



geofix

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



CONTENÇÕES EM PAREDE DIAFRAGMA, PERFIL METÁLICO E TIRANTES

- **CONCEITOS BÁSICOS**
- **EXECUÇÃO**
- **ESTUDO DE CASOS**

ENGº MARCELO FERREIRA
CONSULTOR

INTRODUÇÃO

“INFELIZMENTE, OS SOLOS SÃO FEITOS PELA NATUREZA E NÃO PELO HOMEM E OS PRODUTOS DA NATUREZA SÃO SEMPRE COMPLEXOS.”

KARL TERZAGHI

PRAGA, 02.10.1883

WINCHESTER, 25.10.1963



INTRODUÇÃO

PRINCIPAIS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO:

1. AÇO
2. CONCRETO
3. MADEIRA
- 4. ROCHA**
- 5. SOLO**

FUNDAÇÕES – TEORIA E PRÁTICA: ANTÔNIO DIAS F. N. NETO

CONTENÇÕES

Definição

ESTRUTURAS CIVIS CONSTRUÍDAS
PARA SUPORTAR MACIÇOS DE SOLO
OU ROCHA, SEM AS QUAIS
SERIAM INSTÁVEIS.

CONTENÇÕES

Definição

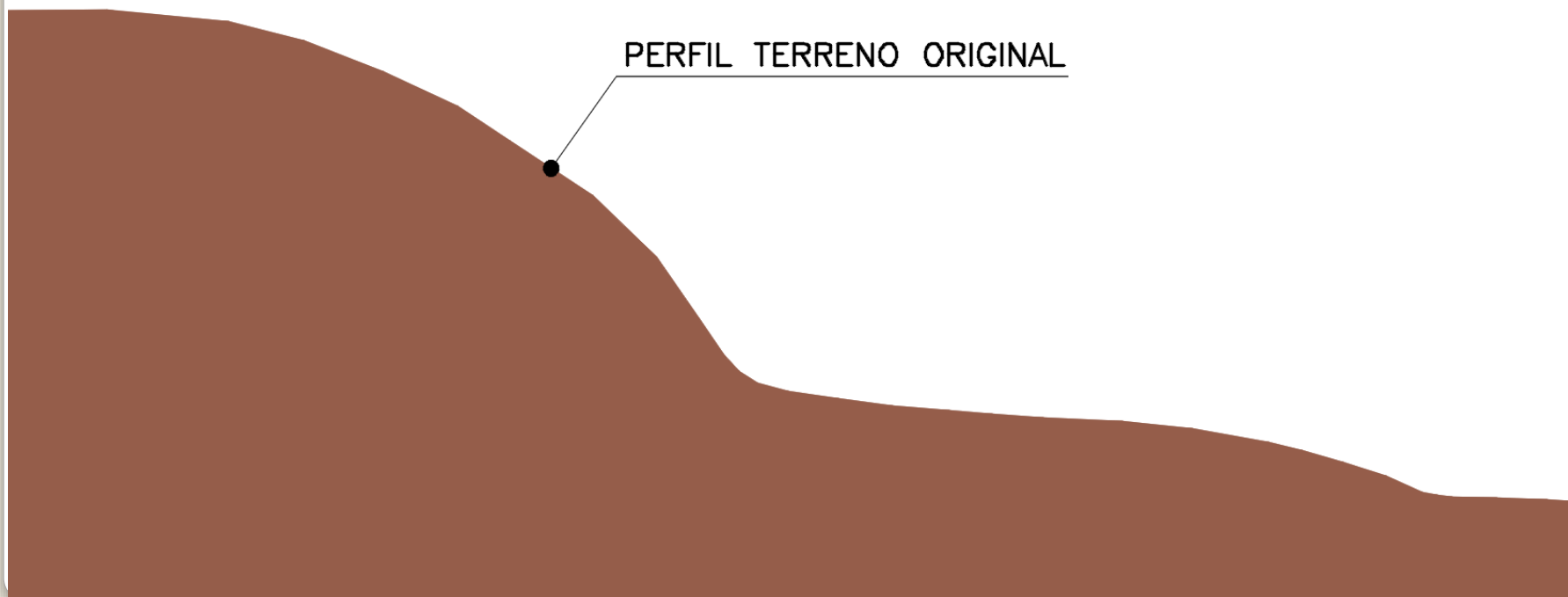
SITUAÇÕES:

- CORTE
- ATERRO

CONTENÇÕES

Definição

SITUAÇÕES:

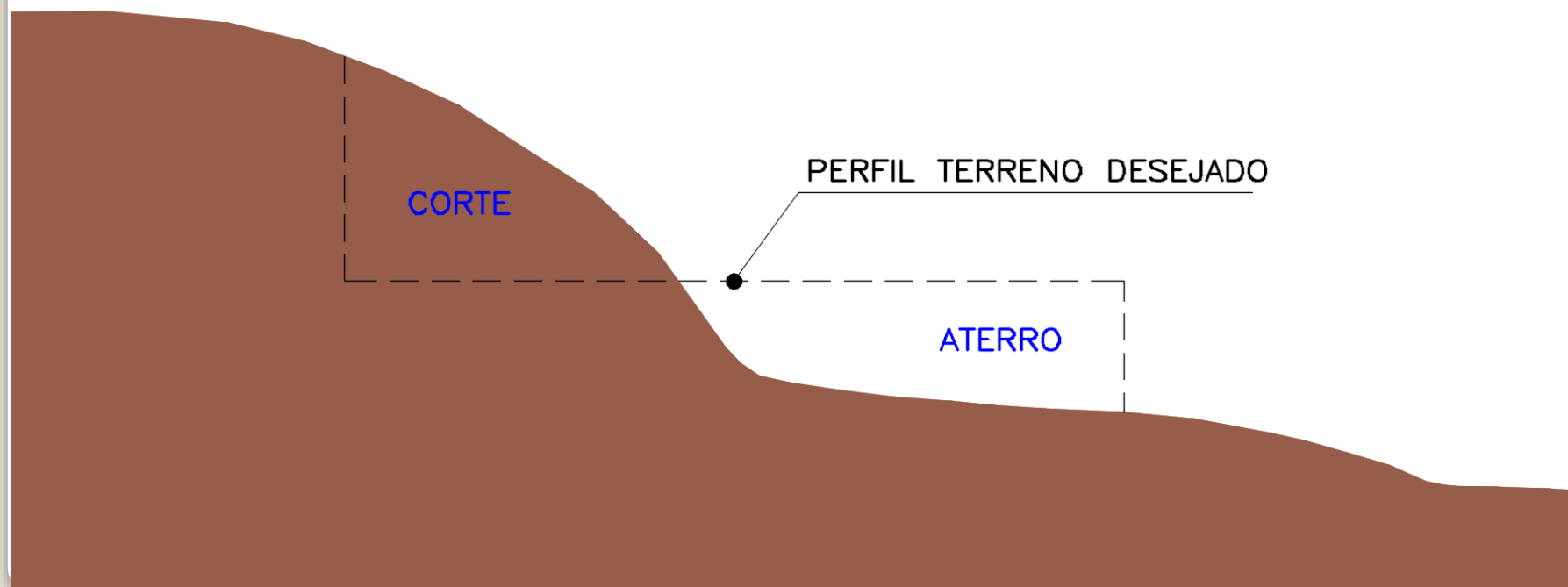


PERFIL TERRENO ORIGINAL

CONTENÇÕES

Definição

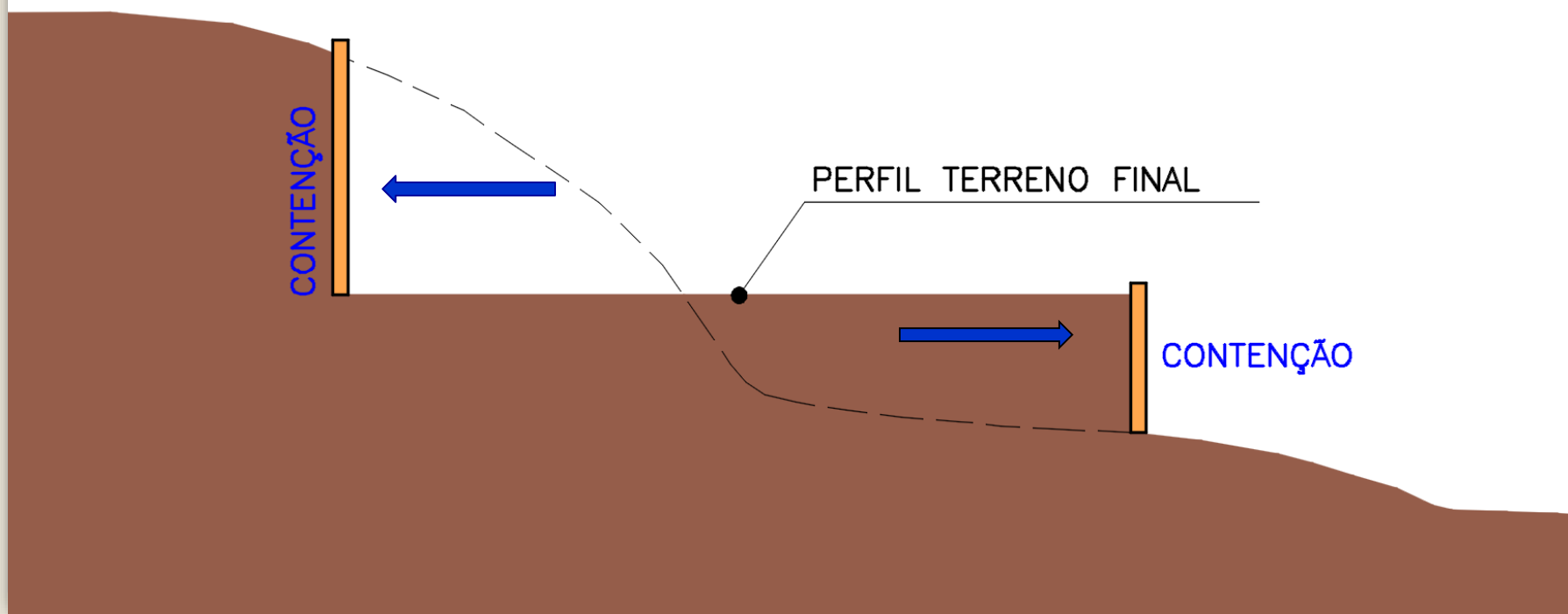
SITUAÇÕES:



CONTENÇÕES

Definição

SITUAÇÕES:



CONTENÇÕES

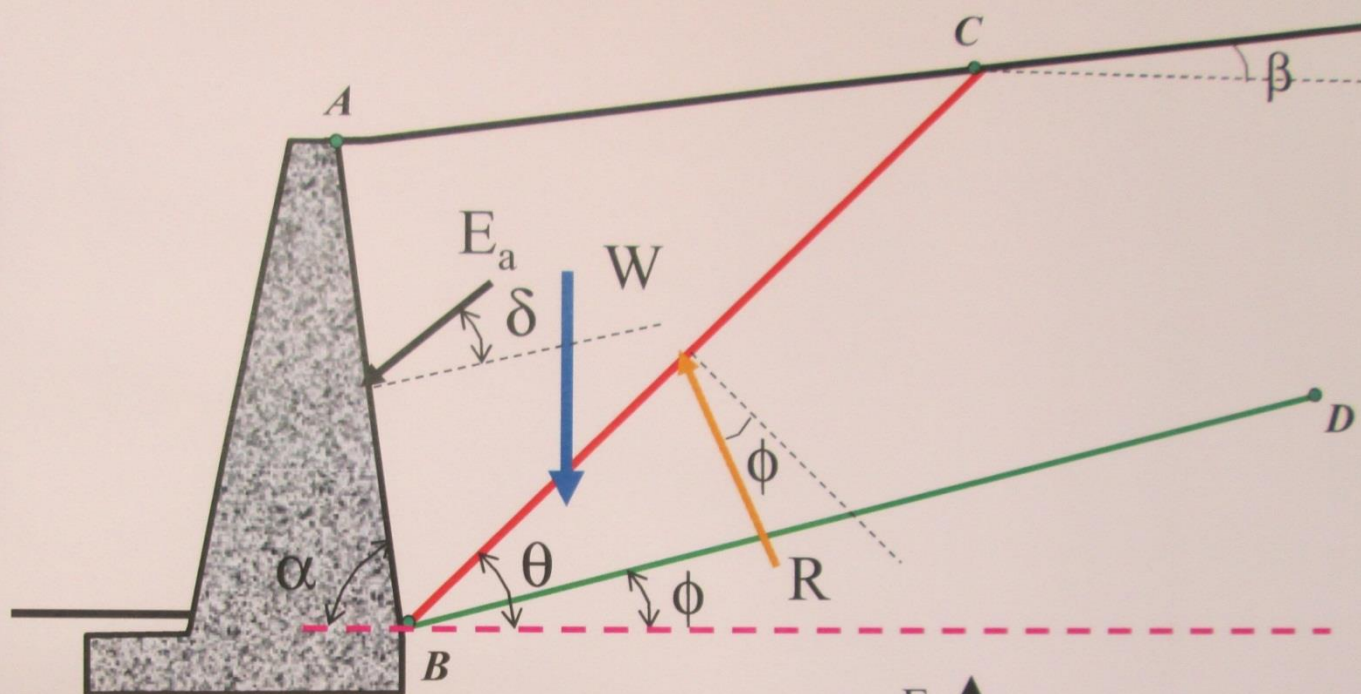
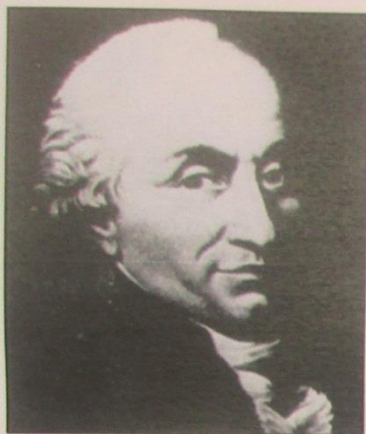
Histórico

- 3.200 A.C. – MESOPOTÂMIA
- SÉCULO XVIII – CHARLES COULOMB

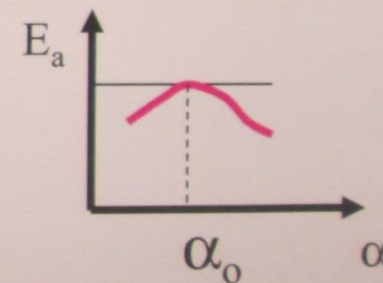
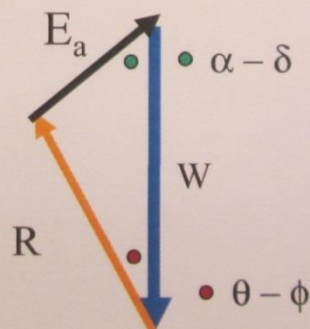


CONTENÇÕES

Histórico



atrito entre o muro/solo



CONTENÇÕES

Histórico Brasil

- **SÉCULO XVII – FORTES**
- **SÉCULO XVIII – OBRAS PORTUÁRIAS**
- **SÉCULO XIX – FERROVIAS**
- **SÉCULO XX – DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL:**
 - **DÉCADA DE 60 – SEM SUBSOLO**
 - **DÉCADA DE 80 – USUAL DOIS SUBSOLOS**

EVOLUÇÃO DOS CENTROS URBANOS

- AUMENTO POPULACIONAL
- TRANSPORTE PÚBLICO DEFICIENTE
- AUMENTO DA RENDA FAMILAR
- NÚMERO MÍNIMO DE VAGAS DE GARAGEM
- PREFEITURA – ÁREA COMPUTÁVEL

CONTENÇÕES

Tipos

- MURO DE GRAVIDADE
- SOLO REFORÇADO
- ESTACA PRANCHA
- ESTACA JUSTAPOSTA
- ESTACA SECANTE
- PAREDE DE JET GROUTING
- **PAREDE DIAFRAGMA**
- **PERFIL METÁLICO PRANCHEADO**

MURO DE GRAVIDADE



SOLO REFORÇADO



ESTACA PRANCHA



ESTACA SECANTE



JET-GROUTING



PAREDE DIAFRAGMA



PERFIL METÁLICO E PRANCHEAMENTO



CONTENÇÕES

Escolha

- UTILIZAÇÃO
- SOLICITAÇÕES
- PERFIL GEOLÓGICO DO SOLO LOCAL
- ESPAÇO DISPONÍVEL
- PRAZOS
- CUSTOS
- **NÍVEL FREÁTICO**

NÍVEL FREÁTICO – LEGISLAÇÃO CEUSO

- INTERFERÊNCIA EXTERNA
- PROJETO
- REBAIXAMENTO FREÁTICO

MINUTA DE RESOLUÇÃO

- 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 E MANTER À DISPOSIÇÃO DA FISCALIZAÇÃO ATÉ OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE CONCLUSÃO:

RESOLUÇÃO

III. QUANDO A COTA DE IMPLANTAÇÃO DO ÚLTIMO SUBSOLO ESTIVER ABAIXO DO NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO DETECTADO NAS SONDAgens, DEVERÃO SER OBSERVADAS AS SEGUINTEs CONDIÇÕES:

PAREDE DIAFRAGMA

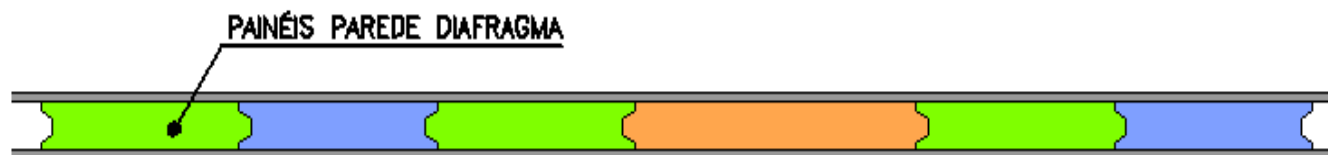
Conceitos Básicos

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 USO DE FLUÍDO ESTABILIZANTE.

PAREDE DIAFRAGMA



ABERTURA



SEQUÊNCIA



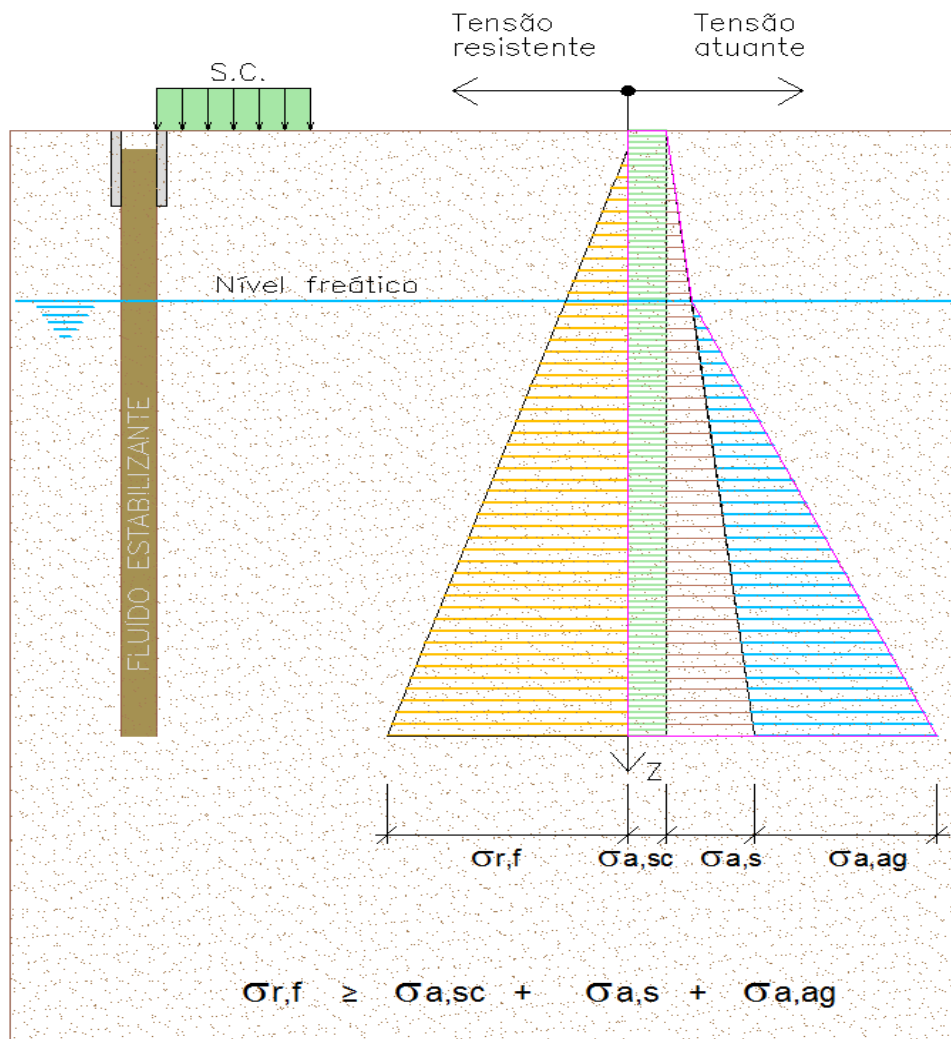
FECHAMENTO

PAREDE DIAFRAGMA

Fluido Estabilizante

- LAMA BENTONÍTICA.
- POLÍMERO.

PAREDE DIAFRAGMA



PAREDE DIAFRAGMA

Bentonita – Características para 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 – Características para Utilização

- **Densidade:** $1,005\text{g/cm}^3$ a $1,050\text{g/cm}^3$
- **Viscosidade:** 35s a 120s
- **pH:** 8 a 12
- **Teor de Areia:** Até 3%

PAREDE DIAFRAGMA

Histórico

MILÃO:

- 1938 – CONCEBIDA POR VEDER E MARCONI

SÃO PAULO:

- 1969 – EDIFÍCIO PELLETRON NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DISSEMINAÇÃO

- A PARTIR DAS OBRAS DO METRÔ SÃO PAULO (1968) E RIO DE JANEIRO.
- DESENVOLVIMENTO DOS CENTROS URBANOS.

PAREDE DIAFRAGMA

Aplicação

- PAREDE PLÁSTICA PARA “CUT OFF”
- PAREDE ESTRUTURAL DE CONTENÇÃO
- ELEMENTO DE FUNDAÇÃO

PAREDE DIAFRAGMA

Características

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

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 - Diafragmadora a Cabo



PAREDE DIAFRAGMA- Diafrag. Hidráulica



PAREDE DIAFRAGMA- Hidrofresa



PAREDE DIAFRAGMA- Conjunto Silos



PAREDE DIAFRAGMA- Desarenador



PAREDE DIAFRAGMA- Floculador



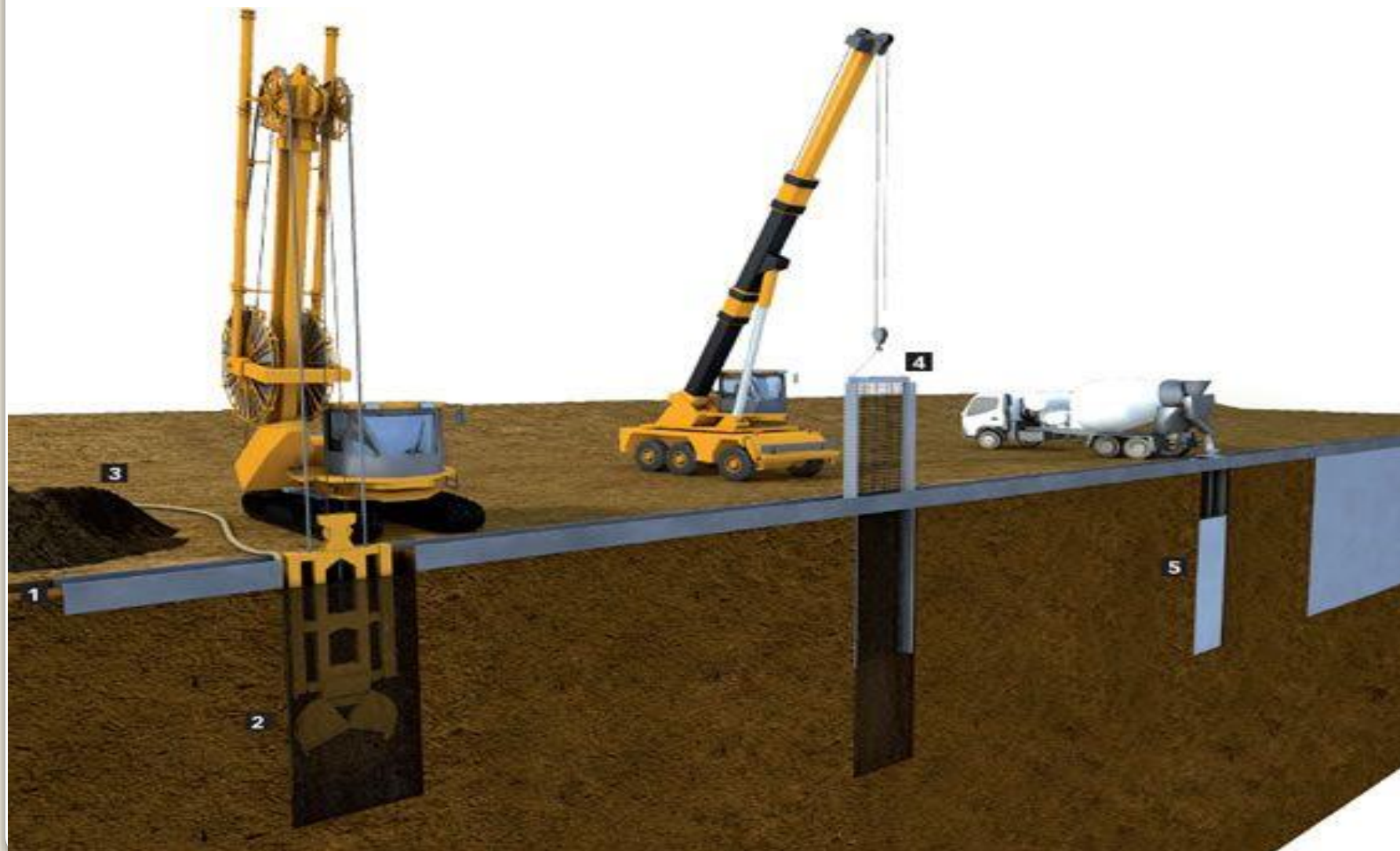
PAREDE DIAFRAGMA-Tubo Junta



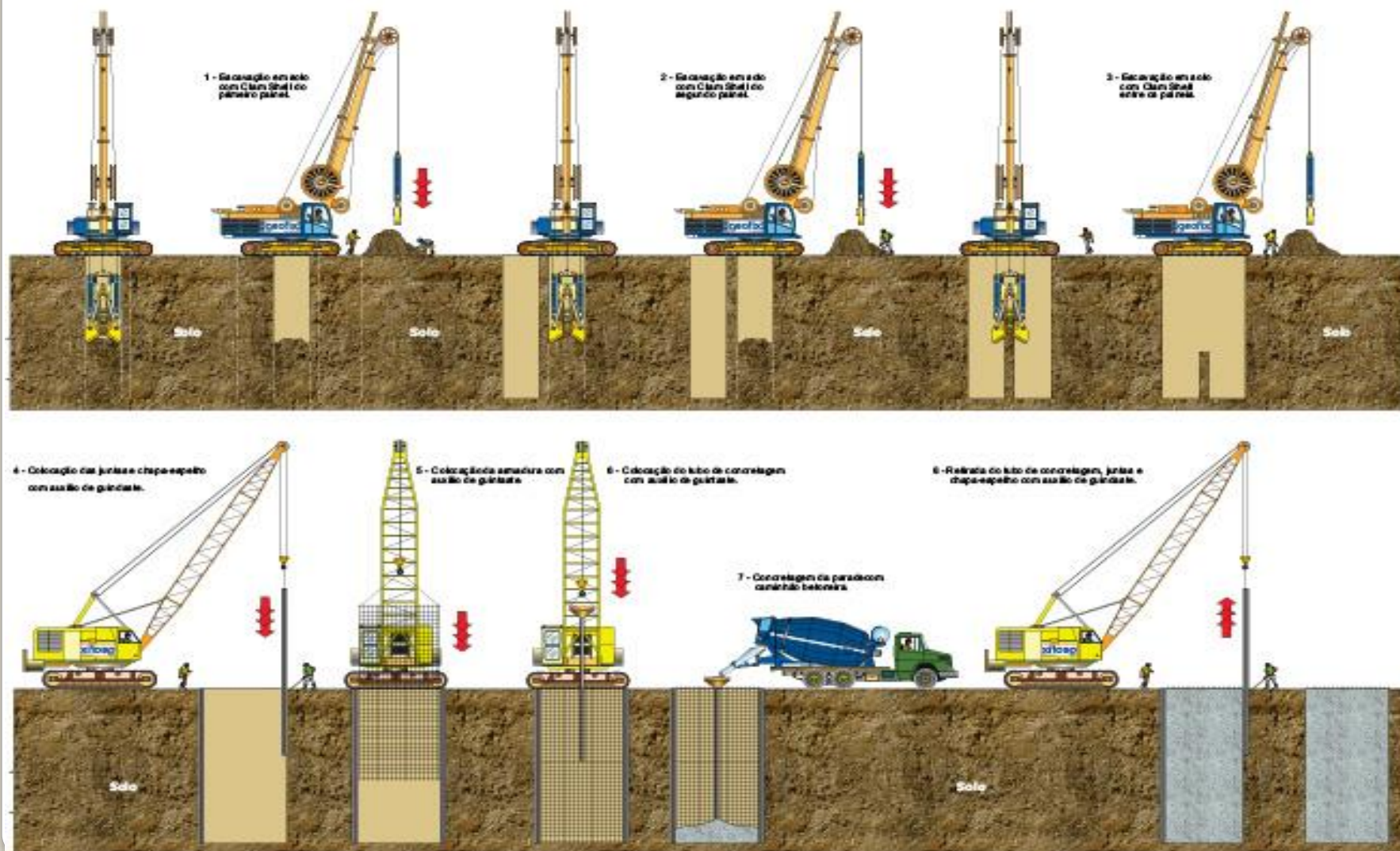
PAREDE DIAFRAGMA- Tremonha



PAREDE DIAFRAGMA



PAREDE DIAFRAGMA



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

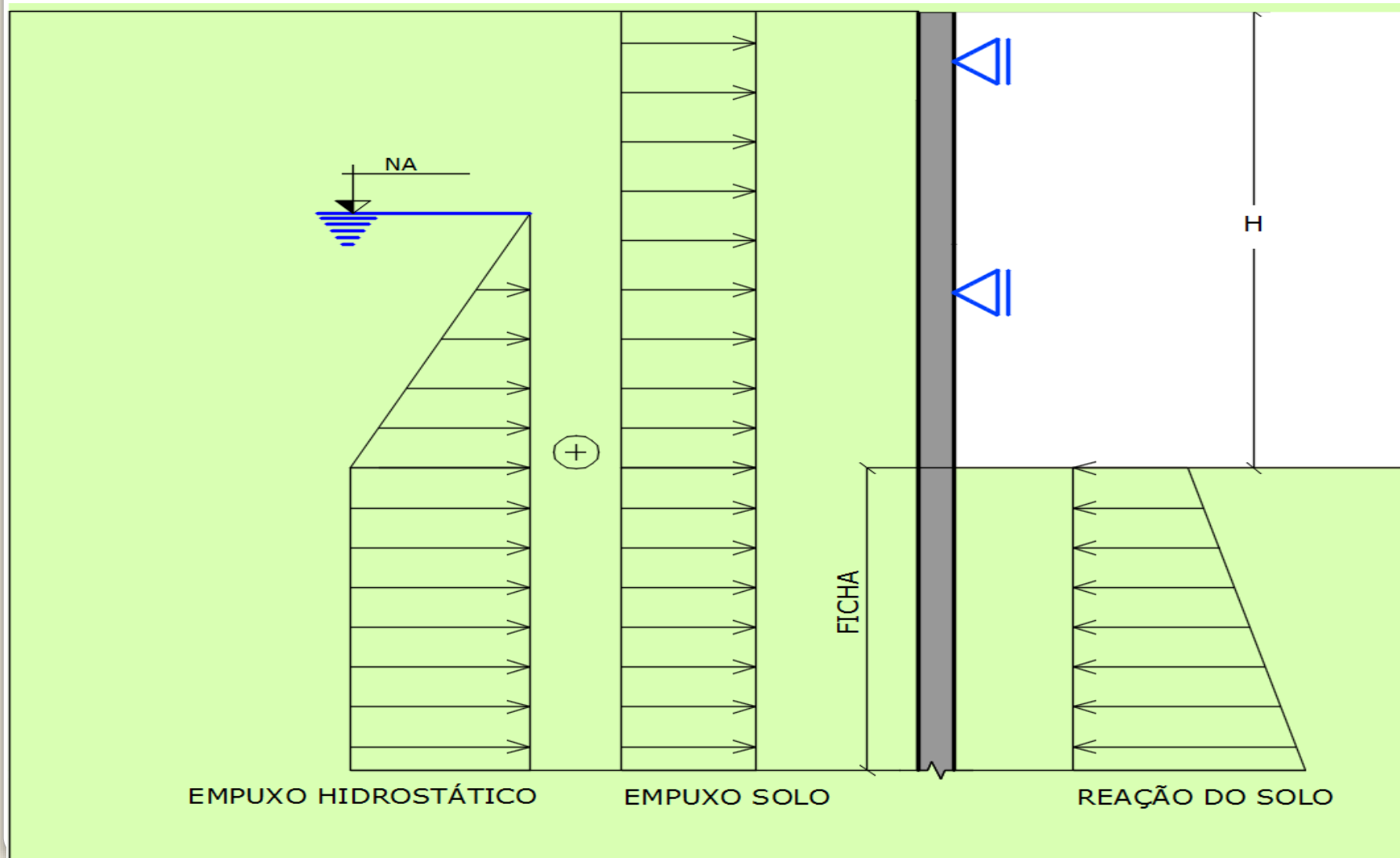


PAREDE DIAFRAGMA

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

Modelos de Cálculos

- a) Analíticos
- b) Discretos (Ex.: Elem. Finitos e Winkler)
- c) Semi-empíricos e Empíricos

PAREDE DIAFRAGMA

Projeto:

a) CONCEPÇÃO

b) ANÁLISE / CÁLCULO (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 semiprobabilísticos
- e) Métodos probabilísticos

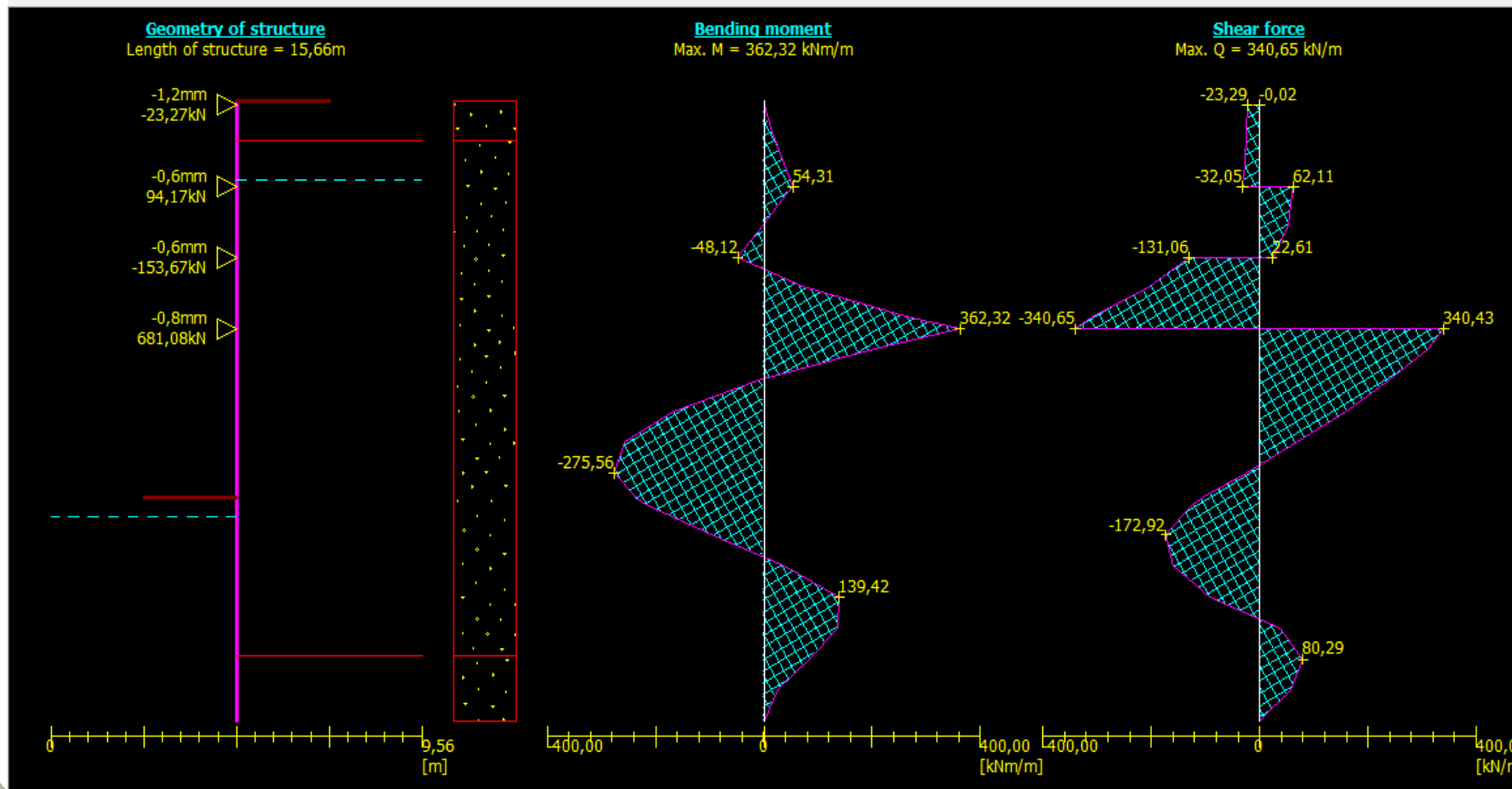
PAREDE DIAFRAGMA- SOFTWARE GEO5

GEO5 v16 - Sheeting Check [Z:\Ferreira\Consultrix\Projetos\MIS - MUSEU DA IMAGEM E SOM\FUNDAÇÃO\GEO 5\Divisa.gp2]

File Edit Input Analysis Pictures Settings Help

Visualization

Construction stage: [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]



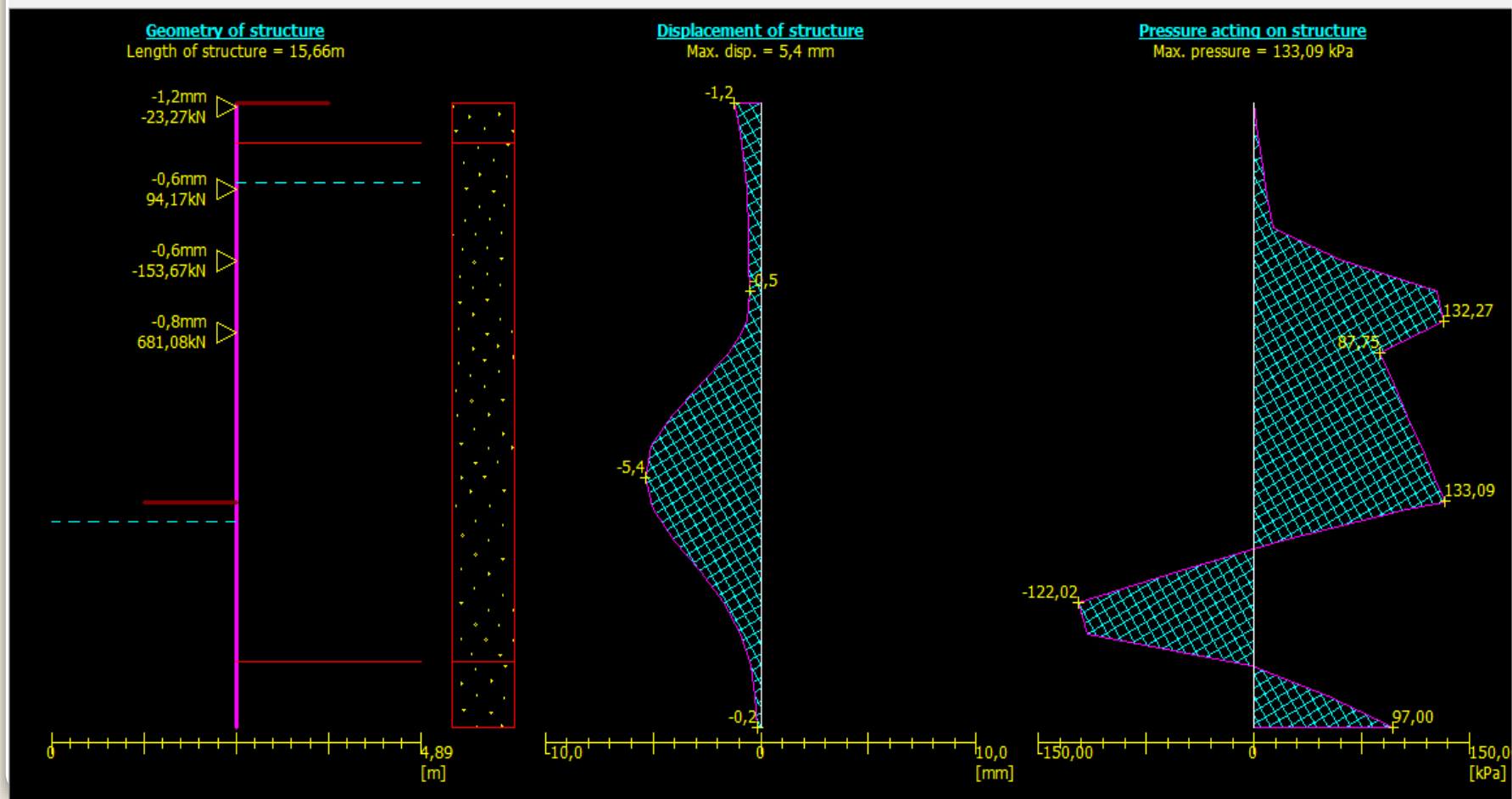
PAREDE DIAFRAGMA- SOFTWARE GEO5

GEOS v16 - Sheeting Check [Z:\Ferreira\Consultrix\Projetos\MIS - MUSEU DA IMAGEM E SOM\FUNDAÇÃO\GEO 5\Divisa.gp2]

File Edit Input Analysis Pictures Settings Help

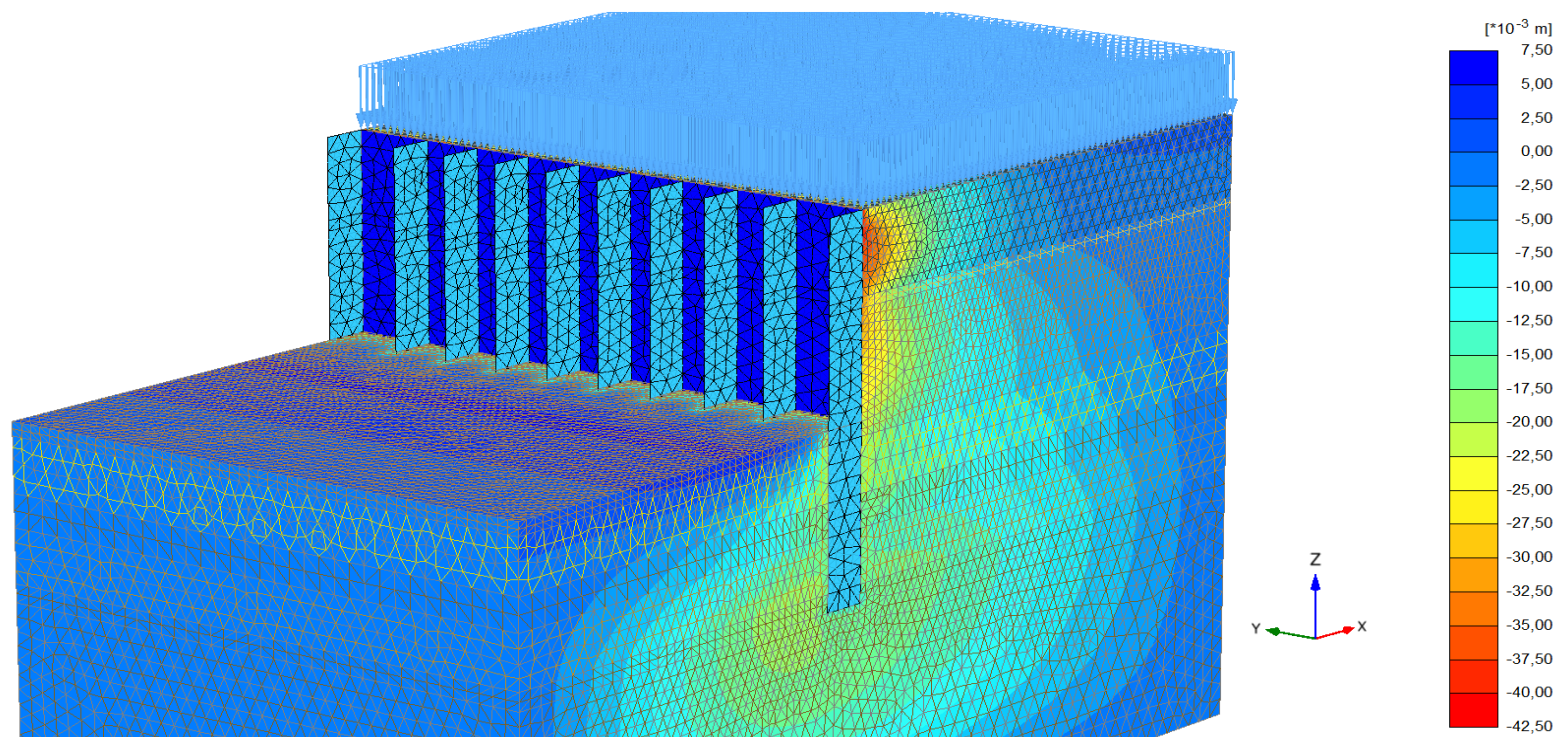
Visualization

Construction stage: [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]



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)



Project description
VIOL - CCDI

Date
17/08/2013

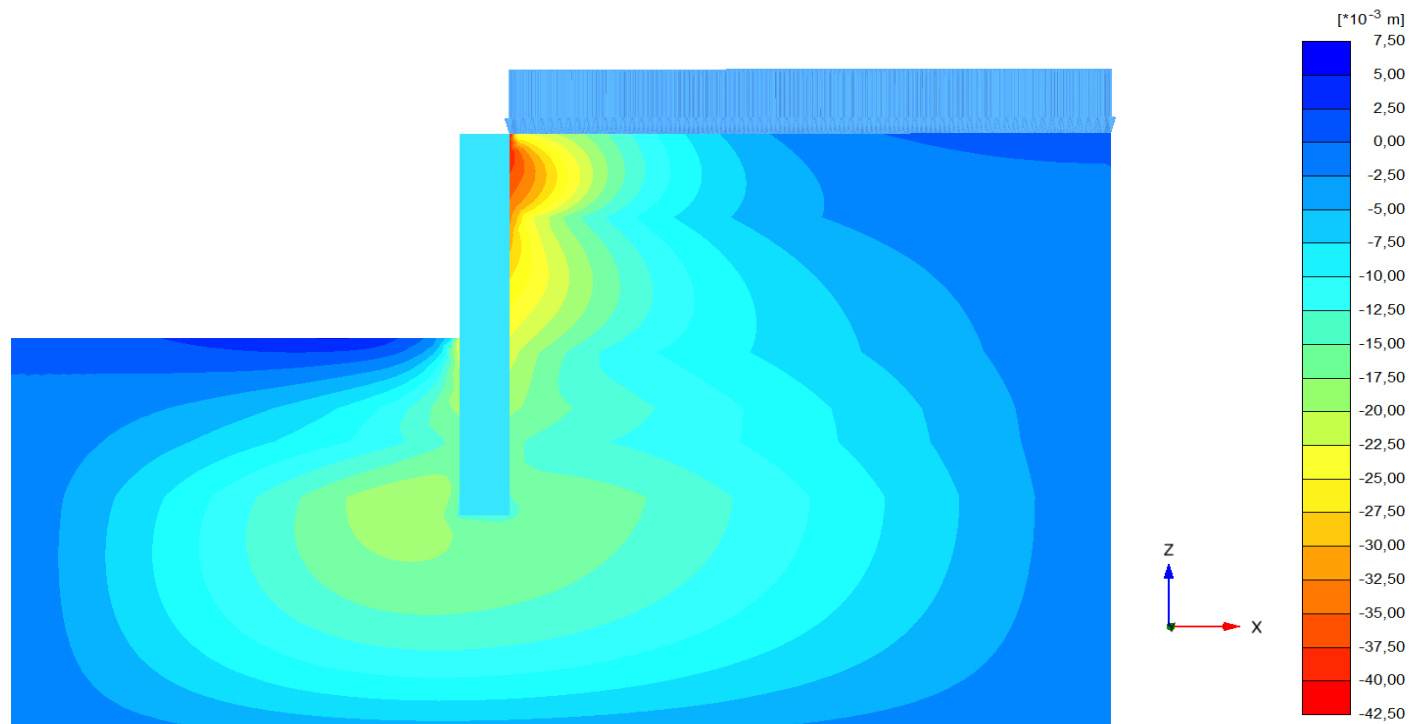
Project filename
VIOL - CCDI

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

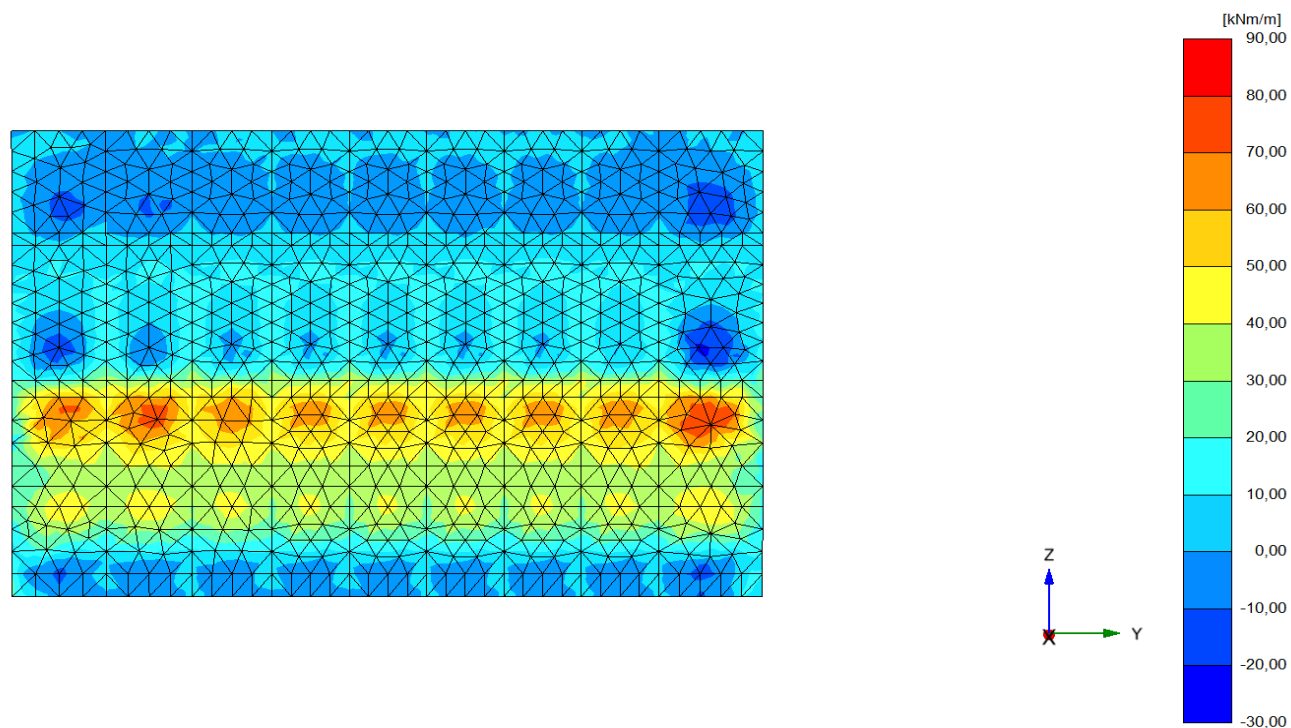
Step
7

User name
Consultrix

C:\Consultrix\Projetos\Viol\VIOL - CCDI.P3DAT\

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.P3DAT\

PAREDE DIAFRAGMA- Exemplo de obra



PAREDE DIAFRAGMA- Exemplo de obra



PAREDE DIAFRAGMA- Exemplo de obra



PERFIL METÁLICO

Conceitos Básicos

PERFIL METÁLICO

Definição

SOLUÇÃO DE CONTENÇÃO ATRAVÉS DA INTRODUÇÃO DE PERFIS METÁLICOS NO SOLO, POSSIBILITANDO ESCAVAÇÃO DO TERRENO E EXECUÇÃO DO PARAMENTO.

PERFIL METÁLICO

Aplicação

- CONTENÇÃO ACIMA DO LENÇOL FREÁTICO E EM SOLOS QUE POR UM EFEITO DE ARQUEAMENTO OU DEVIDO À SUA COESÃO, PERMANECERÁ ESTÁVEL, AO 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- Martelo Hidráulico



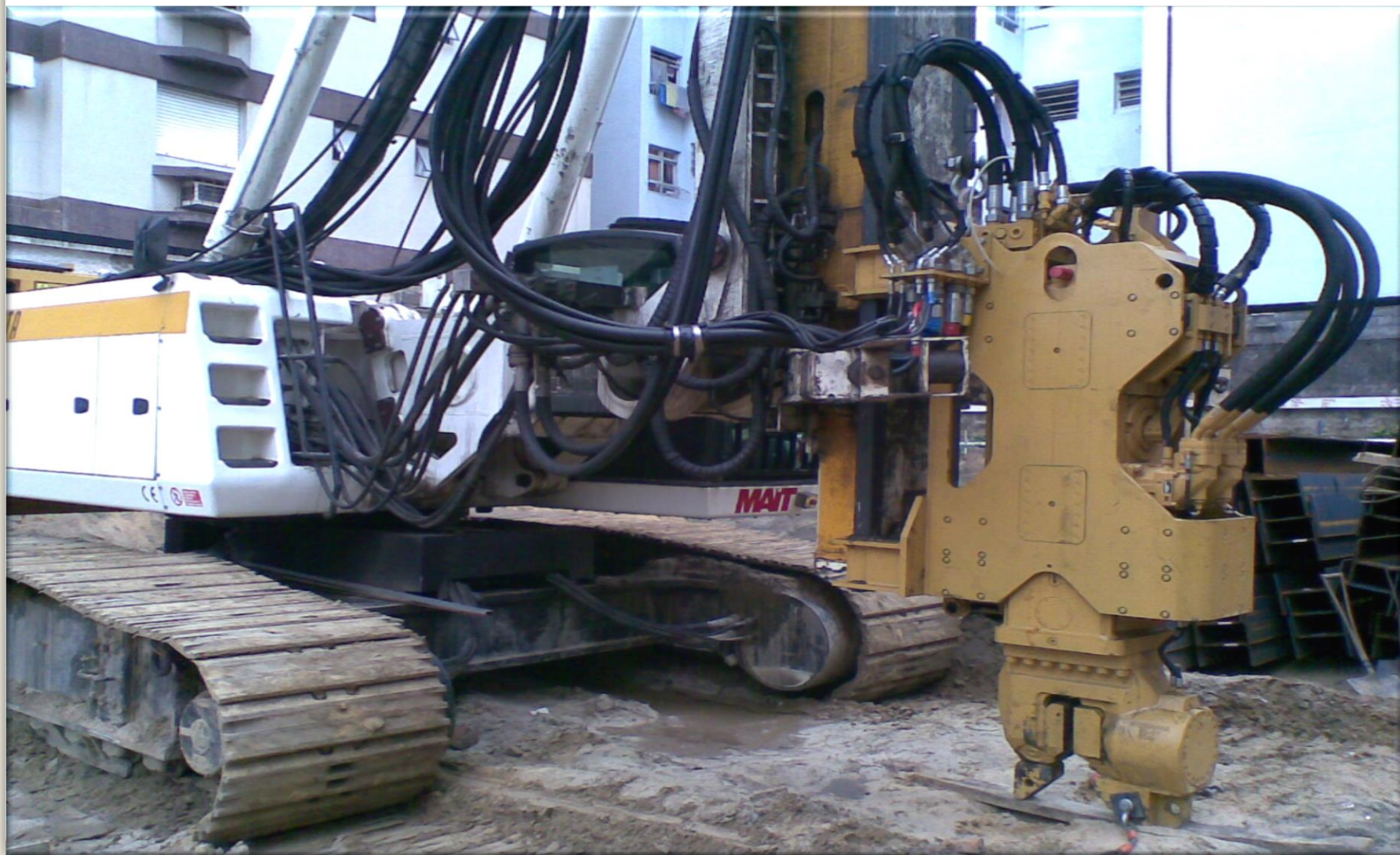
PERFIL METÁLICO- Martelo Hidráulico



PERFIL METÁLICO- Martelo Hidráulico



PERFIL METÁLICO- Martelo Vibratório



PERFIL METÁLICO- Martelo Vibratório



PERFIL METÁLICO- Cravação de Perfis



PERFIL METÁLICO- Escavação da Obra



PERFIL METÁLICO- Escavação entre Perfis



PERFIL METÁLICO- Detalhe de Canto



PERFIL METÁLICO- Sequência Executiva



TIRANTE

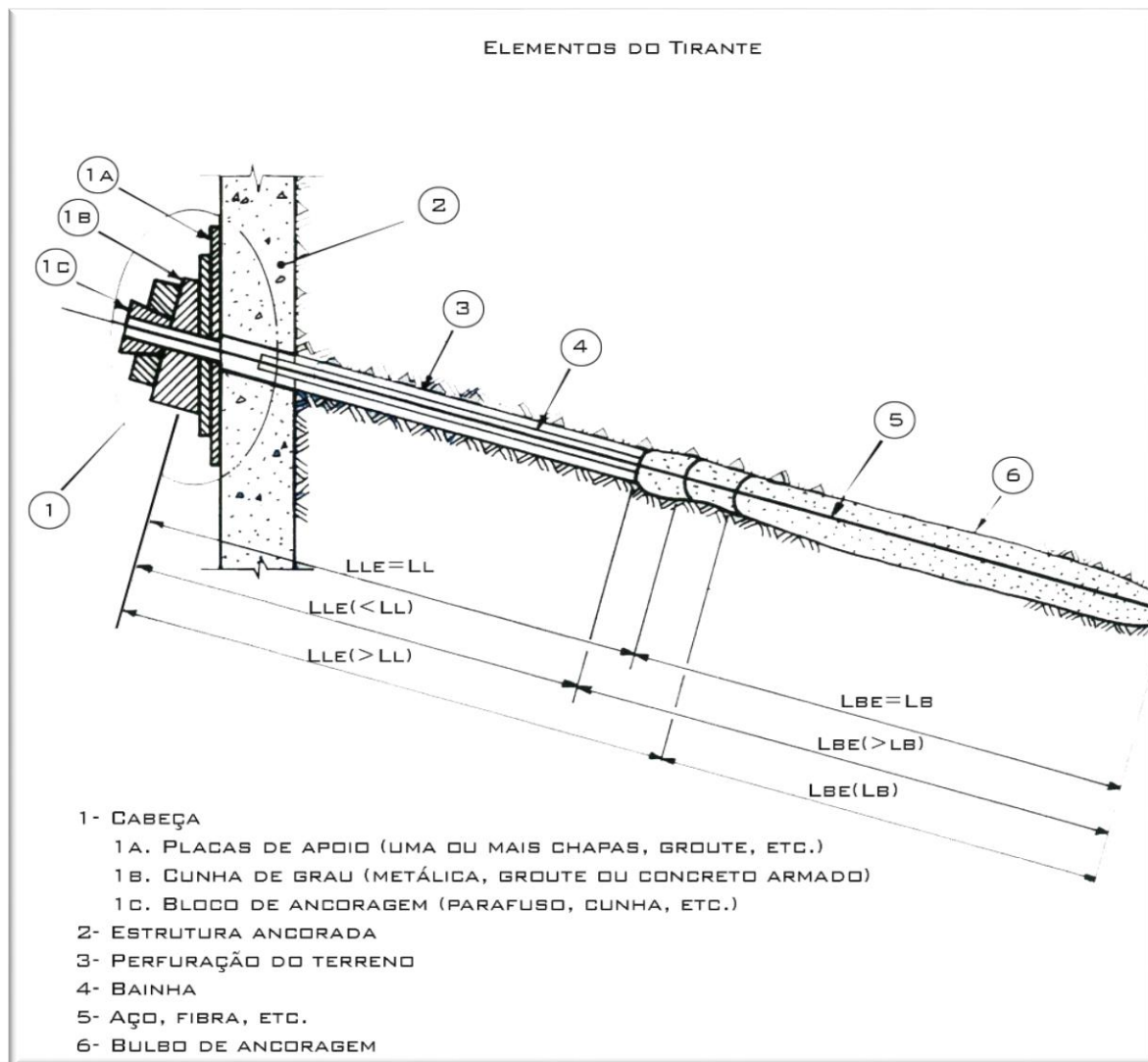
Conceitos Básicos

TIRANTE

Definição NBR 5629/2006

PEÇAS ESPECIALMENTE MONTADAS, TENDO COMO COMPONENTE PRINCIPAL UM OU MAIS ELEMENTOS RESISTENTES À TRAÇÃO, QUE SÃO INTRODUZIDAS NO TERRENO EM PERFURAÇÃO PRÓPRIA, NAS QUAIS POR MEIO DE INJEÇÃO DE CALDA DE CIMENTO (OU OUTRO AGLUTINANTE) EM PARTE DOS ELEMENTOS, FORMA UM BULBO DE ANCORAGEM QUE É LIGADO À ESTRUTURA ATRAVÉS DO ELEMENTO RESISTENTE À TRAÇÃO E DA CABEÇA DO TIRANTE.

TIRANTE



TIRANTE

Histórico

- **1957:** Primeiras aplicações Brasil e Alemanha
- **1968:** Construção Metrô São Paulo e Rio de Janeiro

Normas Técnicas

- **1975:** NB-565
- **1977:** NBR-5629
- **1996:** NBR-5629 - Revisão

TIRANTE

Aplicação

- Elemento de fundação para estruturas com esforços de tração
- Contenções em geral
- Laje de subpressão
- Reação para provas de carga

TIRANTE

Tipo

a) UTILIZAÇÃO:

- Provisório
- Permanente

b) TRABALHO:

- Passivo
- Ativo

TIRANTE

Tipo

c) CONSTITUIÇÃO:

- Monobarra
- Múltiplas Barras
- Fios
- Cordoalhas
- Materiais sintéticos

TIRANTE

Execução - Sequência

- Preparo da armação do tirante
- Perfuração
- Injeção da bainha
- Instalação do tirante
- Injeção do bulbo de ancoragem
- Protensão e ensaio

TIRANTE - Sequência Executiva



TIRANTE - Sequência Executiva



TIRANTE - Sequência Executiva



TIRANTE - Sequência Executiva



TIRANTE - Sequência Executiva



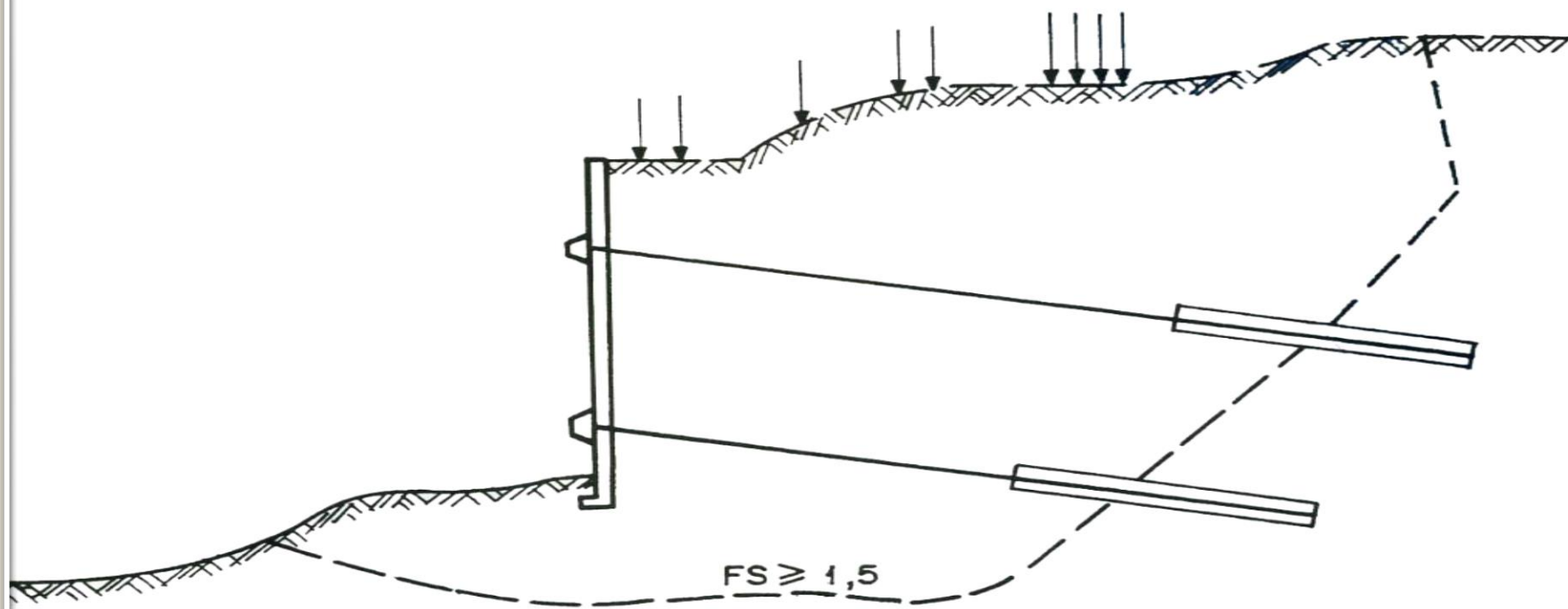
TIRANTE

Dimensionamento

- a) Carga
- b) Armação
- c) Comprimento (Livre e ancorado)

F.S. – NBR 5629

ESTABILIDADE GLOBAL

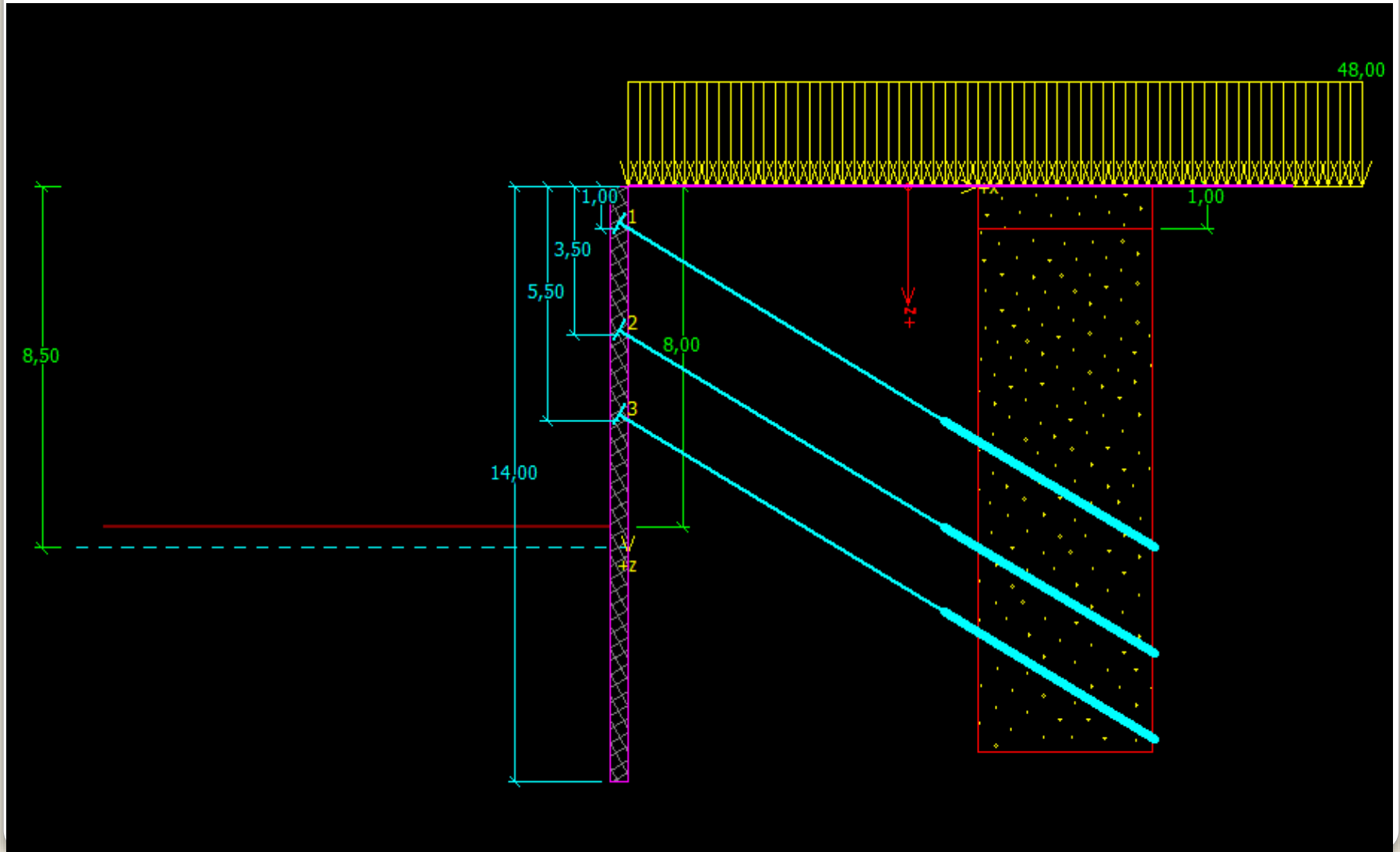


TIRANTE

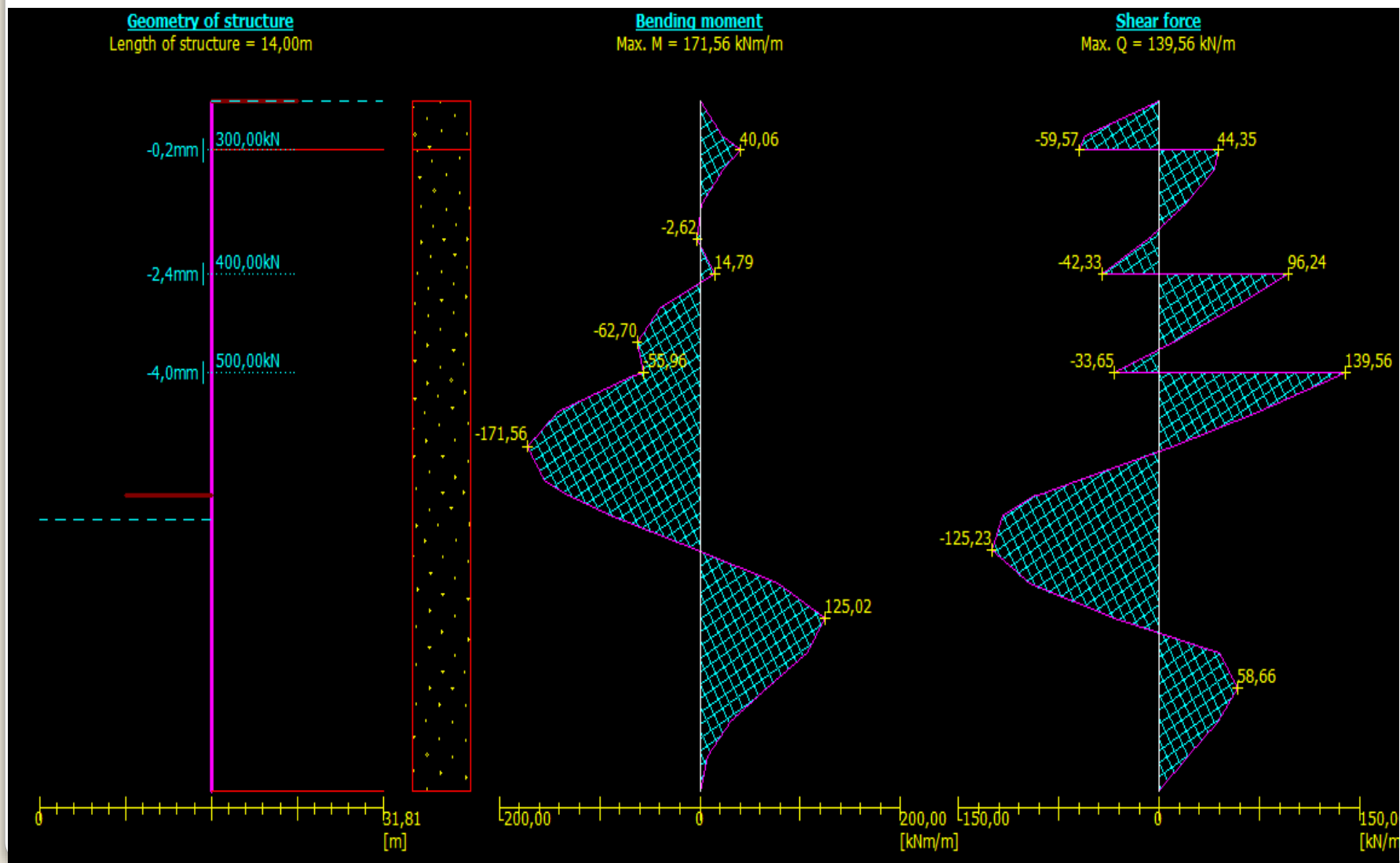
Cálculos

- a) Analíticos
- b) Discretos (Elementos finitos)

TIRANTE - SOFTWARE GEO5



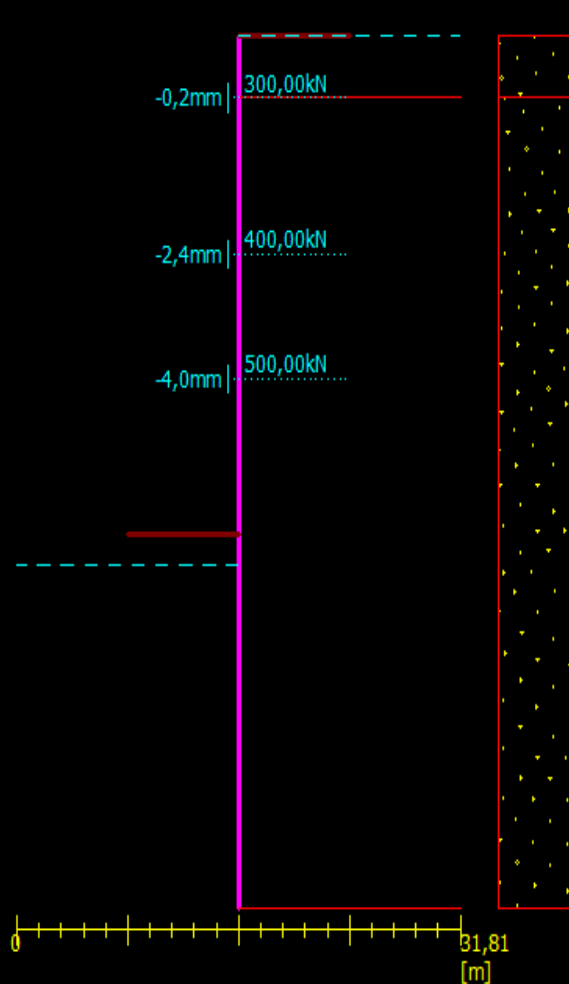
TIRANTE - SOFTWARE GEO5



TIRANTE - SOFTWARE GEO5

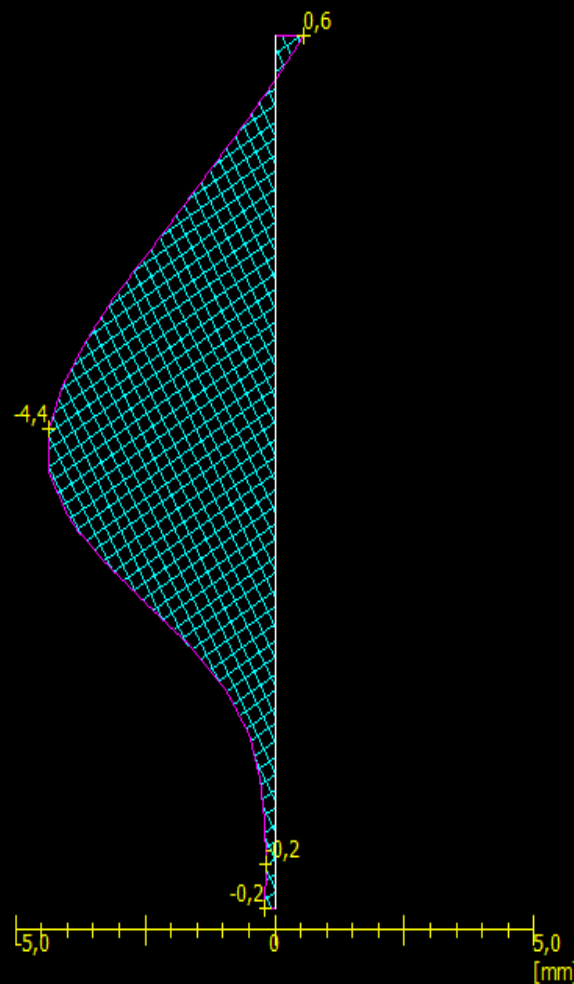
Geometry of structure

Length of structure = 14,00m



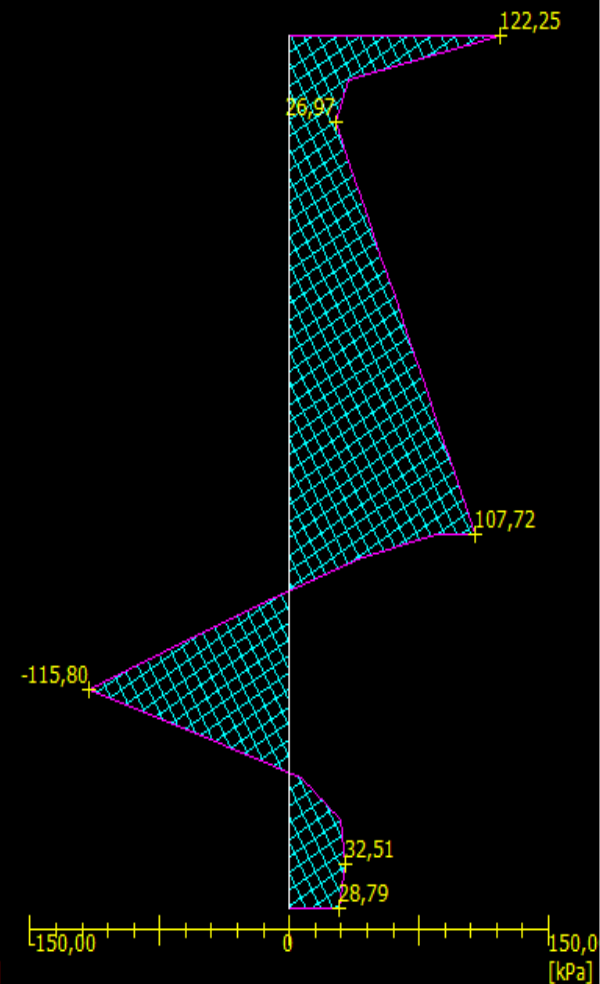
Displacement of structure

Max. disp. = 4,4 mm

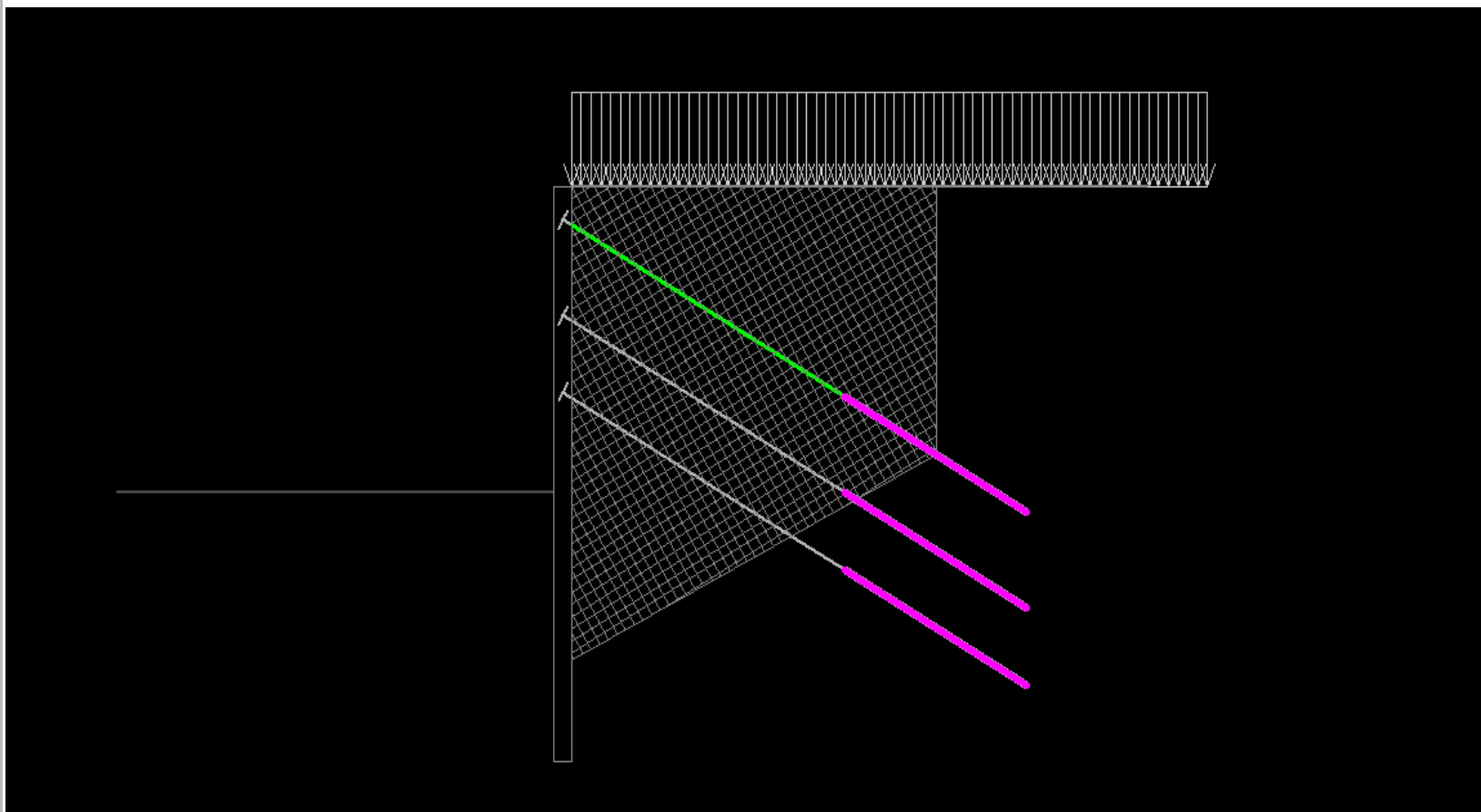


Pressure acting on structure

Max. pressure = 122,25 kPa



TIRANTE - SOFTWARE GEO5



- Modes
- Project
 - Settings
 - Profile
 - Modulus Kh
 - Soils
 - Geometry
 - Assign
 - Excavation
 - Terrain
 - Water
 - Surcharge
 - Applied forces
 - Anchors
 - Props
 - Supports
 - Earthquake
 - Stage settings
 - Analysis
 - Internal stability
 - Exter. stability
 - Heave failure
 - Envelopes

Anchor #	Anchor force [kN]	Max. allow. force [kN]	Safety factor	Verification
1	300,00	922,27	3,07	Is satisfied
2	400,00	1178,01	2,95	Is satisfied
3	500,00	1379,38	2,76	Is satisfied

Results

Required factor of safety = 1,50 [In detail](#)

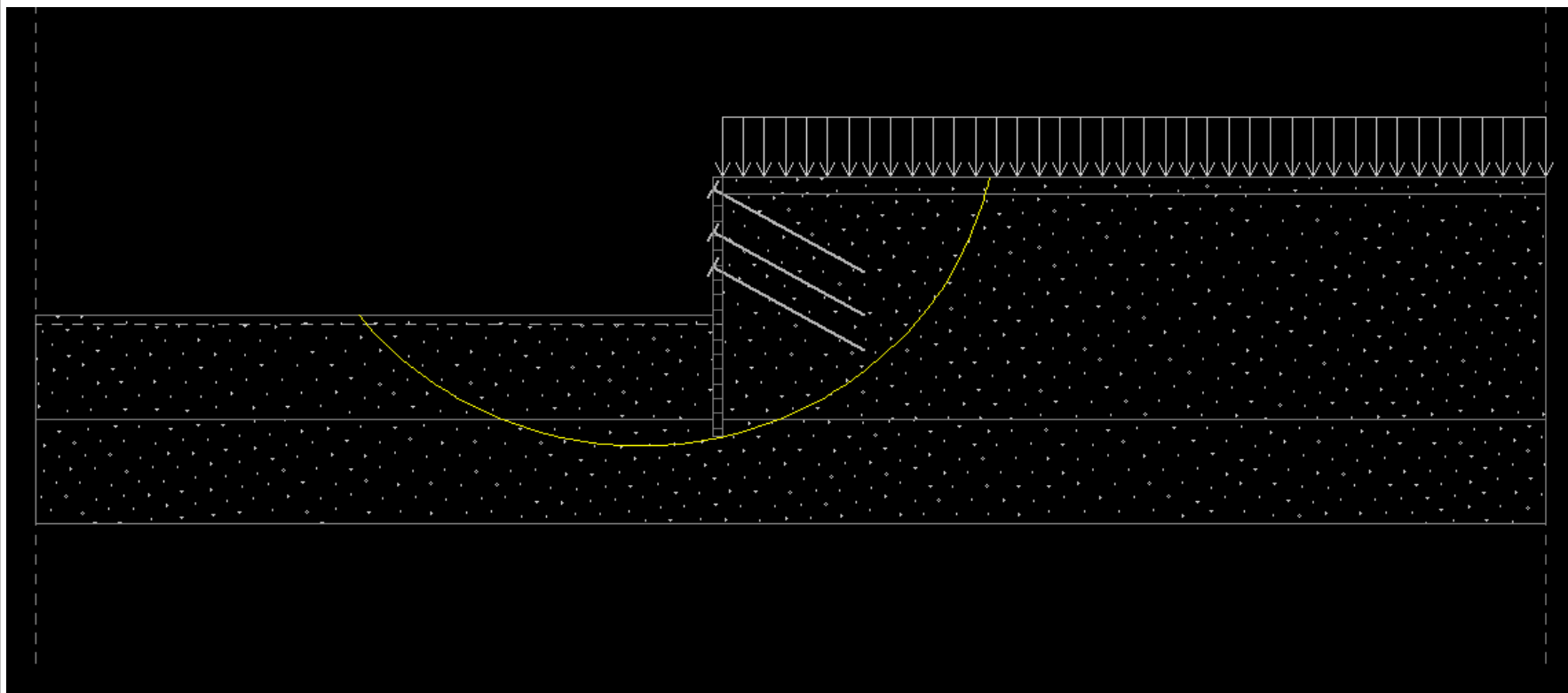
Verification of decisive row of anchors :

Anchor No. : 3

Computed factor of safety = 2,76

SATISFACTORY

TIRANTE - SOFTWARE GEO5



Analysis: [1] Detailed results

Slip surface: circular Substitute Remove

Circular slip surface		Analysis	
Center:	Modify	Method:	Bishop
x =	-4,46 [m]	Analysis type:	Optimization
z =	3,93 [m]	Restrictions:	is not input
Radius:		<input type="checkbox"/> Assume anchors as infinite	
	$\alpha_1 =$ -52,21 [°]	<input type="button" value="Analyze"/>	
	$\alpha_2 =$ 78,35 [°]		

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : $F_a = 1806,84$ kN/m

Sum of passive forces : $F_p = 2830,40$ kN/m

Sliding moment : $M_a = 35179,16$ kNm/m

Resisting moment : $M_p = 55107,91$ kNm/m

Factor of safety = $1,57 > 1,50$

Slope stability ACCEPTABLE

TIRANTE

Execução Sob Vizinhos

- **Resolução 101/06 do CEUSO de 21.04.2006:**

A obtenção de anuência de vizinhos para a execução de tirantes não deve ser exigida para a aprovação de projeto e não cabe atuação ou embargo de obras que se utilizam de tirantes provisórios para as contenções de subsolos.

- **Lei Municipal 11.228/1992 item 9.2.1 e o Código Civil artigo 1299.**

CASO DE OBRA

MIS – Copacabana / RJ

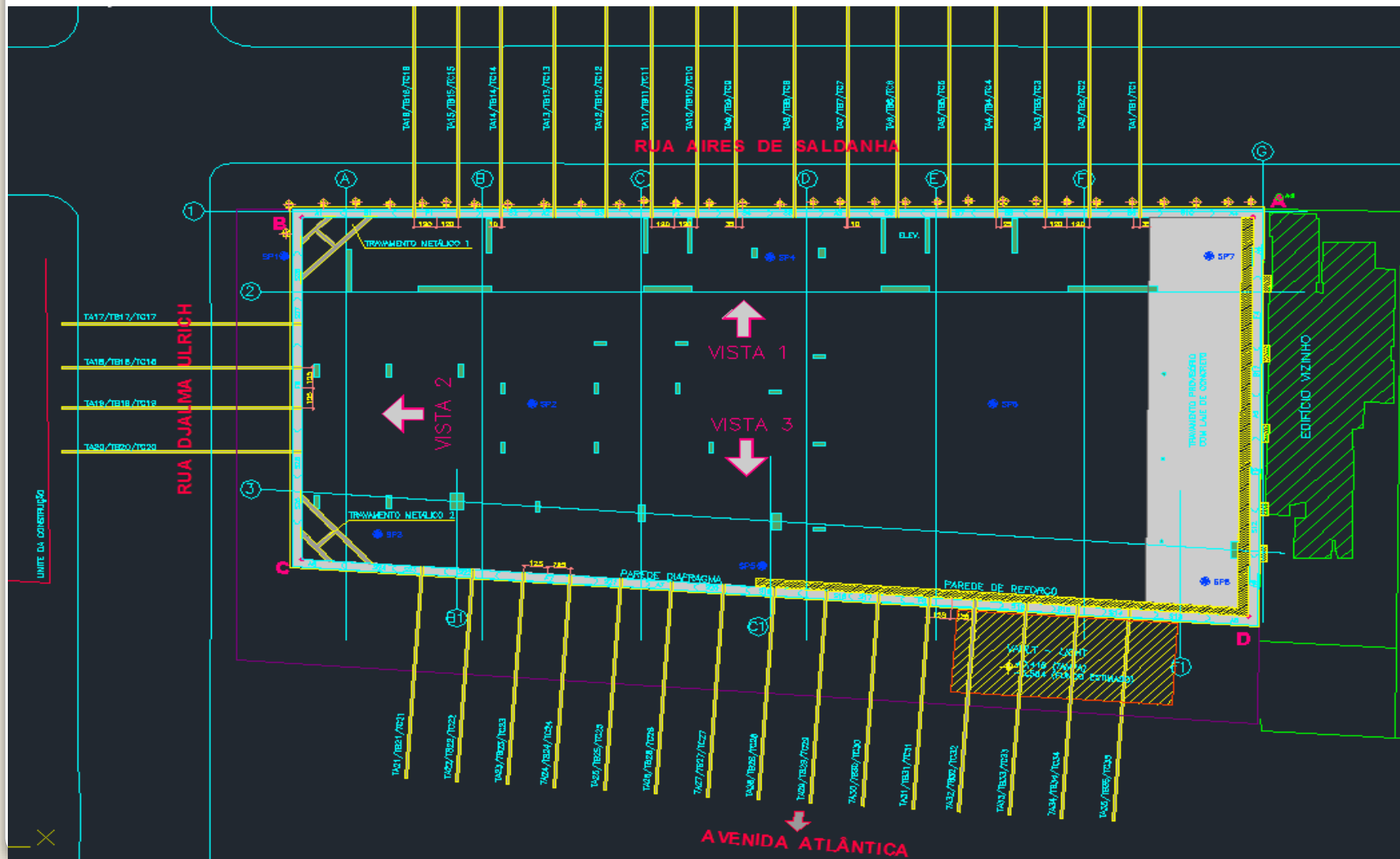


MIS – Copacabana / RJ



MIS – RJ

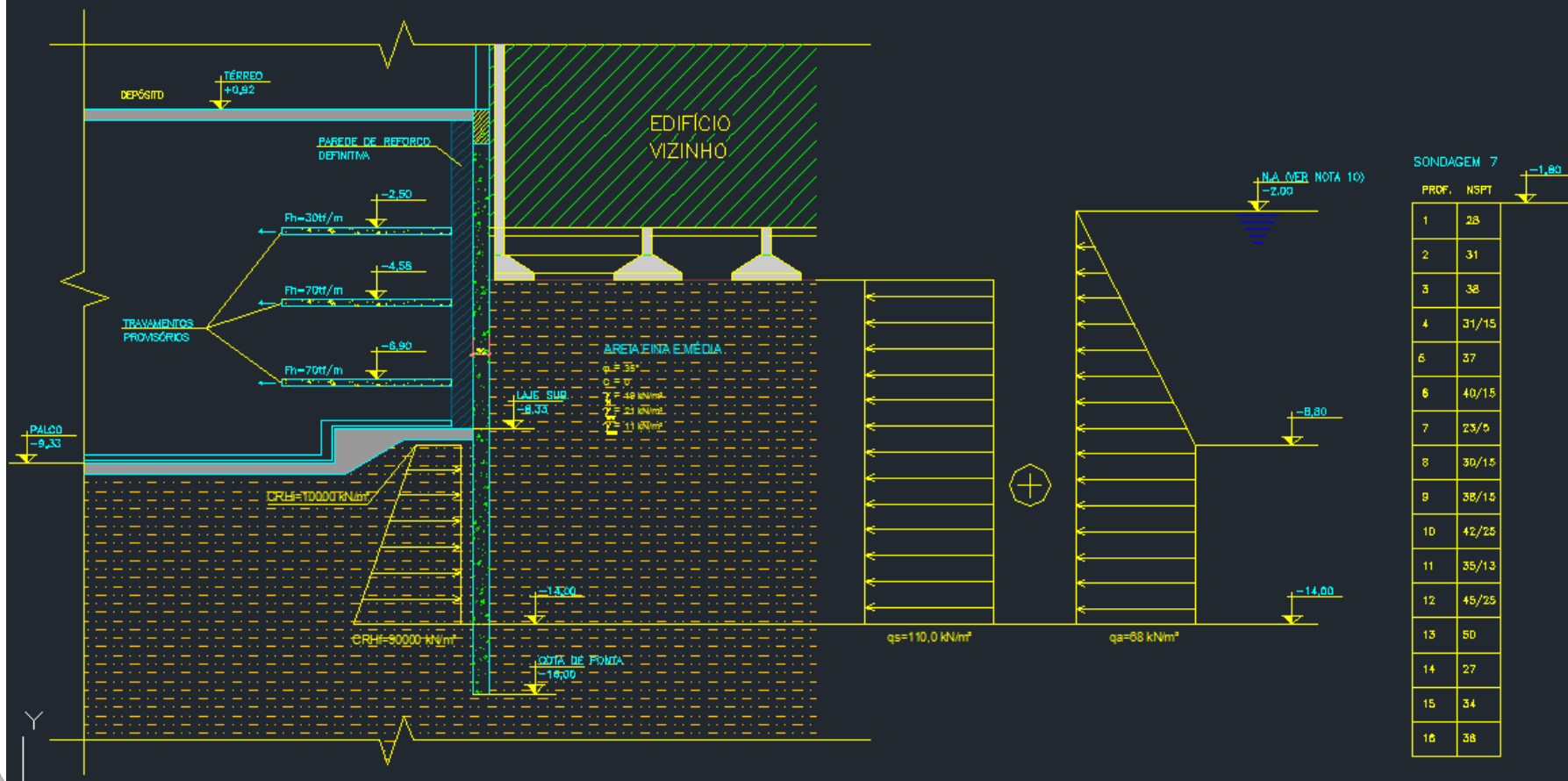
Planta Tirantes



MIS – RJ

Corte

DIAGRAMA DE EMPUXO - CORTE



MIS – RJ

Vista geral



MIS – RJ

Tirantes de fundação



19/10/2012 09:08 AM

MIS – RJ

Travamento metálico



MIS – RJ

Tirantes e ponteiras



09/11/2012 03:39 PM

MIS – RJ

Armação radier



MIS – RJ

Convretagem Radier



04/12/2012 07:10 PM

MIS – RJ

Pilares



MIS – RJ

Formas Estrutura



MIS – RJ

Estrutura



MIS – RJ

Concepção



geofix



OBRIGADO PELA ATENÇÃO!

31.08.2016