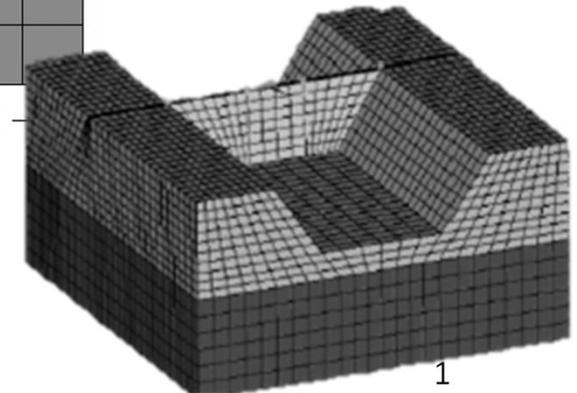
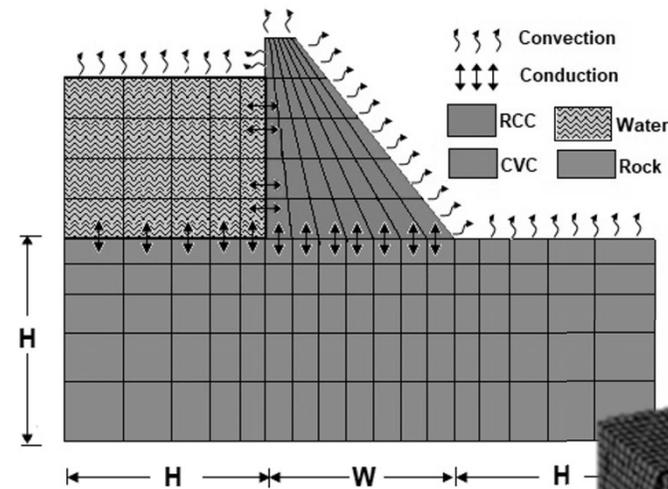
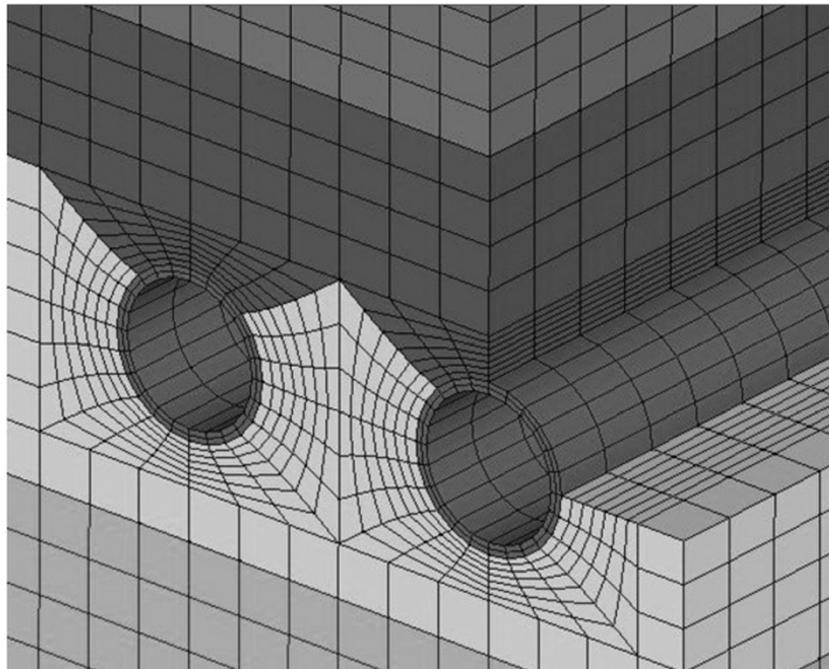


Monitoria em análise numérica de fundações



Introdução

O que é um modelo?

“Modelo é uma ferramenta desenvolvida para representar uma versão simplificada da realidade” (Wang e Anderson 1982)

Para que serve?

Prever certos fenômenos através de sua utilização

Principais utilidades na geotecnia

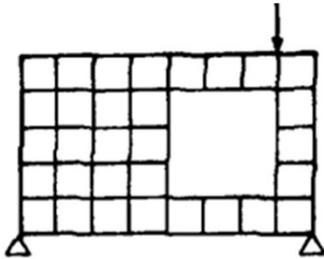
- Fluxo
- Estabilidade
- Consolidação
- Deformações

Exemplos de softwares

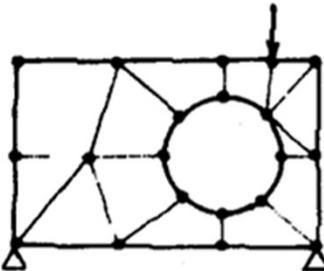
Plaxis (Bentley), Pacote Rocscience (RS2, Slide, Rocfall,...), GEO5, GeoStudio (Seequent), Abaqus (Dassault), Flac (Itasca)

Introdução

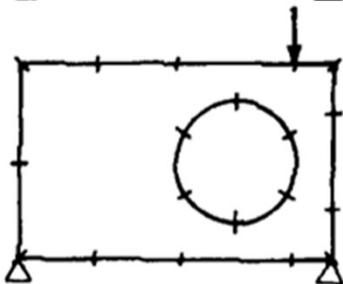
Os modelos numéricos permitem o cálculo das tensões e deformações para qualquer problema de engenharia geotécnica, fornecendo soluções aproximadas.



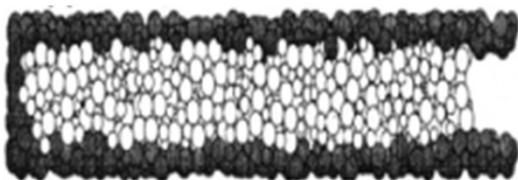
O **MDF (Método das diferenças finitas)** consiste na subdivisão do domínio em uma malha composta por linhas ortogonais.



O **MEF (Método de elementos finitos)** método consiste na subdivisão do domínio em elementos de geometria simples conectados por nós



O **MEC (Método de elementos de contorno)** consiste na subdivisão do contorno em elementos.



O **MED (Método dos elementos discretos)** modelagem baseada em partículas, adequado para lidar com problemas de natureza descontínua e grandes níveis de deformação

SIGMA/W

Nome: Descrição:

Parente:

Tipo de Análise:

Tensão Tempo

Condições Iniciais de Tensão e Poropressão de:

Poropressão final de:

Módulo Volumétrico do Poro-fluido:

Redefinir deslocamentos e deformações

Redefinir variáveis de estado

Convergência _____

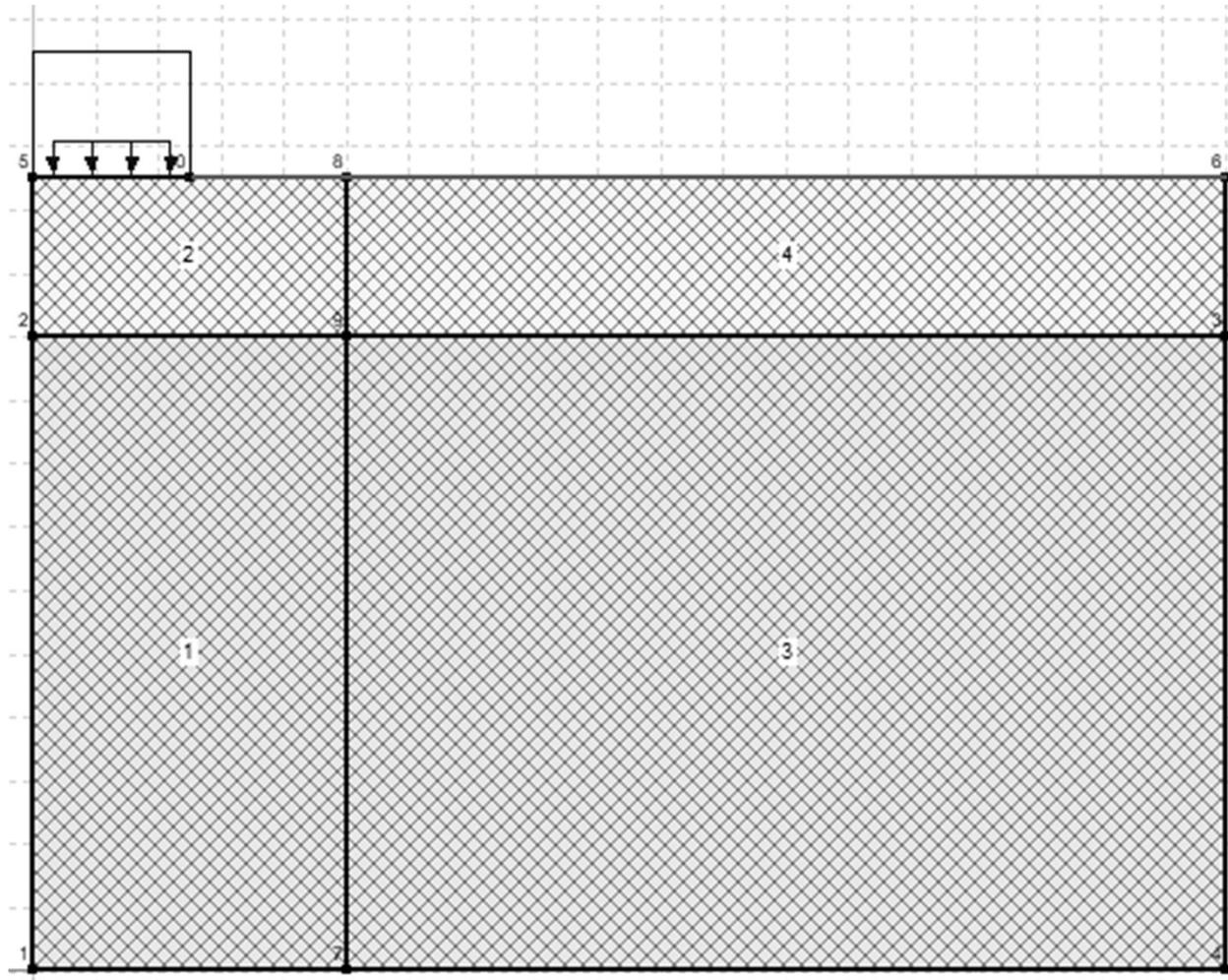
Número Máx. de Iterações:

Esquema de Convergência:

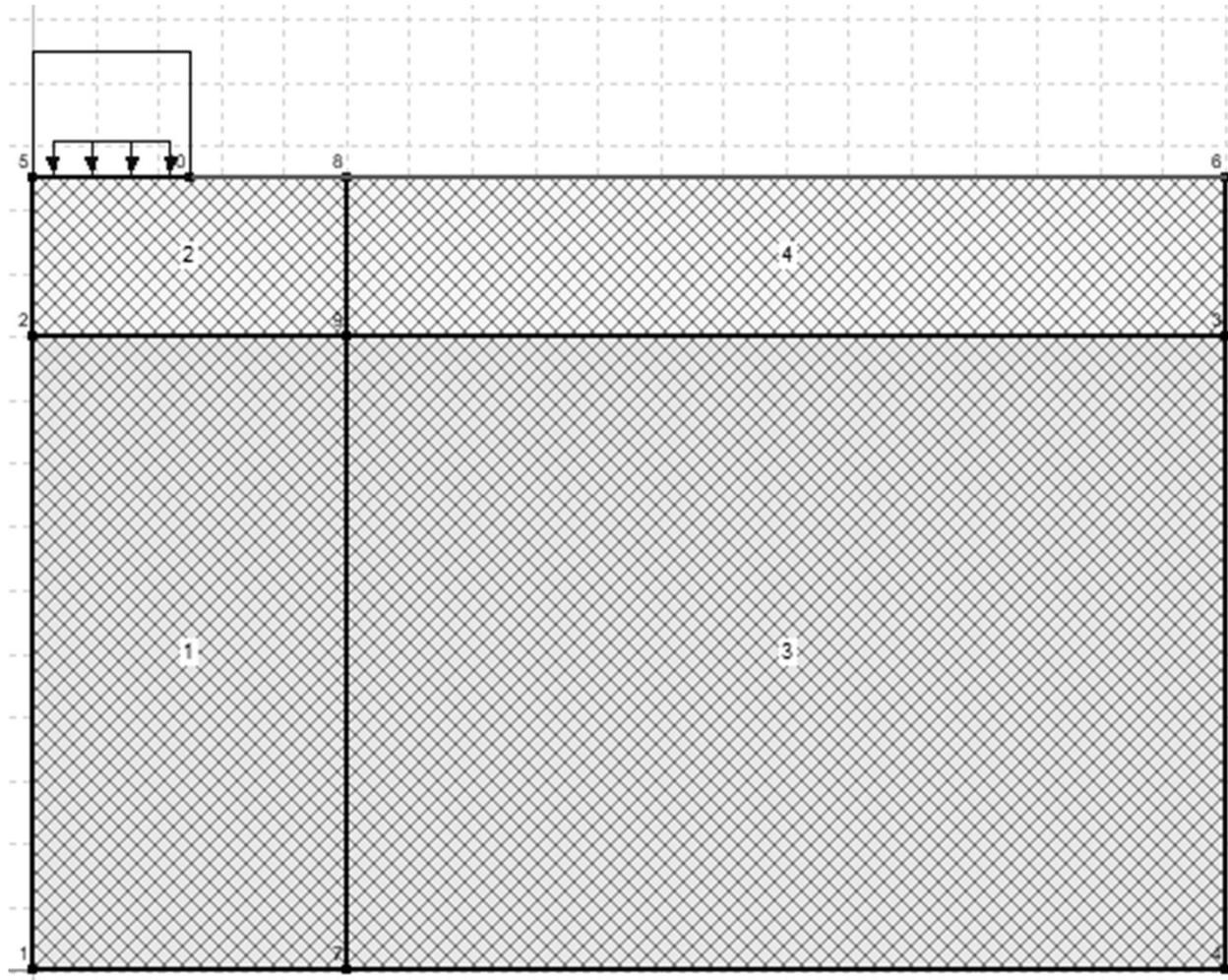
Erro Tolerável:

Erro Tolerável para Atualização de Tensão:

Exemplo 1: Deformação provocada por um tanque



Exemplo 1: Deformação provocada por um tanque



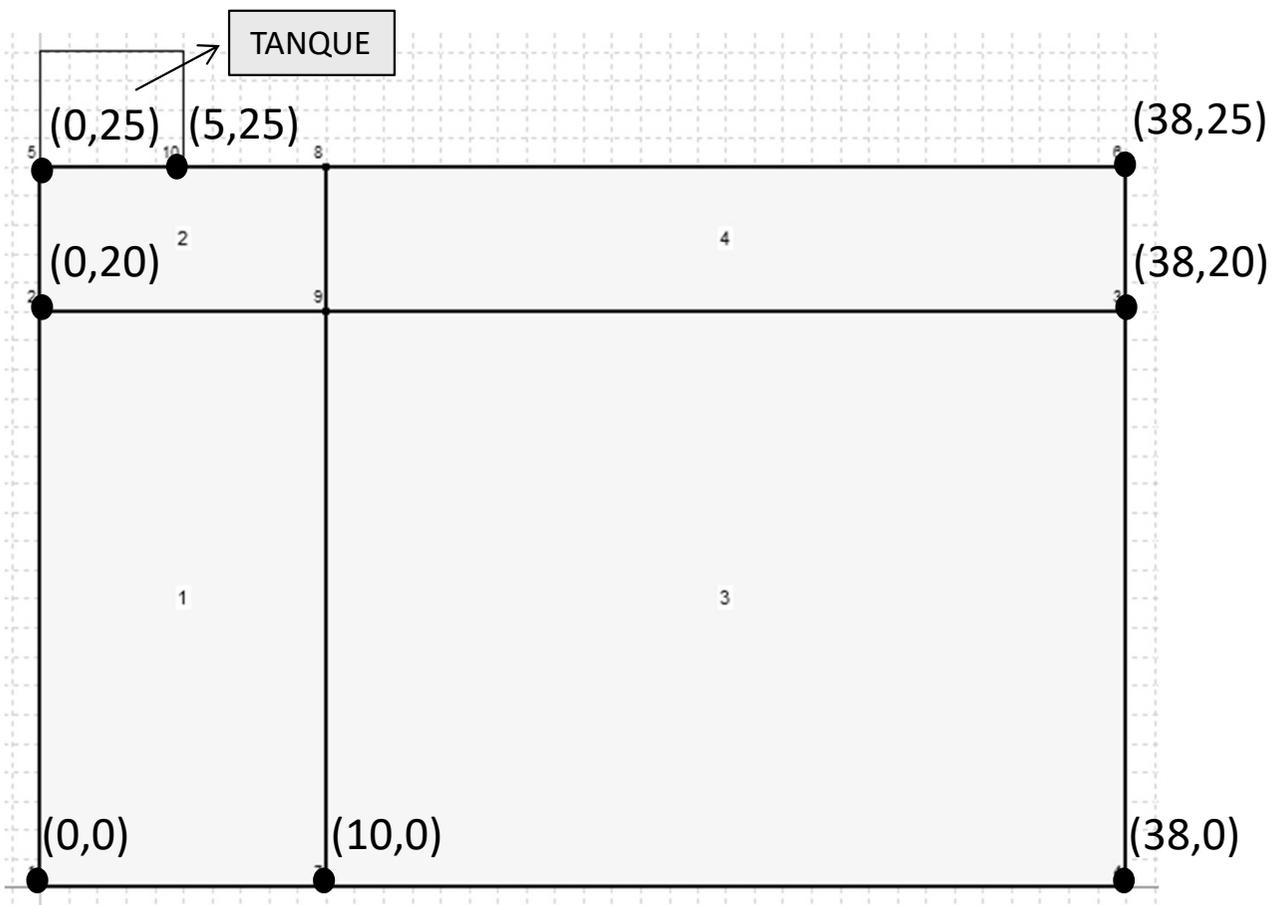
Geometria



Desenhar linhas (representação do tanque)



Dividir regiões (para discretização da malha inferior ao tanque)



Modelo Elástico Isotrópico

Materiais

Nome: Cor:

Tensão **Hidráulica**

Modelo do Material: **Elástico Isotrópico**

Básico **Procedimento K0**

Índice de Vazios Inicial:

Peso Específico:

Condição de Drenagem:

Poropressão de Ativação:

Rigidez

Módulo-E Efetivo:

Coefficiente de Poisson':

Nome: Cor:

Tensão **Hidráulica**

Modelo do Material: **Elástico Isotrópico**

Básico **Procedimento K0**

Índice de Vazios Inicial:

Peso Específico:

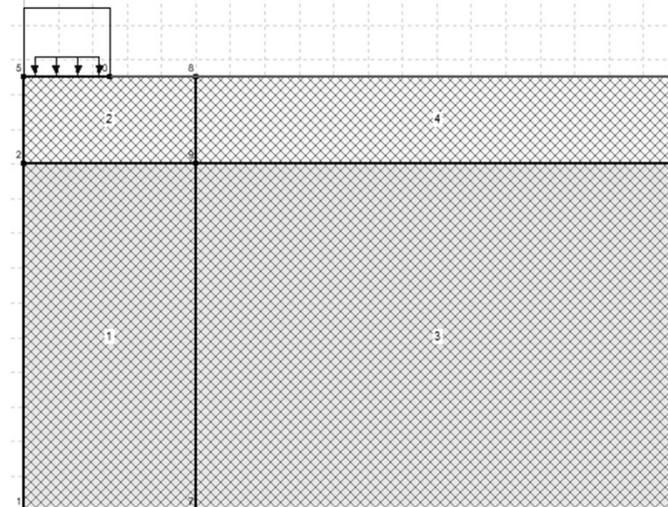
Condição de Drenagem:

Poropressão de Ativação:

Rigidez

Módulo-E Efetivo:

Coefficiente de Poisson':



Condições de contorno

Condições de Contorno Todas

Nome	Categoria	Cor
Fixed X	Tensão/De...	
Fixed X/Y	Tensão/De...	
Fixed Y	Tensão/De...	
Pressão do Tanque	Tensão/De...	
Zero Rotation	Rotação	

Nome: Cor:

Tipo:

Normal:

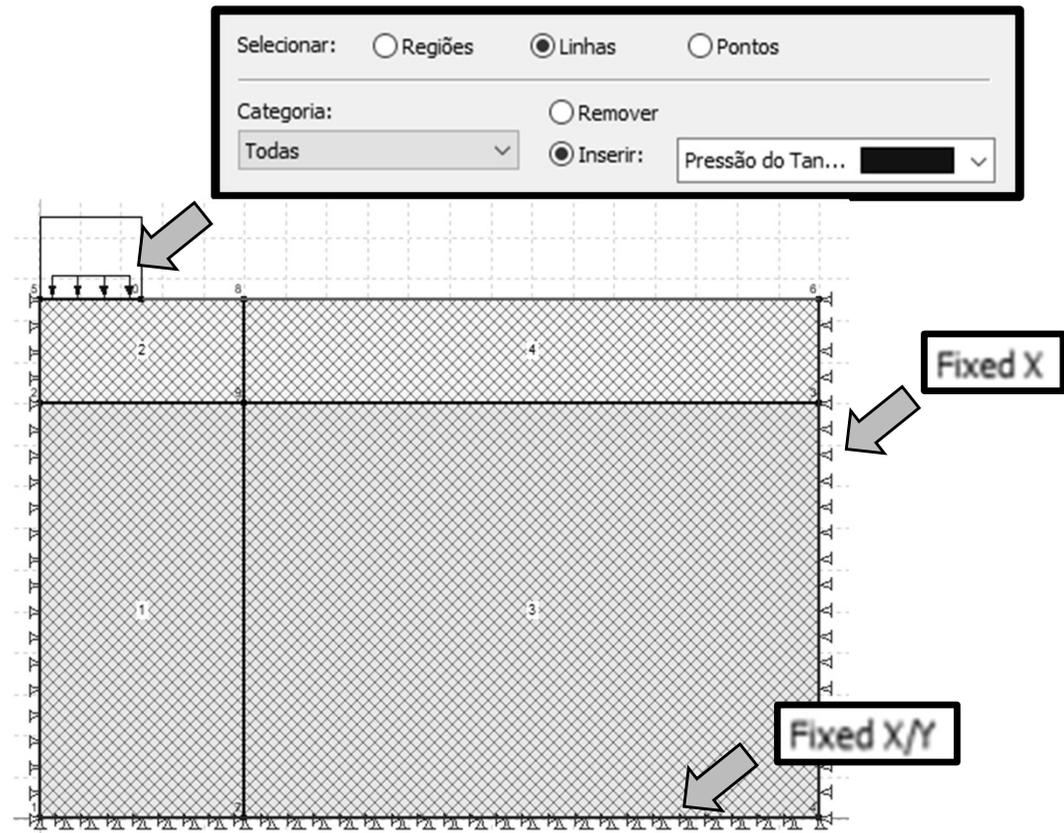
Constante:

Função:

Tangencial:

Constante:

Função:



Qualidade da malha

Aplicar - Propriedades da Malha

Tamanho Global Aprox. do Elemento: Remover Otimização

Malha: 1005 Nós, 474 Elementos

Regiões Selecionado: 2; 1

Malha Elementos

Opções para Discr. da Malha

Nenhum
 Malha Retangular de Quadriláteros
 Quadriláteros Triângulos
 Somente Triângulos
 Triangular, Malha de Quadriláteros e Triângulos

Comprimento do Lado do Elemento:

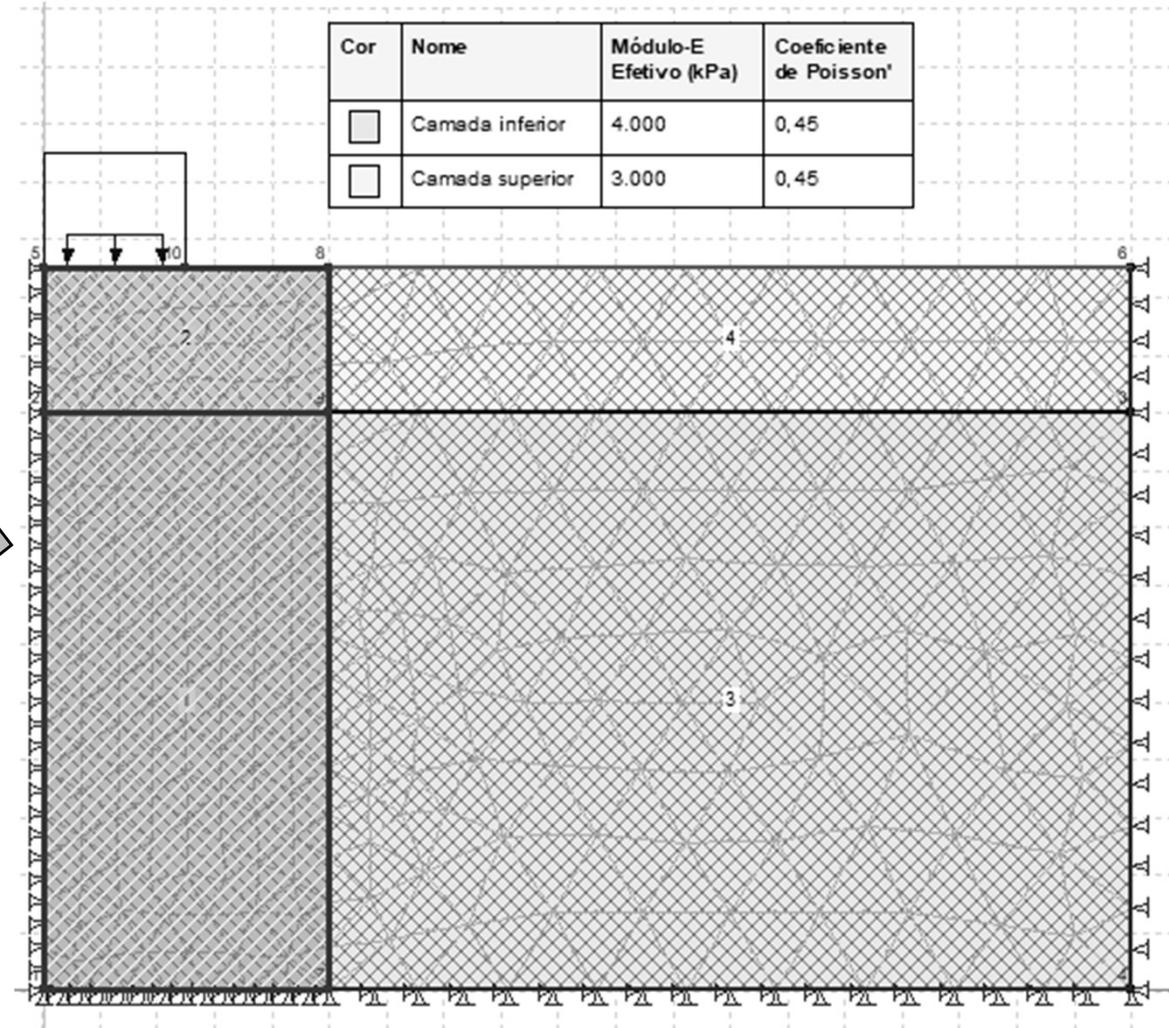
Razão do Tamanho Padrão:

Tamanho do Elemento: 1,5 m

Malha Elementos

Aplicar Nós Secundários

Cor	Nome	Módulo-E Efetivo (kPa)	Coefficiente de Poisson'
<input type="checkbox"/>	Camada inferior	4.000	0,45
<input type="checkbox"/>	Camada superior	3.000	0,45



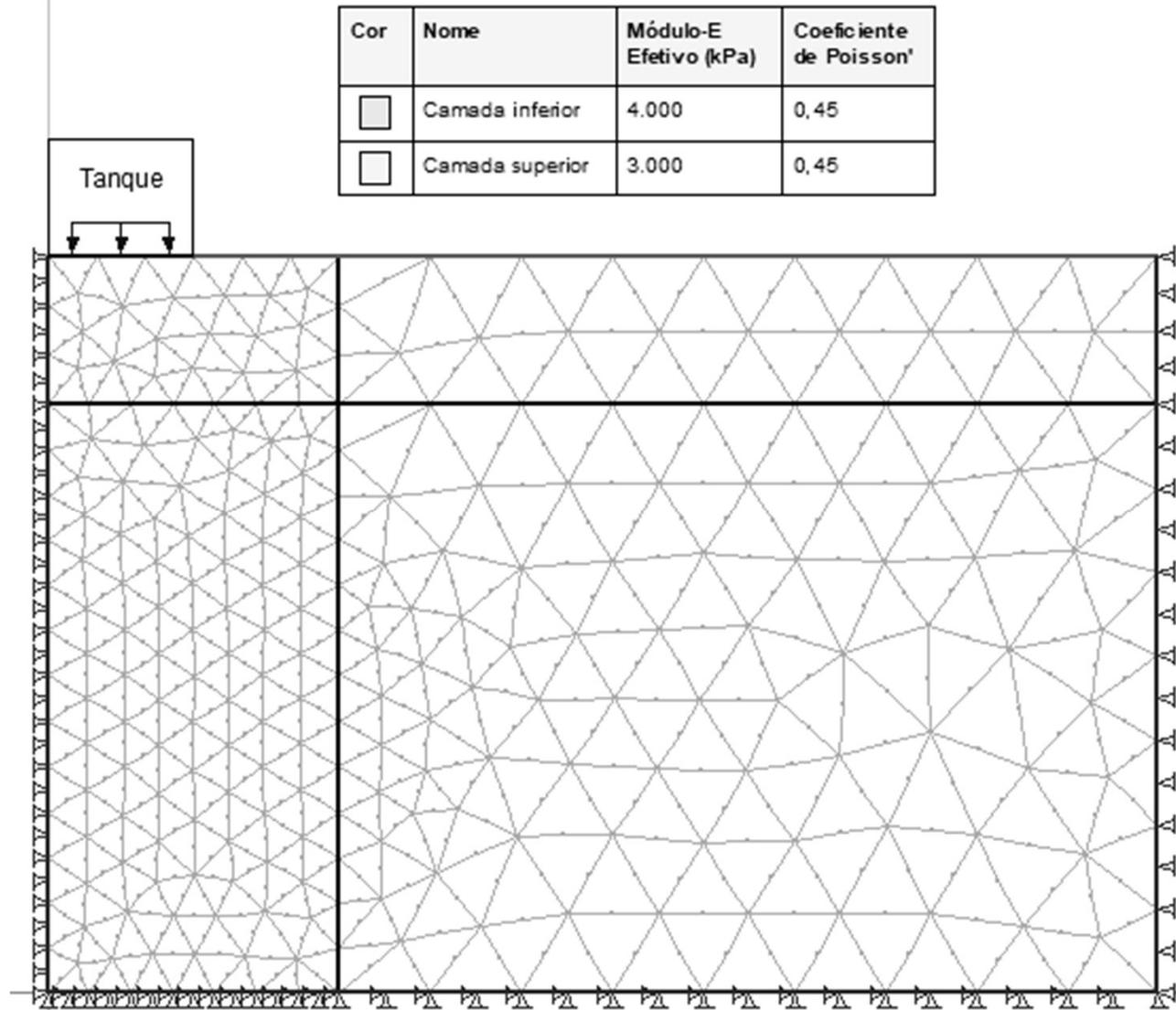
Ferramentas complementares



Desenhar tabela



Desenhar texto



Cor	Nome	Módulo-E Efetivo (kPa)	Coefficiente de Poisson'
	Camada inferior	4.000	0,45
	Camada superior	3.000	0,45

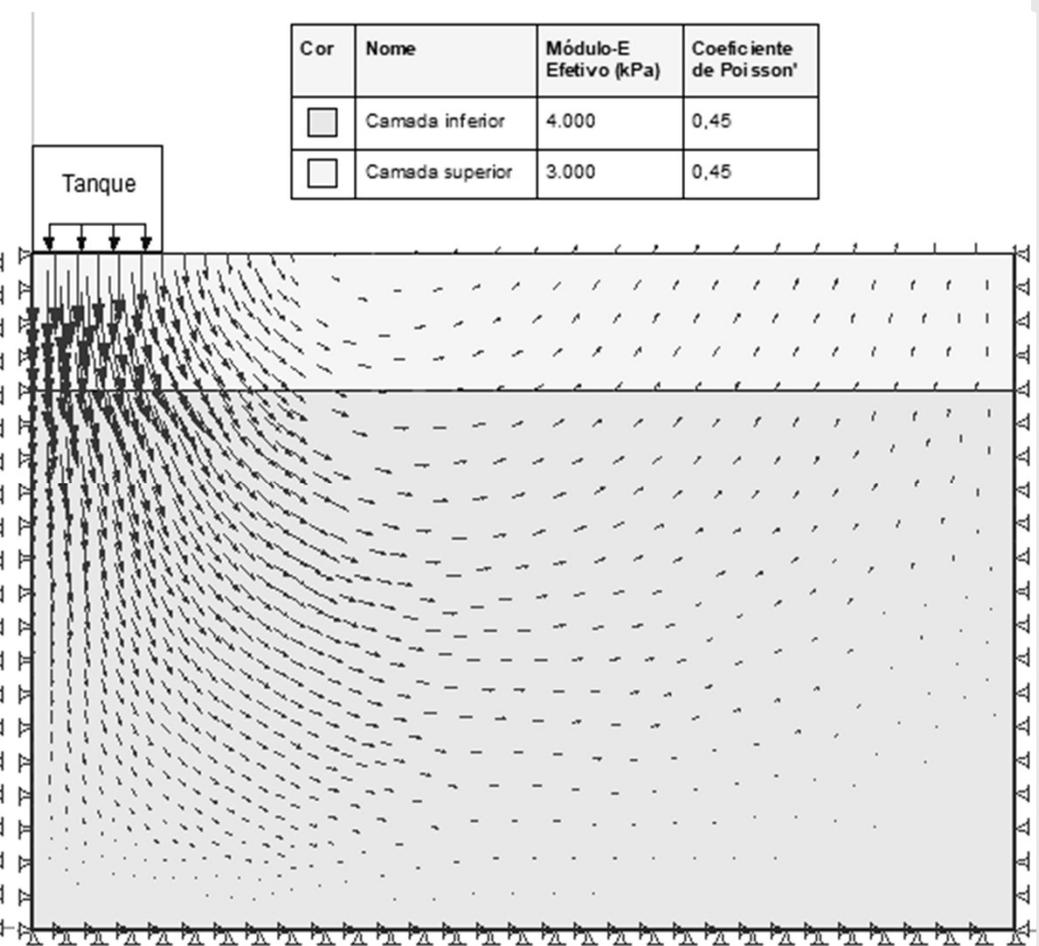
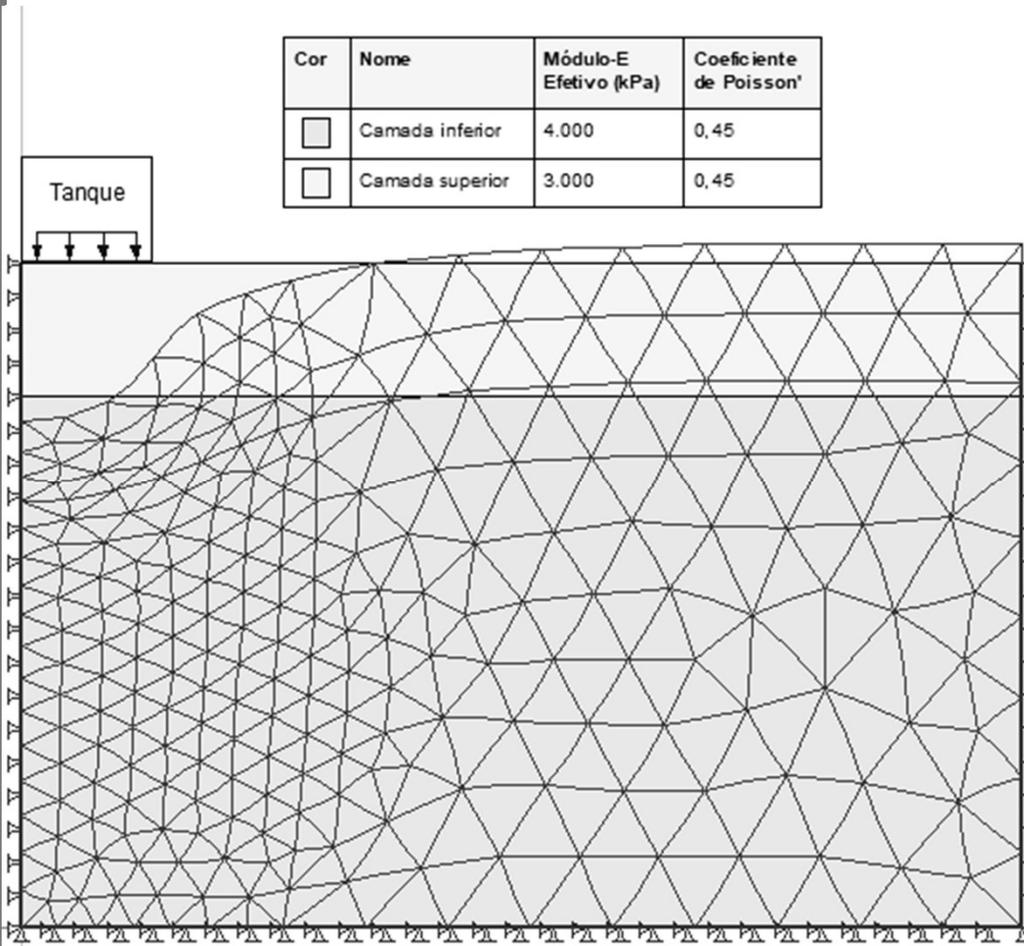
Resultados

Tempo Decorrido (d)	Descrição
0	Inicial (Análise SIGMA/W)
1,1574074e-05	1 seg



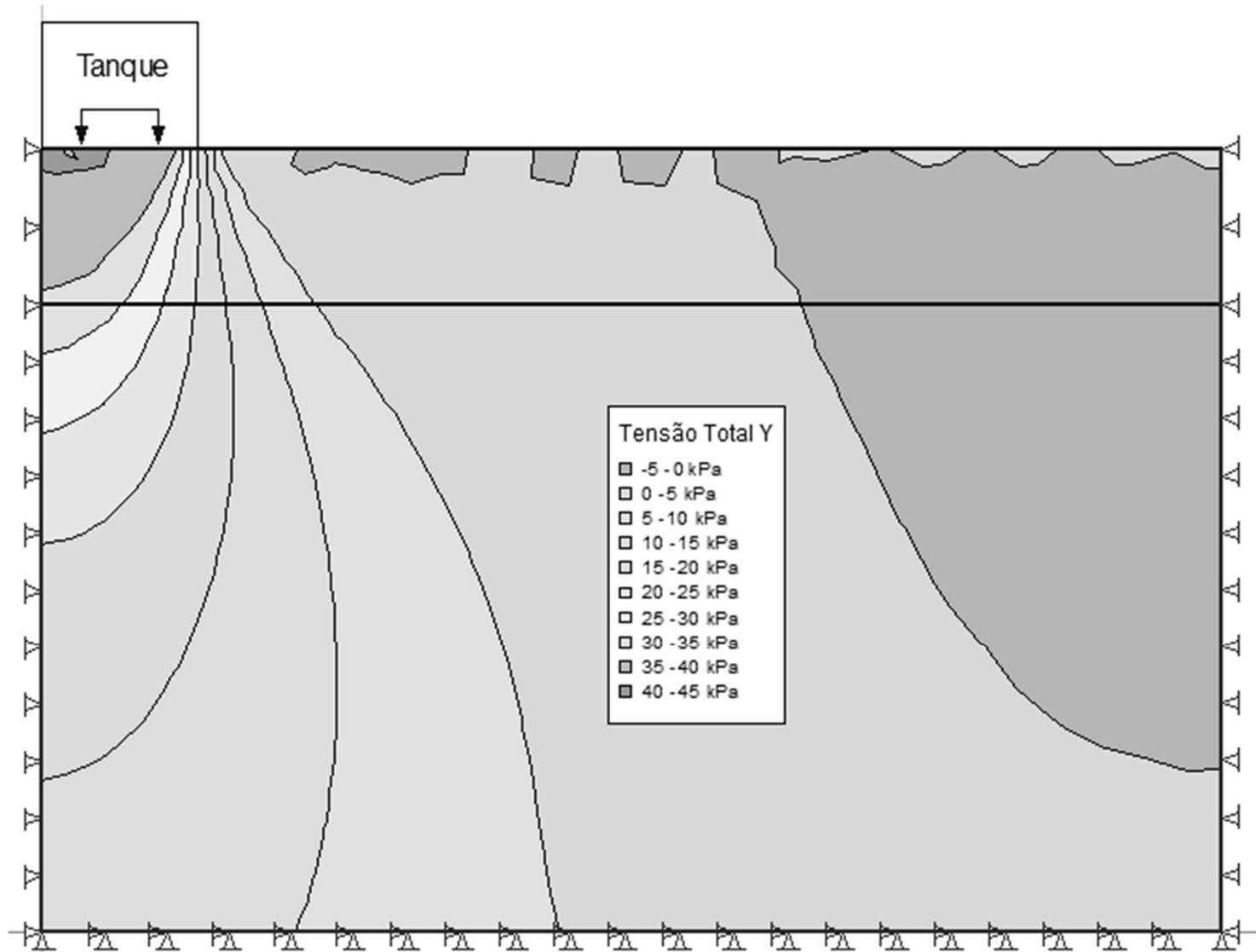
Aplicar vetores (malha deformada)

Aplicar vetores (vetores seta)



Resultados

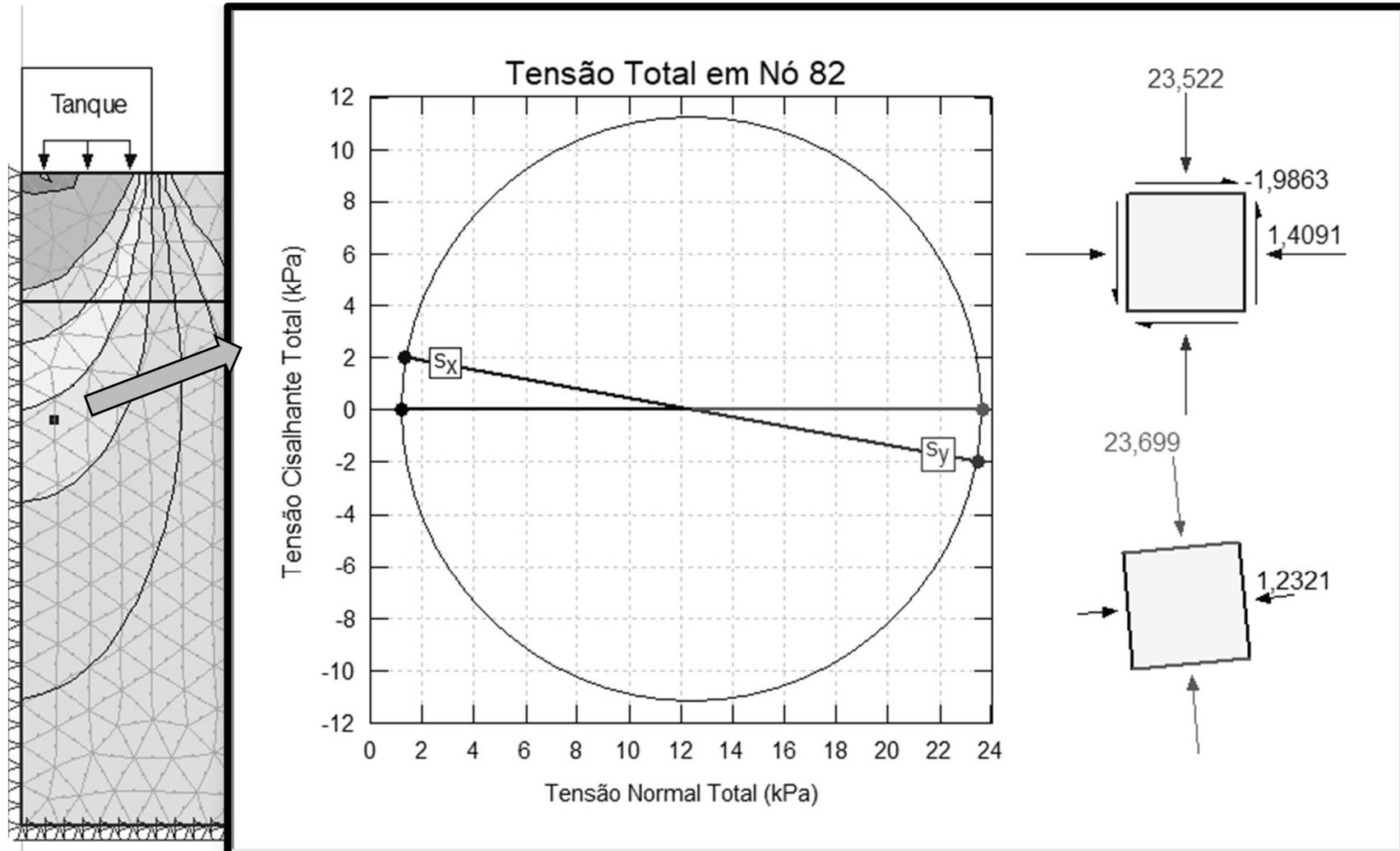
Isolinhas Tensão Total



Resultados



Aplicar Círculo de Mohr



Resultados



Aplicar gráfico

Nome	Y	X
Deslocament...	Desl. Y	Y

Nome:

Tipo:

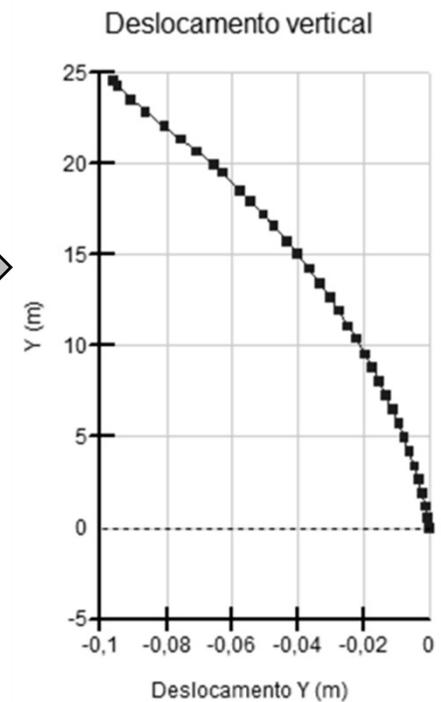
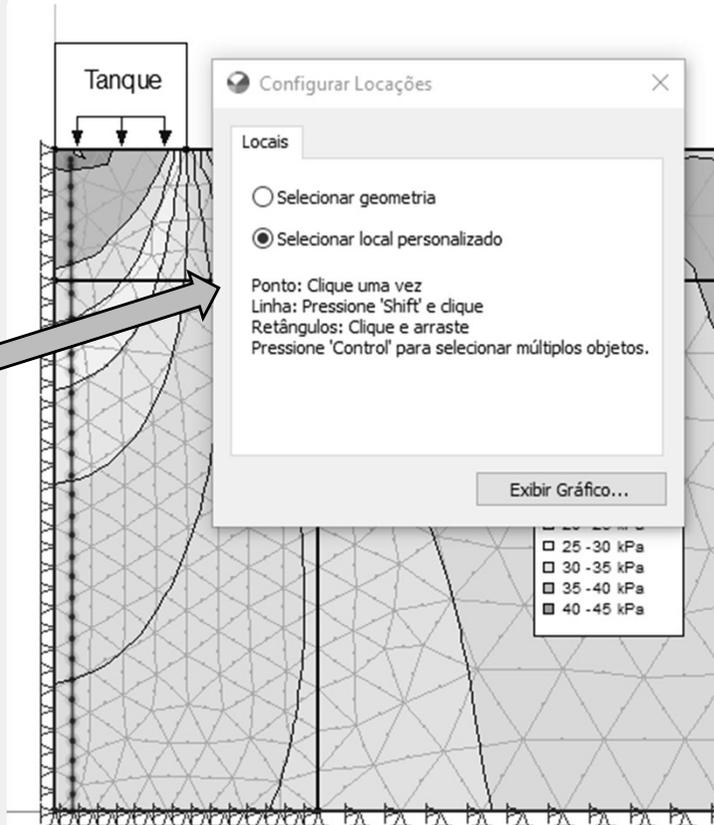
Definir Localizações...

Deslocamentos:

vs.

Selec. Disc. Temporais:

Etapas	Tempo Decorrid...	Nome da Análise
0	0	Análise SIGMA/W
1	1,1574074e-05	Análise SIGMA/W



SLOPE/W

Dados - Projeto

Análises:

- (sem título)
 - Geometria 2D
 - Estabilidade**
 - Estabilidade com solo grampeado
 - Estabilidade com tirantes

Nome: Descrição:

Parente:

Tipo de Análise:

Configurações

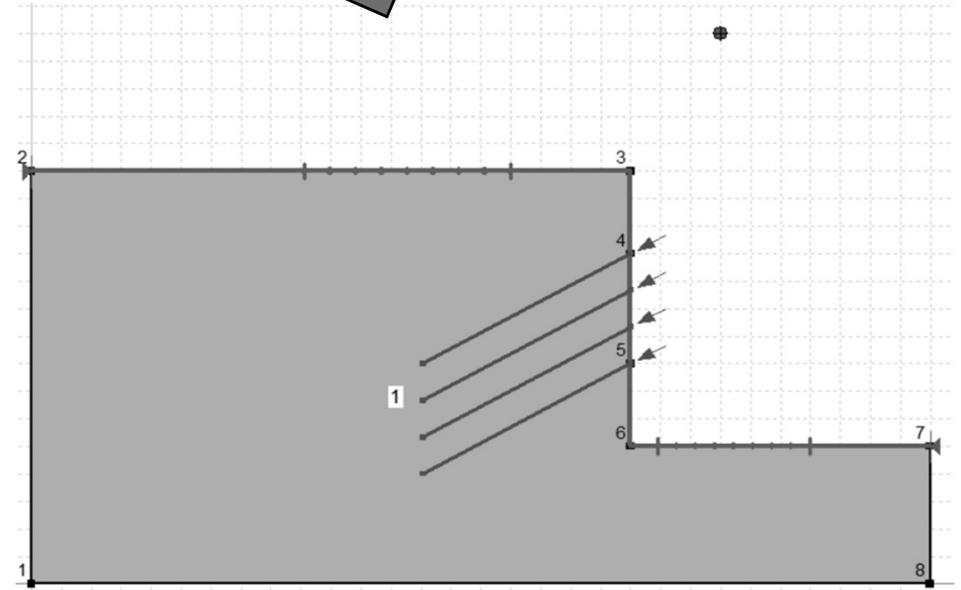
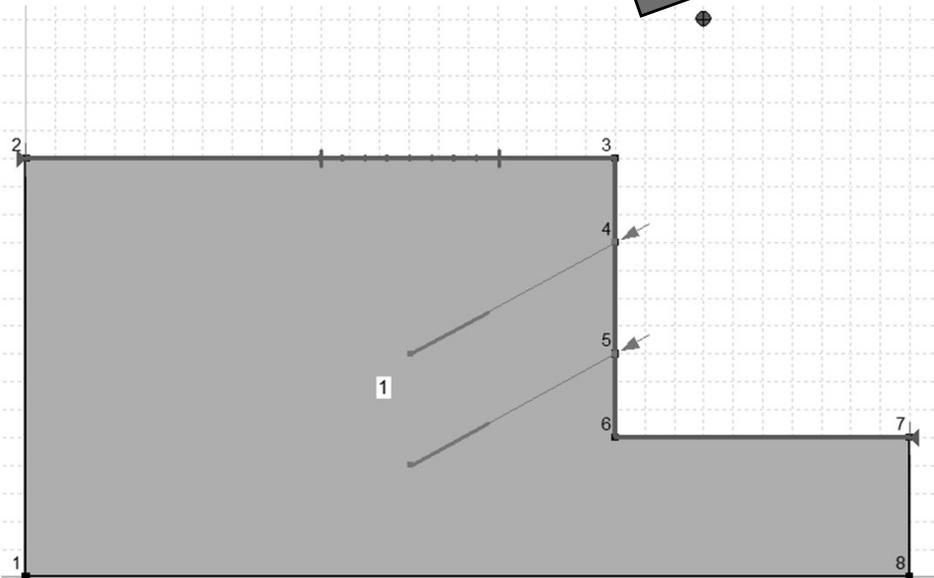
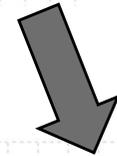
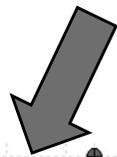
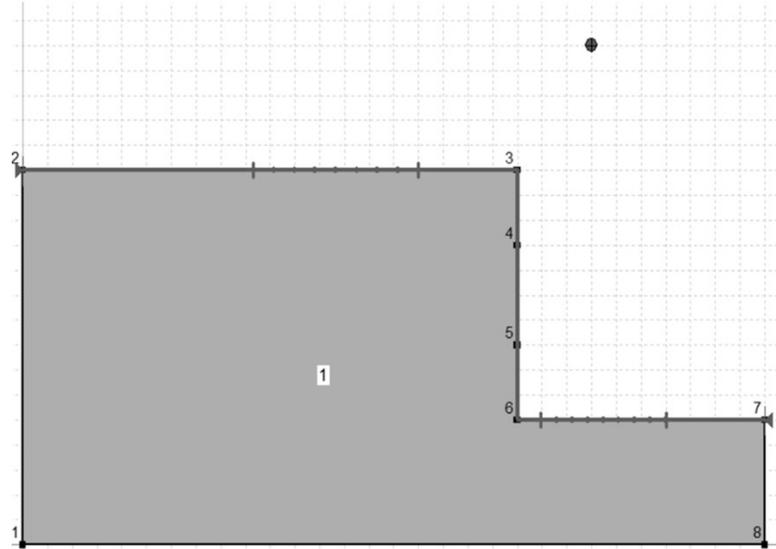
Poropressão de:

Análise pseudo-estática em estágios:

Fatores Parciais:

Peso Específico da Água:

Exemplo 2: Contenções



Geometria



Dados - Pontos

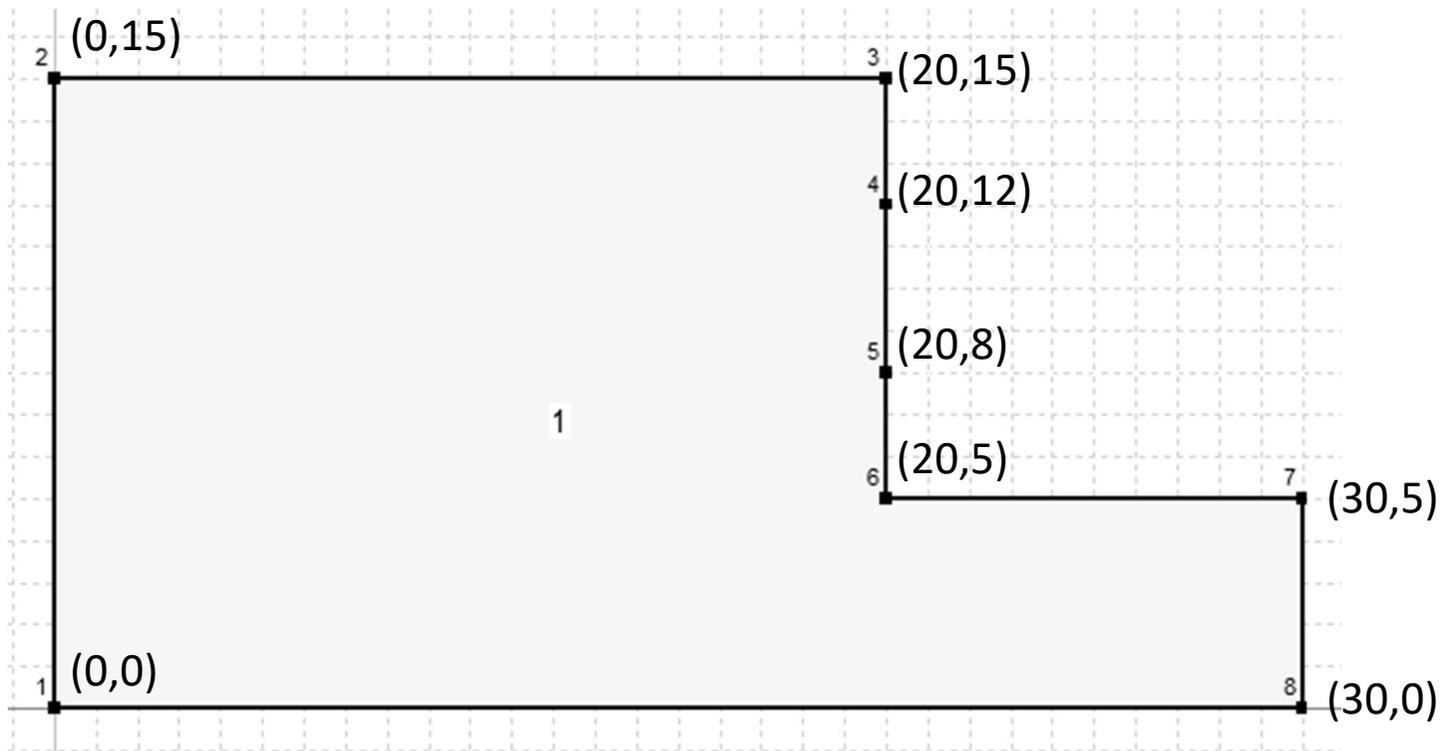
ID	X (m)	Y (m)	Título	Fixados
1	0	0	Ponto+Número	Sim
2	0	15	Ponto+Número	Sim
3	20	15	Ponto+Número	Sim
4	20	12	Ponto+Número	Sim
5	20	8	Ponto+Número	Sim
6	20	5	Ponto+Número	Sim
7	30	5	Ponto+Número	Sim
8	30	0	Ponto+Número	Sim
9	---	---	Ponto+Número	Sim

5 | 20 m | 8 m | Ponto+Número | Manter ao deletar regiões

Desfazer | Refazer | Fechar



Desenhar regiões



Materiais e suas propriedades

Solo

Dados - Materiais

Materiais

Nome	Cor
New Material	

Adicionar ▼
Deletar
Inserido...

Nome: New Material Cor:  Configurar...

Estabilidade de Taludes

Modelo do Material: Mohr-Coulomb ▼

Básico | Sucção | Envolória de Resistência | Liquefação | Avançado

Peso Específico: 20 kN/m³ Coesão Efetiva (C'): 0 kPa

Phi: 30 °

Desfazer ▼ Refazer ▼ Mostrar legenda Propriedades... Fechar

Materiais e suas propriedades

Tirante

Definir Reforços

Nome	Tipo	Cor
New Reinforcement (2)	Ancoragem	
New Reinforcement (3)	Ancoragem	

Nome: New Reinforcement (2) Cor: Configurar...

Tipo: Ancoragem

Resistência ao Arrancamento
 Res. ao Arranc. (F/Área): 300 kPa
 Fator de Redução: 1,5

Resistência à Tração
 Resistência à Tração: 2.000 kN
 Fator de Redução à Tração: 2

Força Cisalhante
 Força Cisalhante: 0 kN
 Fator de Redução: 1

Aplicar Cis.: Paralelo à Sup. Pesq.

Configurações de Cálculo
 Condicionado a FS: Não
 Distribuição da Força: Distribuído

Especificações de Instalação
 Comprimento do Bulbo: 3 m
 Diâm. do Bulbo: 0,31831 m
 Espaç. Horiz.: 2 m
 Ancorado na Face: Sim

Resistência ao Arrancamento Fatorada: 100 kN/m/m
 Resistência à Tração Fatorada: 500 kN/m

Desfazer Refazer Fechar

Solo grampeado

Definir Reforços

Nome	Tipo	Cor
Grampos	Grampo	

Nome: Grampos Cor: Configurar...

Tipo: Grampo

Resistência ao Arrancamento
 Res. ao Arranc. (F/Área): 100 kPa
 Fator de Redução: 1,5

Resistência à Tração
 Resistência à Tração: 400 kN
 Fator de Redução à Tração: 2

Força Cisalhante
 Força Cisalhante: 0 kN
 Fator de Redução: 1

Aplicar Cis.: Paralelo à Sup. Pesq.

Configurações de Cálculo
 Condicionado a FS: Não
 Distribuição da Força: Distribuído

Especificações de Instalação
 Diâm. do Bulbo: 0,31830989 m
 Espaç. Horiz.: 2 m
 Ancorado na Face: Sim

Resistência ao Arrancamento Fatorada: 33,333 kN/m/m
 Resistência à Tração Fatorada: 100 kN/m

Desfazer Refazer Fechar

Materiais e suas propriedades



Aplicar Configurações do Reforço ? X

Nome: Nova Configuração do Reforço

Reforço: Ancoragem

Definir Faixa

Fixar na superfície do terreno

Ponto Inicial: 20 m 12 m

Ponto Final: 20 m 8 m

Orientação e Comprimento

Orientação: Ângulo Absoluto -150 °

Compr.: 8 m

Espaçamento

Espaçado: Uniformemente

Número de Reforços: 2

Distância Entre Reforços:

Limpar Fechar

Aplicar Configurações do Reforço ? X

Nome: Nova Configuração do Reforço

Reforço: Grampos

Definir Faixa

Fixar na superfície do terreno

Ponto Inicial: 20 m 12 m

Ponto Final: 20 m 8 m

Orientação e Comprimento

Orientação: Ângulo Absoluto -150 °

Compr.: 8 m

Espaçamento

Espaçado: Uniformemente

Número de Reforços: 4

Distância Entre Reforços:

Limpar Fechar

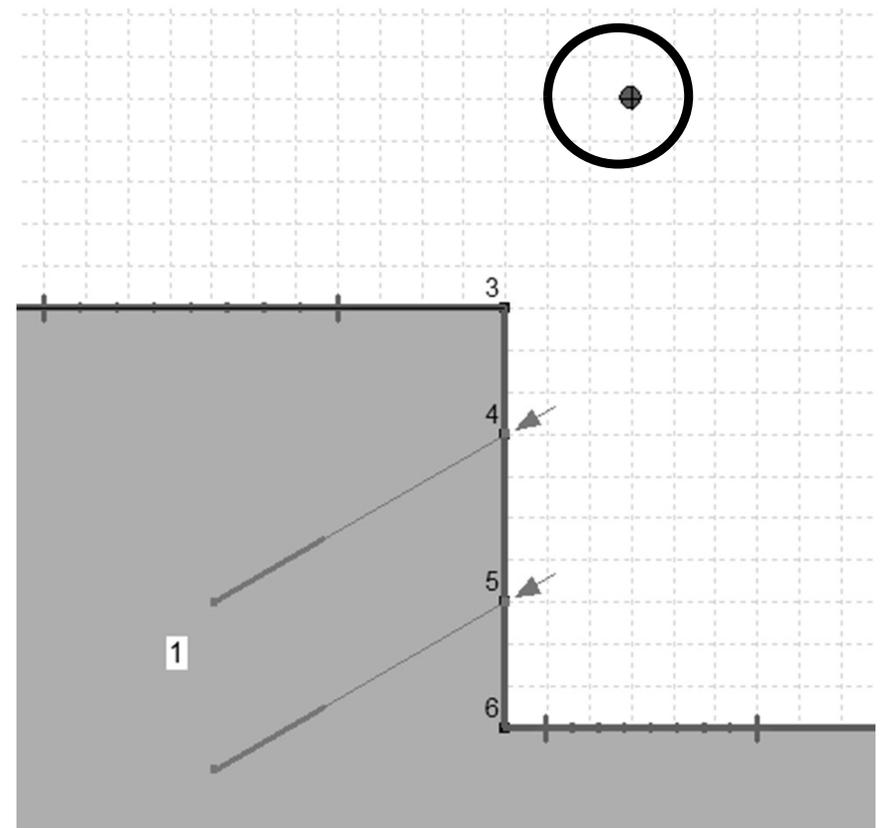
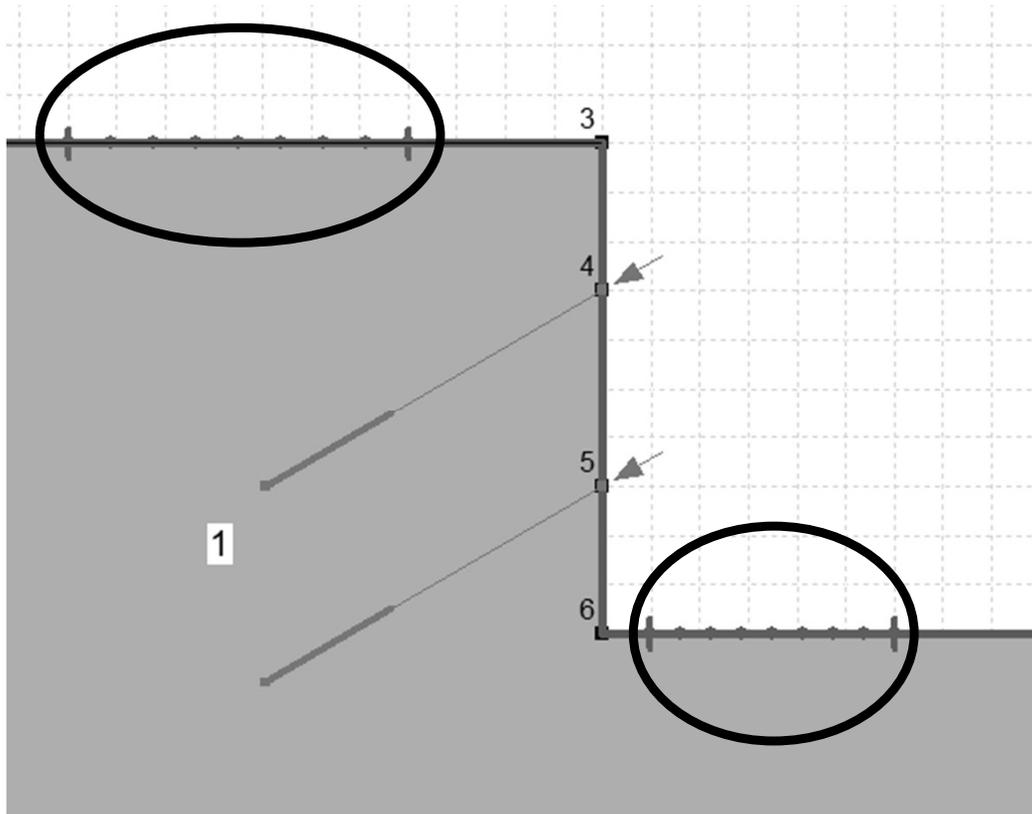
Parâmetros de análise



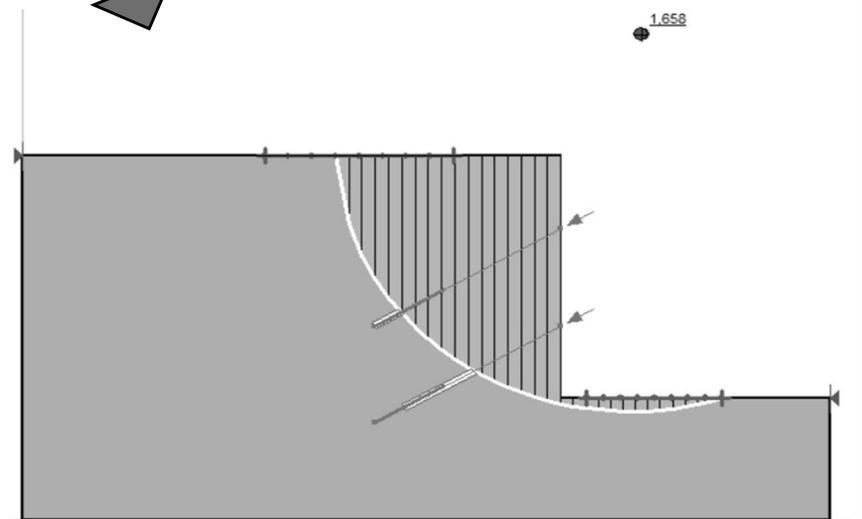
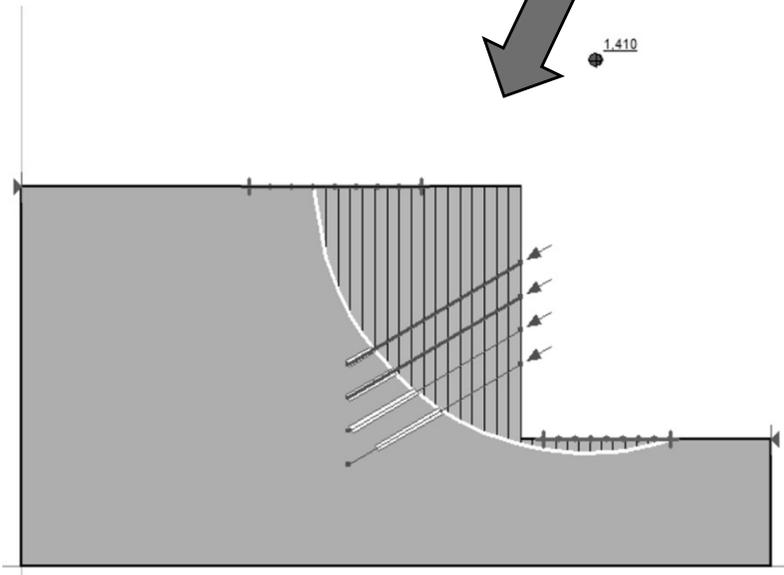
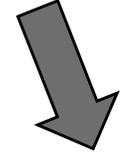
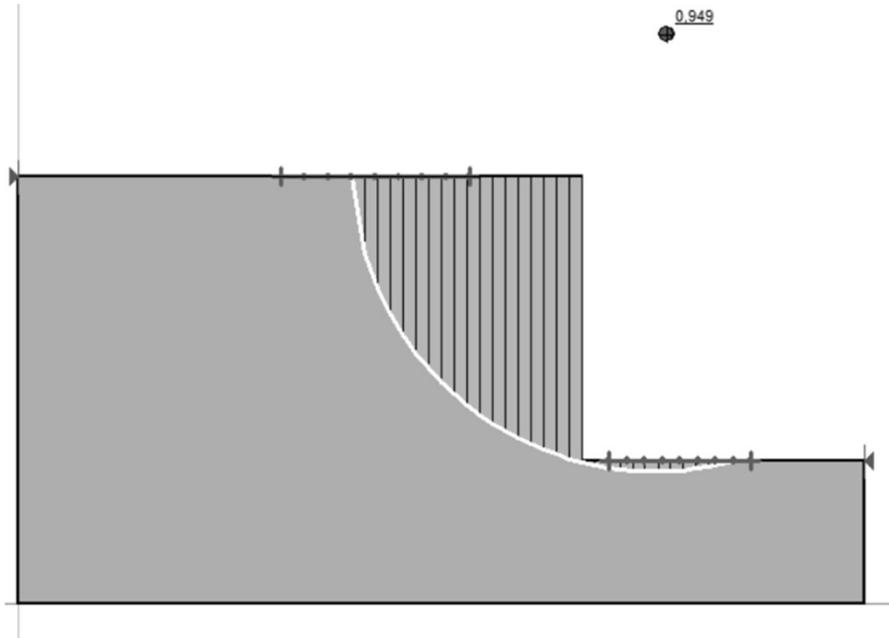
Limites



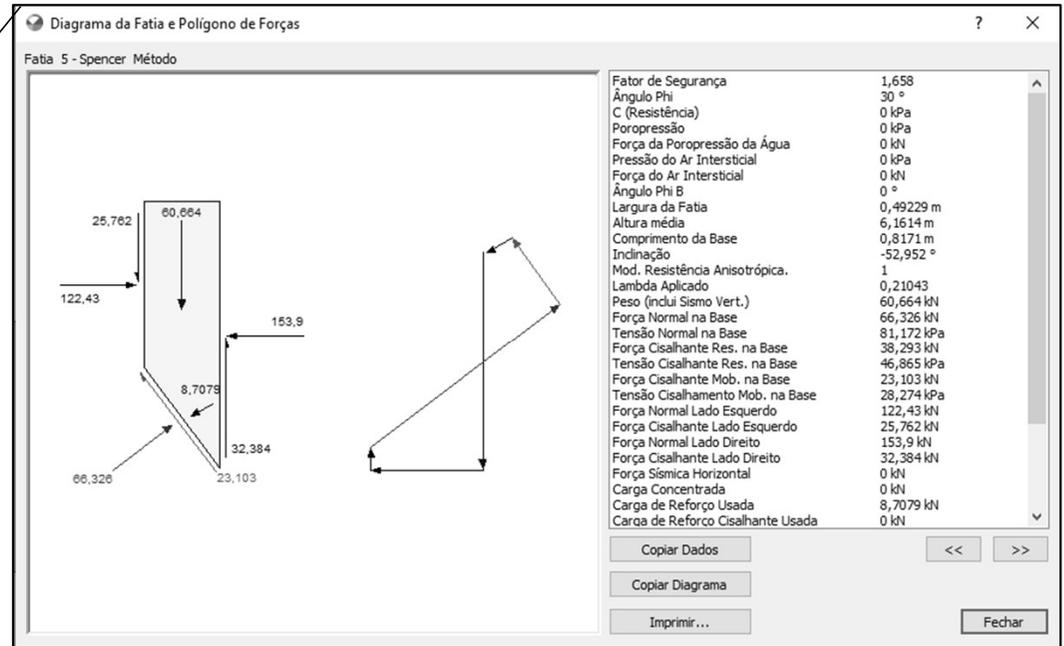
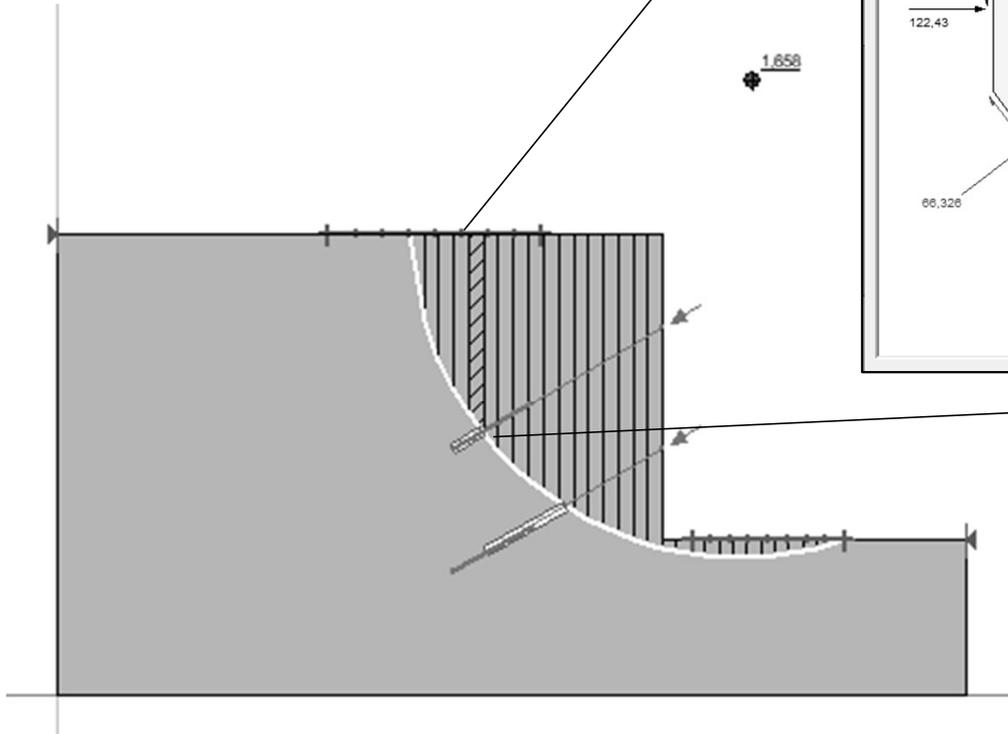
Eixo das superfícies de pesquisa



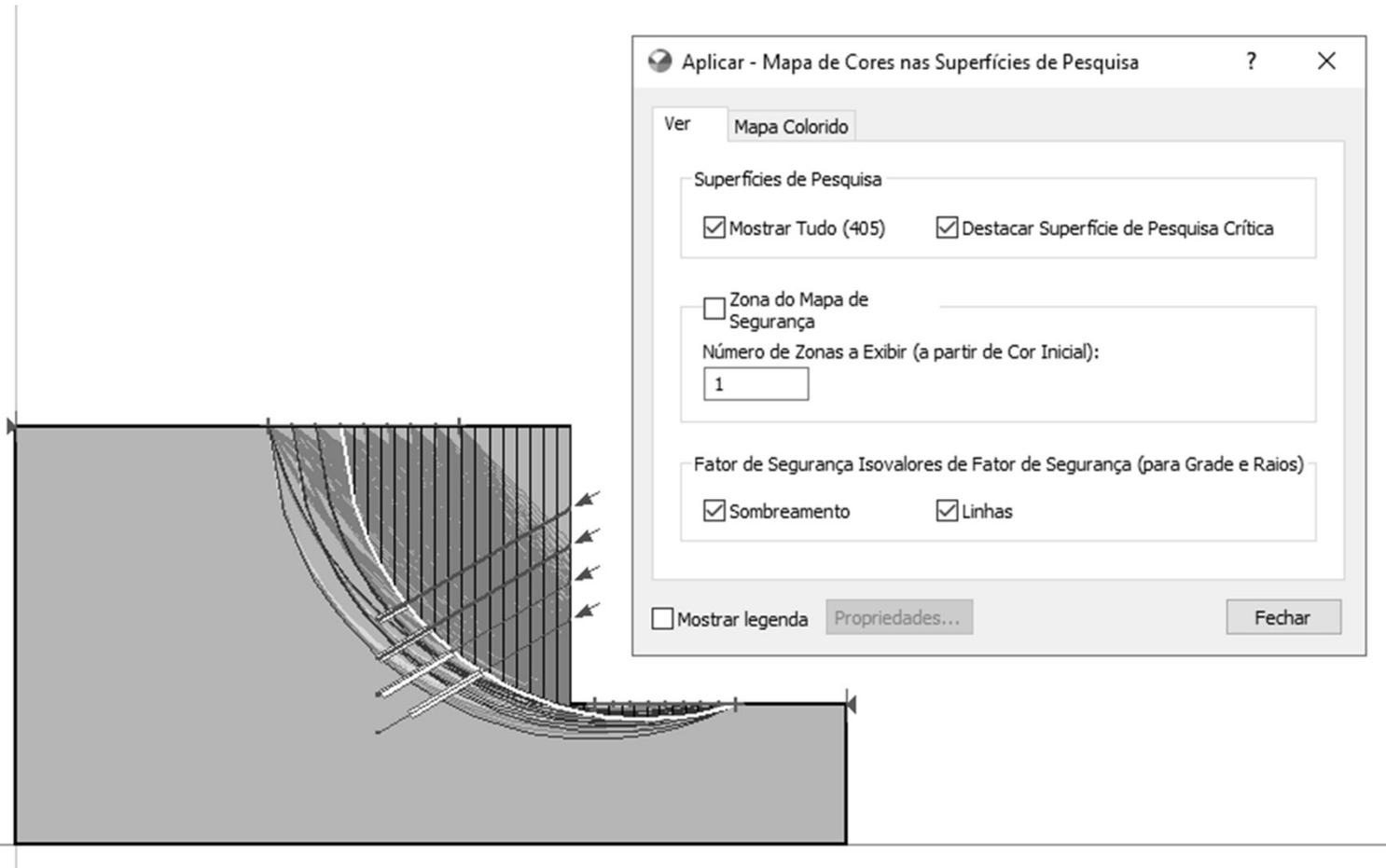
Resultados



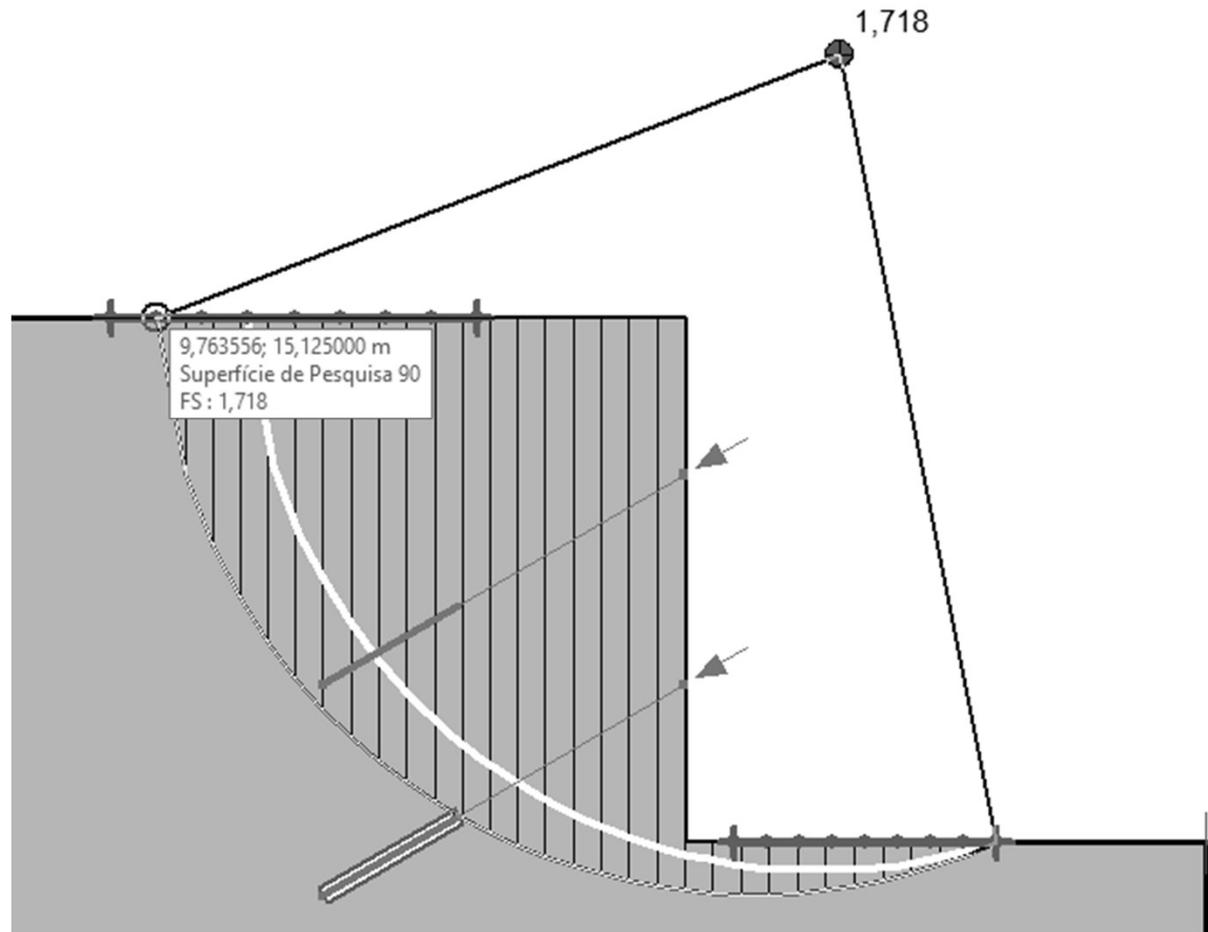
Resultados



Resultados



Resultados



Exemplos extras

Aplicação de cargas

ABNT NBR 11682:2009

7.3.3 Projetos envolvendo obras de contenção em solo

São aqueles com elementos destinados a contrapor-se aos esforços estáticos provenientes do terreno e de sobrecargas acidentais e/ou permanentes. Todas as estruturas de contenção devem ser projetadas para suportar, além dos esforços provenientes do solo, uma sobrecarga acidental mínima de 20 kPa, uniformemente distribuída sobre a superfície do terreno arrimado. A utilização de valores inferiores para a sobrecarga acidental deve ser devidamente justificada pelo engenheiro civil geotécnico.

Faseamento construtivo e deslocamentos com o SIGMA/W

