



FAAP
Desde 1947

geofix

8º Curso de
**ENGENHARIA
APLICADA ÀS
OBRAS DE
FUNDAÇÕES E
CONTENÇÕES**



TEORIA 3

PAREDE DIAFRAGMA PERFIL METÁLICO

- **CONCEITOS BÁSICOS**
- **EXECUÇÃO**
- **CASO DE OBRA**

Eng. Marcelo Ferreira
Sócio - Diretor

CONSULTRIX

TEORIA 3

I. CONTENÇÕES

II. PAREDE DIAFRAGMA

III. PERFIL METÁLICO

IV. CASO DE OBRA

CONTENÇÕES

Definição:

Estruturas civis construídas para suportar maciços de solo ou rocha, sem as quais seriam instáveis.

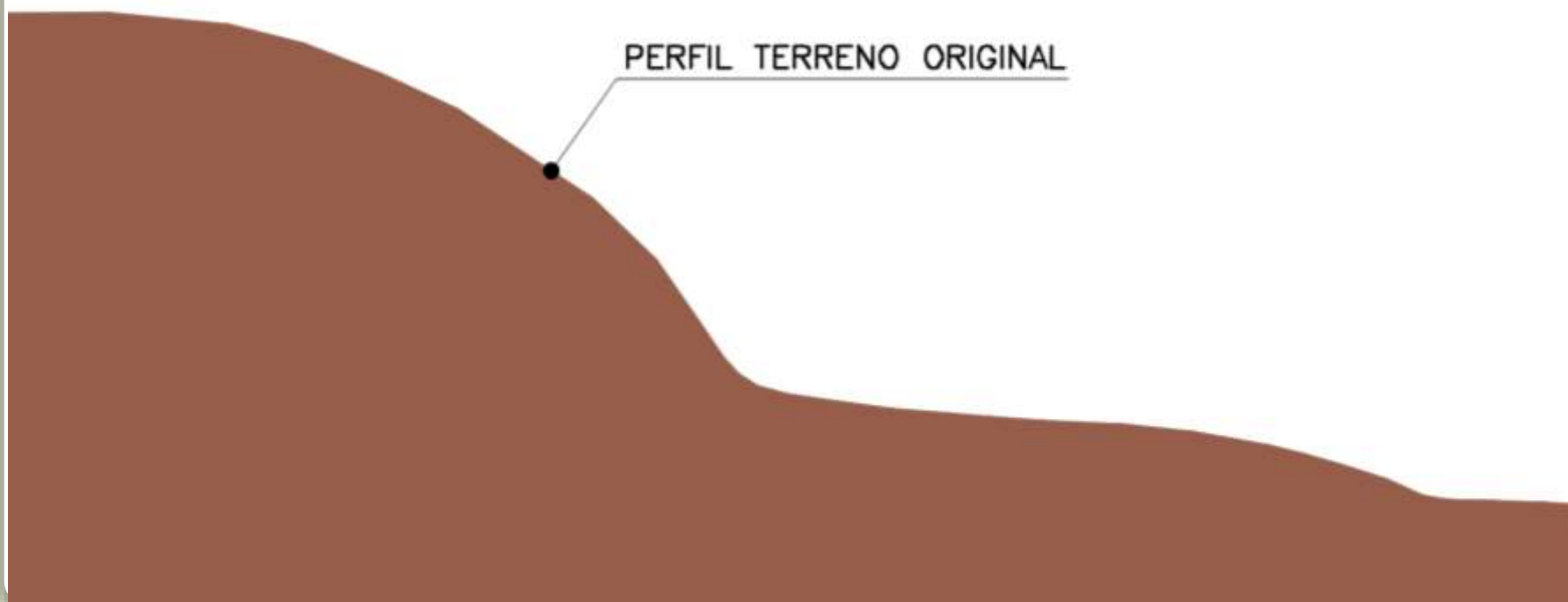
CONTENÇÕES

Situações:

- CORTE
- ATERRO

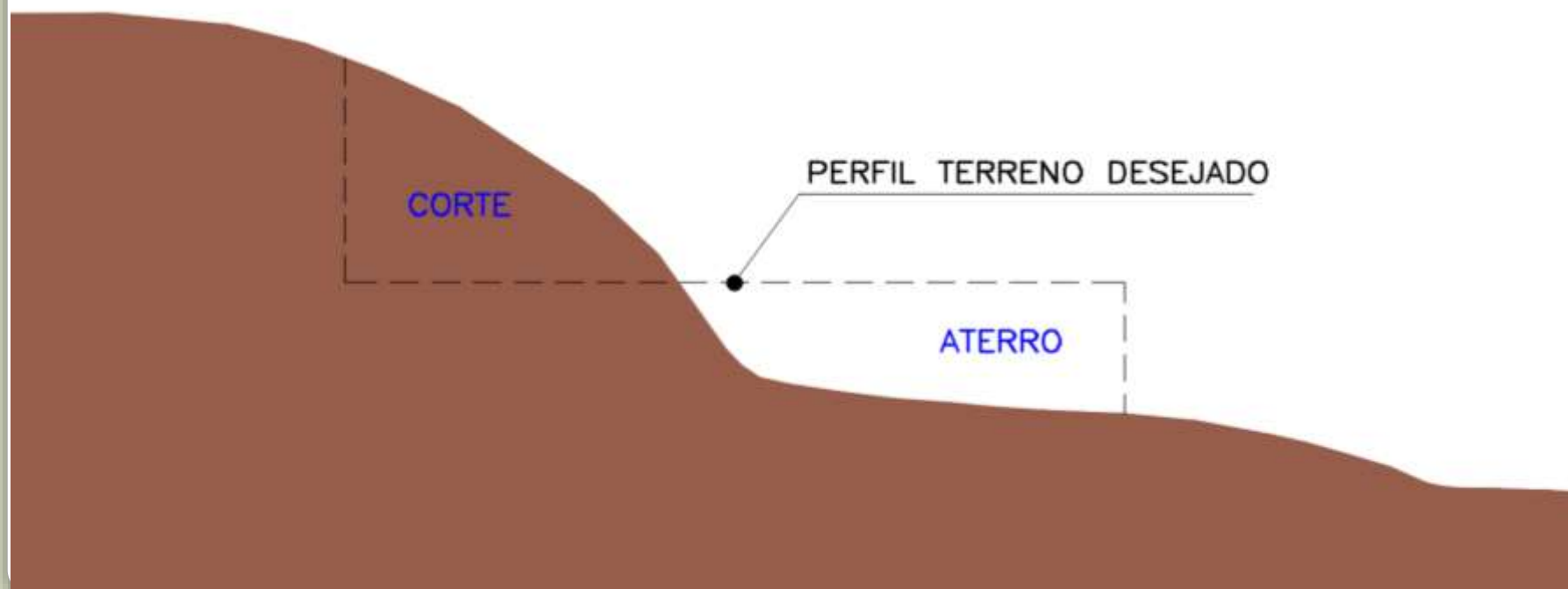
CONTENÇÕES

Situações:



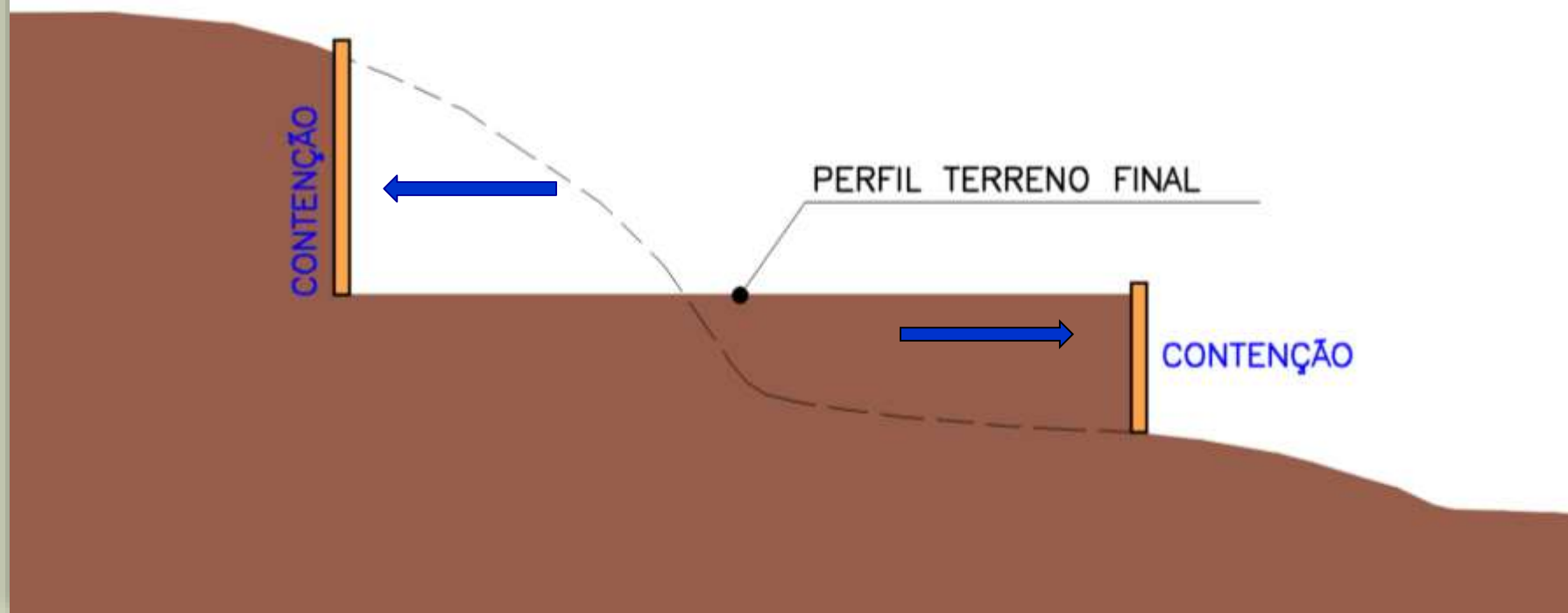
CONTENÇÕES

Situações:



CONTENÇÕES

Situações:



CONTENÇÕES

Tipos:

- Muro de flexão “L”
- Muro de gravidade - Gabião
- Solo reforçado
- Estaca prancha
- Estaca justaposta – secante
- Parede de jet-grouting
- **PAREDE DIAFRAGMA**
- **PERFIL METÁLICO PRANCHEADO**

MURO DE GRAVIDADE



SOLO REFORÇADO



SOLO REFORÇADO



ESTACA PRANCHA



ESTACA SECANTE



JET-GROUTING



PAREDE DIAFRAGMA



PERFIL METÁLICO E PRANCHEAMENTO



CONTENÇÕES

Escolha:

- Utilização
- Solicitações
- Perfil geológico – geotécnico do solo local
- Espaço disponível
- Prazos
- Custos
- **NÍVEL FREÁTICO**

LEGISLAÇÃO CEUSO

- INTERFERÊNCIA EXTERNA
- PROJETO
- **REBAIXAMENTO FREÁTICO**

CEUSO - Comissão de Edificações e Uso do Solo
Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento - SP

MINUTA DE RESOLUÇÃO - CEUSO

- I. Não será permitida a utilização de rebaixamento permanente do lençol freático.
- II. Todas as obras que prevejam a execução de subsolos deverão anexar no pedido de alvará de execução uma série de documentos e manter esses à disposição da fiscalização até a obtenção do certificado de conclusão da obra.

MINUTA DE RESOLUÇÃO - CEUSO

III. Quando a cota de implantação do último subsolo estiver abaixo do nível freático detectado nas sondagens, condições complementares deverão ser observadas.

Documentos para obras com subsolo - **CEUSO**

- a) Levantamento planialtimétrico;
- b) Plantas e relatórios de sondagem acompanhados do projeto de fundações e contenções e de laudo técnico assinados por profissional devidamente habilitado;

Documentos para obras com subsolo - CEUSO

c) Laudo de vistoria prévia dos imóveis confrontantes de muro ou da impossibilidade de ingresso neste imóvel confrontante, atestada, por exemplo, por Ata Notarial, acompanhado de relatório fotográfico e elaborado por profissional devidamente habilitado;

Documentos para obras com subsolo - **CEUSO**

d) Comprovação de contratação de profissional de geotecnia através de Anotação de Responsabilidade Técnica – ART;

Documentos para obras com subsolo - **CEUSO**

e) Documento comprobatório de contratação de seguro de obra cobrindo riscos de engenharia e de responsabilidade civil cruzada ou termo de compromisso, assinado pelo proprietário ou responsável pela obra, responsabilizando-se sobre danos comprovadamente ocasionados pela obra aos vizinhos confrontantes de muro;

Documentos para obras com subsolo - CEUSO

- f) Termo de responsabilidade e compromisso assinado pelo proprietário e pelo responsável pela obra, de que serão tomadas durante a execução das obras as medidas acautelatórias previstas no código de obras e edificações para preservação da integridade física dos imóveis confrontantes de muro;

Subsolo abaixo do nível freático - CEUSO

- a) Garantir a utilização das melhores soluções técnicas de engenharia para fins de vedação do perímetro do subsolo, de acordo com as normas técnicas oficiais, tais como, **Parede Diafragma**, Estacas justapostas, estacas secantes, estacas prancha, jet-grouting, deep soil mixing, etc, com o devido monitoramento, se necessário, e de acordo com o laudo técnico mencionado na Alínea “b” do Item II;

Subsolo abaixo do nível freático - CEUSO

- b) A solução de vedação deverá ser embutida em camada de solo de baixa permeabilidade, abaixo do último subsolo. Caso isto não seja possível, o projeto deverá prever laje de subpressão ou outra solução técnica equivalente.

LEGISLAÇÃO – CEUSO / SP

- ABEF

Associação Brasileira de Empresas de Engenharia de Fundações e Geotecnia.

- ABEG

Associação Brasileira de Empresas de Engenharia de Projeto e Consultoria em Engenharia Geotécnica.

- SECOVI

Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais.

- SINDUSCON

Sindicato da Indústria da Construção Civil.

II. PAREDE DIAFRAGMA

Conceitos Básicos

PAREDE DIAFRAGMA

Definição:

Cortina de concreto armado ou não, moldada no solo através da execução de painéis retangulares sucessivos ou alternados, sendo a escavação realizada com o uso de fluido estabilizante.

PAREDE DIAFRAGMA

Histórico:

MILÃO:

- 1938 – Concebida por Veder e Marconi

SÃO PAULO:

- 1969 – Edifício Pelletron na Cidade Universitária

DISSEMINAÇÃO:

- A partir das obras do Metrô São Paulo (1969) e Rio de Janeiro.
- Desenvolvimento dos centros urbanos.

PAREDE DIAFRAGMA

Características:

- **ESPESSURA:** 30cm a 120cm
- **LARGURA:** 250cm a 320cm
- **PROFUNDIDADE:** 60m

PAREDE DIAFRAGMA

Aplicação:

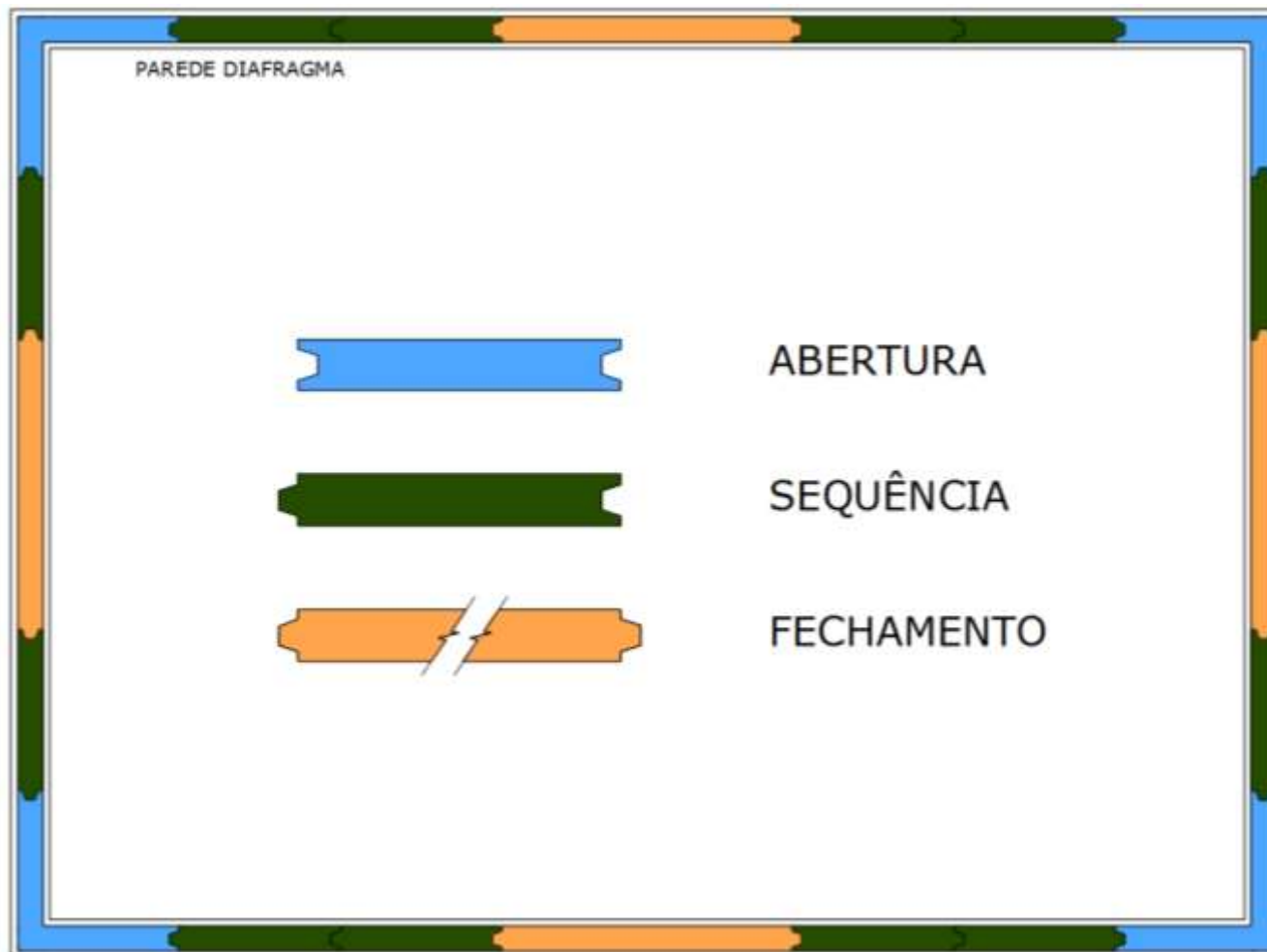
- Parede plástica para “cut off”
- Parede estrutural de contenção
- Elemento de Fundação

PAREDE DIAFRAGMA

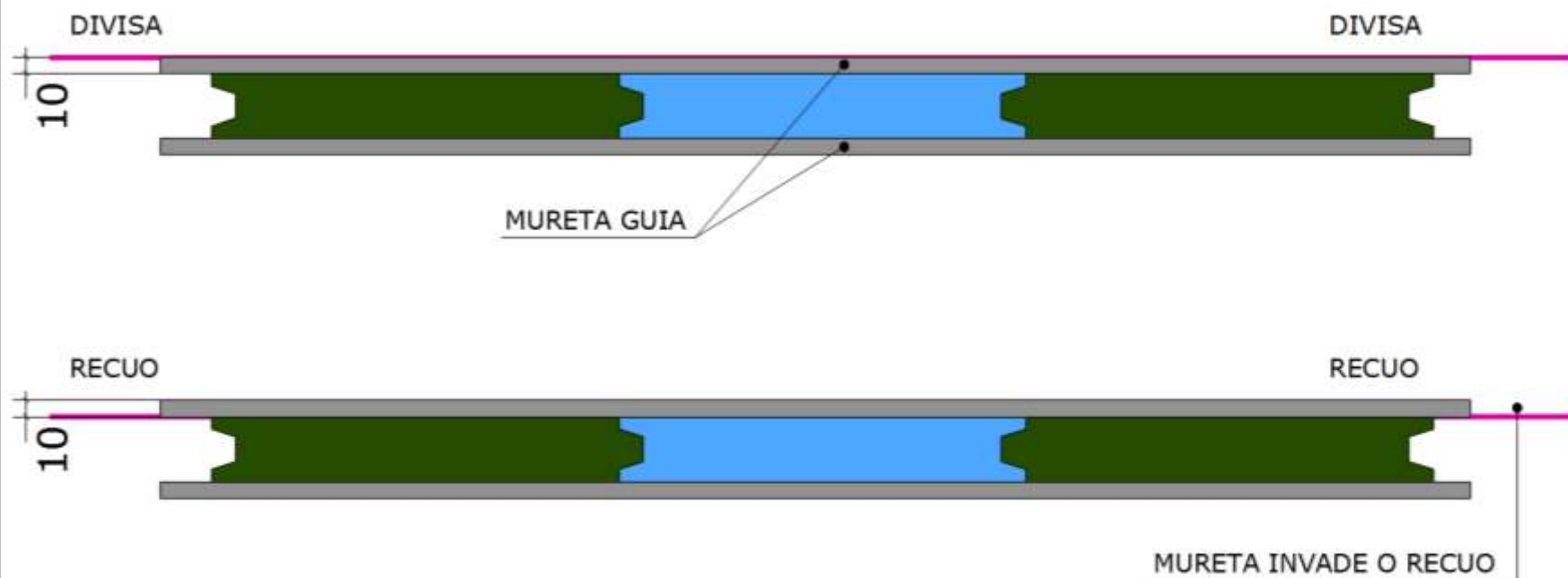
Diferenciais

- Execução com menor vibração e ruído
- Grande capacidade estrutural
- Menor interferência no nível freático externo
- Avanço em solos resistentes inclusive rocha

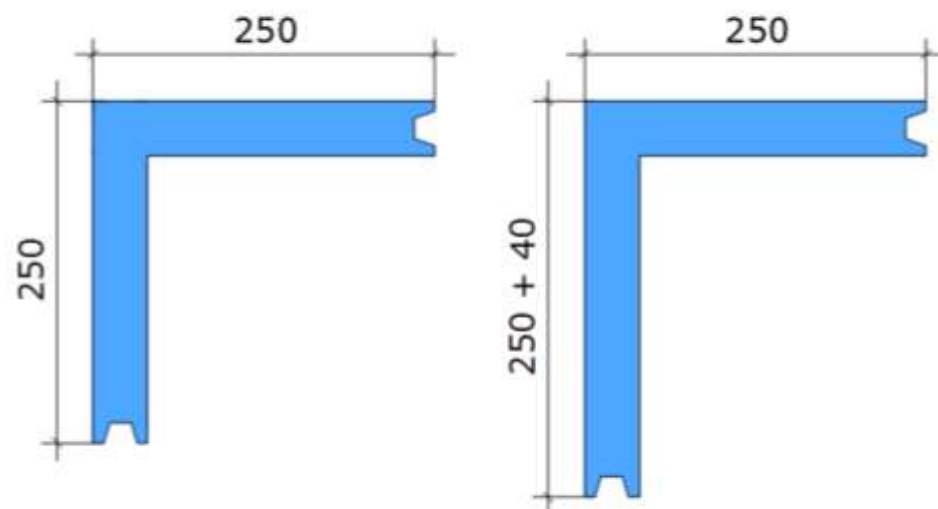
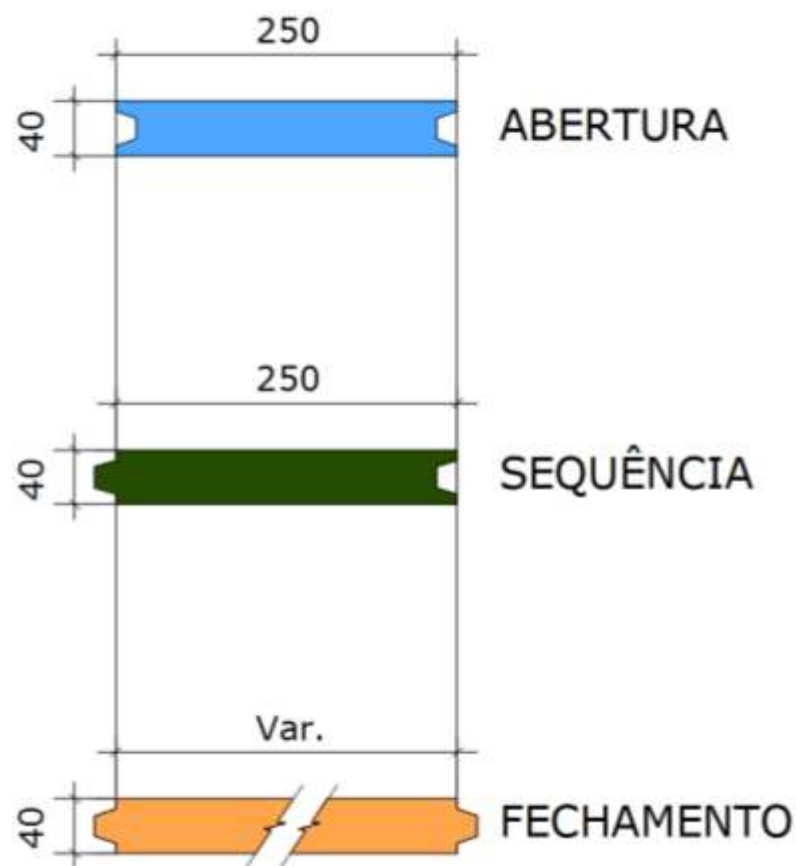
PAREDE DIAFRAGMA



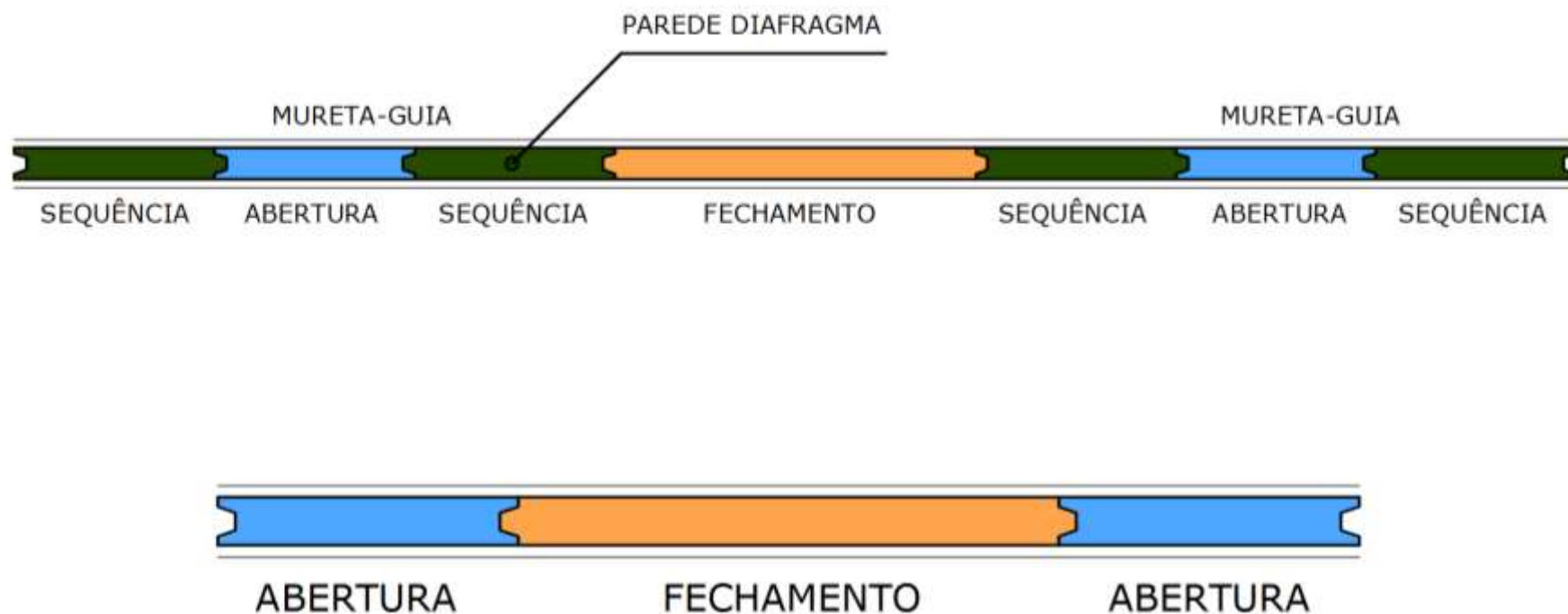
PAREDE DIAFRAGMA



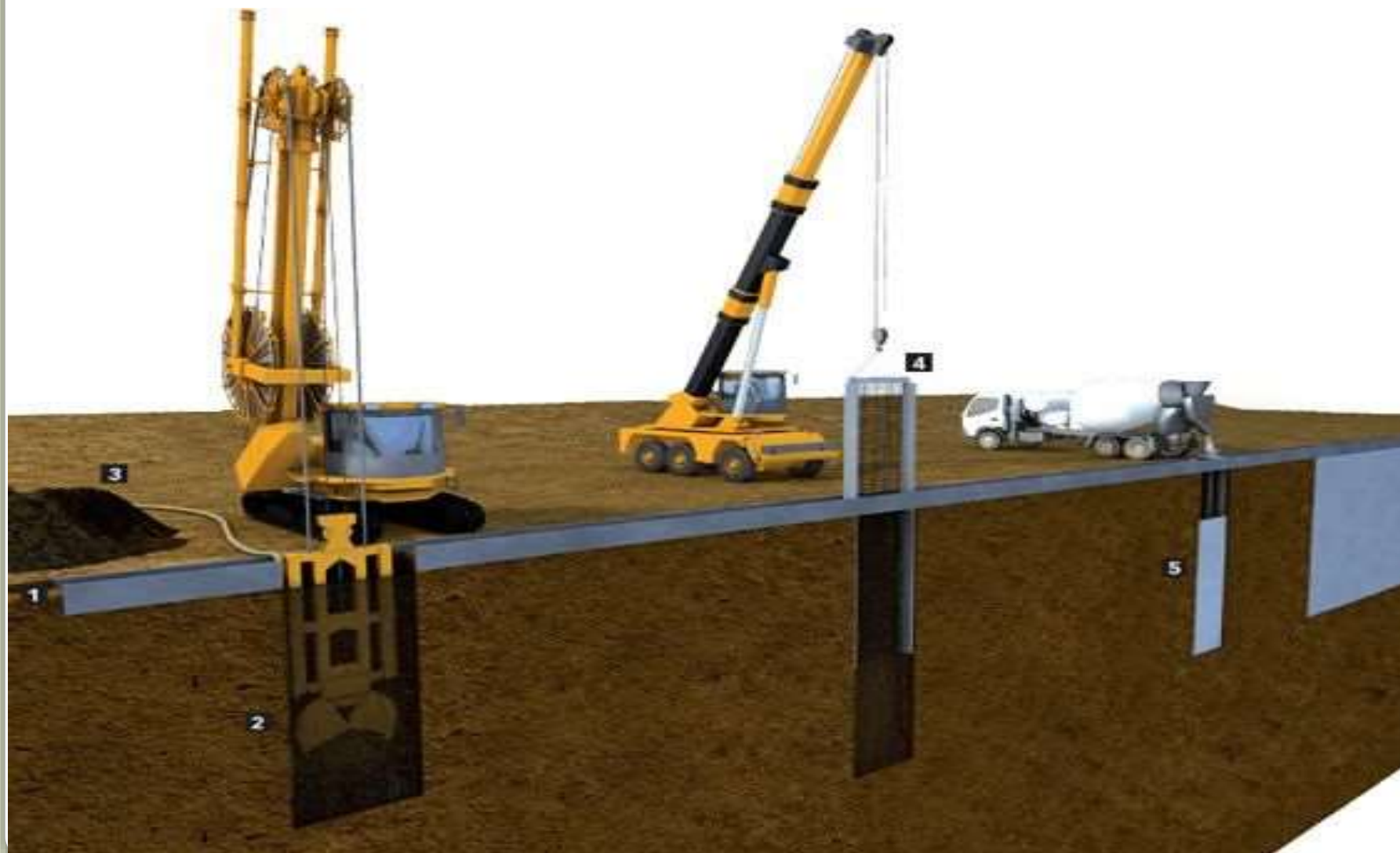
PAREDE DIAFRAGMA



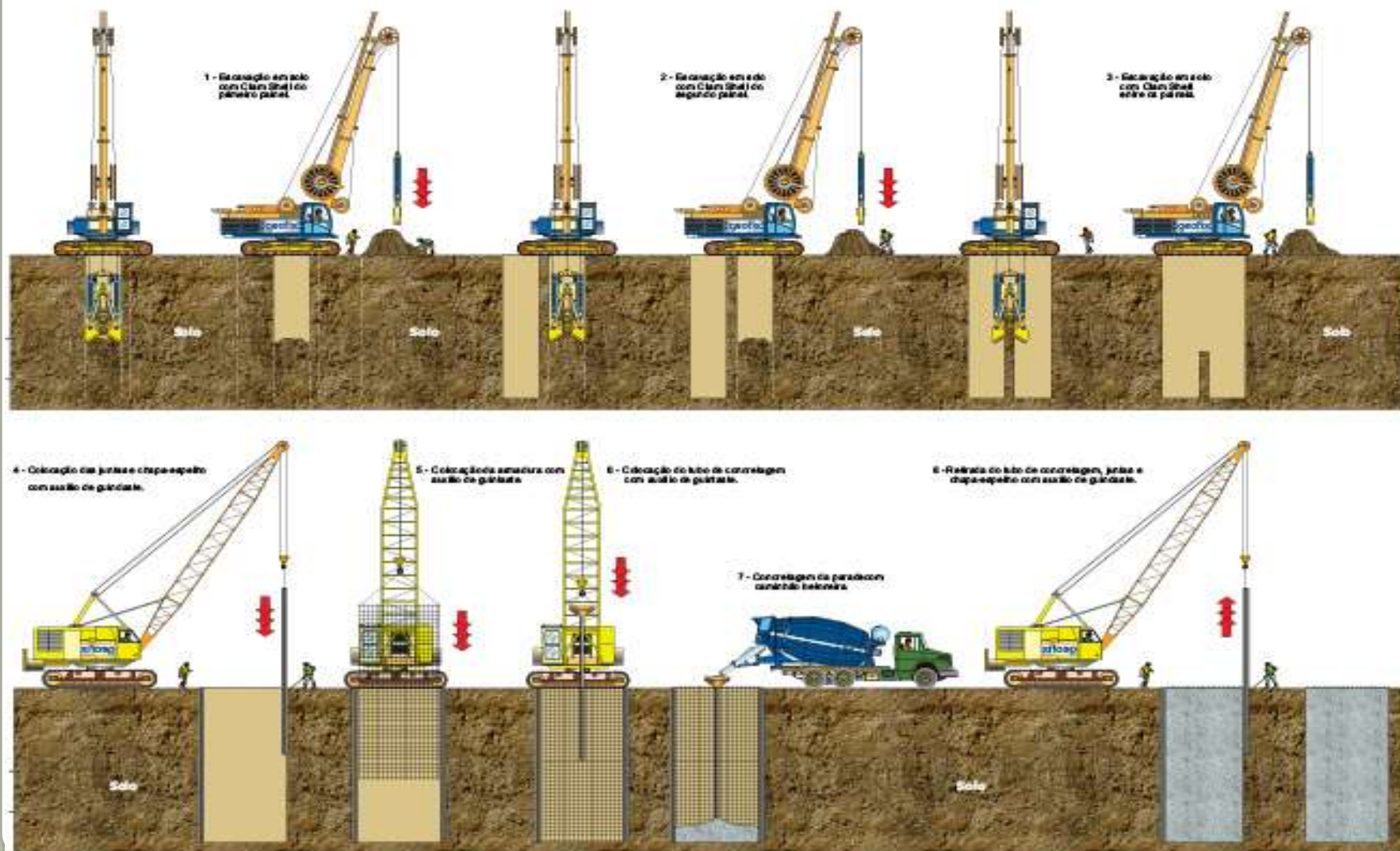
PAREDE DIAFRAGMA



PAREDE DIAFRAGMA Esquema executivo



PAREDE DIAFRAGMA



PAREDE DIAFRAGMA

Fluido Estabilizante

- LAMA BENTONÍTICA - Natural
- POLÍMERO - Sintético

PAREDE DIAFRAGMA

BENTONITA

Definição:

- Mistura de diversas argilas de grãos muito finos, em particular a Montmorilonita, alteração de rochas vulcânicas.
- Material tixotrópico: Comportamento fluido quando agitado e de se tornar um gel quando em repouso.

PAREDE DIAFRAGMA

BENTONITA

Funções:

- Suportar a face da escavação.
- Formar um selo para impedir a perda de lama no solo.
- Deixar em suspensão partículas sólidas do solo escavado, evitando que elas depositem no fundo.

PAREDE DIAFRAGMA

BENTONITA

Fatores estabilizantes:

- **Pressão hidrostática exercida pela lama.**
- Resistência ao cisalhamento do gel.
- Aumento da resistência ao cisalhamento do solo na região de penetração da lama.

PAREDE DIAFRAGMA

BENTONITA

Características de utilização:

- **Densidade:** 1,025g/cm³ a 1,100g/cm³
- **Viscosidade:** 30s a 90s (Funil de Marsh)
- **pH:** 7 a 11
- **Teor de Areia:** Até 3%

PAREDE DIAFRAGMA

POLÍMERO

Definição:

- Material sintético constituído geralmente por dois produtos, um sólido (pó) e outro líquido (emulsão).
- As moléculas de água são presas pelas longas cadeias do polímero, fazendo com que sua estrutura inche, proporcionando viscosidade a lama.

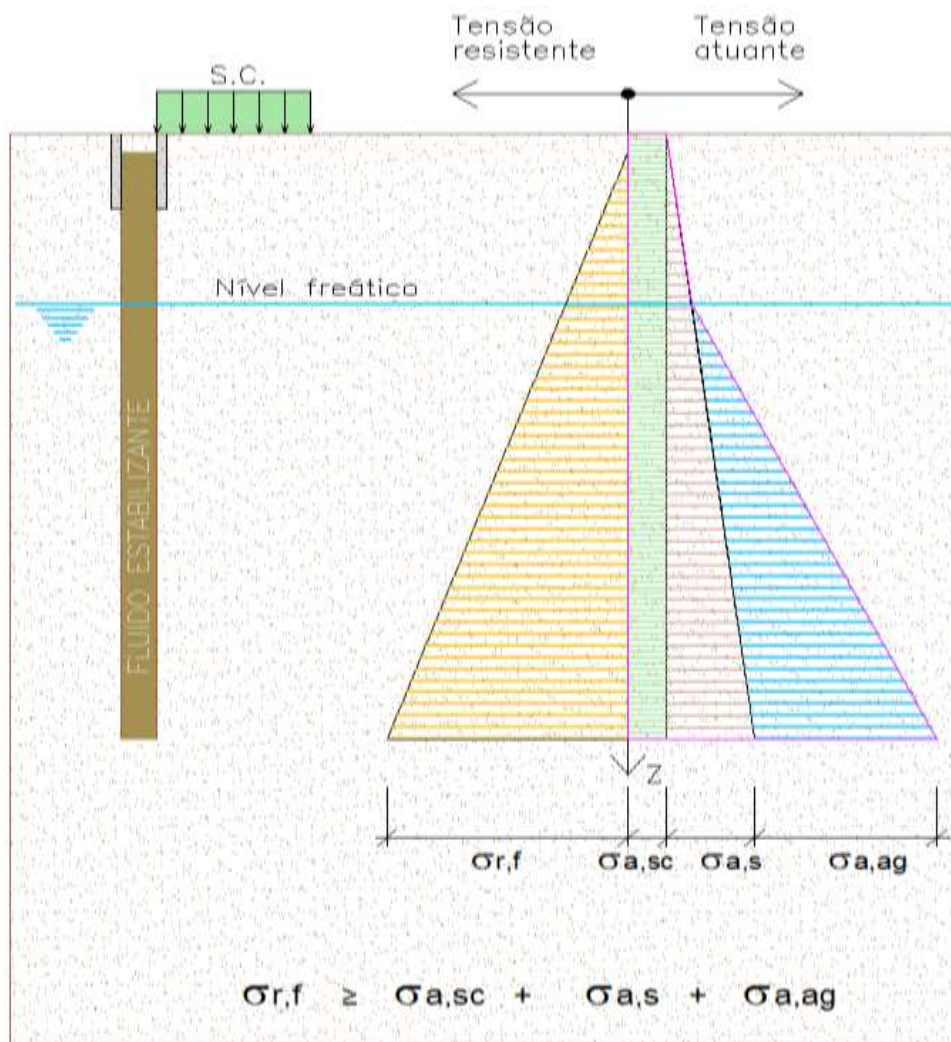
PAREDE DIAFRAGMA

POLÍMERO

Características de utilização:

- **Densidade:** 1,005g/cm³ a 1,050g/cm³
- **Viscosidade:** 35s a 120s
- **pH:** 8 a 12
- **Teor de Areia:** Até 3%

PAREDE DIAFRAGMA Pressão hidrost.



PAREDE DIAFRAGMA - Diafragmadora a Cabo



PAREDE DIAFRAGMA - Diafrag. Hidráulica



PAREDE DIAFRAGMA - Hidrofresa



PAREDE DIAFRAGMA - Conjunto Silos



PAREDE DIAFRAGMA - Desarenador



PAREDE DIAFRAGMA - Flocculador



PAREDE DIAFRAGMA - Tubo Junta



PAREDE DIAFRAGMA - Tremonha



PAREDE DIAFRAGMA - Mureta-Guia



PAREDE DIAFRAGMA - Perfuração



PAREDE DIAFRAGMA - Fluido Estabilizante



PAREDE DIAFRAGMA - Tubo Junta



PAREDE DIAFRAGMA - Chapa Espelho



PAREDE DIAFRAGMA - Armação



PAREDE DIAFRAGMA - Tremonha e Funil



PAREDE DIAFRAGMA - Concretagem



PAREDE DIAFRAGMA



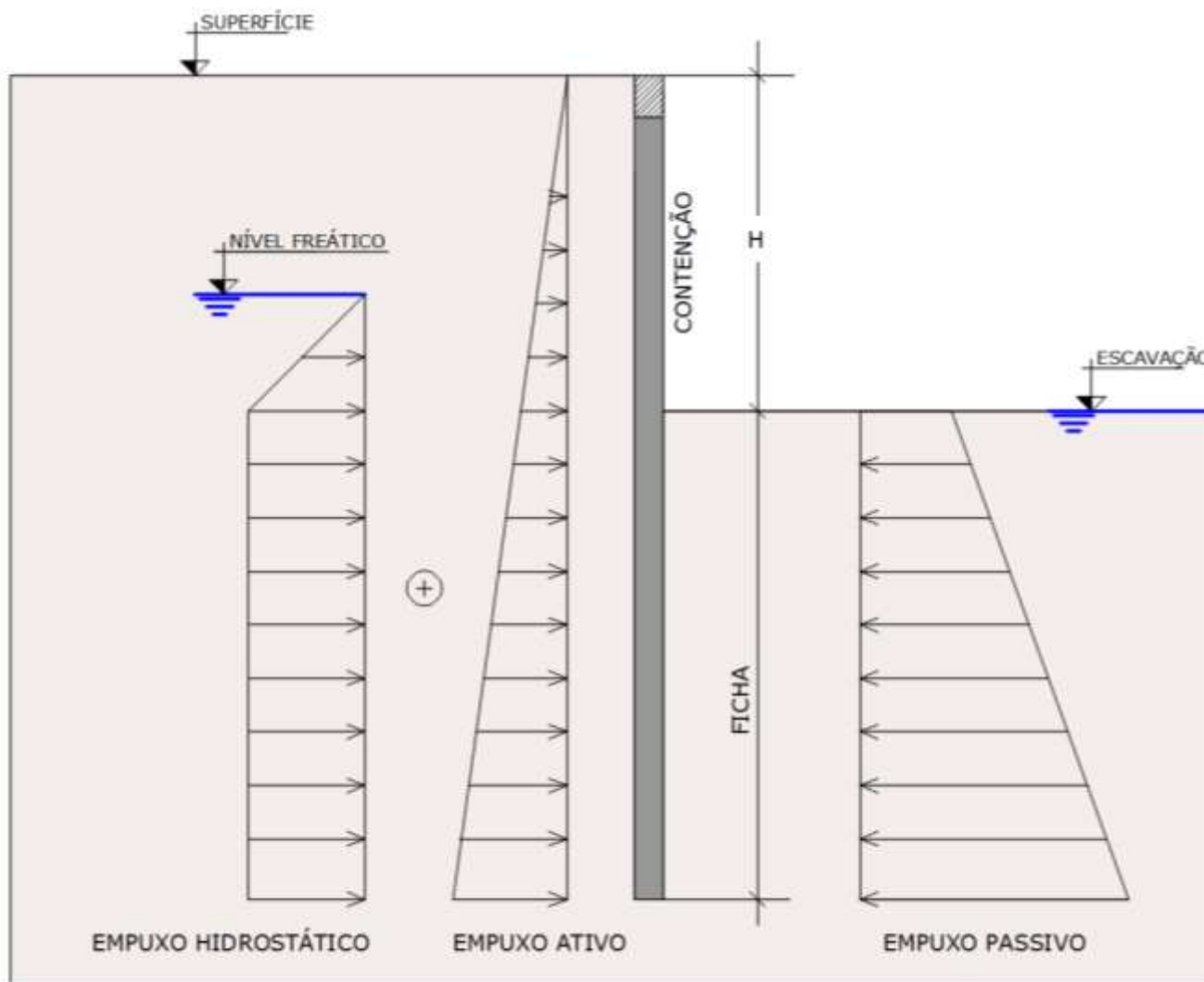
Vídeo

PAREDE DIAFRAGMA

Dimensionamento Geométrico e Estrutural

- a) Cargas da estrutura
- b) Empuxo de solo e hidrostático

PAREDE DIAFRAGMA



PAREDE DIAFRAGMA

Análises - Normas Brasileiras

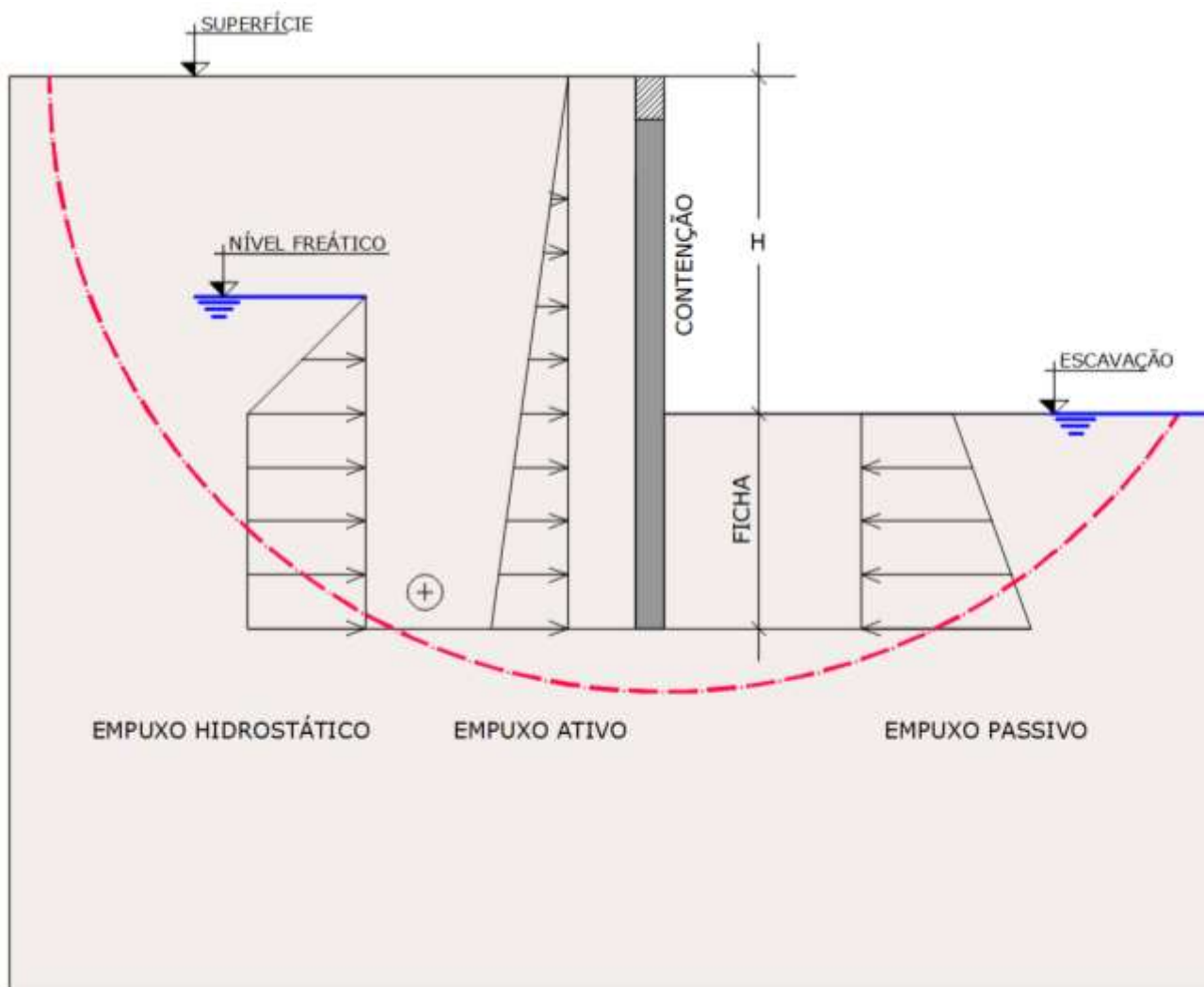
- a) Estados Limites Últimos - ELU
- b) Estados Limites de Serviço - ELS

PAREDE DIAFRAGMA

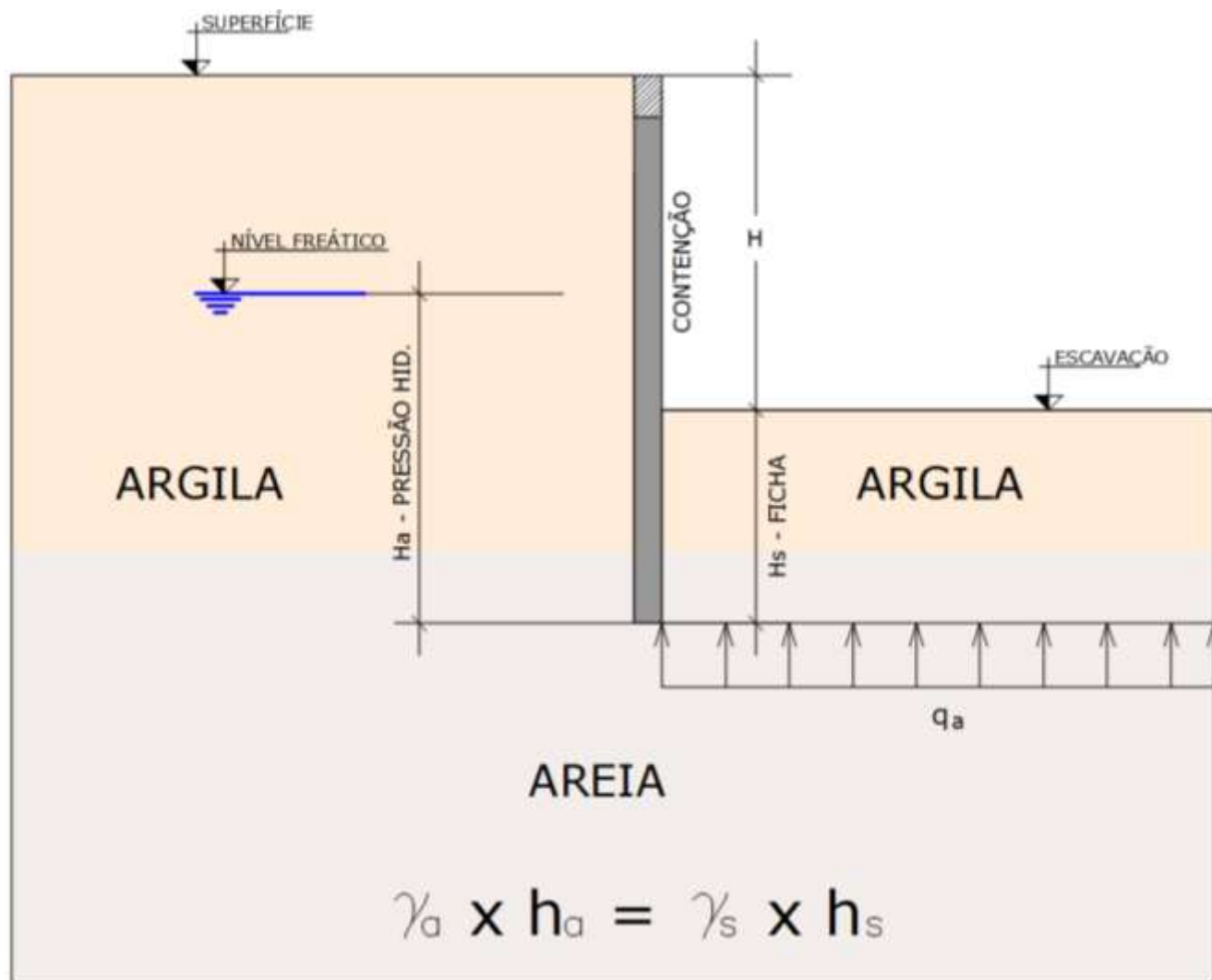
Estados Limites Últimos - ELU

- a) Estabilidade local
- b) Estabilidade global
- c) Ruptura hidráulica de fundo
- d) Ruptura de fundo
- e) Fundação
- f) Resistência estrutural

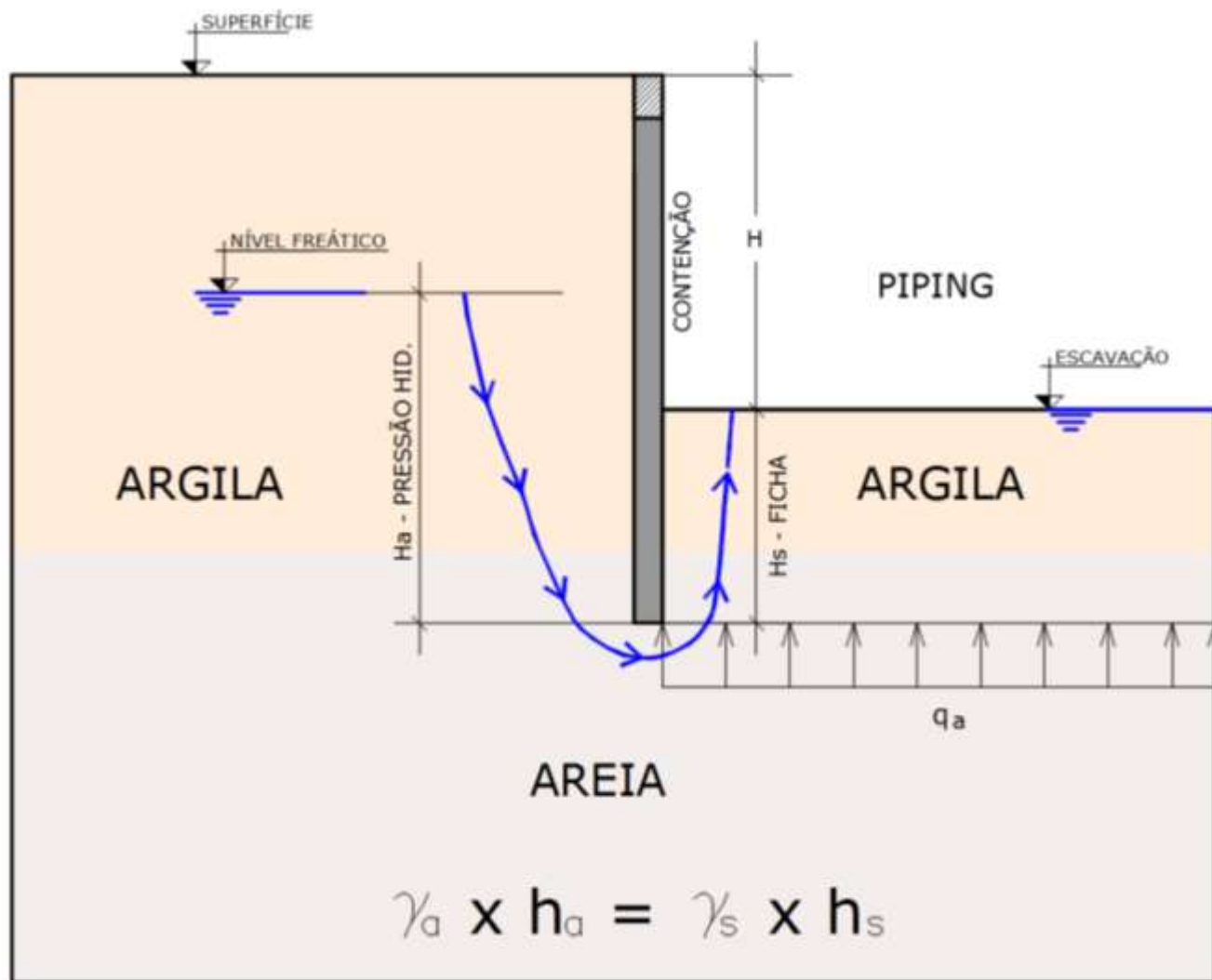
Estabilidade



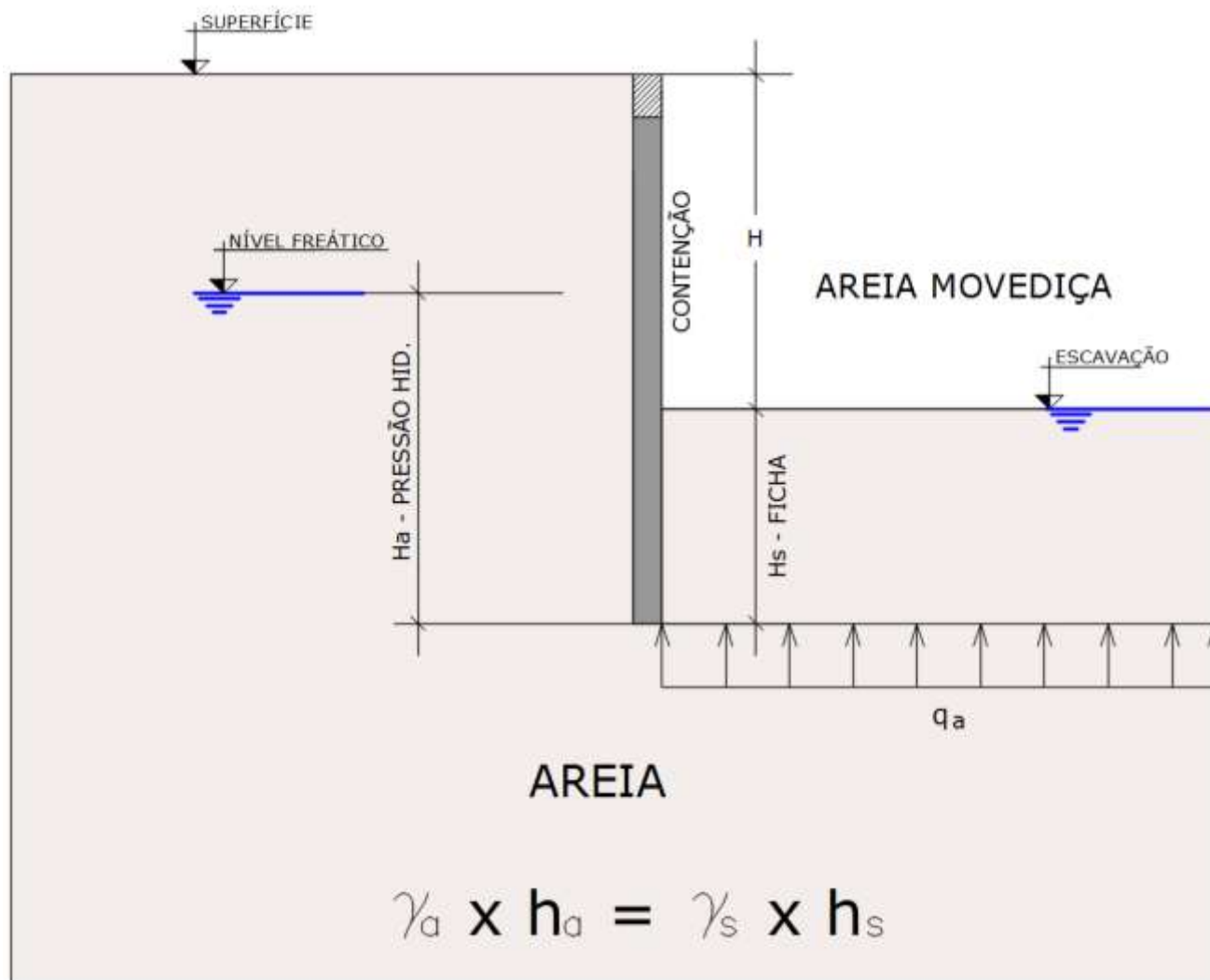
Ruptura hidráulica de fundo



Ruptura hidráulica de fundo



Ruptura hidráulica de fundo



PAREDE DIAFRAGMA

Estados Limites de Serviço - ELS

- a) Recalques no entorno
- b) Deslocamentos da contenção
- c) Limites para nível freático

PAREDE DIAFRAGMA

Cálculos

a) CONCEPÇÃO

b) ANÁLISE (Estados limites)



APLICAÇÃO DO CRITÉRIO DE SEGURANÇA

PAREDE DIAFRAGMA

Critérios de segurança

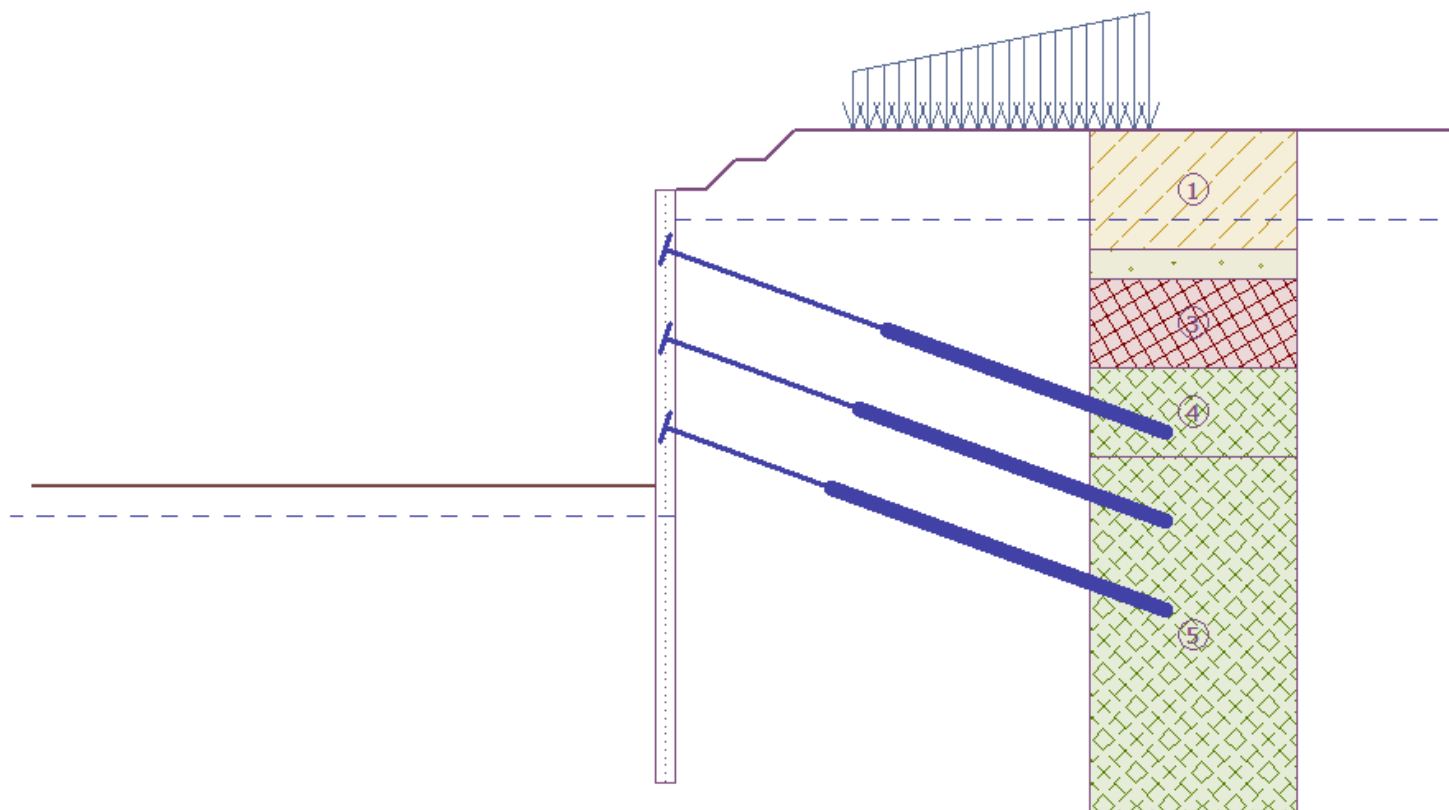
- a) Tensões admissíveis
- b) Equilíbrio limite
- c) Coeficientes de segurança parciais
- d) Métodos semiprobabilístico
- e) Métodos probabilístico

PAREDE DIAFRAGMA

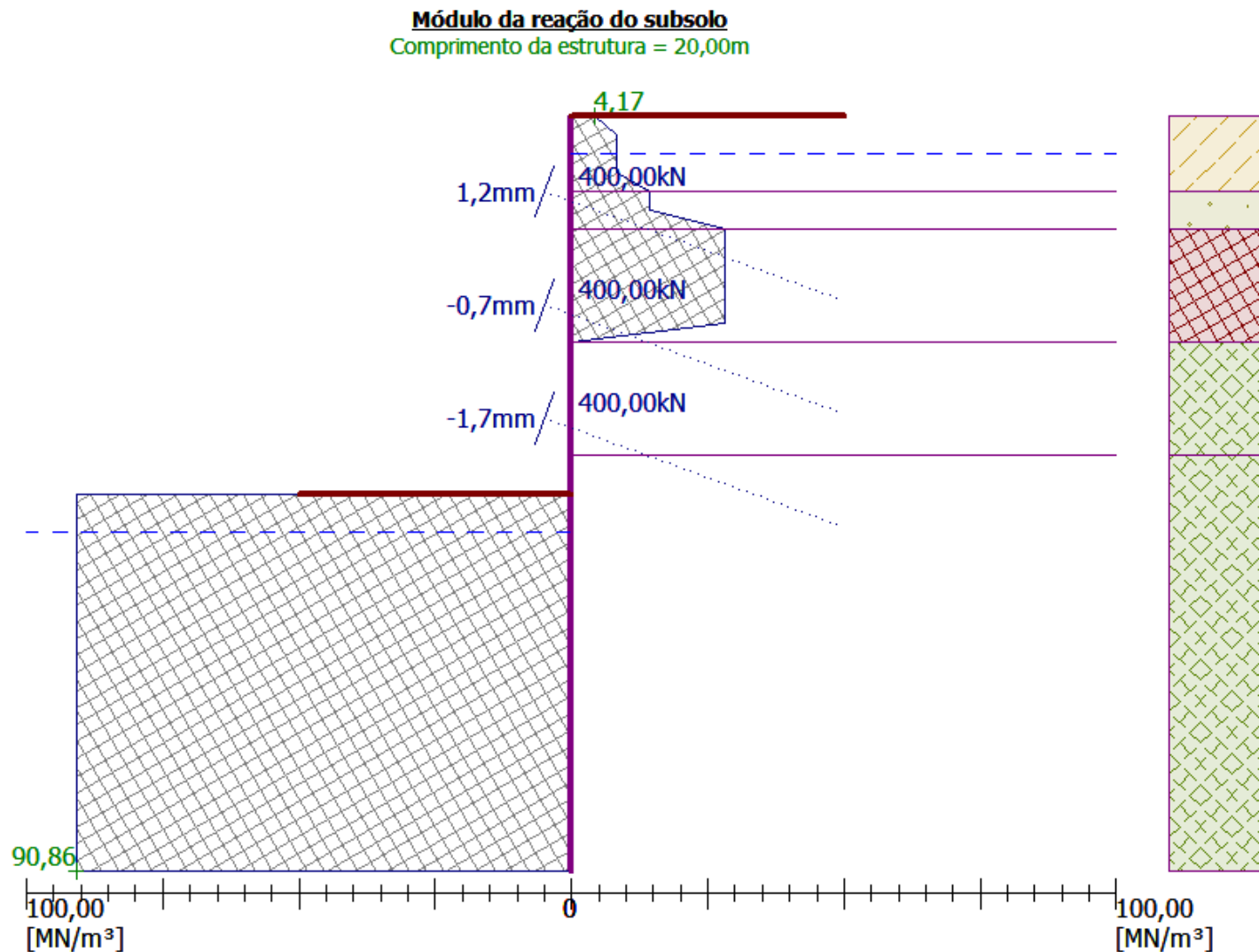
Modelos de Cálculos

- a) Analíticos (formulações teóricas e empíricas)
- b) Discretos (Ex.: Elem. Finitos)

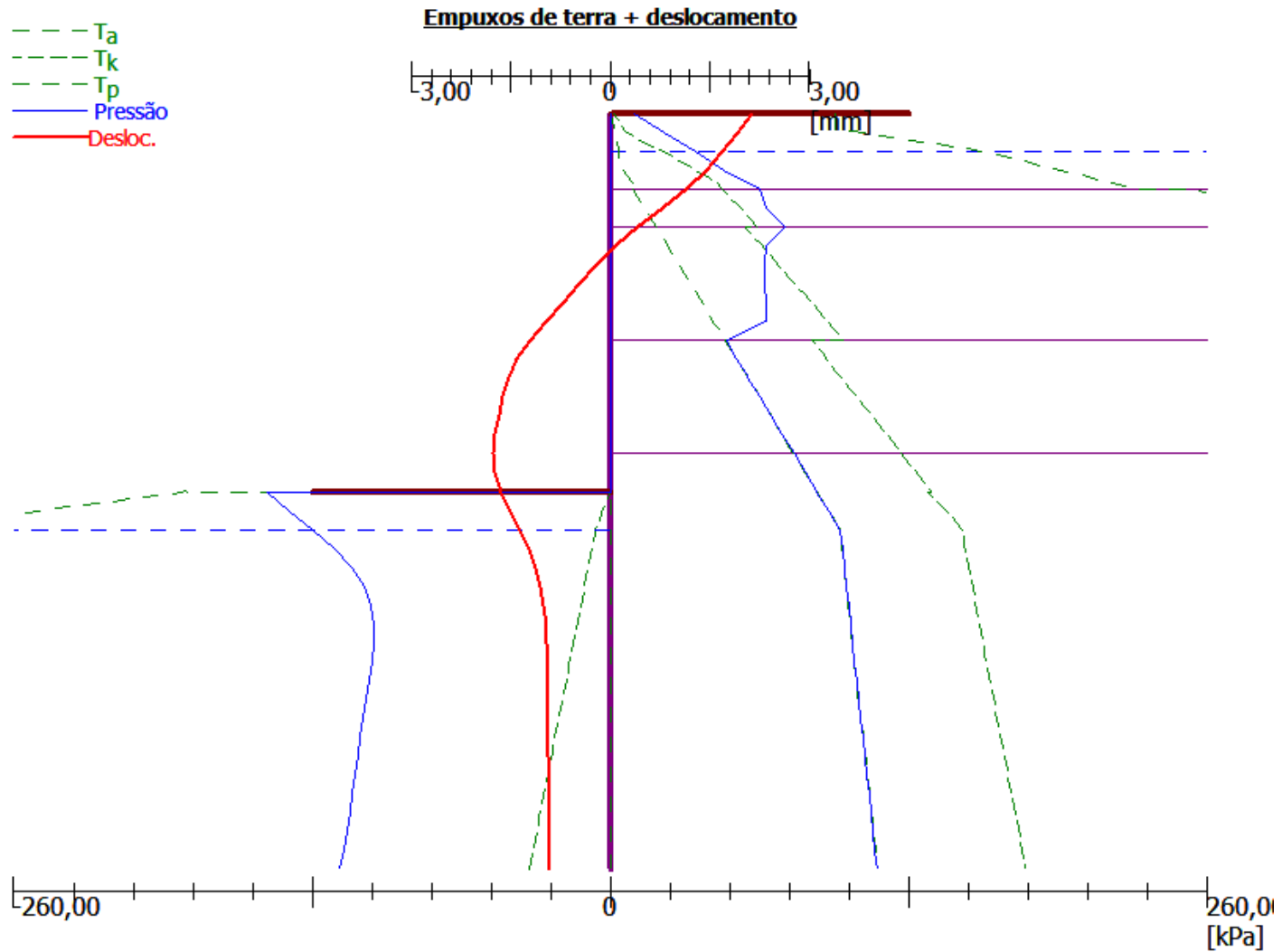
PAREDE DIAFRAGMA - SOFTWARE GEO5



PAREDE DIAFRAGMA - SOFTWARE GEO5

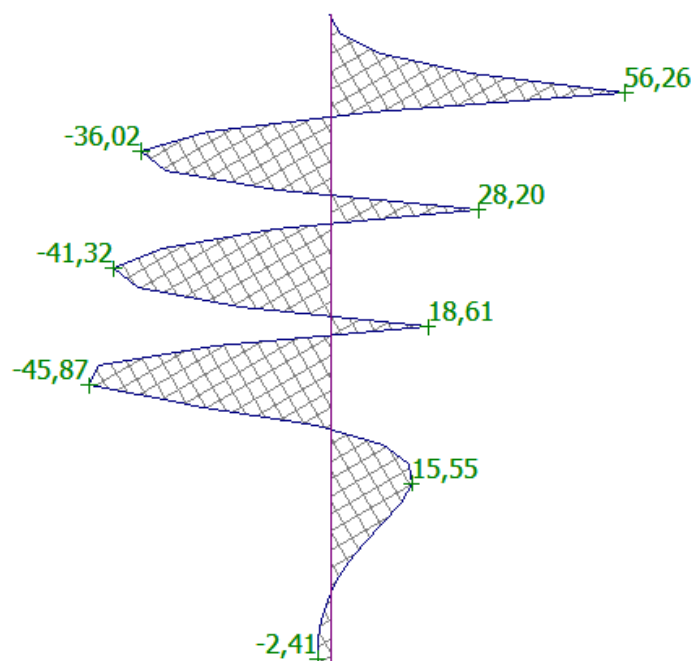


PAREDE DIAFRAGMA - SOFTWARE GEO5

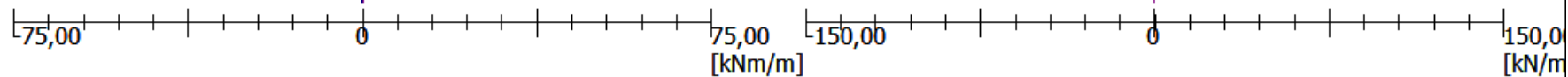
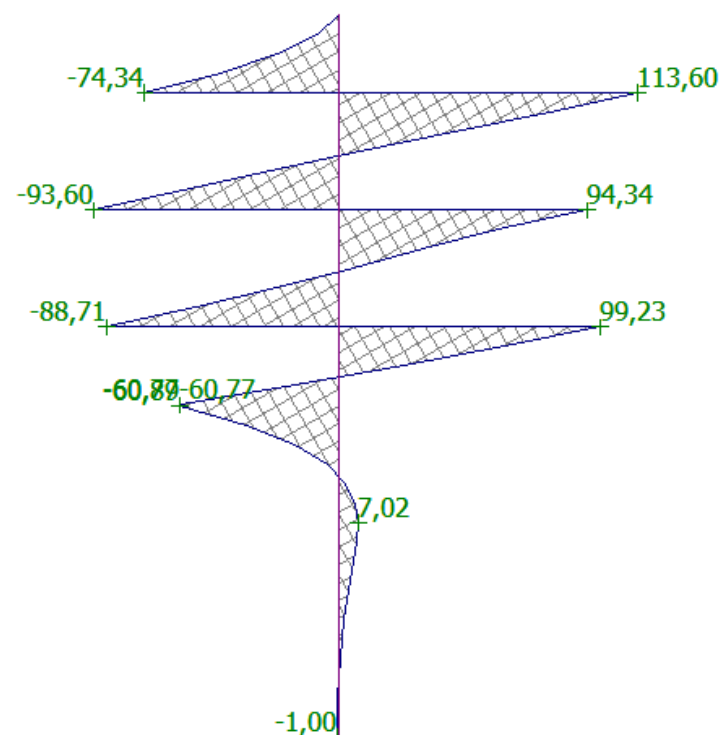


PAREDE DIAFRAGMA - SOFTWARE GEO5

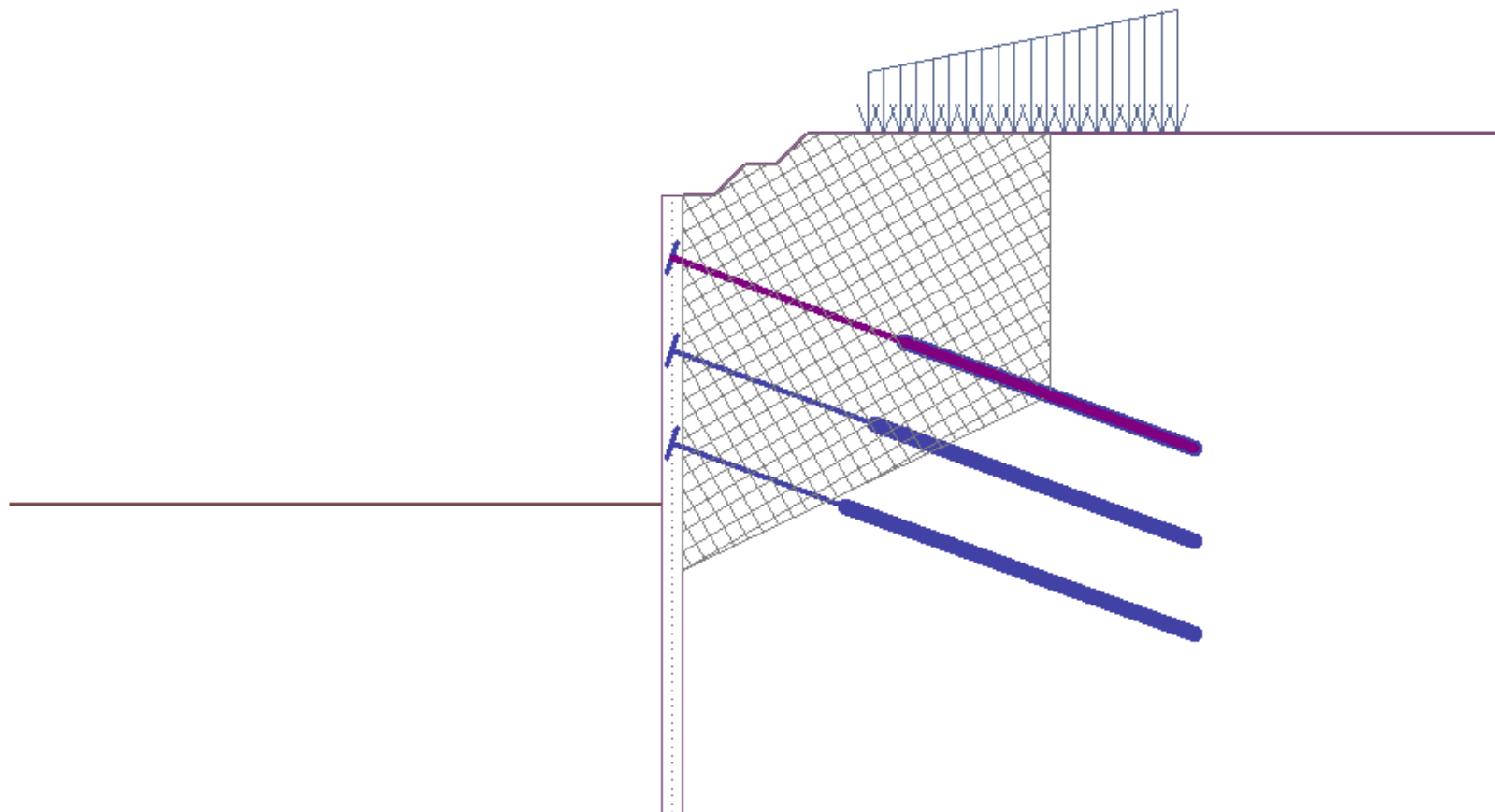
Momento fletor
Max. M = 56,26 kNm/m



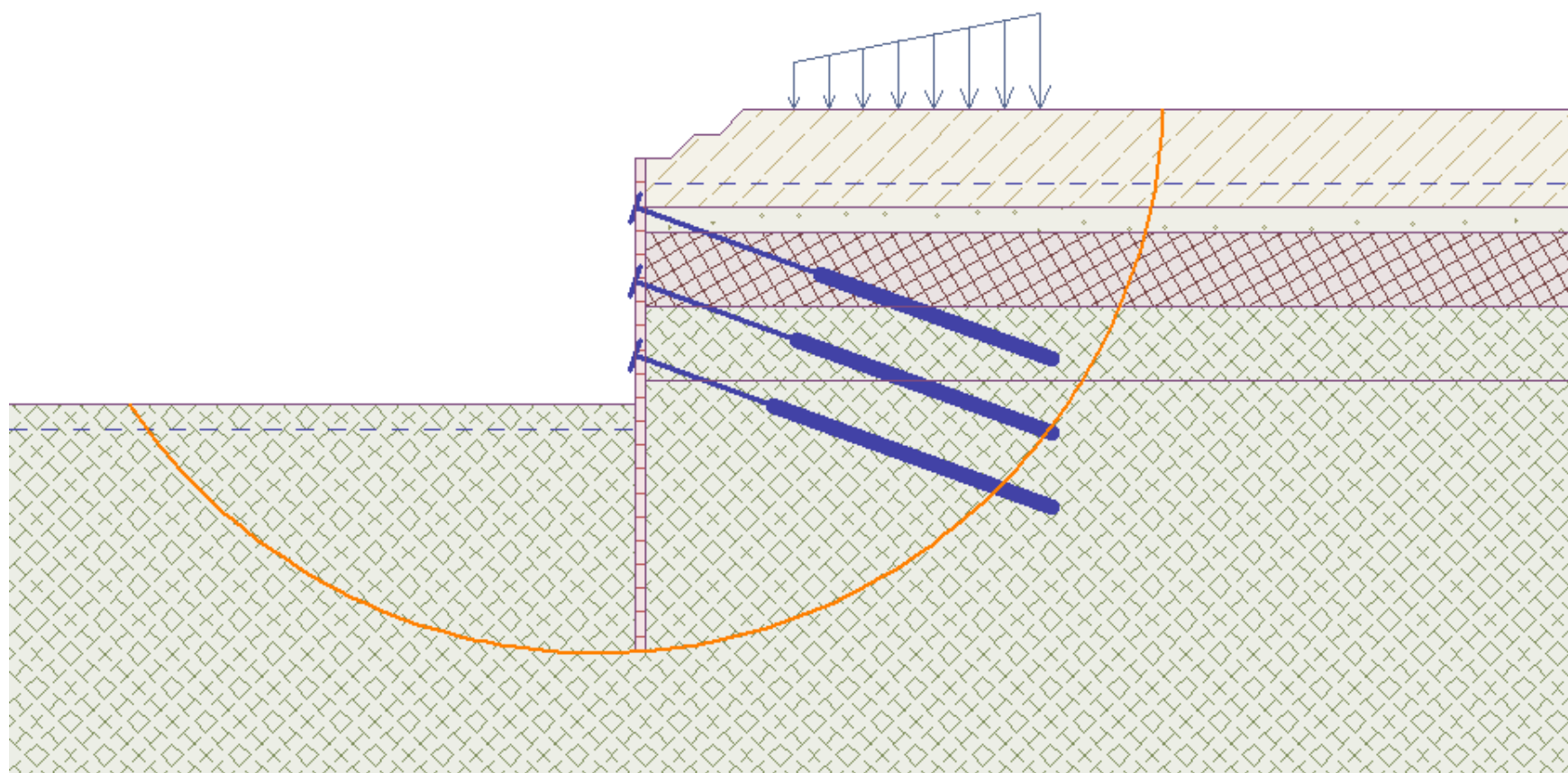
Força de cisalhamento
Max. Q = 113,60 kN/m



PAREDE DIAFRAGMA - SOFTWARE GEO5

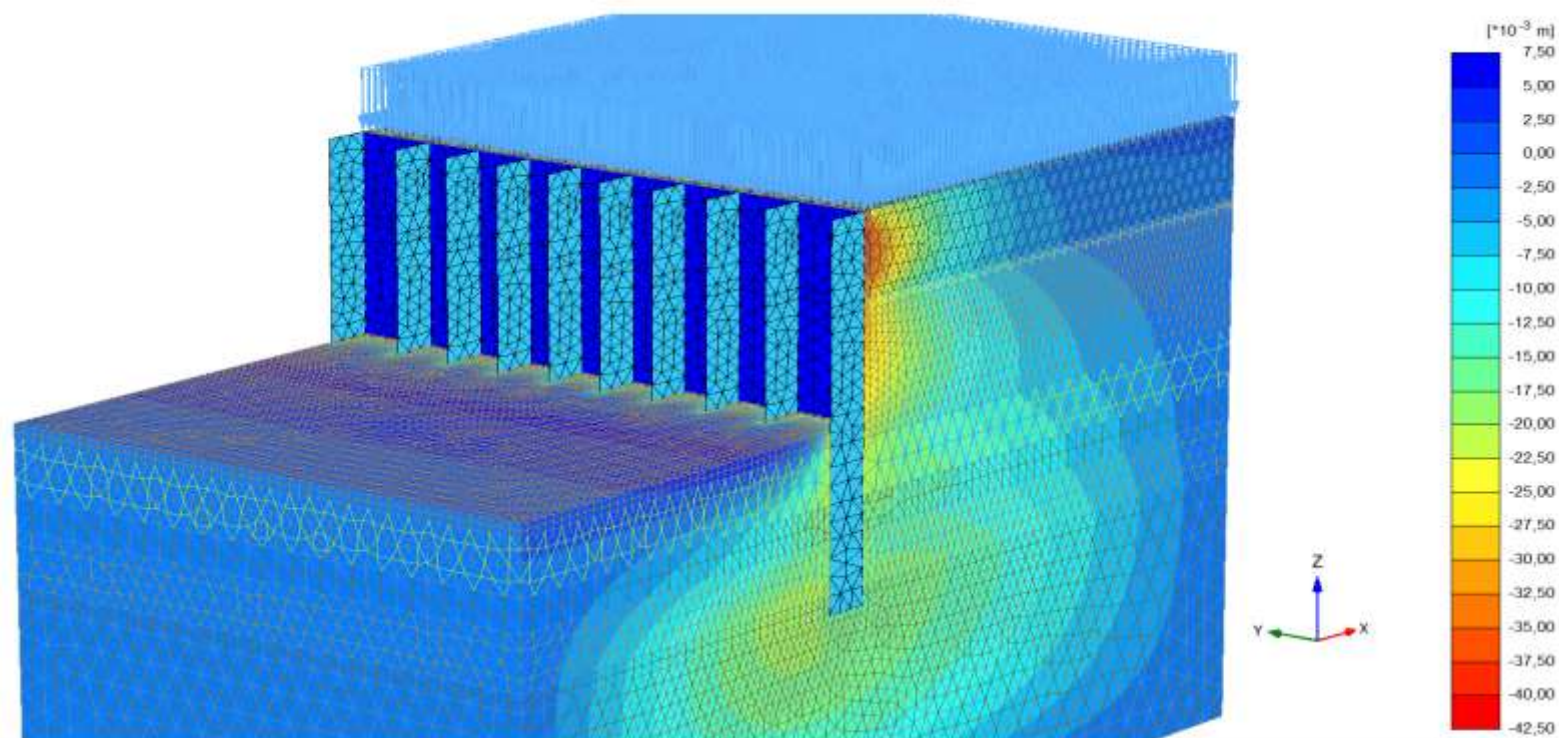


PAREDE DIAFRAGMA - SOFTWARE GEO5



PAREDE DIAFRAGMA - SOFTWARE PLAXIS

Output Version 2012.2.8698.7564



Total displacements u_x

Maximum value = $5,184 \cdot 10^{-3}$ m (Element 136375 at Node 127217)

Minimum value = $-0,04175$ m (Element 109 at Node 623)

CONSULTRIX

Project description

VIOL - CCDI

Date

17/08/2013

Project Name

VIOL - CCDI

Step

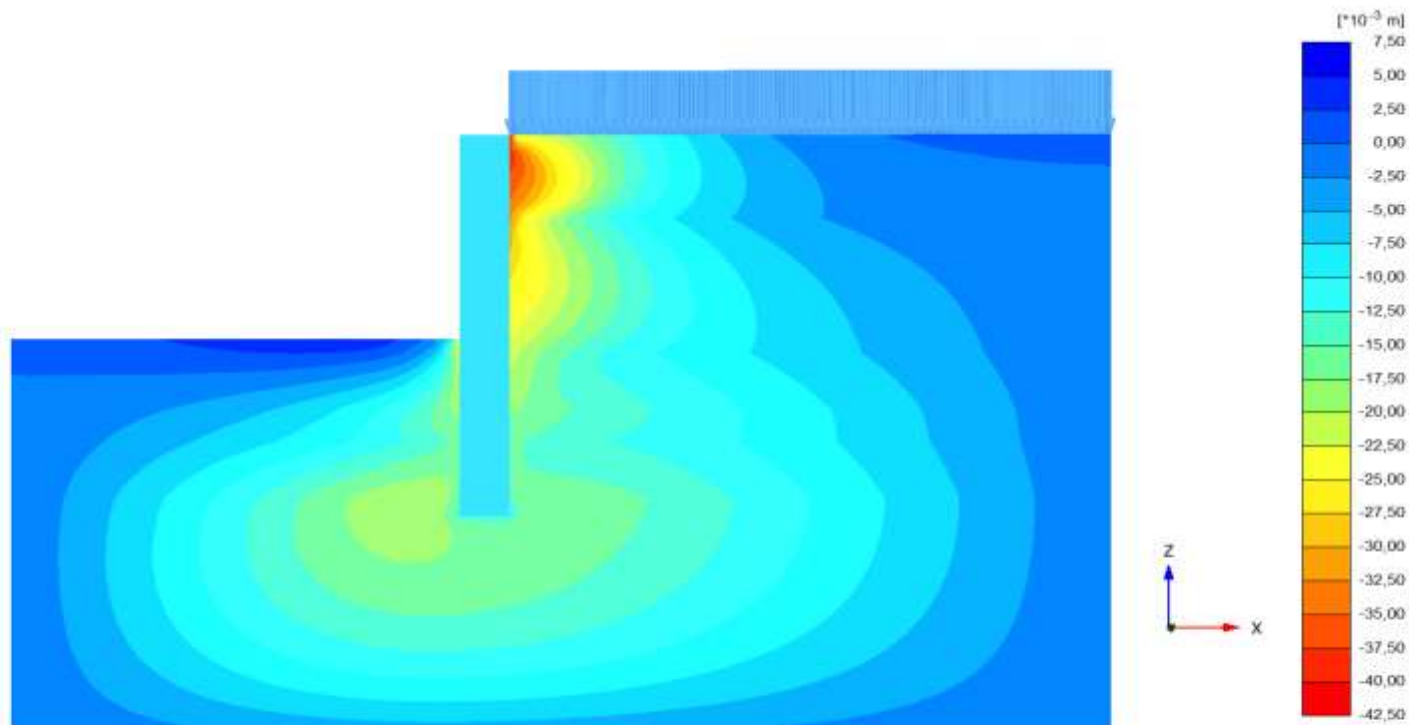
7

User name

Consultrix

PAREDE DIAFRAGMA - SOFTWARE PLAXIS

Output Version 2012.2.8698.7564



Total displacements u_x

Maximum value = $5,184 \cdot 10^{-3}$ m (Element 136375 at Node 127217)

Minimum value = $-0,04175$ m (Element 109 at Node 623)

PLAXIS

Project description
VIOL - CCDI2

Date
17/08/2013

Project filename
VIOL - CCDI

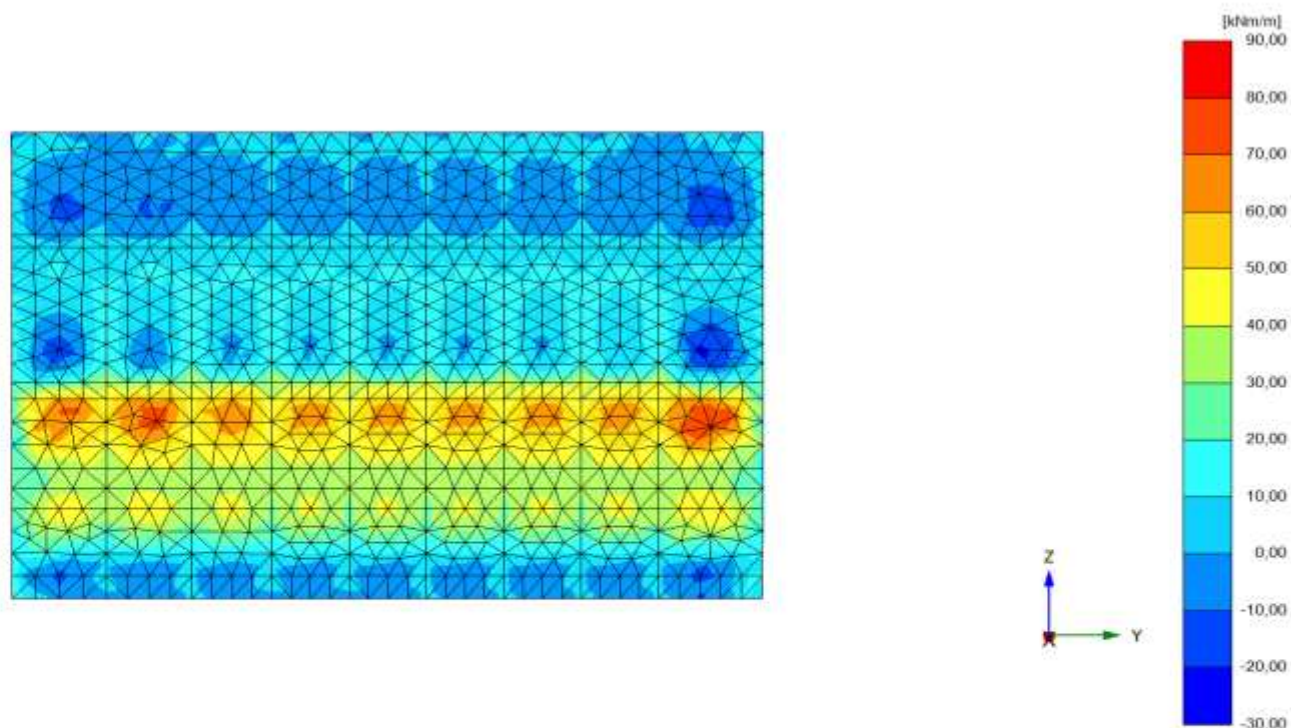
Step
7

User name
Consultrix

C:\Consultrix\Projetos\Viol\MOL - CCDI\PI3DAT1

PAREDE DIAFRAGMA - SOFTWARE PLAXIS

Output Version 2012.2.8698.7564



Bending moments M_{22}

Maximum value = 80,13 kNm/m (Element 1923 at Node 74276)

Minimum value = -22,66 kNm/m (Element 889 at Node 29190)

CONSULTRIX

Project description
VIOL - CCDI

Date
17/08/2013

Project filename
VIOL - CCDI

Step
7

User name
Consultrix

C:\Consultrix\Projetos\Viol\VIOL - CCDI\P30AT1

PAREDE DIAFRAGMA - Exemplo de obra



PAREDE DIAFRAGMA - Exemplo de obra



PAREDE DIAFRAGMA - Exemplo de obra



III. PERFIL METÁLICO

Conceitos Básicos

PERFIL METÁLICO

Definição

Solução de contenção através da instalação de perfis metálicos no solo, possibilitando escavação do terreno e execução do paramento.

PERFIL METÁLICO

Aplicação

- Contenção acima do lençol freático e ou em solos que por um efeito de arqueamento ou devido à sua coesão permanecerá estável, pelo menos temporariamente de modo a permitir a escavação do terreno entre perfis, para instalação do prancheamento.
- A contenção pode ter a função também de fundação.

PERFIL METÁLICO

Instalação no solo

- CRAVAÇÃO
- IMPLANTAÇÃO

PERFIL METÁLICO

Diferenciais

- Acesso: Espaço menor em área e altura
- Menor espessura de contenção
- Custo

PERFIL METÁLICO - Bate-Estacas Queda Livre



PERFIL METÁLICO -Bate-Estacas Queda Livre



PERFIL METÁLICO -Bate-Estacas Queda Livre



Vídeo

PERFIL METÁLICO - Martelo Hidráulico



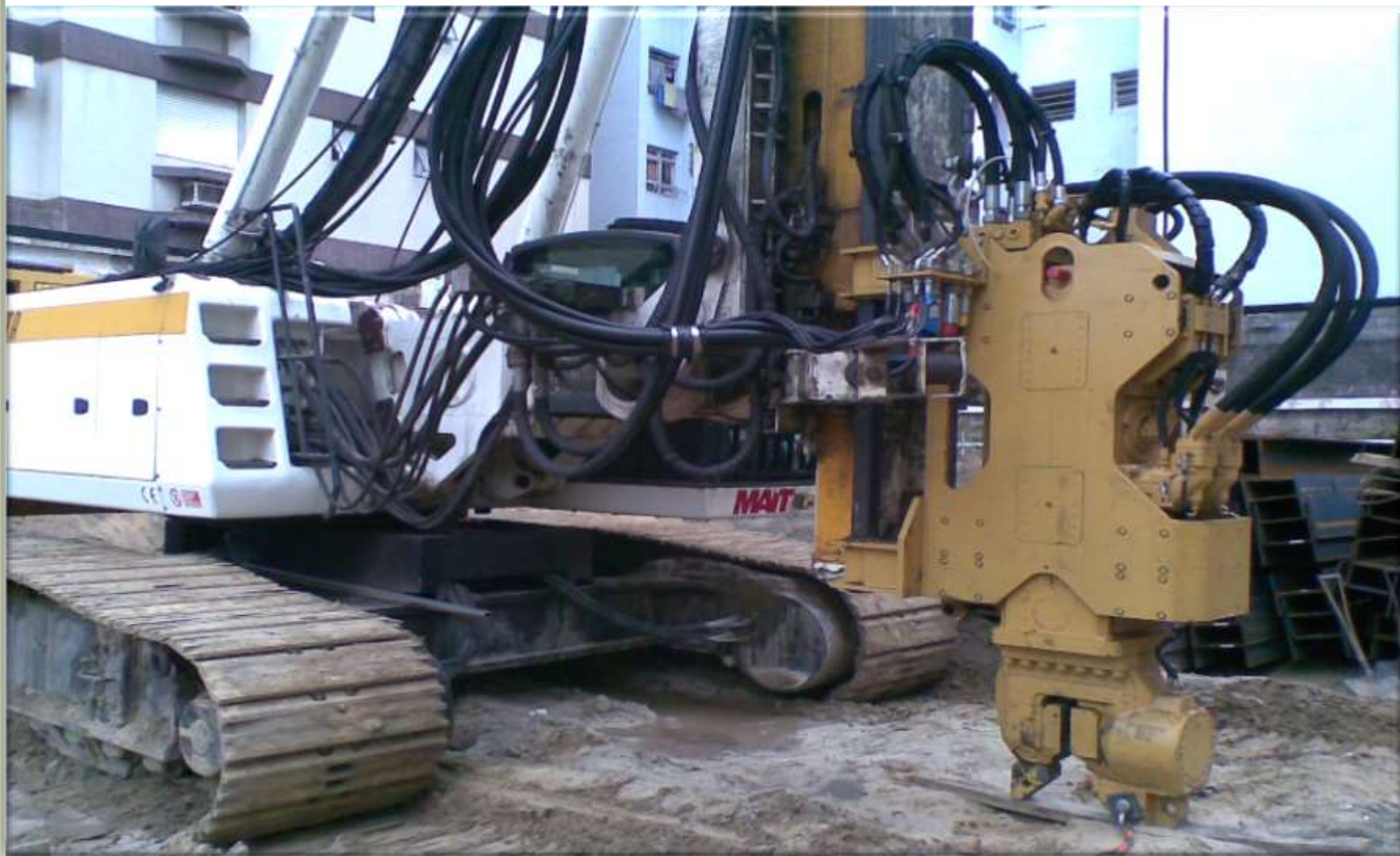
PERFIL METÁLICO - Martelo Hidráulico



PERFIL METÁLICO - Martelo Hidráulico



PERFIL METÁLICO - Martelo Vibratório



PERFIL METÁLICO - Martelo Vibratório



Vídeo

PERFIL METÁLICO - Martelo Vibratório



Vídeo



PERFIL METÁLICO - Cravação de Perfis



PERFIL METÁLICO - Escavação da Obra



PERFIL METÁLICO - Escavação entre Perfis



PERFIL METÁLICO - Detalhe de Canto



PERFIL METÁLICO - Sequência Executiva

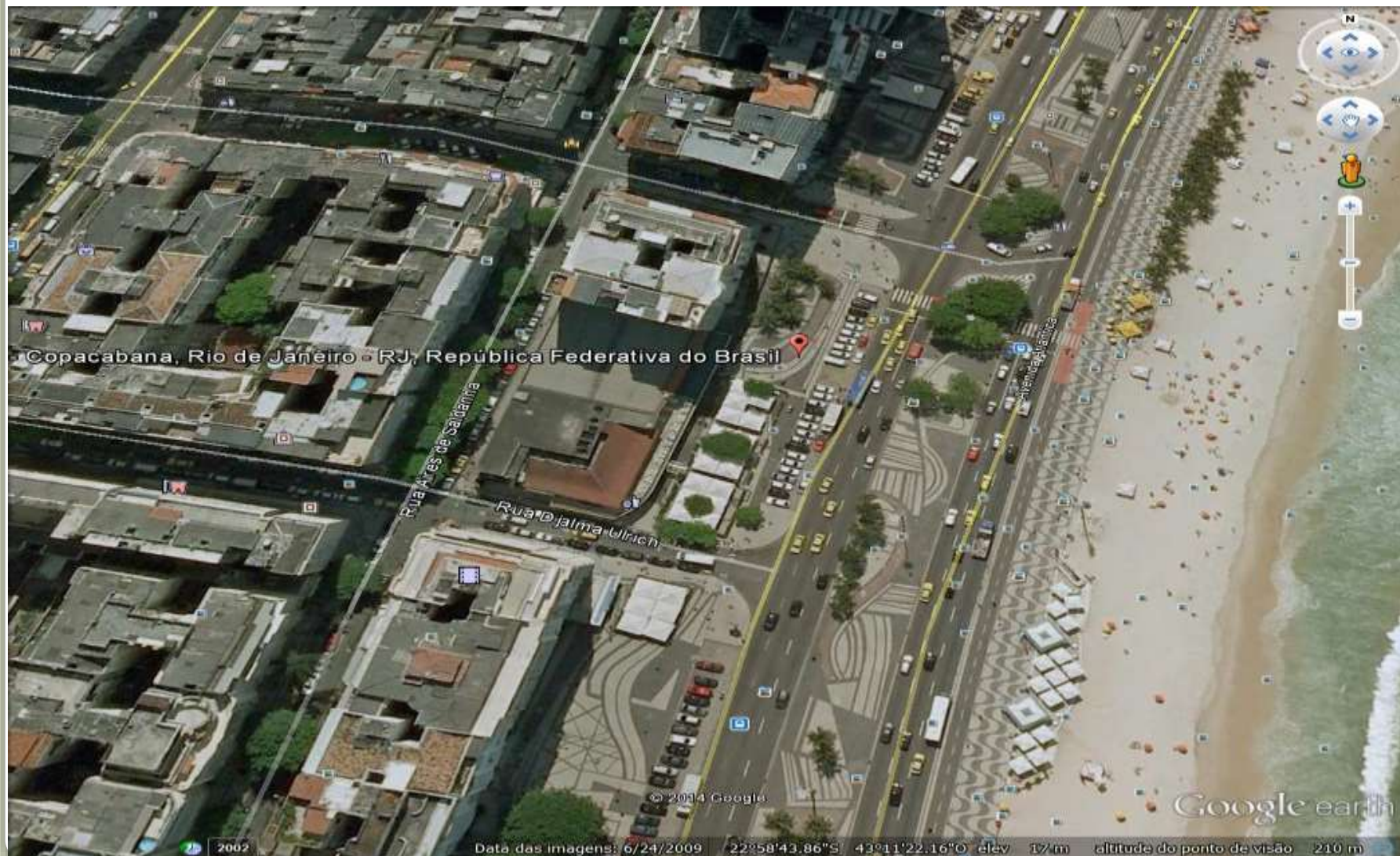


IV. CASO DE OBRA

MIS – Copacabana / RJ

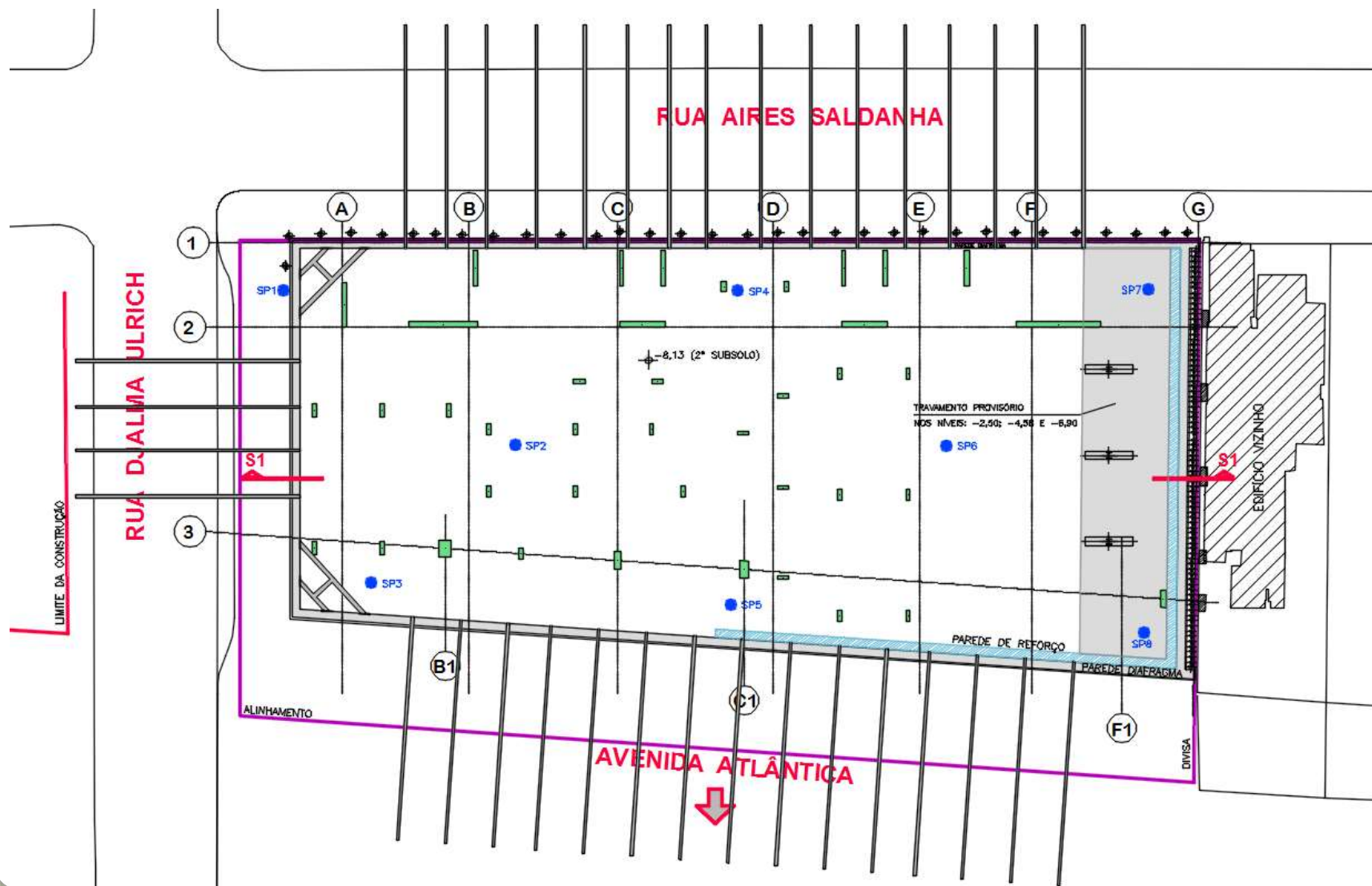


MIS – Copacabana / RJ

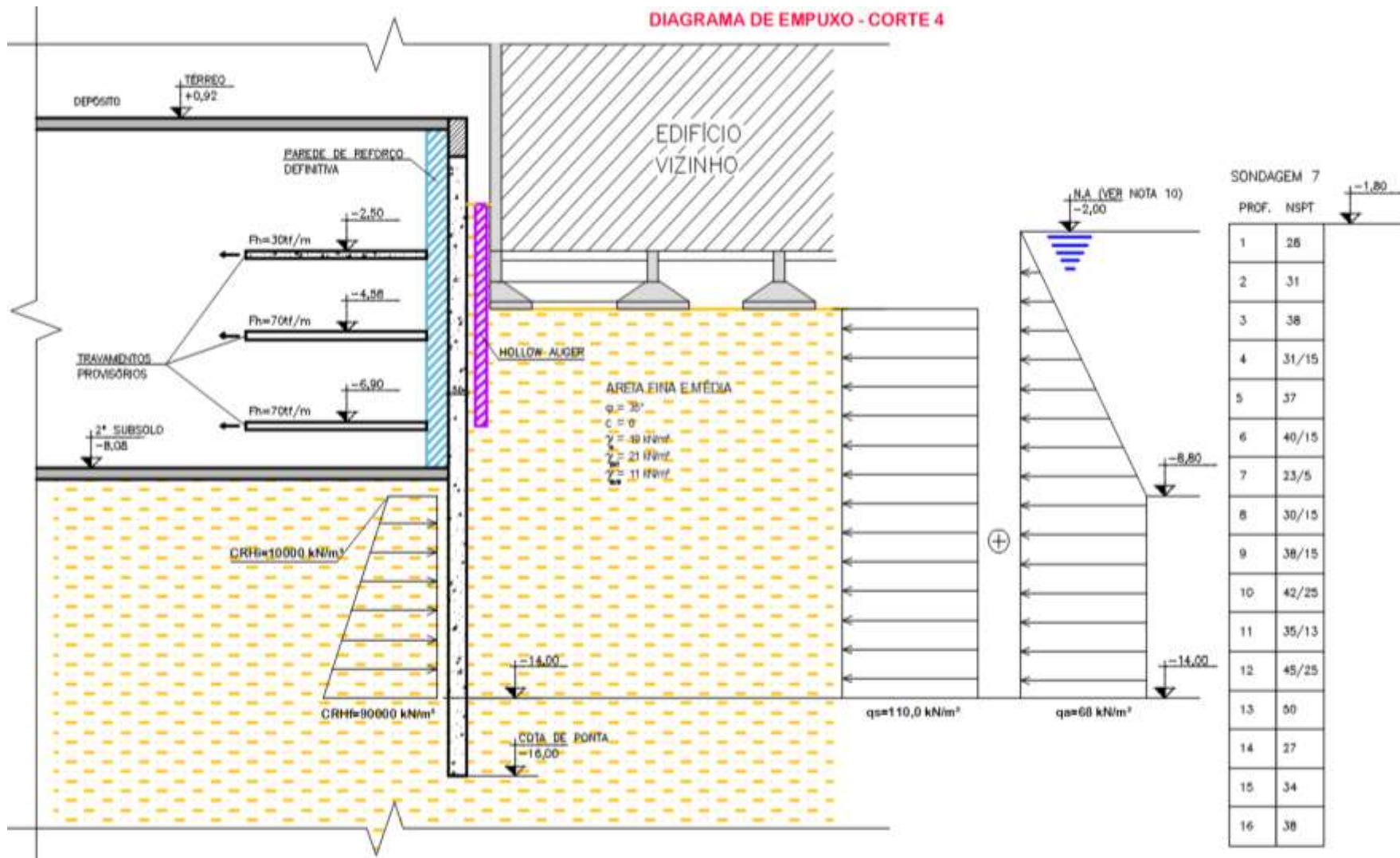


MIS – RJ

Planta Tirantes



MIS - RJ



MIS – RJ



06/09/2012 02:42 PM

MIS – RJ



19/10/2012 09:08 AM

MIS – RJ



MIS – RJ



09/11/2012 03:39 PM

MIS – RJ



MIS - RJ



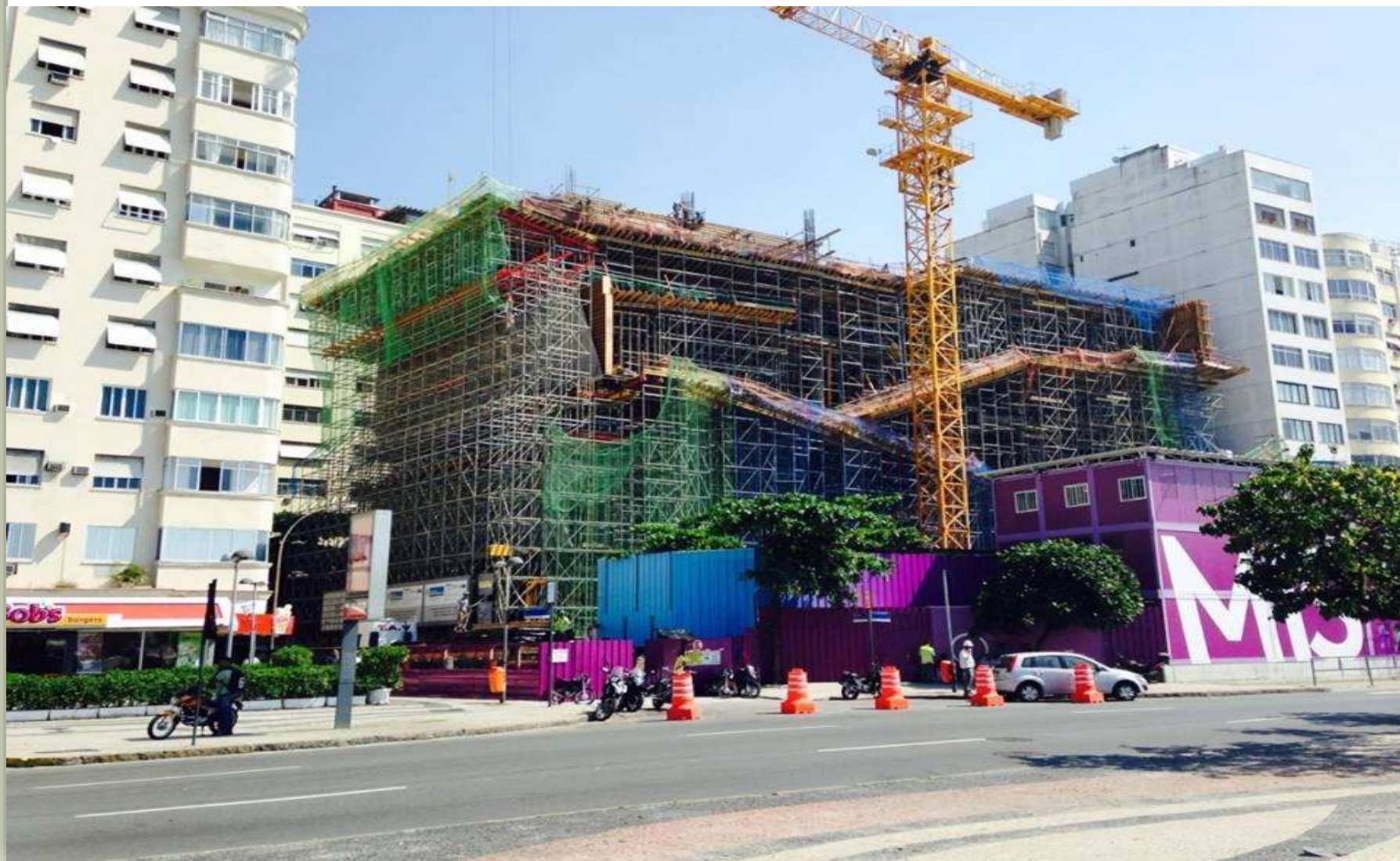
04/12/2012 07:10 PM

MIS – RJ



20/12/2012 11:24 AM

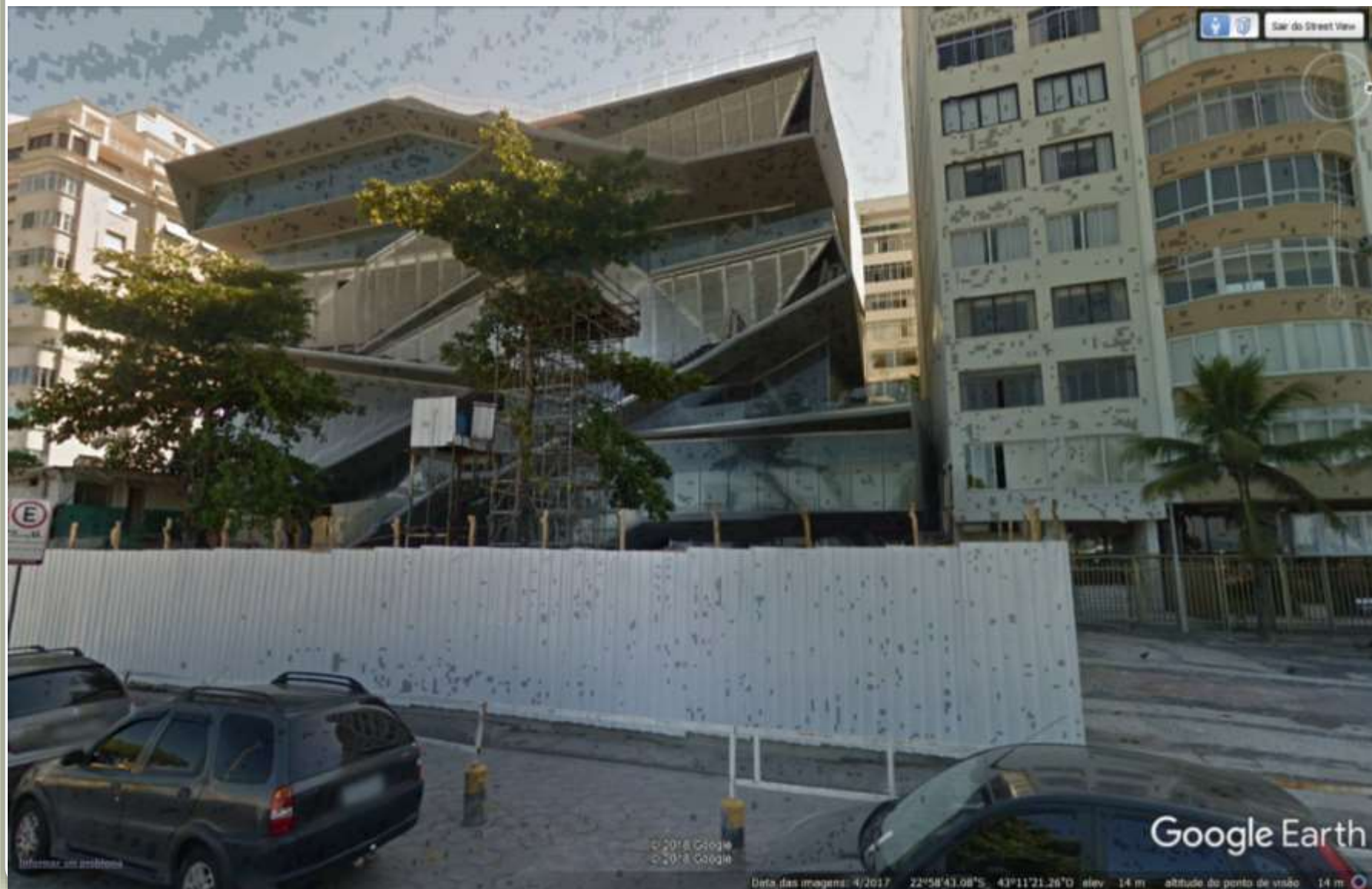
MIS – RJ



MIS – RJ



MIS – RJ



MIS – RJ





OBRIGADO PELA ATENÇÃO!

Engº Marcelo Ferreira
Sócio - Diretor

(11) 3034-1188

www.consultrix.com.br

ferreira@consultrix.com.br