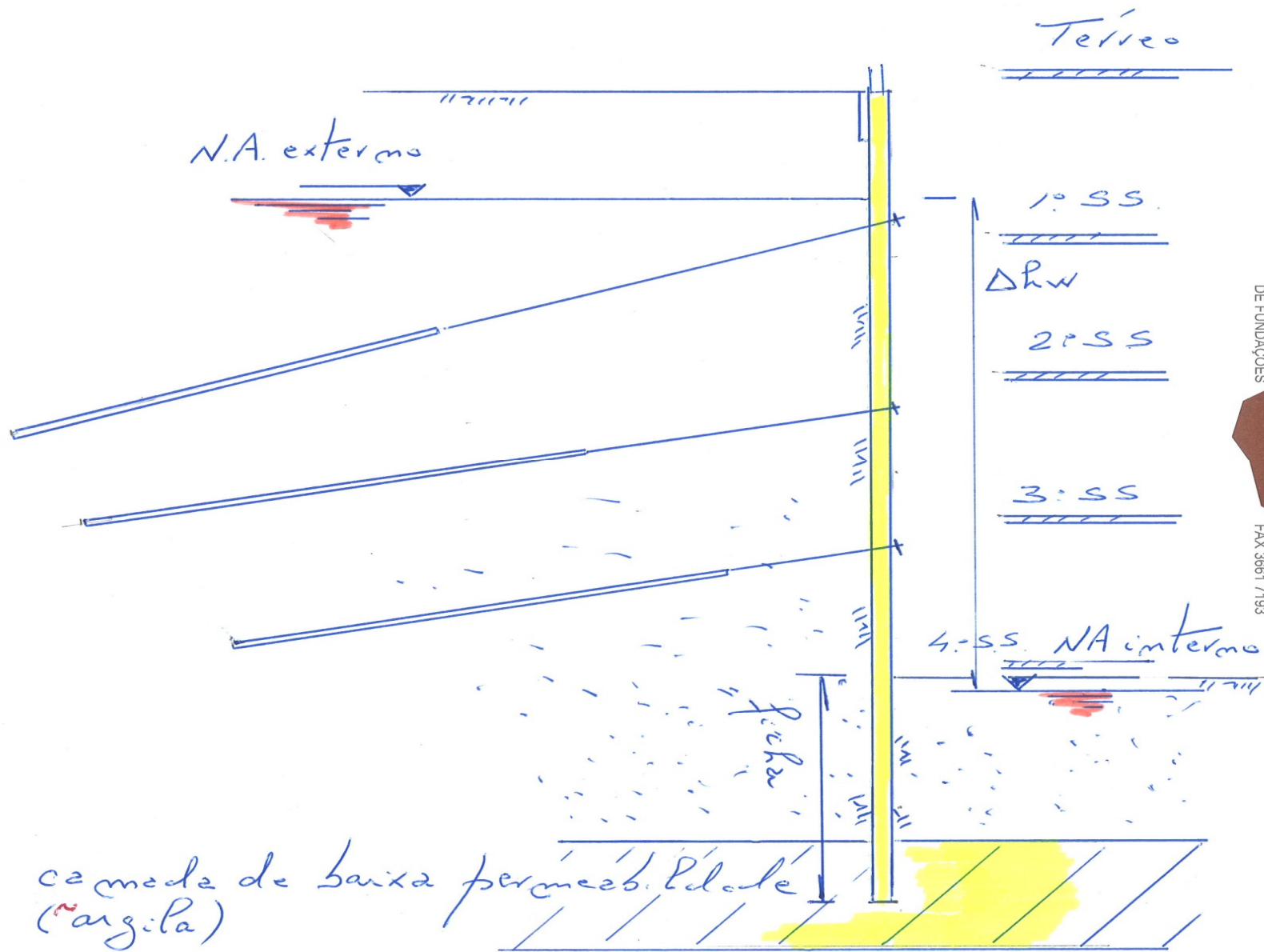
SEIT 1111111111111111



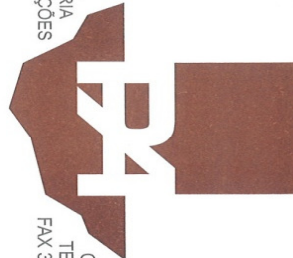
rebaixamento externo => péssima alternativa  
produtos de feijo refuda (solução provisória)  
contorno com transpasse  
chapas metálicas  
Rocha. ...

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

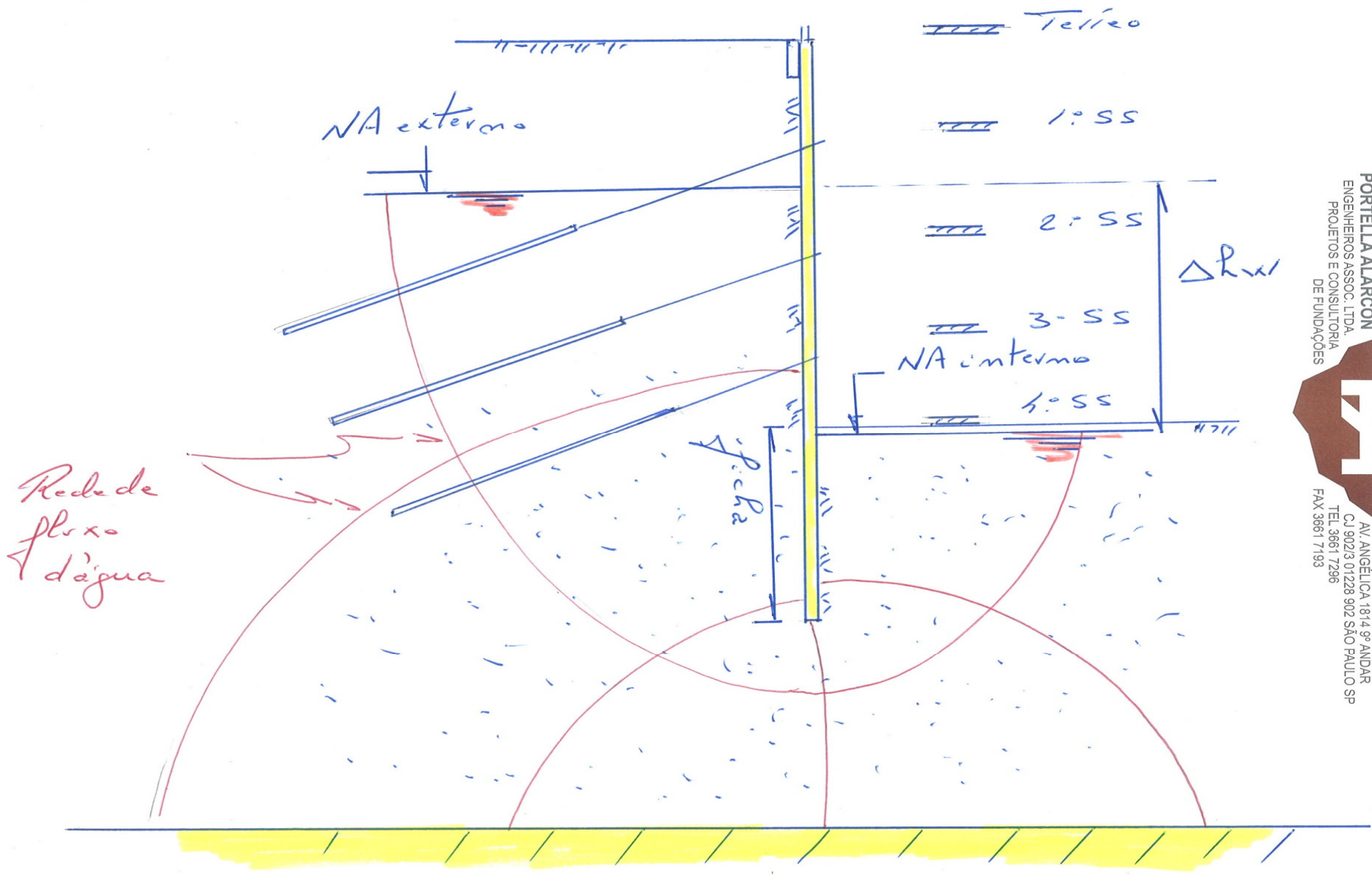




**PORTELLALARCON**  
 ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.  
 PROJETOS E CONSULTORIA  
 DE FUNDAÇÕES



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



**PORTELLA ALARCON**  
 ENGENHEIROS ASSOC. 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



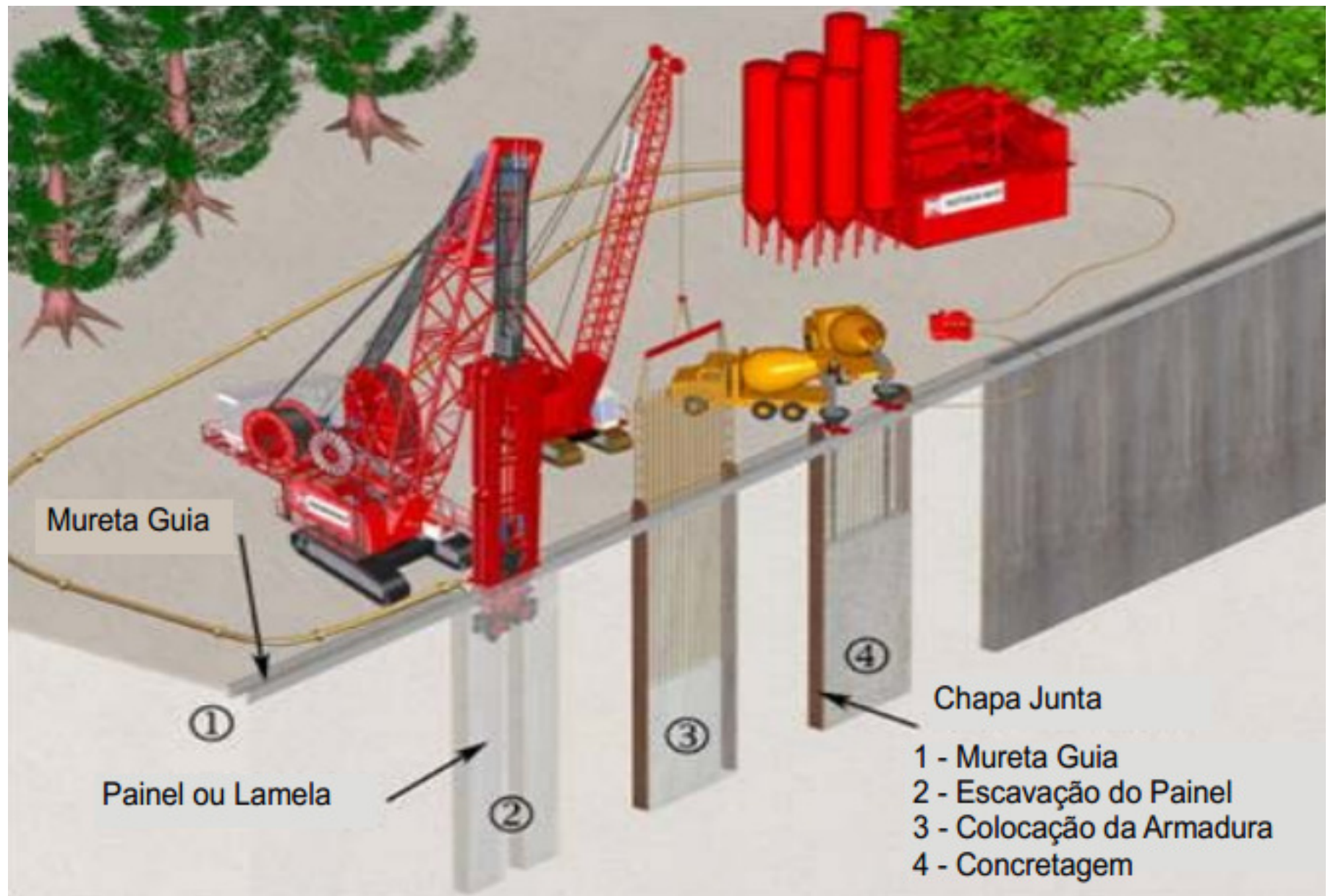
## PRINCIPAL APLICAÇÃO: COM HIDROFRESA

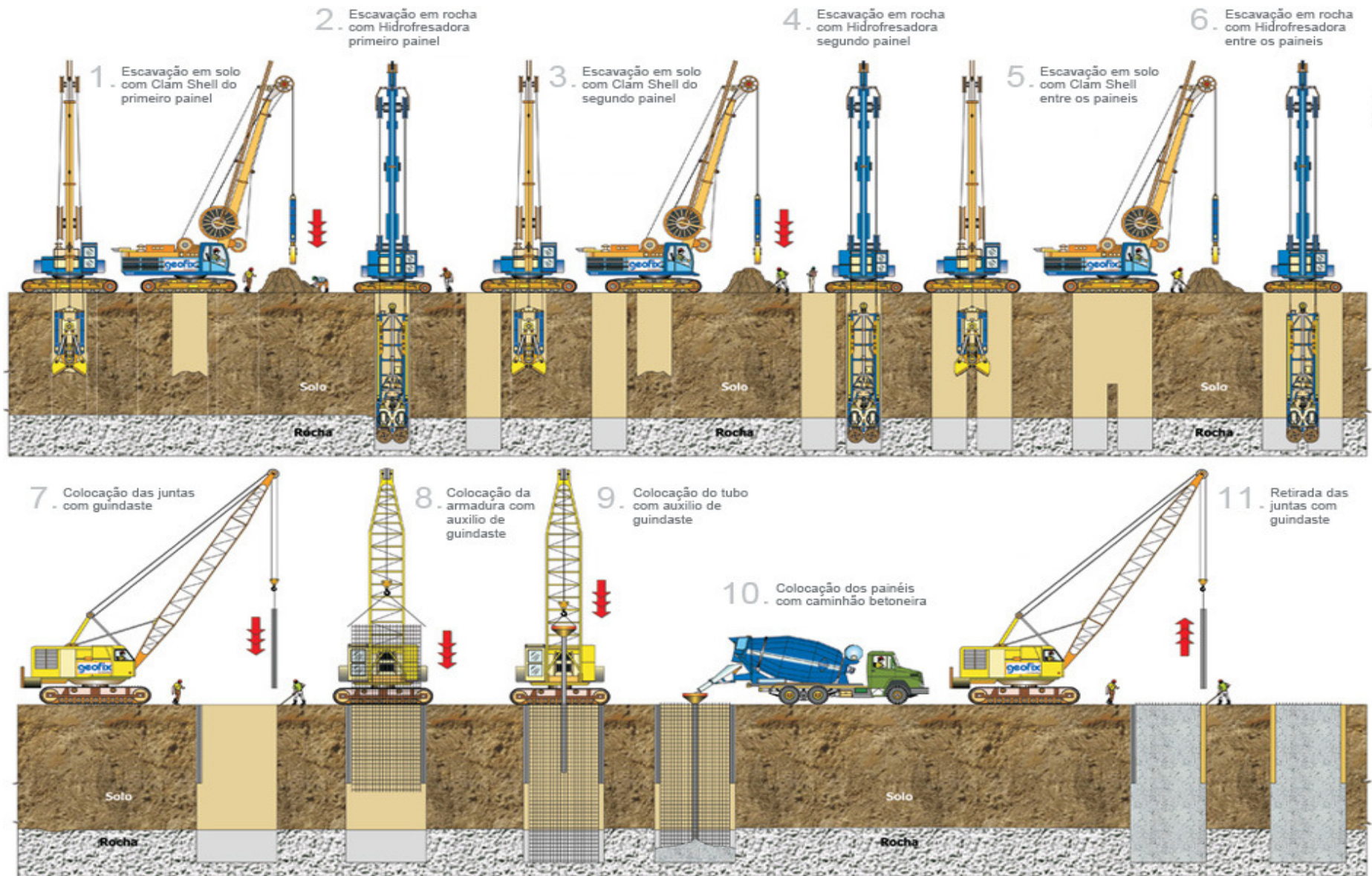
**Paredes diafragma e estacas barrete com necessidade de ultrapassagem de matacões e / ou solos altamente concrecionados e / ou rocha (sã ou fraturada); ou seja, materiais em que não é possível a escavação com clam shell mecânico ou hidráulico.**

**SOLUÇÃO DOS CASOS ESPECIAIS → HIDROFRESA**

**Apresentação do sistema**

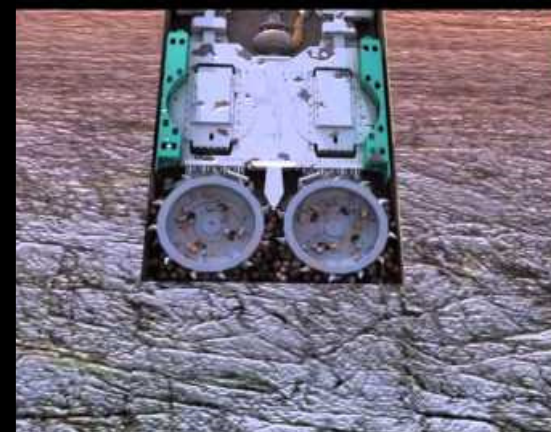
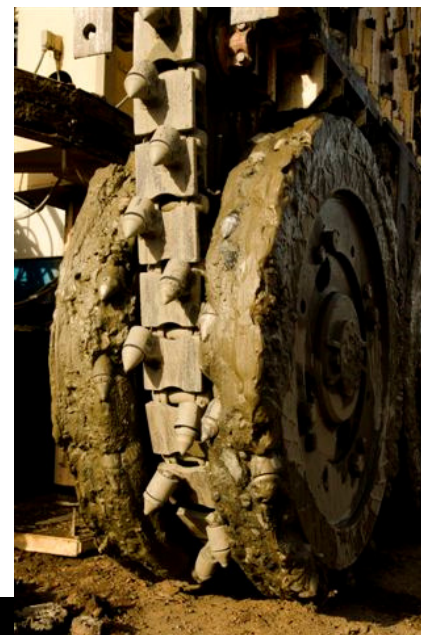
**FOTOS**







# HIDROFRESA





## HIDROFRESA





# CHAPA ESPELHO









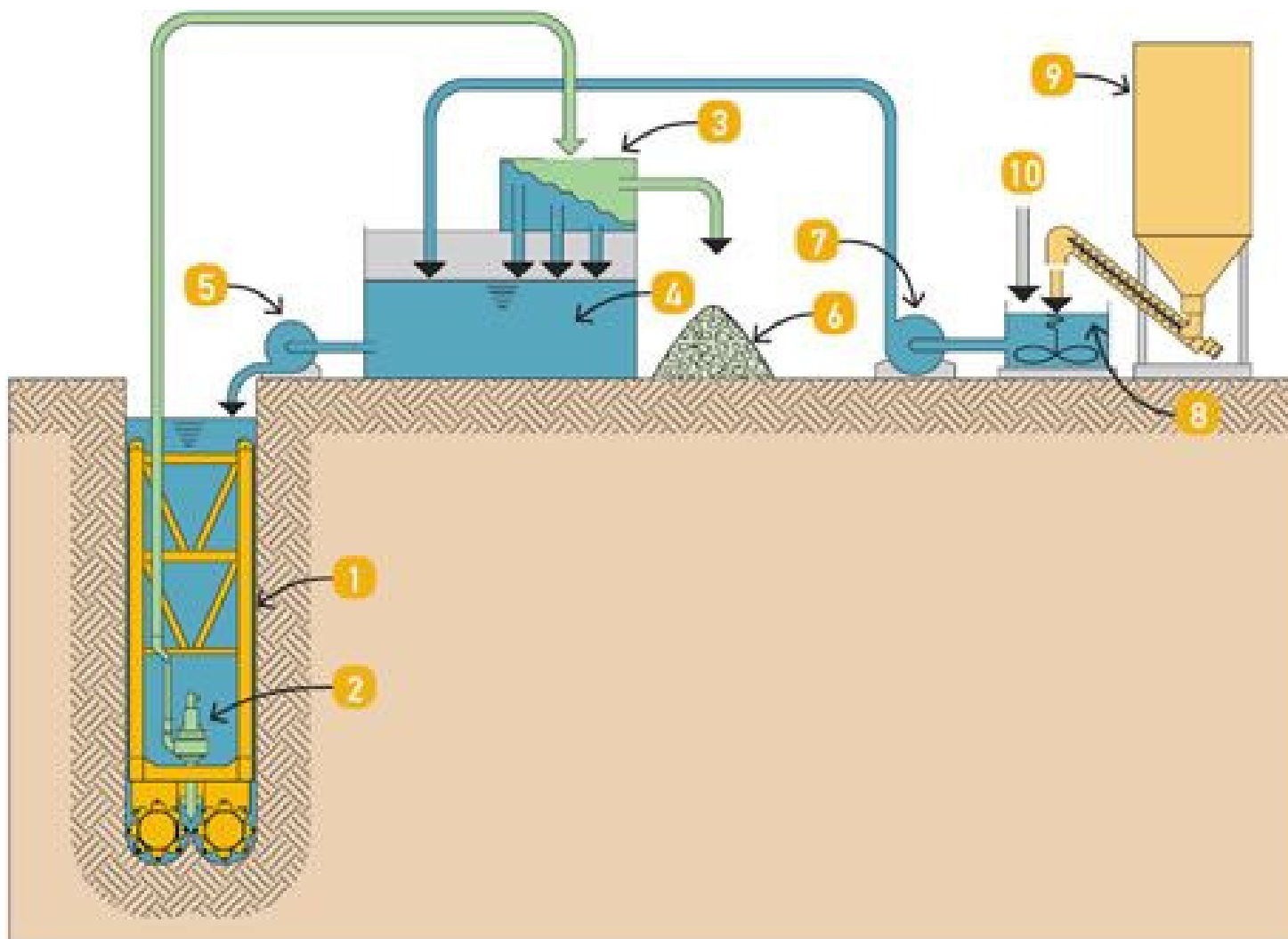












- 1 Hidrofresa
- 2 Bomba de aspiração
- 3 Desarenador
- 4 Tanque de lodo
- 5 Bomba centrífuga
- 6 Solo escavado
- 7 Bomba centrífuga
- 8 Misturador de bentonita
- 9 Silo
- 10 Água

# CENTRAL DE LAMA



## Principais etapas de execução das paredes diafragma:

**Sistema convencional(clam shell) /  
sistema com Hidrofresa**

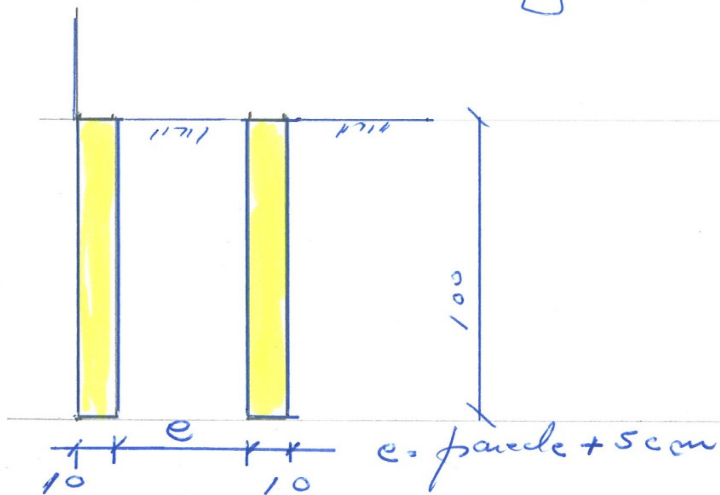
Anotações de estudo

# PAREDE DIAFRAGMA (EXECUÇÃO)

## SISTEMA CONVENCIONAL

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

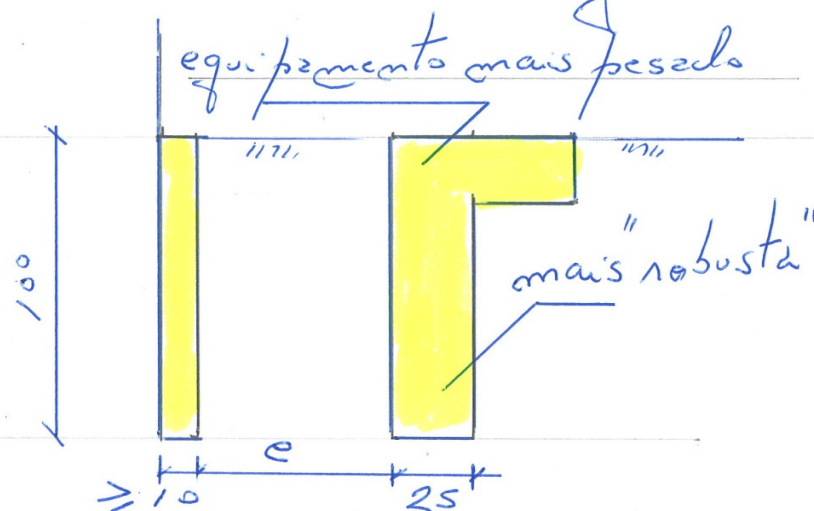
1. Execução de moletas guia



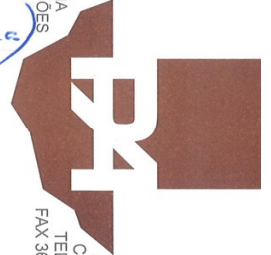
## SISTEMA COM HIDROFRESA

Conjunto "ENORME"  
 Tanques + quindistes + clam-shell +  
 quindiste com HIDROFRESA. +  
 + Central de reciclagem (separação  
 dos detritos de solo da lamobentonita)  
 + equipamentos auxiliares

1. Execução de moletas guia



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



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



SISTEMA CONVENCIONAL

2. Escavação com clam-shell (mecânicas ou hidráulicas) 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)

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



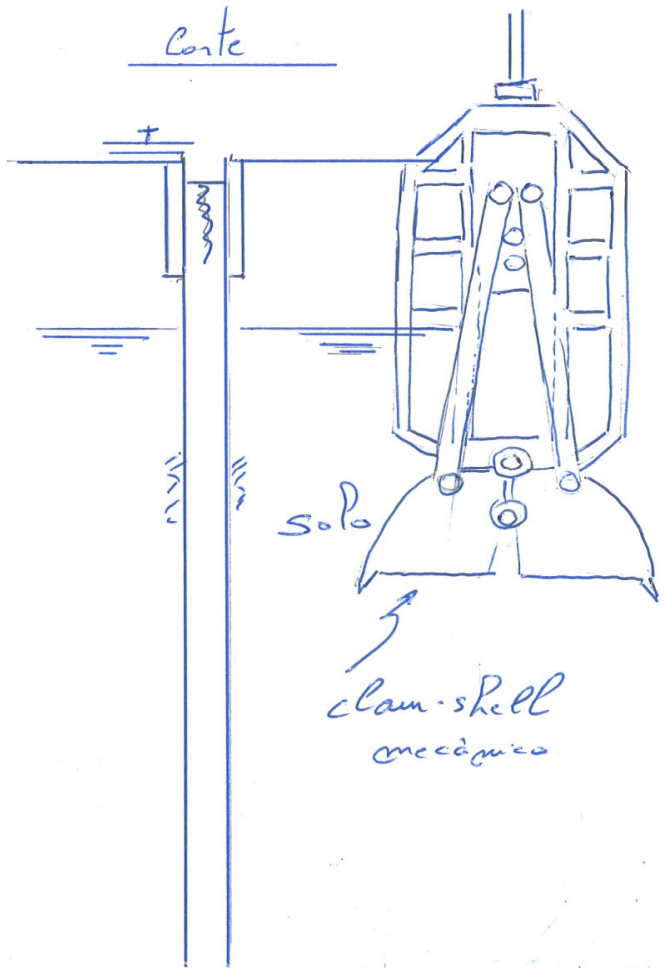
AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR  
CJ. 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP  
TEL. 3661 7296  
FAX 3661 7193



SISTEMA CONVENCIONAL

2.

Corte

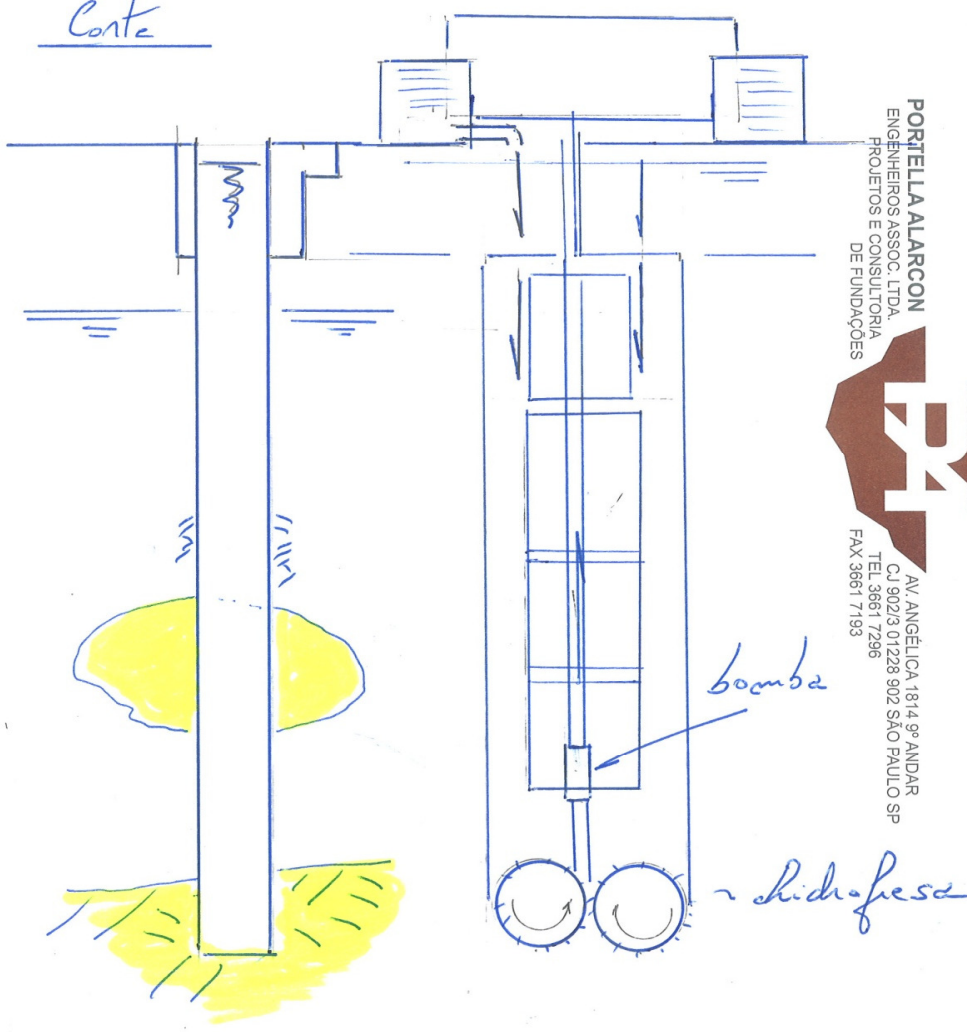


SISTEMA COM HIDROFRESA

2A - 2B

Elevação

Corte



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

bomba

hidrofresa

## SISTEMA CONVENCIONAL

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

### 4. colocação:

- armo duras
- tubos junta (altura integral)
- chapo de espelho (face da obra)  $h = 4,50m$  para dar acabamento
- tubo de compactação submersa (focil, ou tubo tremor-h2)

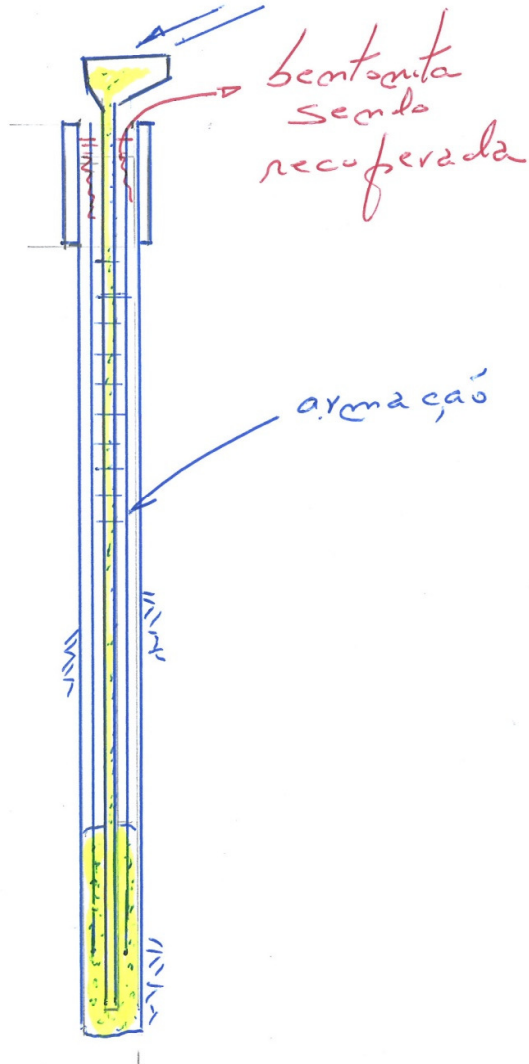
## SISTEMA COM HIDROFRESA

= 3. idem

### 4. colocação

- = armo duras
- tubo junta ou similar  $\rightarrow$  operar nos primeiros 6,0m
- = chapo de espelho
- = tubo de compactação submersa (focil, ou tubo tremor-h2)

## SISTEMA CONVENCIONAL

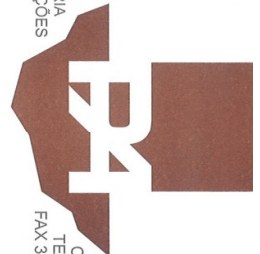


## SISTEMA COM HIDROFRESA

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

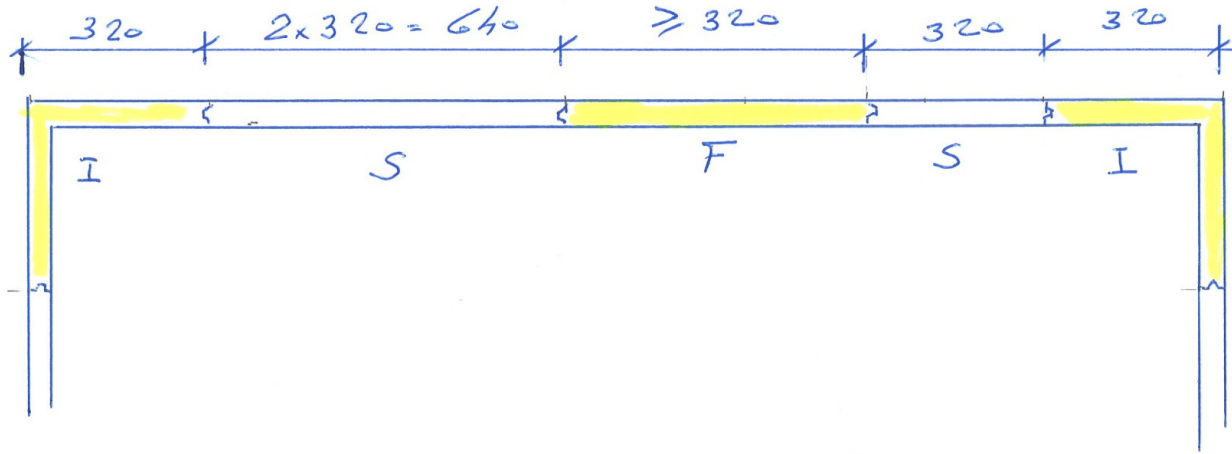
**PORTELLA ALARCON**  
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.  
PROJETOS E CONSULTORIA  
DE FUNDAÇÕES

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




# SISTEMA CONVENCIONAL

5. Divisões de painéis. Exemplo clam-shell 320cm

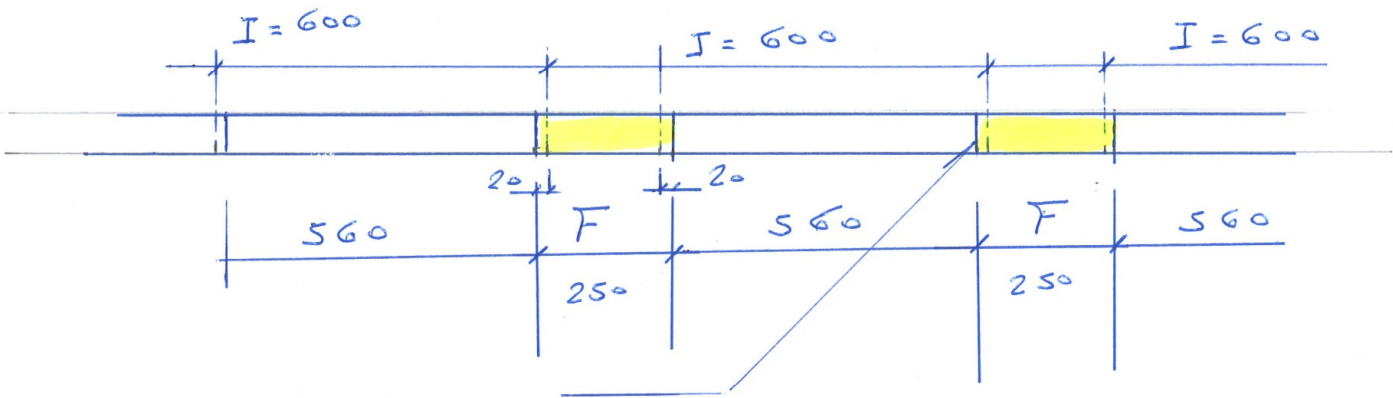


**PORTELLA ALARCON**  
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.  
PROJETOS E CONSULTORIA  
DE FUNDAÇÕES



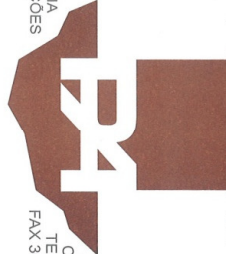
AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR  
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP  
TEL 3661 7296  
FAX 3661 7193

exemplo. HIDROFRESA DE 250cm



a frotagem HIDROFRESA FAZ O FORMATO DA JUNTA.

PORTELLA ALARCON  
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA  
PROJETOS E CONSULTORIA  
DE FUNDACOES



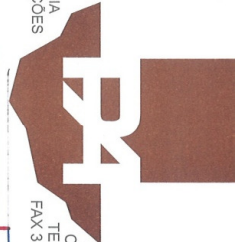
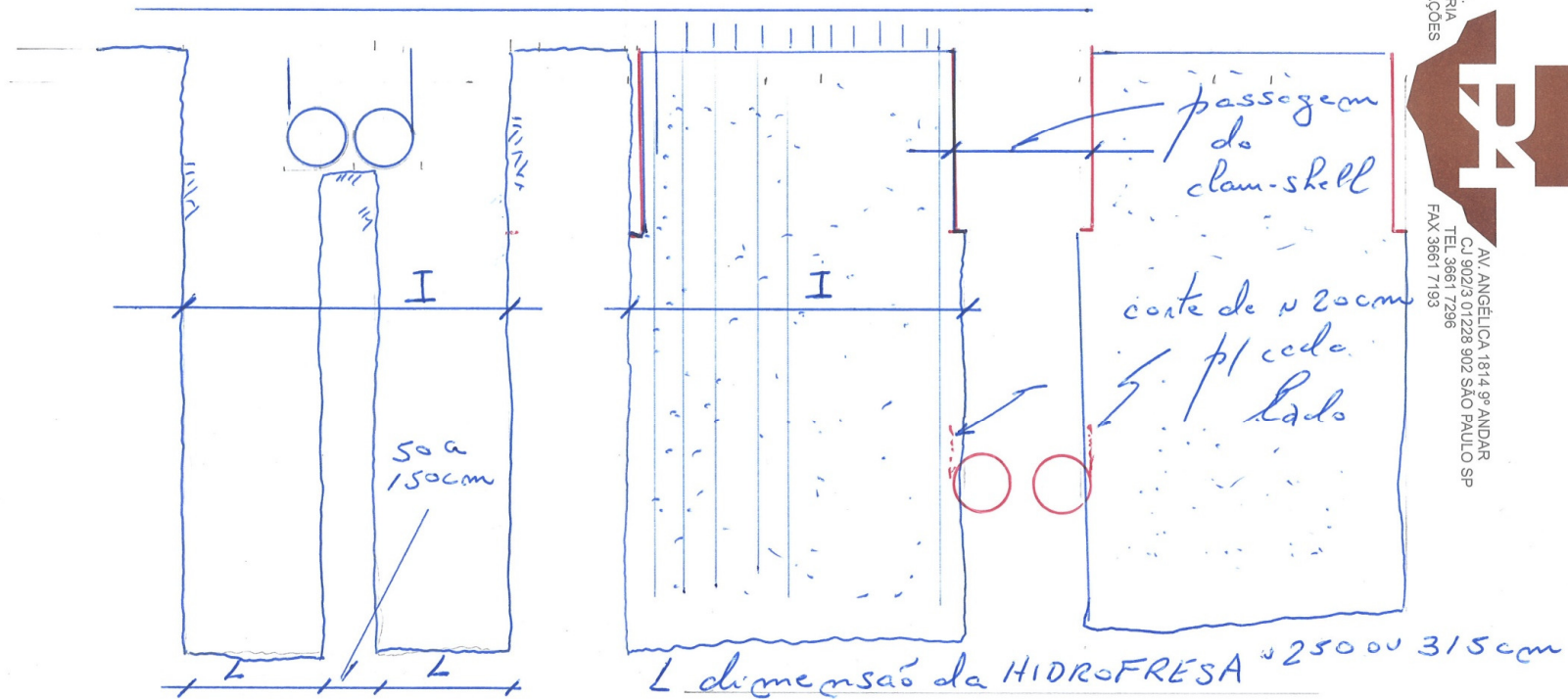
AV. ANGÉLICA 1814, 9º ANDAR  
CJ. 902/3 01228-902 SÃO PAULO SP  
TEL. 3661 7296  
FAX 3661 7193

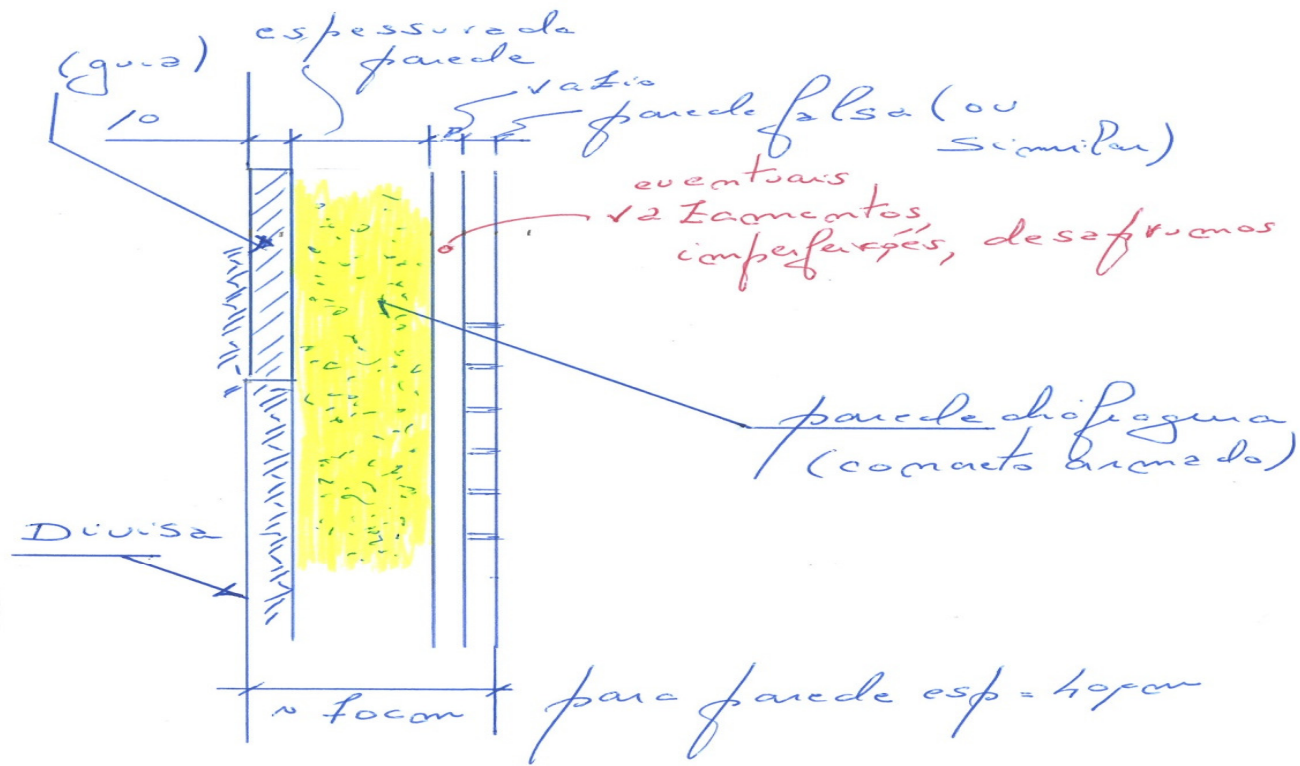


## SISTEMA COM HIDROFRESA

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. 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**

***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



## **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 m<sup>2</sup>**

**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 m<sup>2</sup>**

**- 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.**

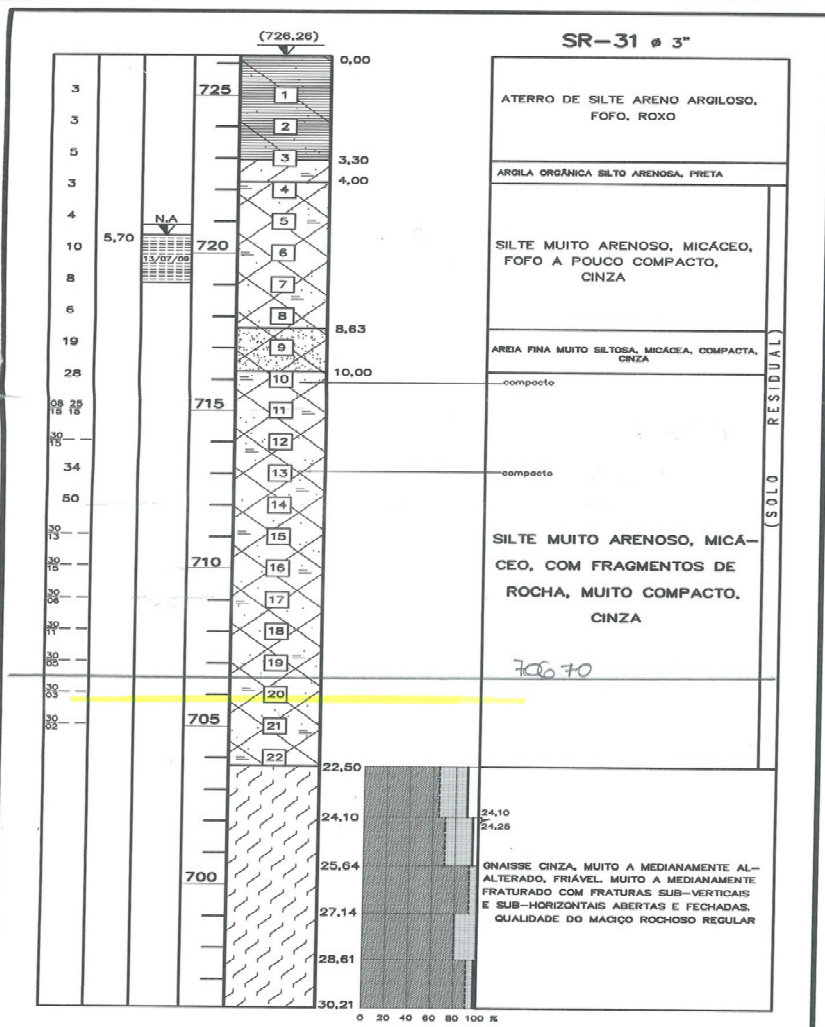
**Presença de rocha e matacões (solo residual).**

Sondagens da obra

---

---

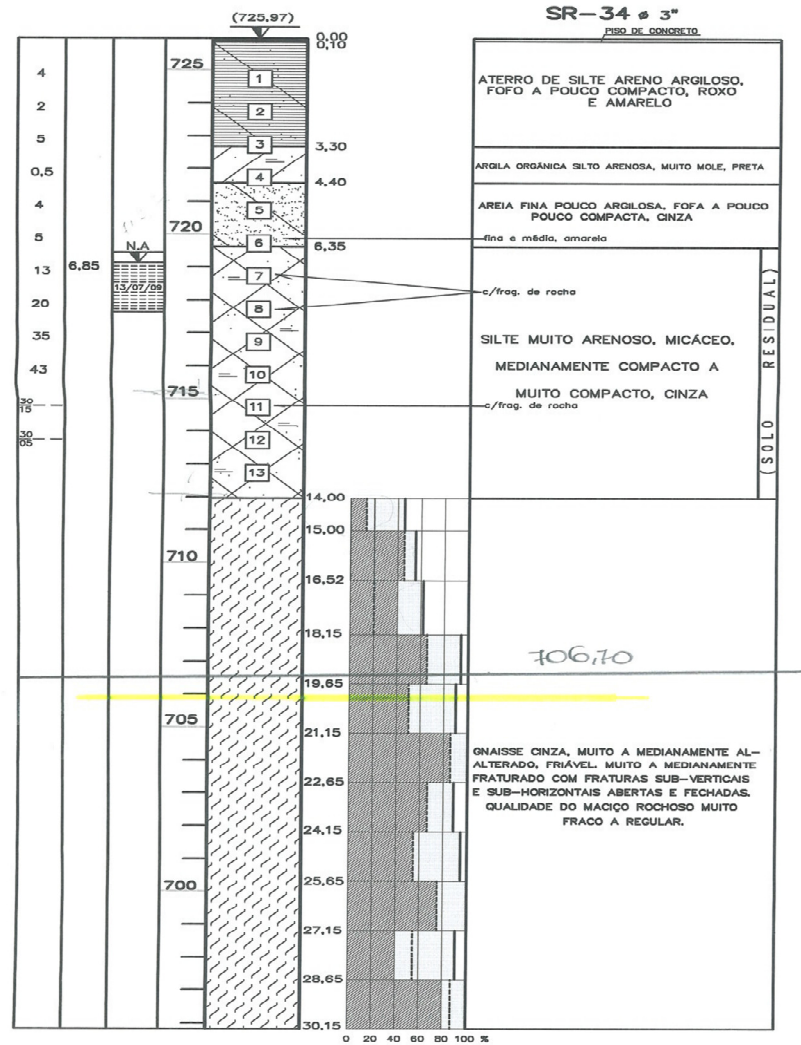




SOND. N2	REVESTIMENTO			Ø DA PERFURAÇÃO			AVANÇO DA SONDAAGEM	
	H 4 1/2"	N 3 1/2"	B 2 7/8"	H 3 7/8"	N 3"	B 2 3/8"	SOLO	ROCHA
SR-31	0,00 a 22,00	0,00 a 22,50	—	0,00 a 22,00	22,00 a 30,21	—	0,00	22,50 a 30,21

RQD (ROCK QUALITY DESIGNATION)  
 PORCENTAGEM DE RECUPERAÇÃO

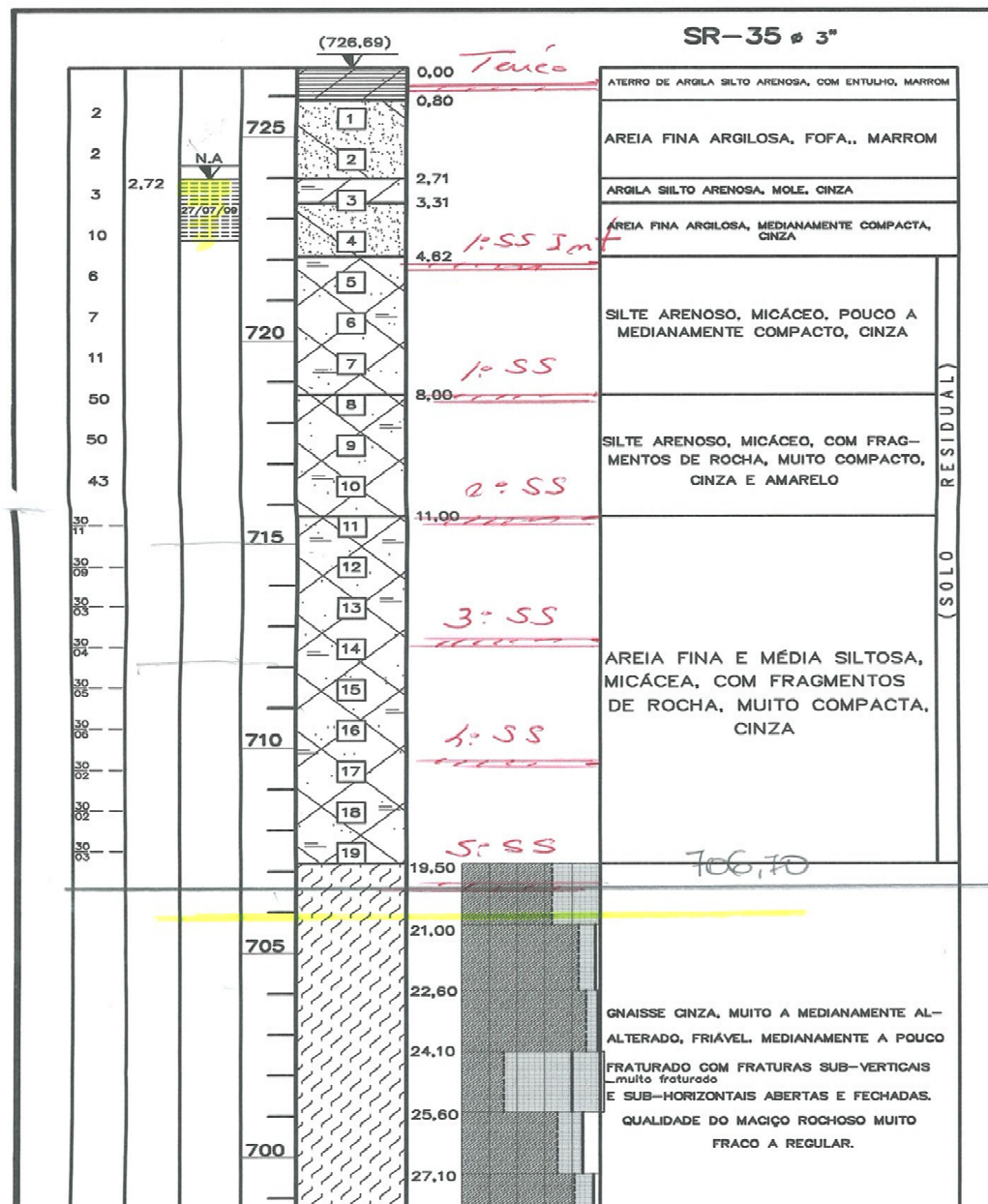
**ENGE SOLOS**  
 ENGENHARIA DE SOLOS E FUNDACOES LTDA. — CREA. 9810  
 BROOKFIELD INCORPORACOES S/A  
 Rua Dr. Rubens Bueno, 691 — São Paulo — SP  
 Perfil individual do subsolo — SR-31



SOND. N2	REVESTIMENTO			Ø DA PERFURAÇÃO			AVANÇO DA SONDAAGEM	
	H 4 1/2"	N 3 1/2"	B 2 7/8"	H 3 7/8"	N 3"	B 2 3/8"	SOLO	ROCHA
SR-34	0,00 a 15,00	0,00 a 16,00	—	0,00 a 15,00	15,00 a 30,15	—	0,00	14,00 a 30,15

RQD (ROCK QUALITY DESIGNATION)  
 PORCENTAGEM DE RECUPERAÇÃO

**ENGE SOLOS**  
 ENGENHARIA DE SOLOS E FUNDACOES LTDA. — CREA. 9810  
 BROOKFIELD INCORPORACOES S/A  
 Rua Dr. Rubens Bueno, 691 — São Paulo — SP

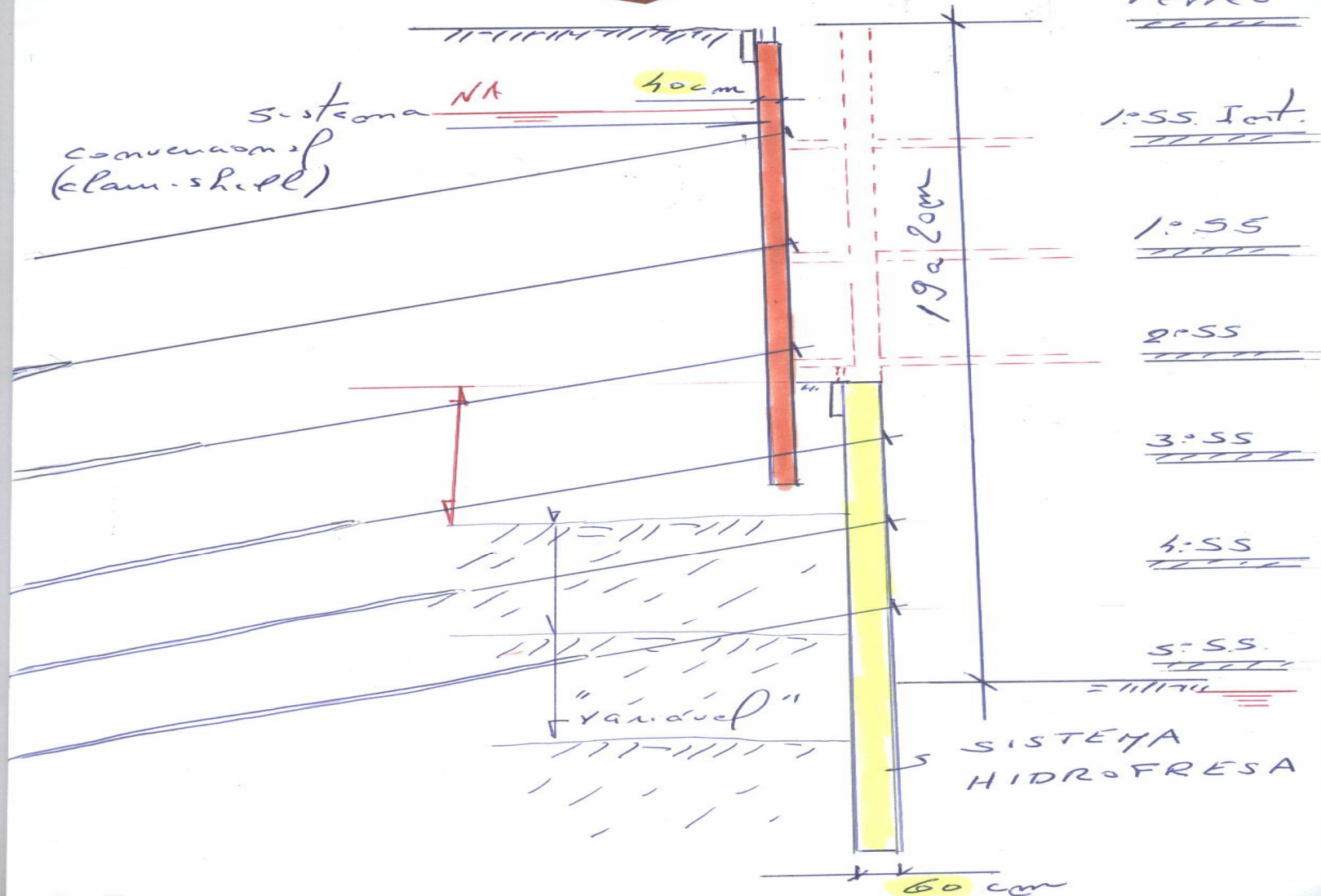


1ª Alternativa.

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

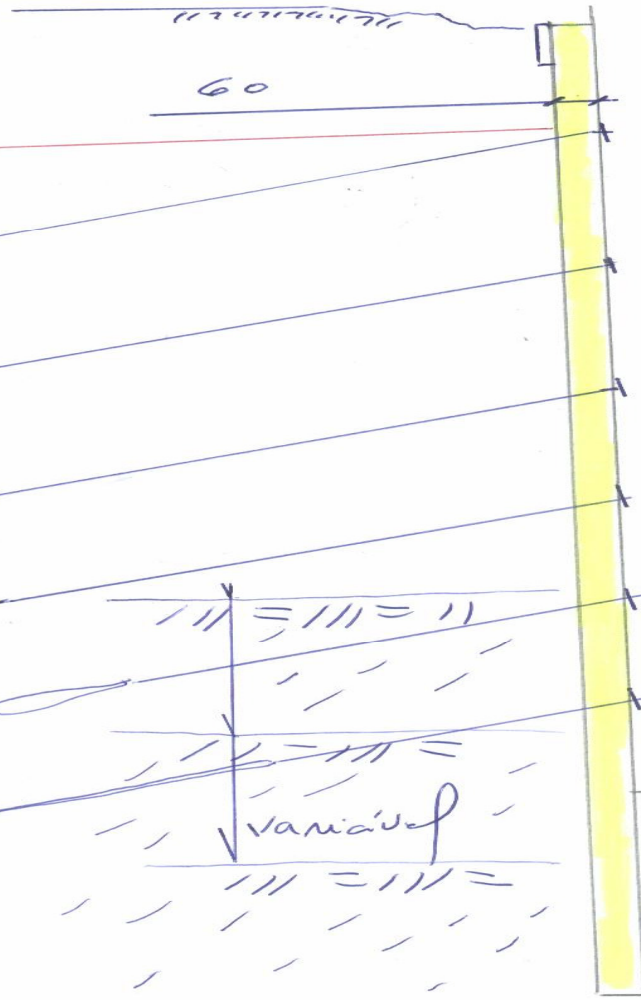
PORTELLA ALARCON  
ENGENHEIROS ASSOC. LTDA.  
PROJETOS E CONSULTORIA  
DE FUNDAÇÕES



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

A do tela

NA



19 a 20m  
20m ⇒ n f subsidas

(725,25)  
Teima

1º SS Int.

1º SS

2º SS

3º SS

4º SS

n f 60 (706,7)  
5º SS

6º 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. 302/3 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 3581 7296  
FAX 3581 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

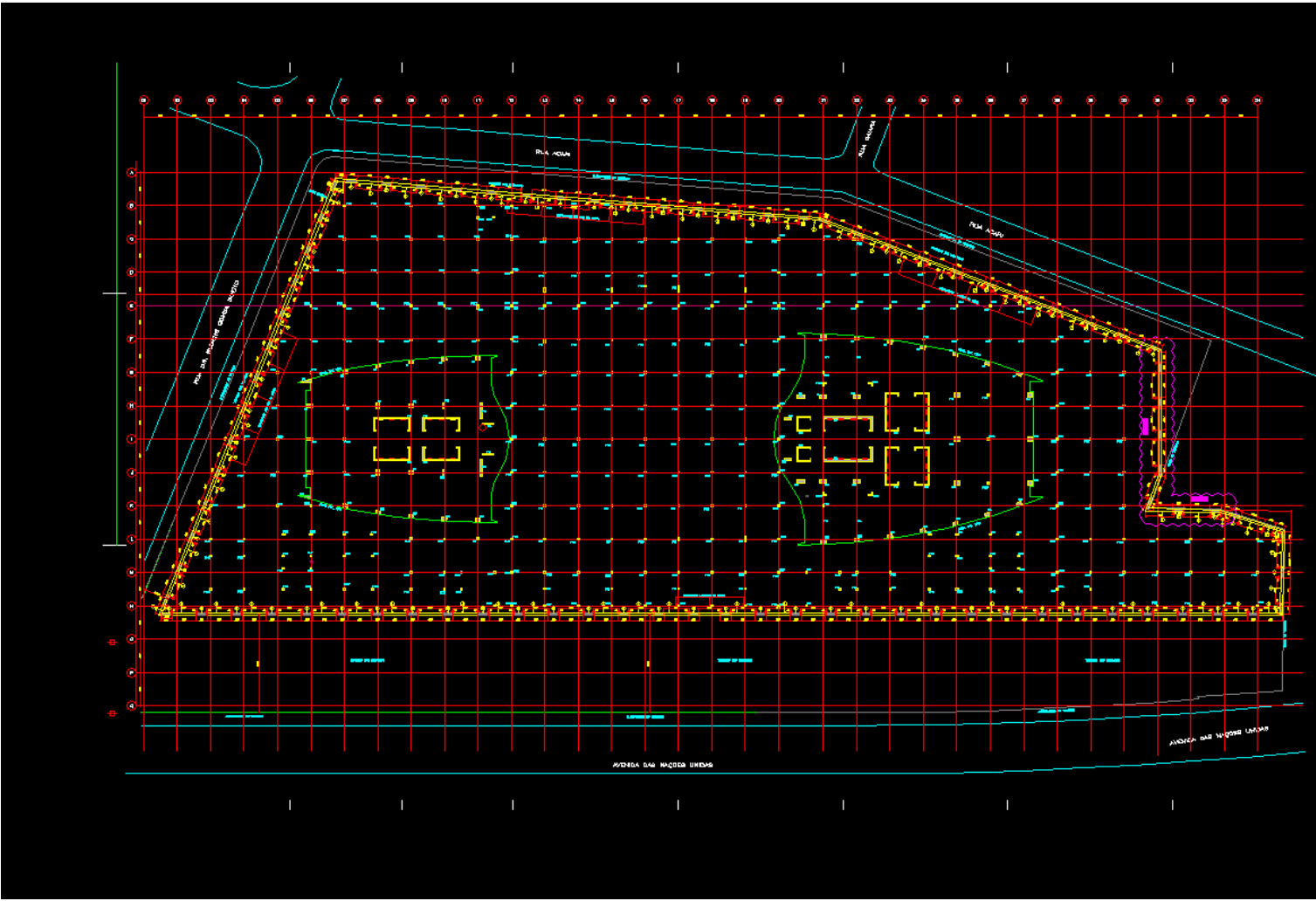


AV. ANGÉLICA 1814 9º ANDAR  
CJ 902/3 01228 902 SÃO PAULO SP  
TEL 3681 7236  
FAX 3661 7193



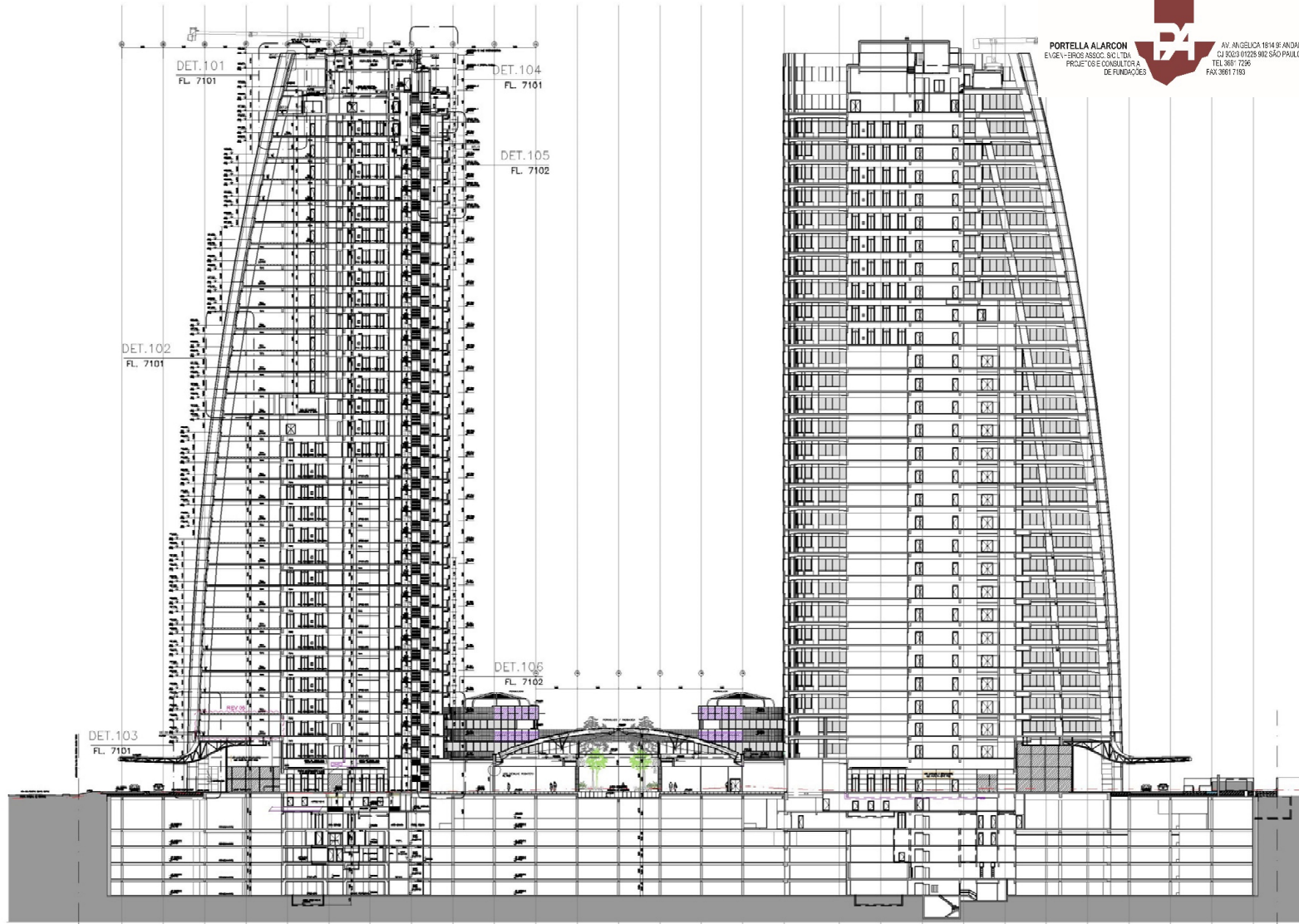


F









DET.101  
FL. 7101

DET.104  
FL. 7101

DET.105  
FL. 7102

DET.102  
FL. 7101

DET.106  
FL. 7102

DET.103  
FL. 7101

PORTELLA ALARCON  
ENGENHARIA ASSOCIADA S.C.L.T.A.  
PROJETOS E CONSULTORIA  
DE ARQUITETURA



AV. ANGÉLICA, 1814 8º ANDAR  
CJ. 01020-01225 SÃO PAULO SP  
TEL: 3661-7256  
FAX: 3661-7103





Gírflex,  
São Paulo, SP



**PORTELLA ALARCON**  
ENGENHEIROS ASSOC. S/C 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



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

**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

**geofix**

**OBRIGADO!  
ATÉ A PRÓXIMA.**

