



# SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS APLICADAS NO EDIFÍCIO DO TERMINAL DE CRUZEIROS DE LEIXÕES

|                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| <b>Manuel Neves</b>      | mneves@jetsj.pt            |
| <b>Alexandre Pinto</b>   | apinto@jetsj.pt            |
| <b>João Vaz</b>          | joao.vaz@dimstrut.pt       |
| <b>Miguel Pimentel</b>   | miguel.pimentel @opway.pt  |
| <b>Alberto Gonçalves</b> | alberto.goncalves@opway.pt |



## ÍNDICE DA APRESENTAÇÃO

- 1 Introdução
- 2 Principais Condicionamentos
- 3 Soluções Propostas
- 4 Dimensionamento
- 5 Faseamento Construtivo
- 6 Controlo de Qualidade
- 7 Considerações Finais



## ÍNDICE DA APRESENTAÇÃO

- 1 Introdução**
- 2 Principais Condicionamentos
- 3 Soluções Propostas
- 4 Dimensionamento
- 5 Faseamento Construtivo
- 6 Controlo de Qualidade
- 7 Considerações Finais

## INTRODUÇÃO



Norte

## Localização geográfica





# INTRODUÇÃO



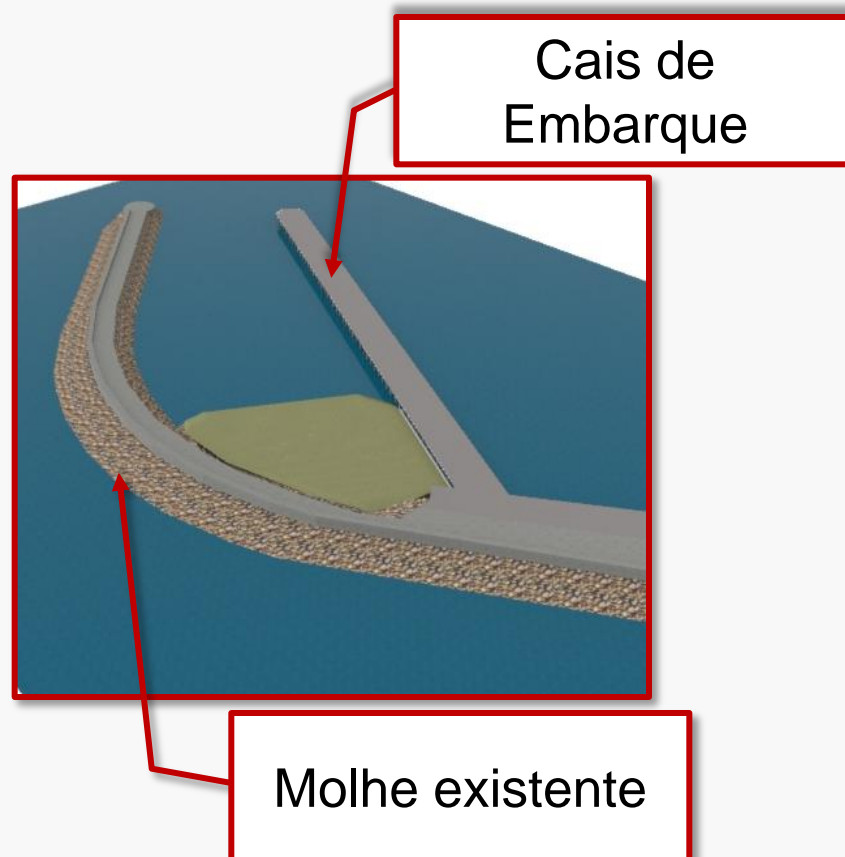
## Localização geográfica



Área de  
intervenção



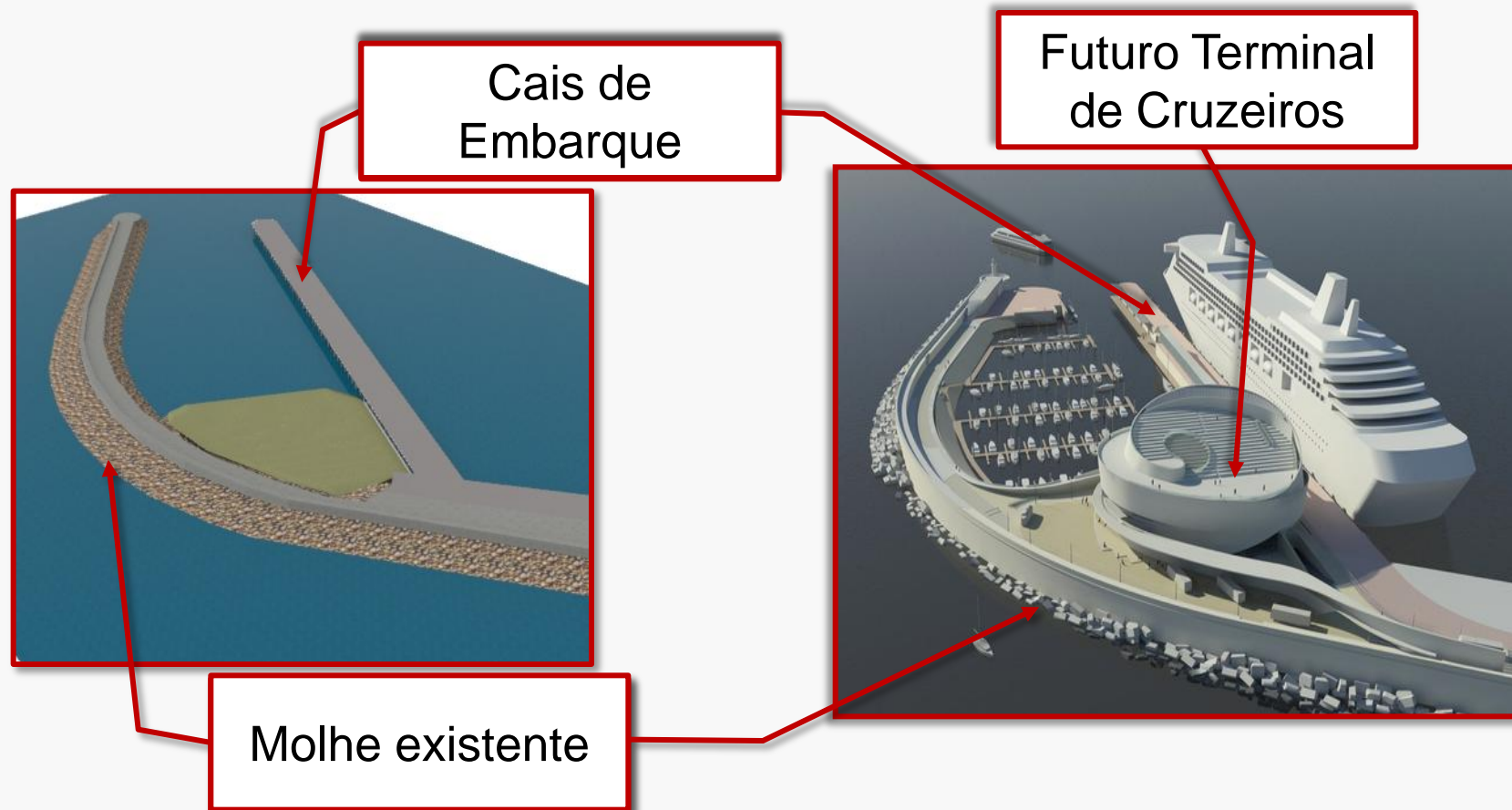
## Modelação tridimensional da obra



- Altura média de escavação 5.00m
- Contenção Periférica e Ensecadeira (efeito de maré)

## INTRODUÇÃO

### Modelação tridimensional da obra



- Altura média de escavação 5.00m
- Contenção Periférica e Ensecadeira (efeito de maré)



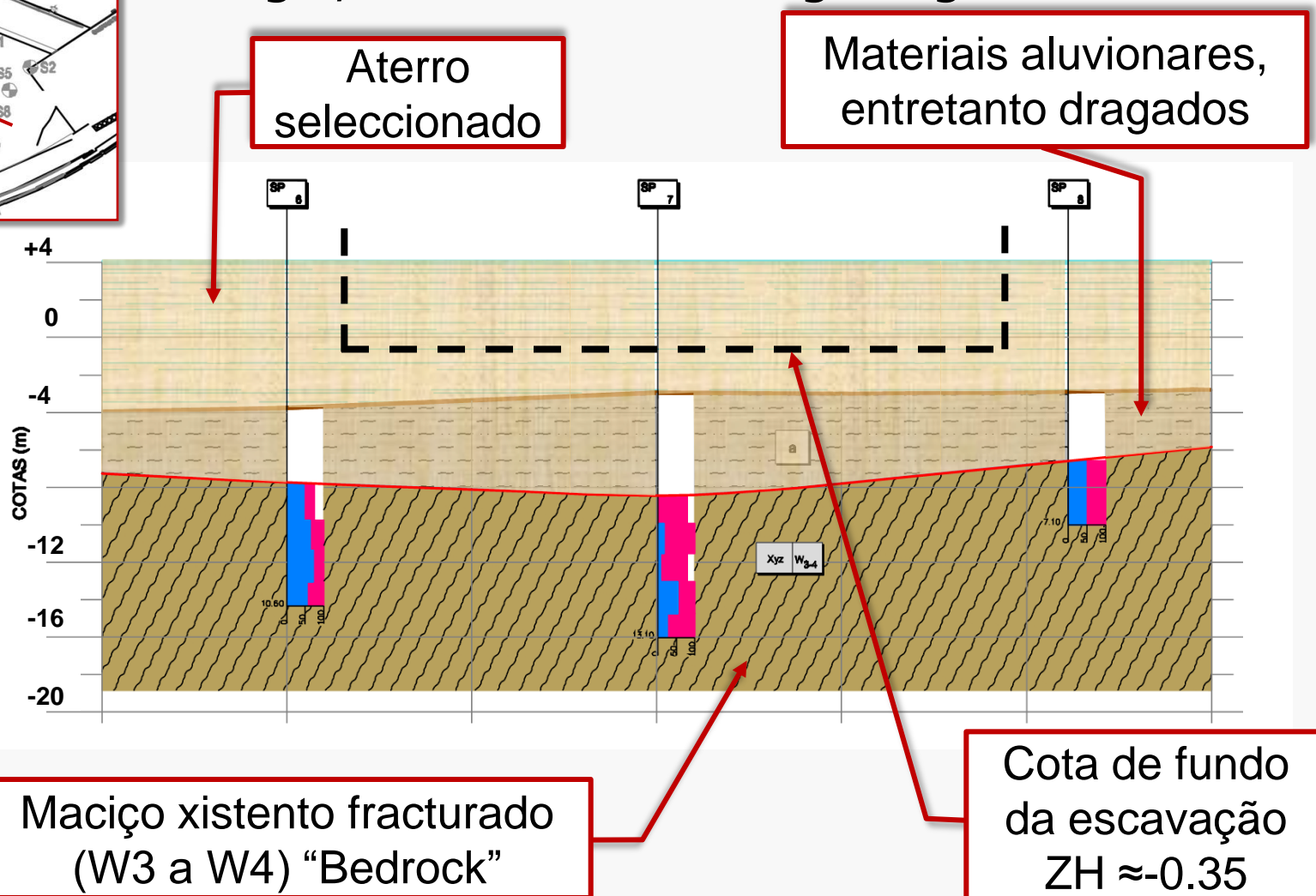
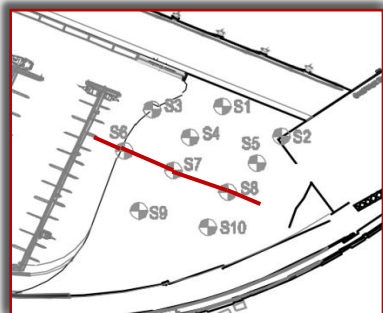
## ÍNDICE DA APRESENTAÇÃO

- 1 Introdução
- 2 Principais Condicionamentos**
- 3 Soluções Propostas
- 4 Dimensionamento
- 5 Faseamento Construtivo
- 6 Controlo de Qualidade
- 7 Considerações Finais



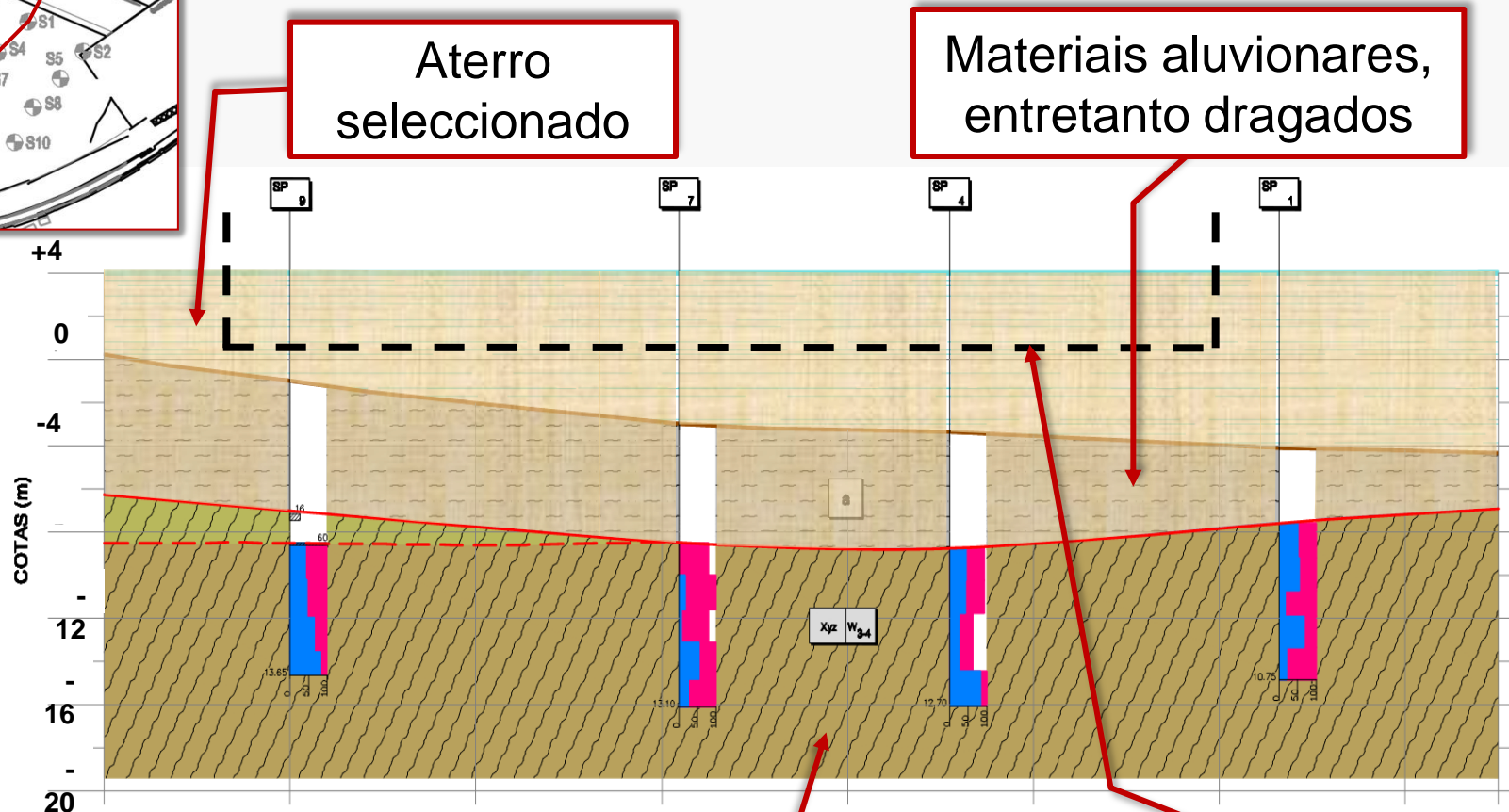
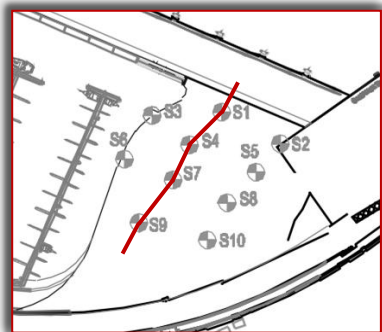
## PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

### Geologia, Geotecnia e Hidrogeologia



## PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

### Geologia, Geotecnia e Hidrogeologia



Maciço xistento fracturado  
(W3 a W4) "Bedrock"

Cota de fundo da  
escavação ZH  $\approx -0.35$

## PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

### Geologia, Geotecnia e Hidrogeologia

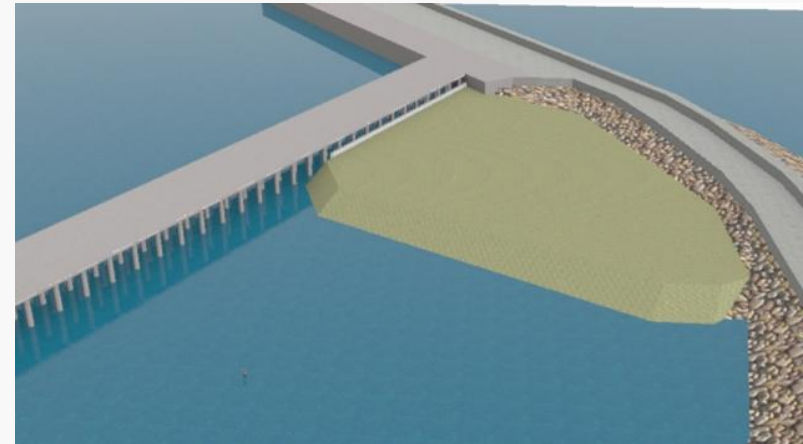
| Horizonte Geotécnico | Formação            | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | E<br>kPa | $\phi$<br>° | c'<br>kPa |
|----------------------|---------------------|-------------------------------|----------|-------------|-----------|
| ZG1                  | Aterro seleccionado | 16                            | 15000    | 20          | 5         |
| ZG2                  | Enrocamento         | 22                            | 60000    | 25          | 10        |
| ZG3                  | Xisto Grauváquico   | 20                            | 120000   | 50          | 100       |

**Nível da água** variável com a cota da maré entre os 4.00m (Preia-Mar) e os -0.24m (Baixa-Mar)

## PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

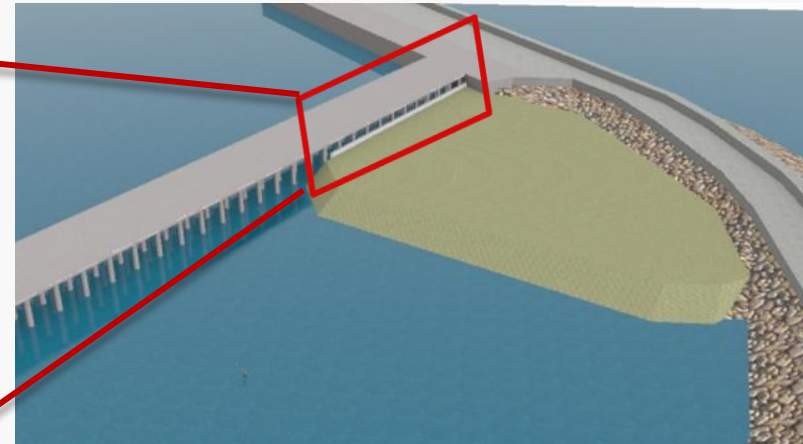
### Condições de vizinhança

- Espaço muito limitado de implantação
- Grande rigor geométrico



## PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

### Condições de vizinhança



Cais acostável

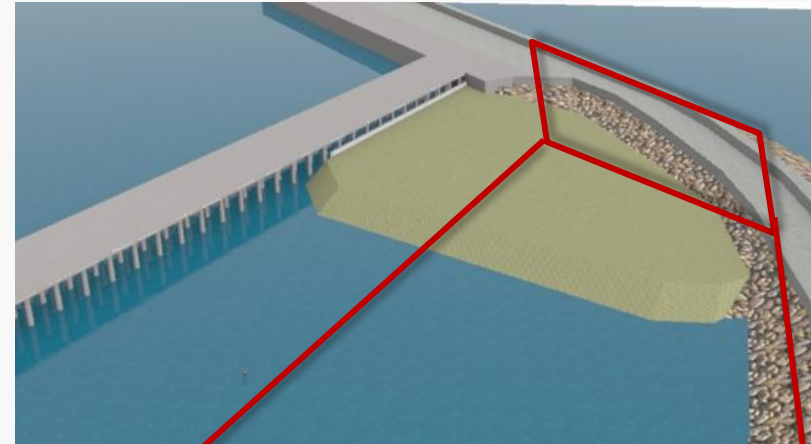


## PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

### Condições de vizinhança



Cais acostável



Molhe a preservar





## ÍNDICE DA APRESENTAÇÃO

- 1 Introdução
- 2 Principais Condicionamentos
- 3 Soluções Propostas**
- 4 Dimensionamento
- 5 Faseamento Construtivo
- 6 Controlo de Qualidade
- 7 Considerações Finais

## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Planta da solução



Cais acostável

Molhe a  
preservar

## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Planta da solução

Solução Tipo 1

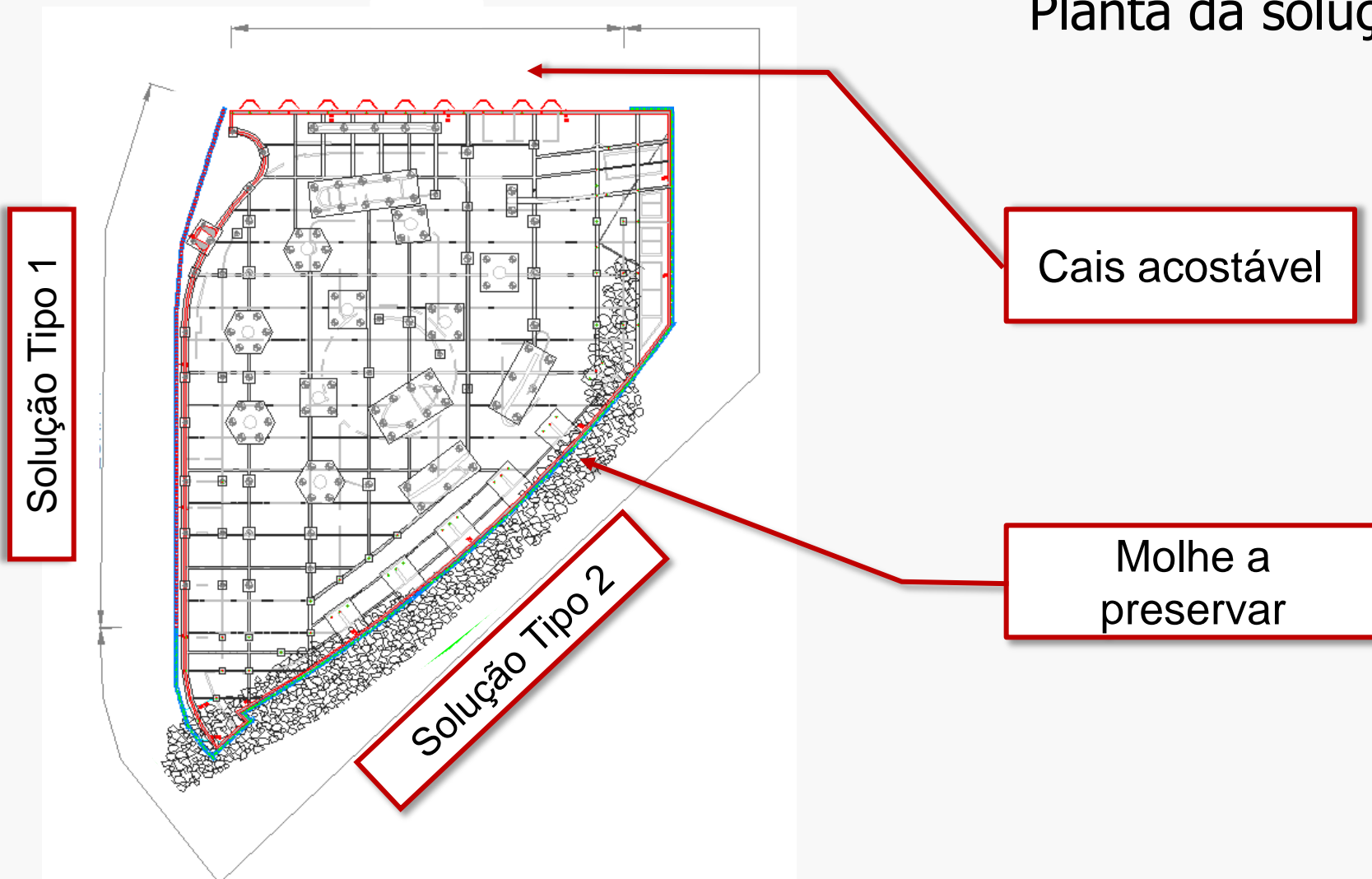
Cais acostável

Molhe a preservar



## SOLUÇÕES PROPOSTAS

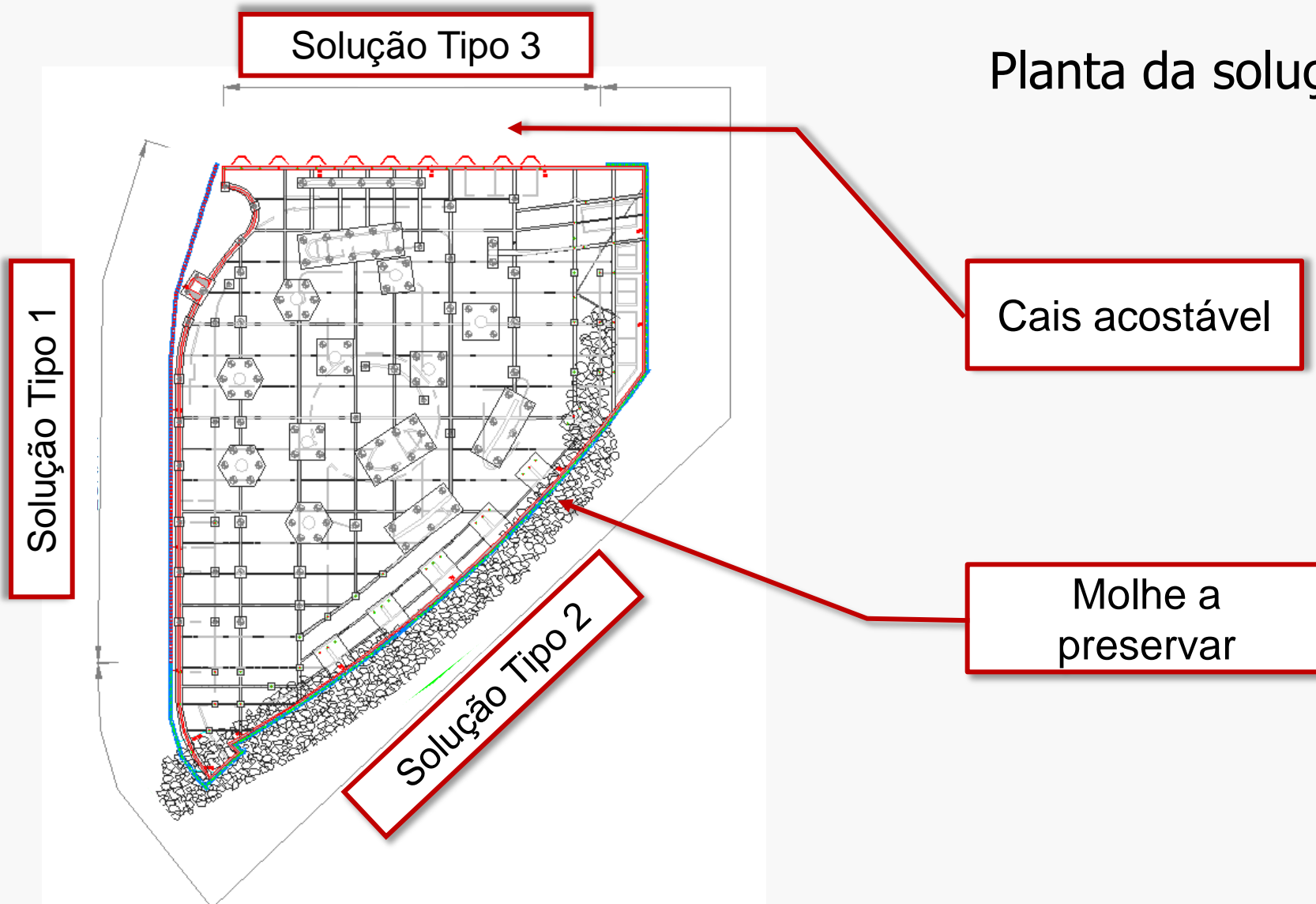
### Planta da solução





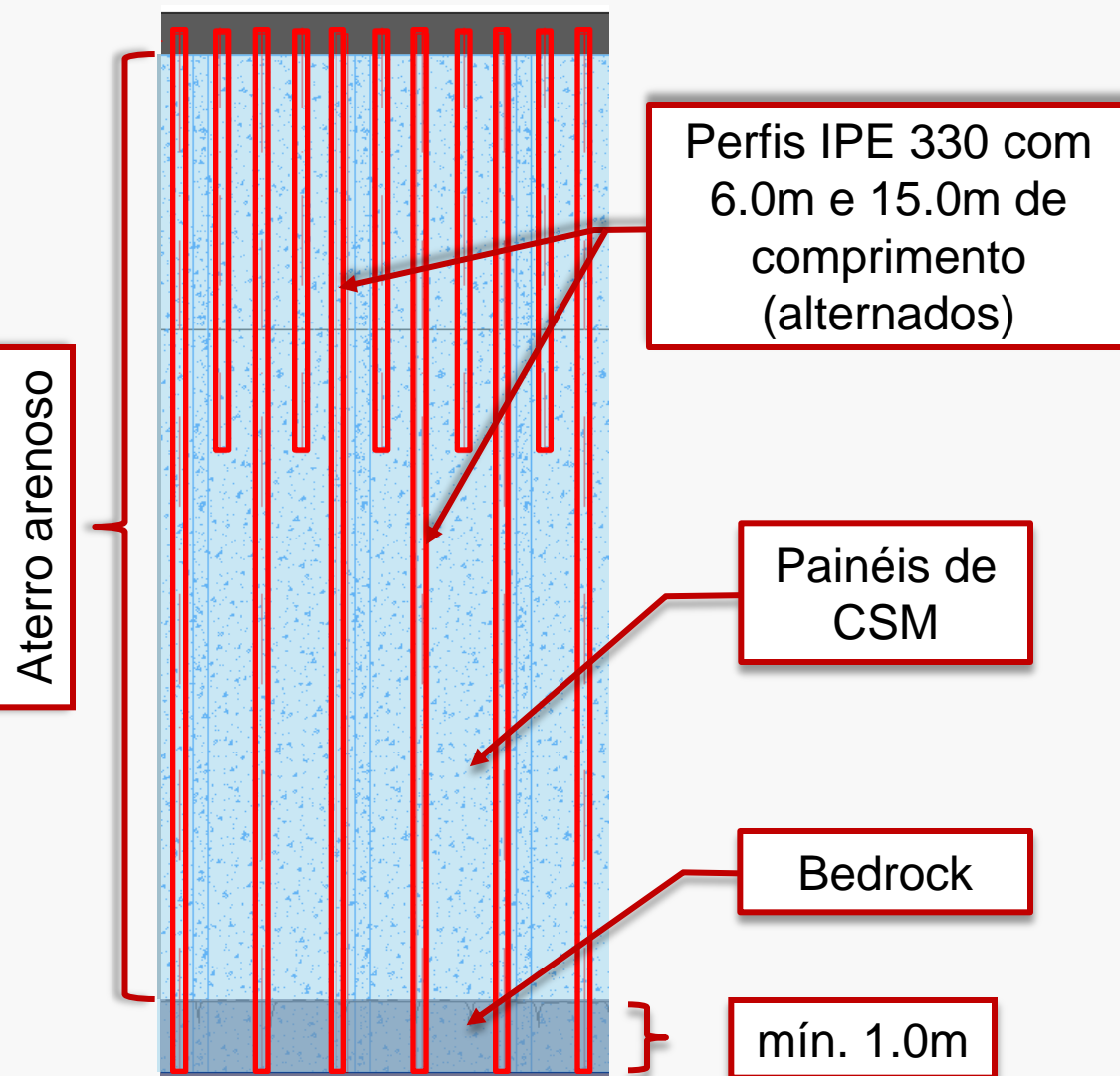
## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Planta da solução



## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Alçado



### Solução Tipo 1

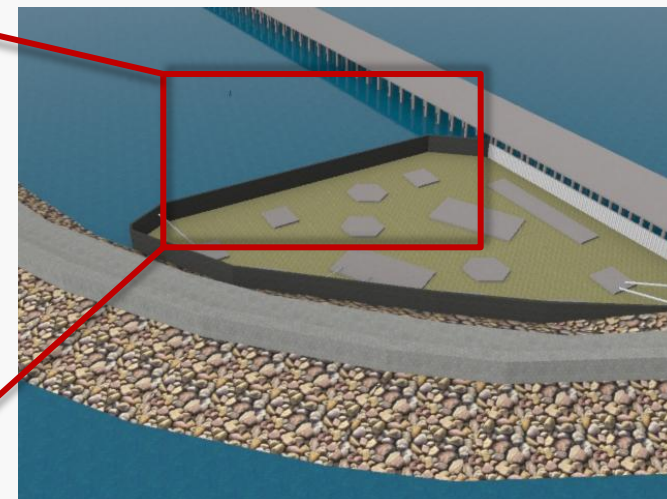


## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Planta

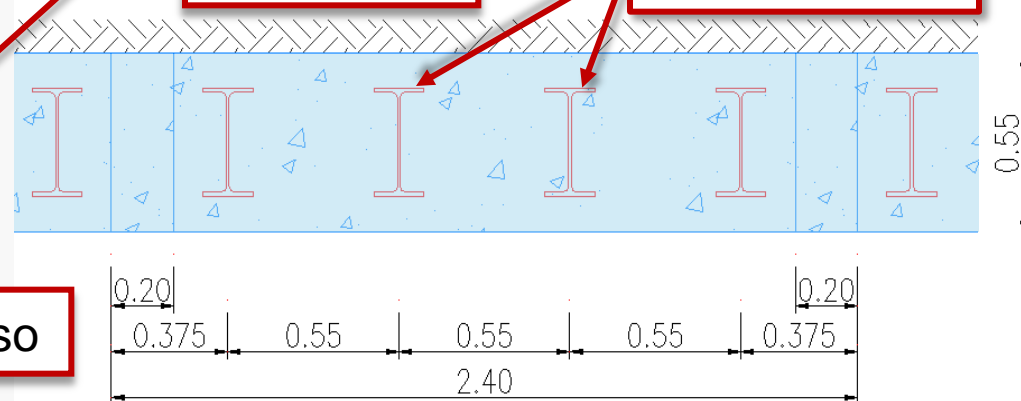


### Solução Tipo 1



Extradorso

Perfis IPE 330

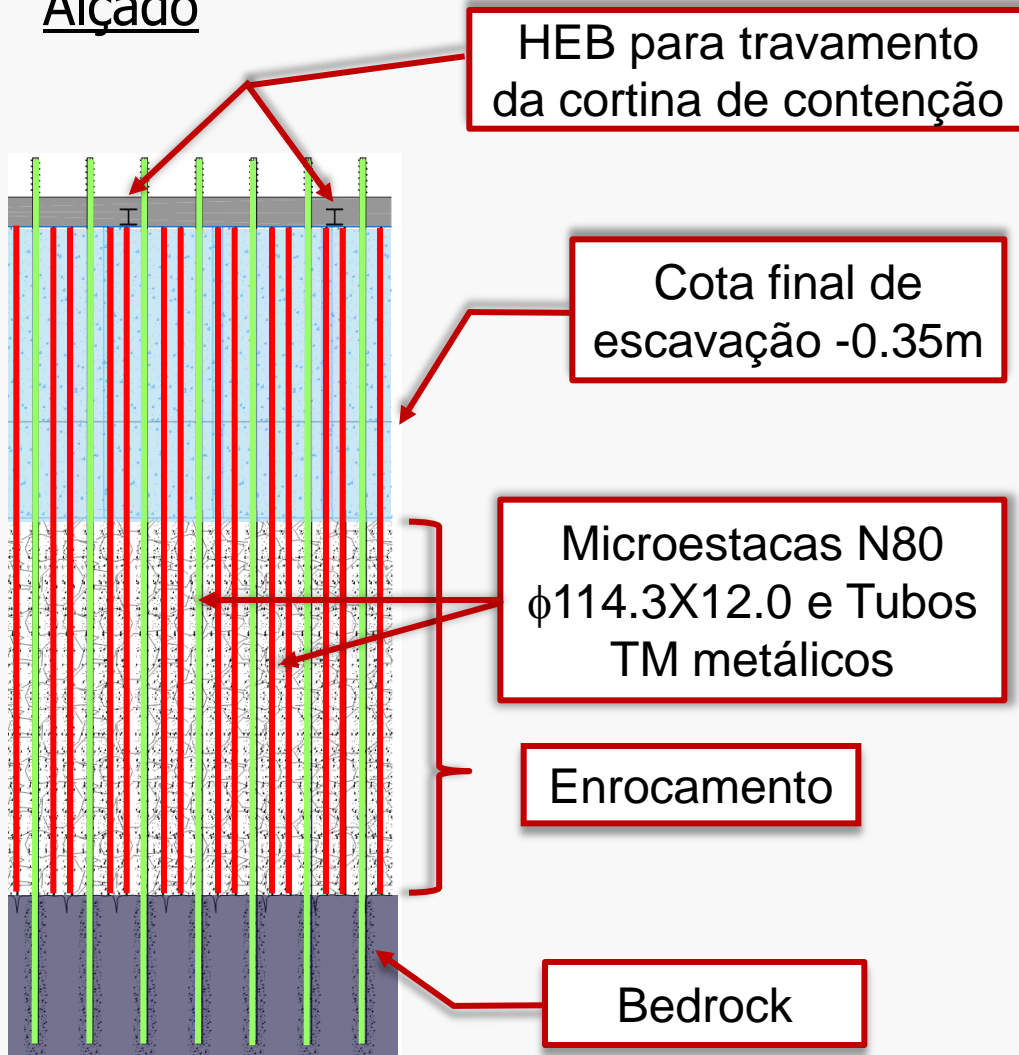


Intradorso

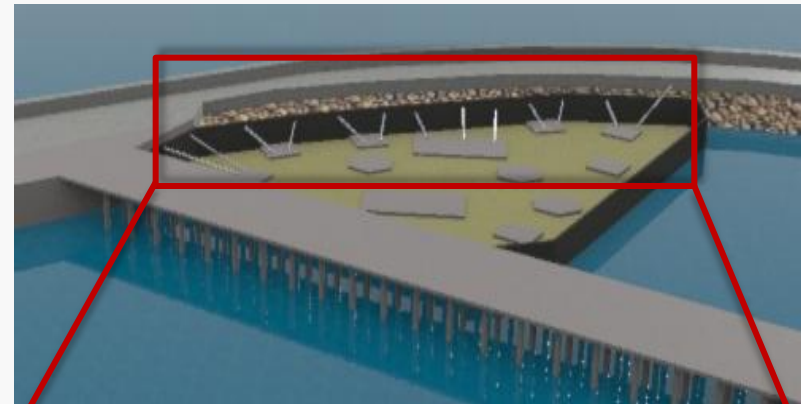


## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Alçado



### Solução Tipo 2



## SOLUÇÕES PROPOSTAS

## Planta

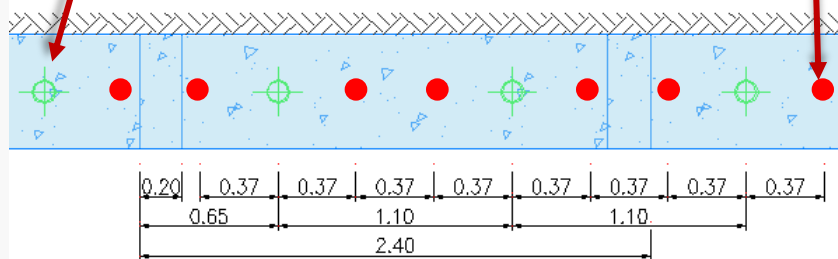
Microestaca N80  
 φ114.3X12.0

Tubo TM  
metálico

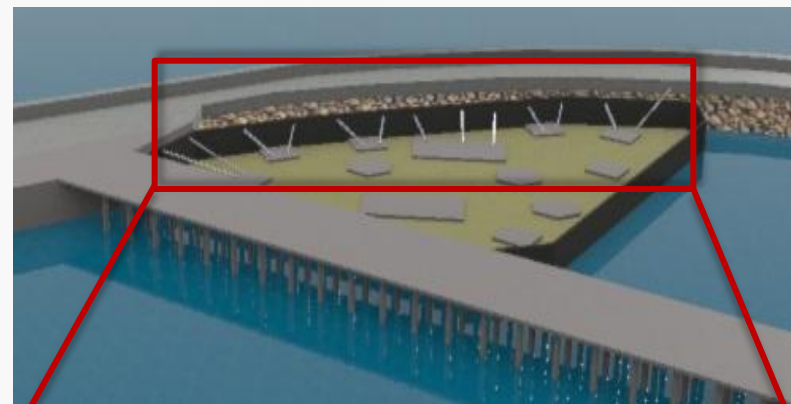
## Extradorso

## Intradorso

## Corte na zona de CSM



## Solução Tipo 2





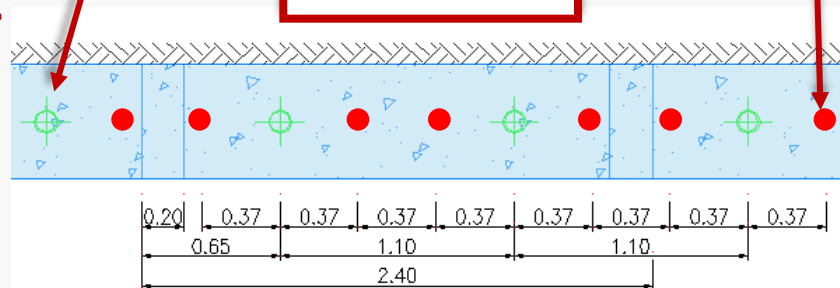
## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Planta

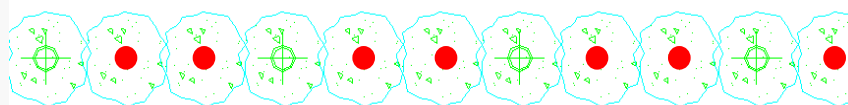
Microestaca N80  
 $\phi 114.3 \times 12.0$

Tubo TM  
metálico

Extradorso



Intradorso



### Solução Tipo 2

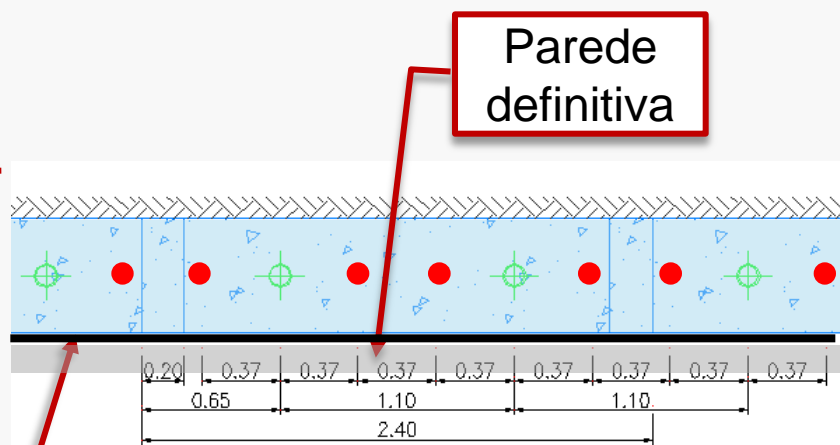


## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Planta

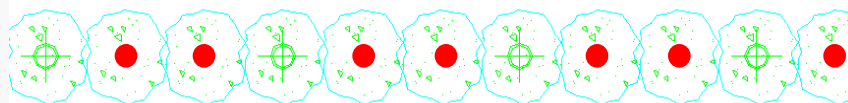
### Solução Tipo 2

Corte na zona  
de CSM



Impermea-  
bilização

Corte na zona  
de selagem





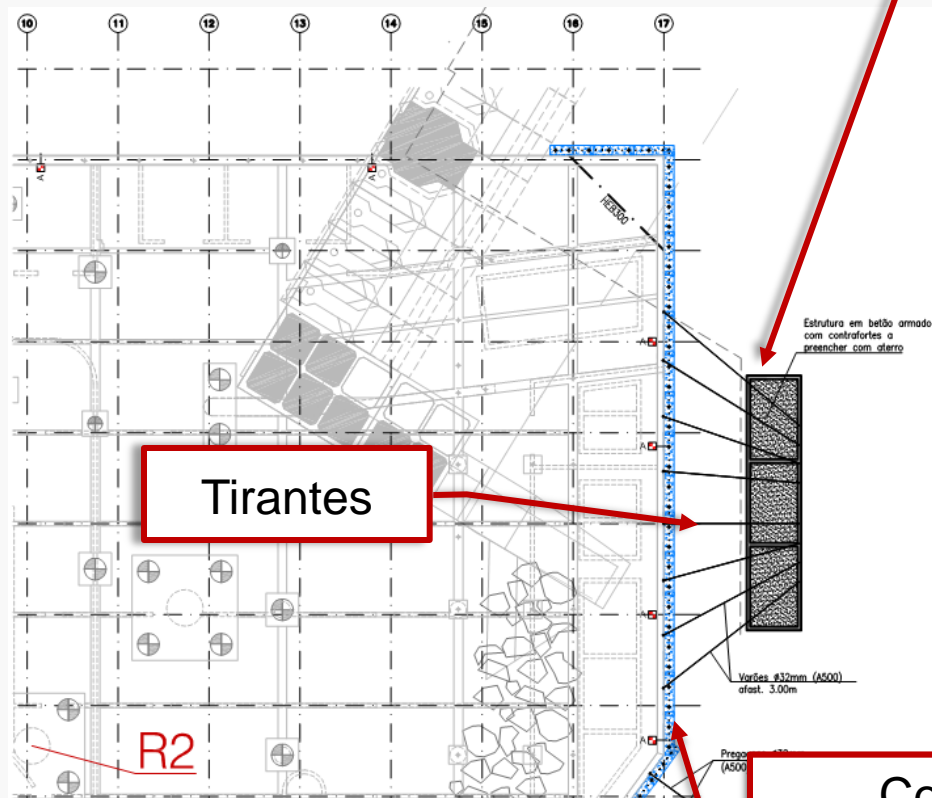


## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Travamento

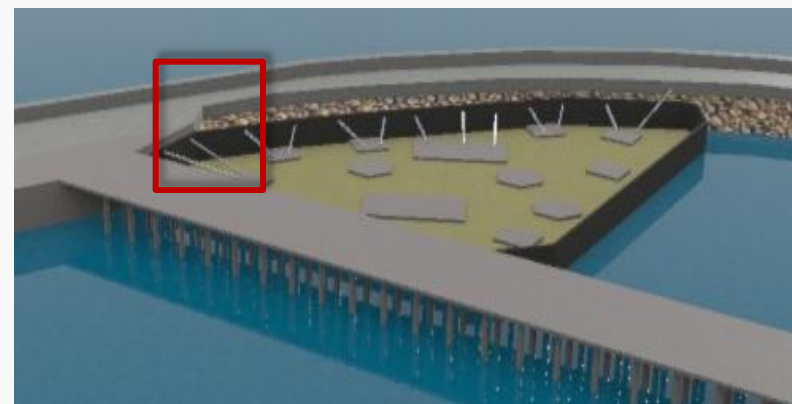
### Solução Tipo 2

Contrapeso  
(Homem Morto)

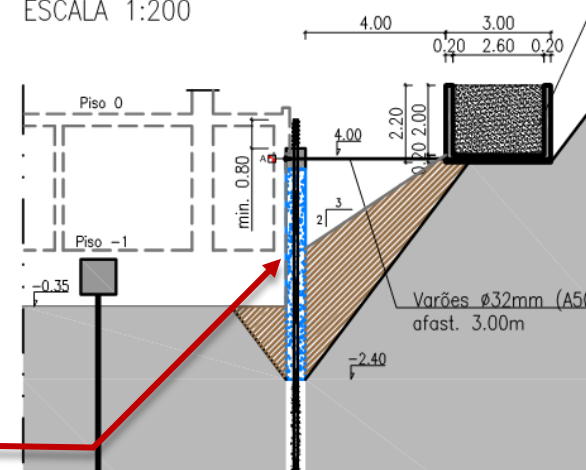


Tirantes

Cortina  
Painéis CSM



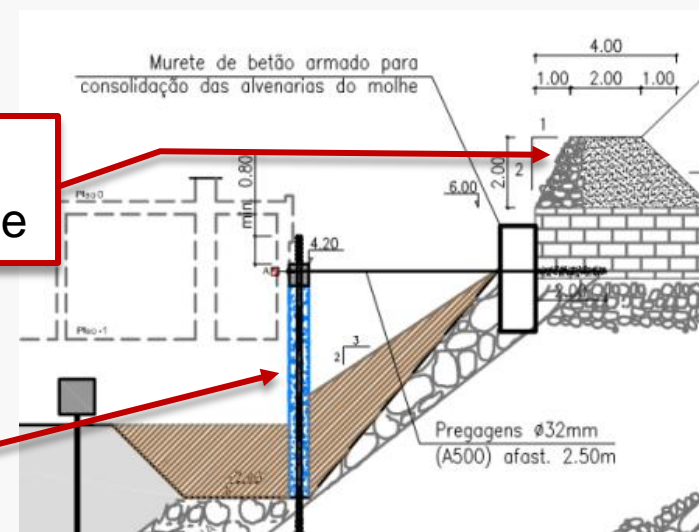
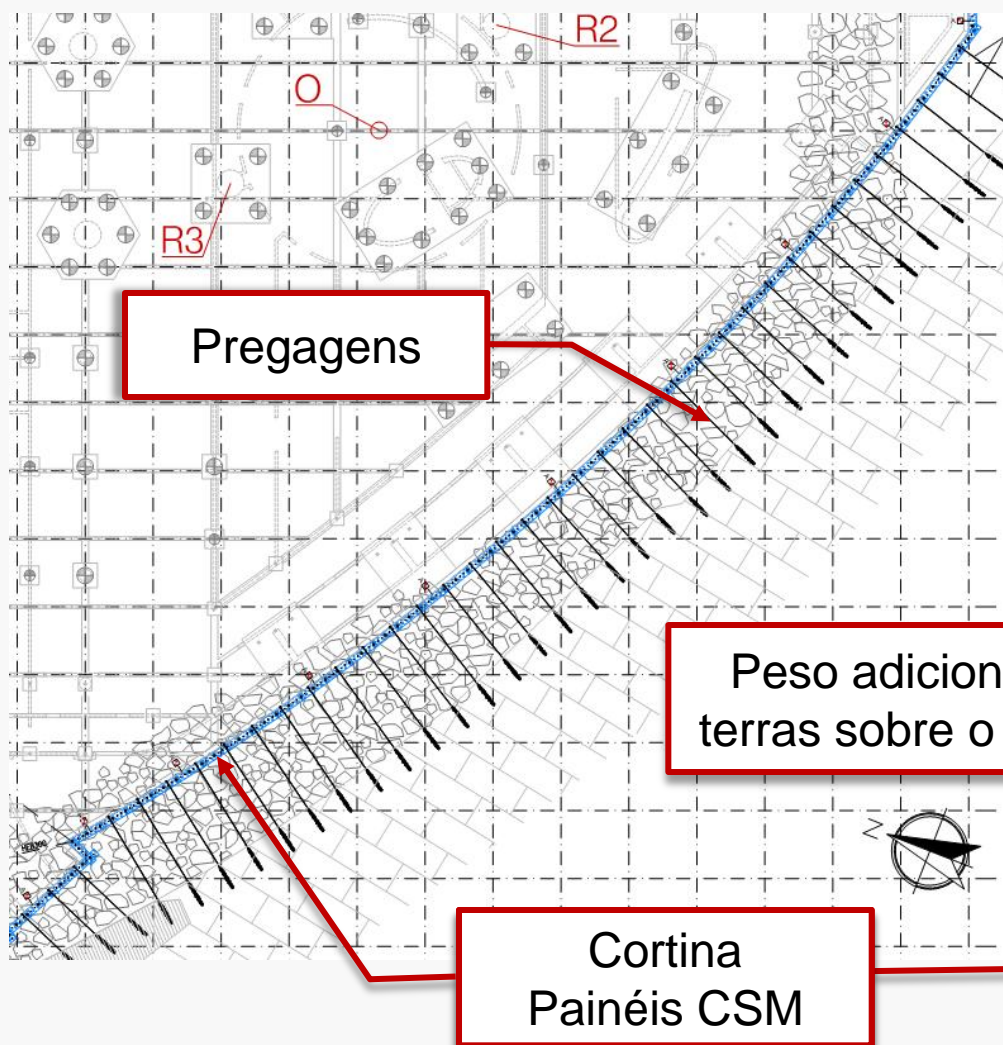
CORTE TIPO  
Zona A  
ESCALA 1:200



## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Travamento

### Solução Tipo 2





## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Alçado

Sistema de cintagem das estacas prancha às estacas do cais

Microestacas N80  
 $\phi 139.7 \times 12\text{mm}$  com  
varões GEWI PLUS  
 $\phi 57.5\text{mm}$  no interior

Cortina de  
estacas prancha

Bedrock

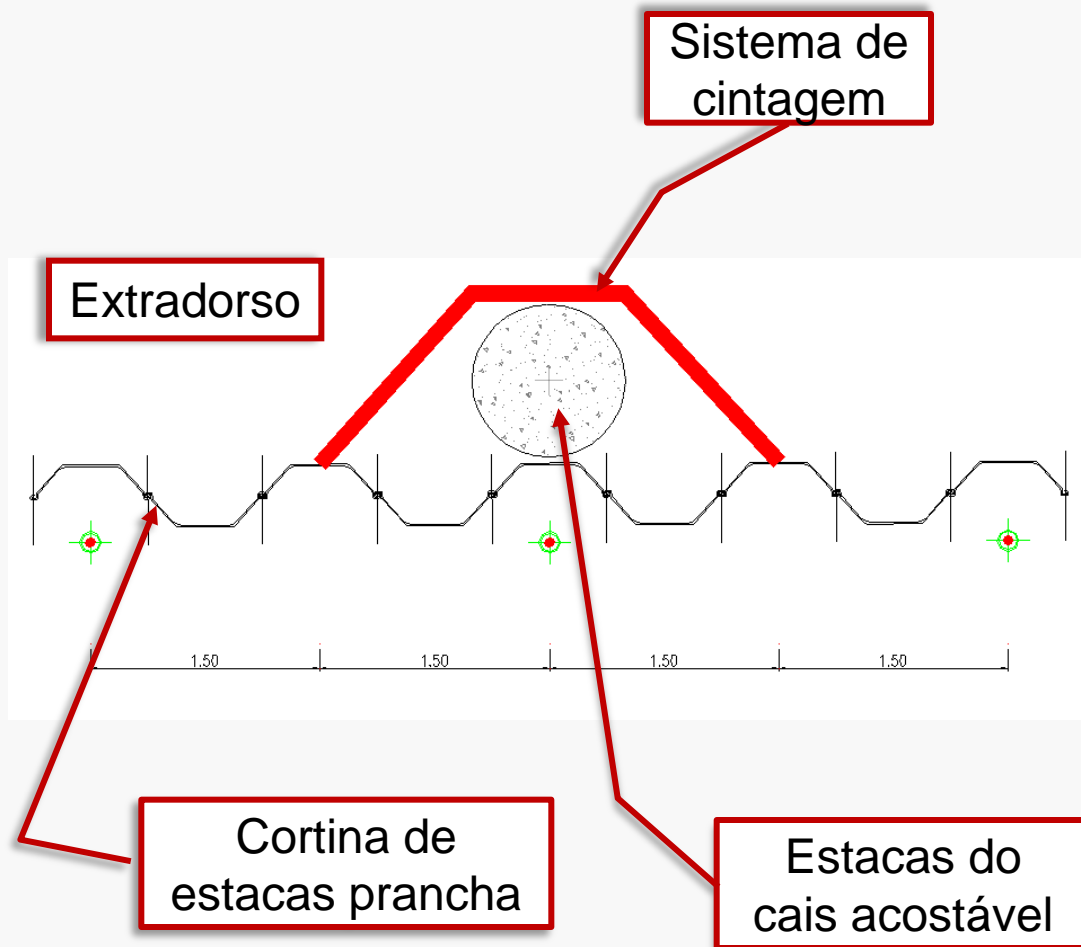
### Solução Tipo 3



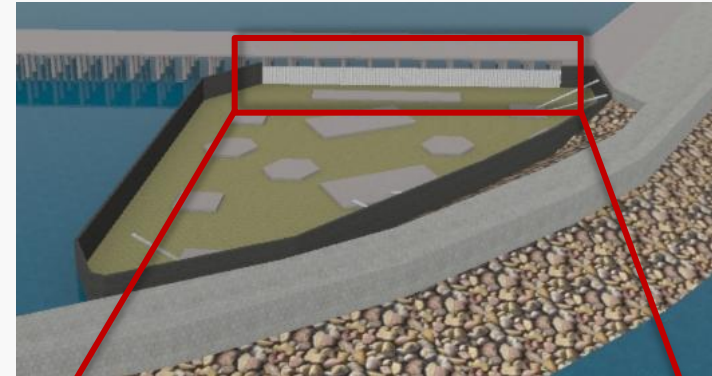


## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Planta



### Solução Tipo 3

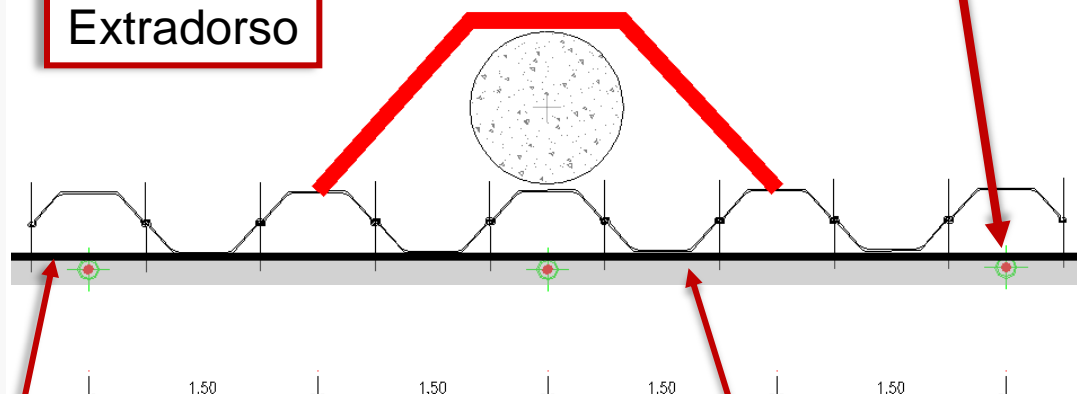


## SOLUÇÕES PROPOSTAS

### Planta

Microestacas N80  
 $\phi 139.7 \times 12\text{mm}$  com  
varões GEWI PLUS  
 $\phi 57.5\text{mm}$  no interior

Extradorso



Impermea-  
bilização

Parede  
definitiva

### Solução Tipo 3



## SOLUÇÕES PROPOSTAS

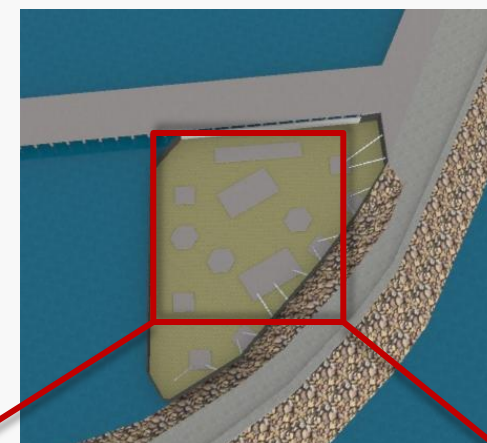
### Fundações



Estacas  $\phi 1200$  mm

Estacas  
 $\phi 800$  mm

Microestacas N80  
 $\phi 139.7 \times 12$  mm com  
varões GEWI PLUS  
 $\phi 57.5$  mm no interior





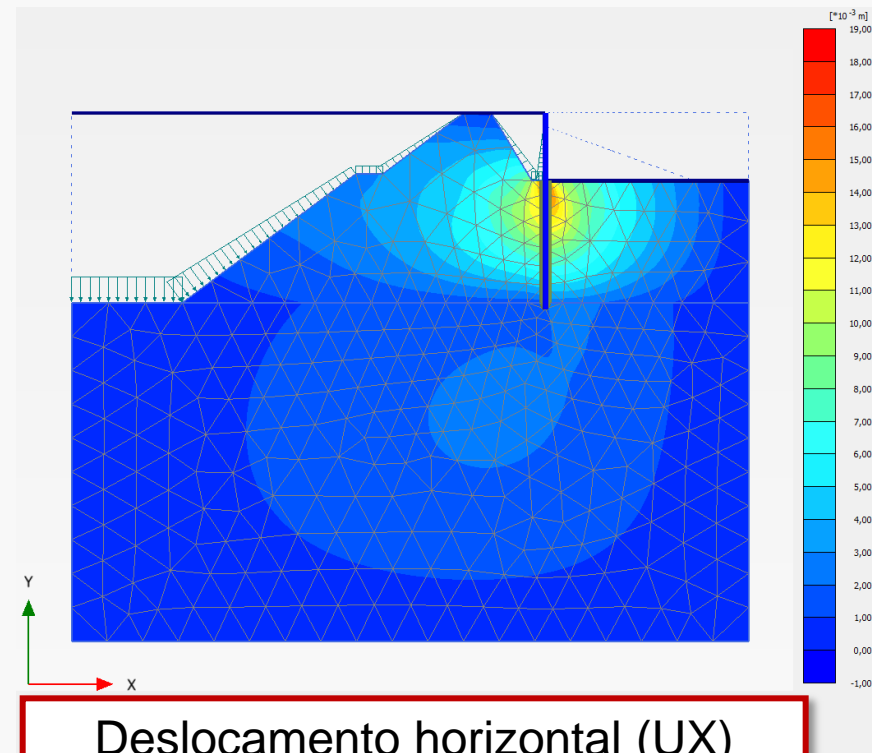
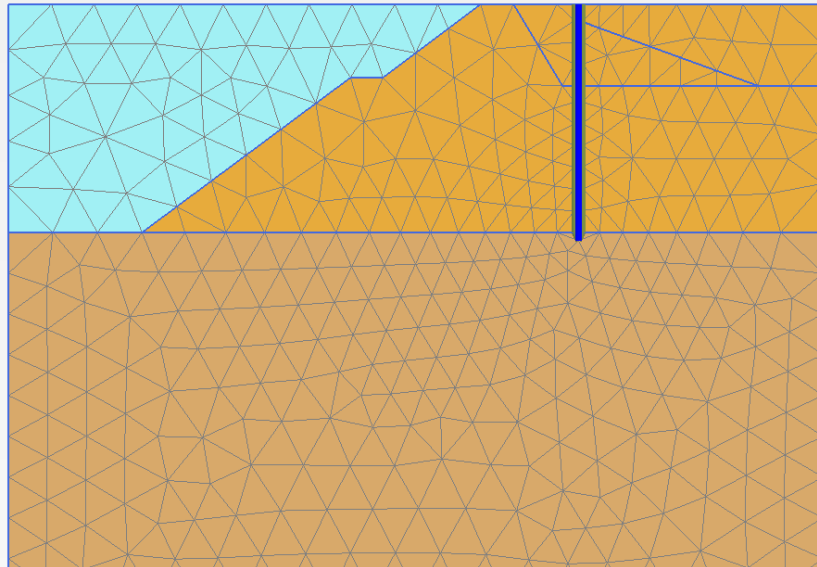
## ÍNDICE DA APRESENTAÇÃO

- 1 Introdução
- 2 Principais Condicionamentos
- 3 Soluções Propostas
- 4 Dimensionamento**
- 5 Faseamento Construtivo
- 6 Controlo de Qualidade
- 7 Considerações Finais



## DIMENSIONAMENTO

### Modelo numérico da Secção Tipo 1



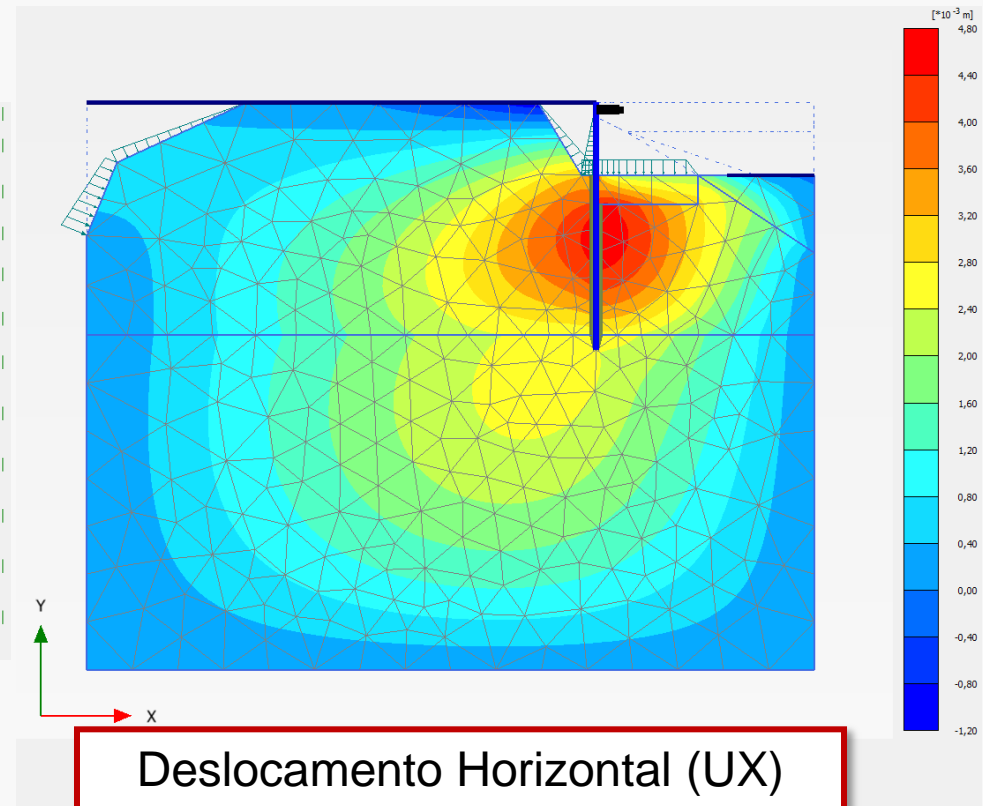
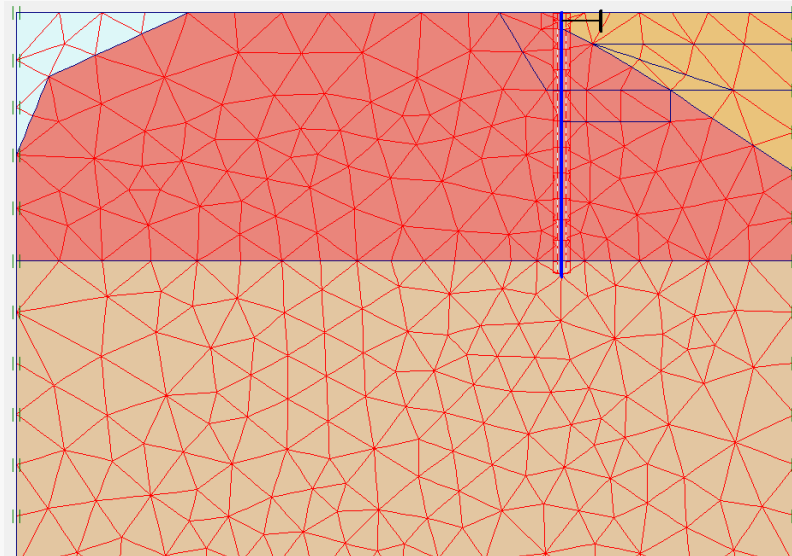
Deslocamento horizontal (UX)  
máximo de 18.77mm

Campo de deformações  
Modelação Mohr-Coulomb



## DIMENSIONAMENTO

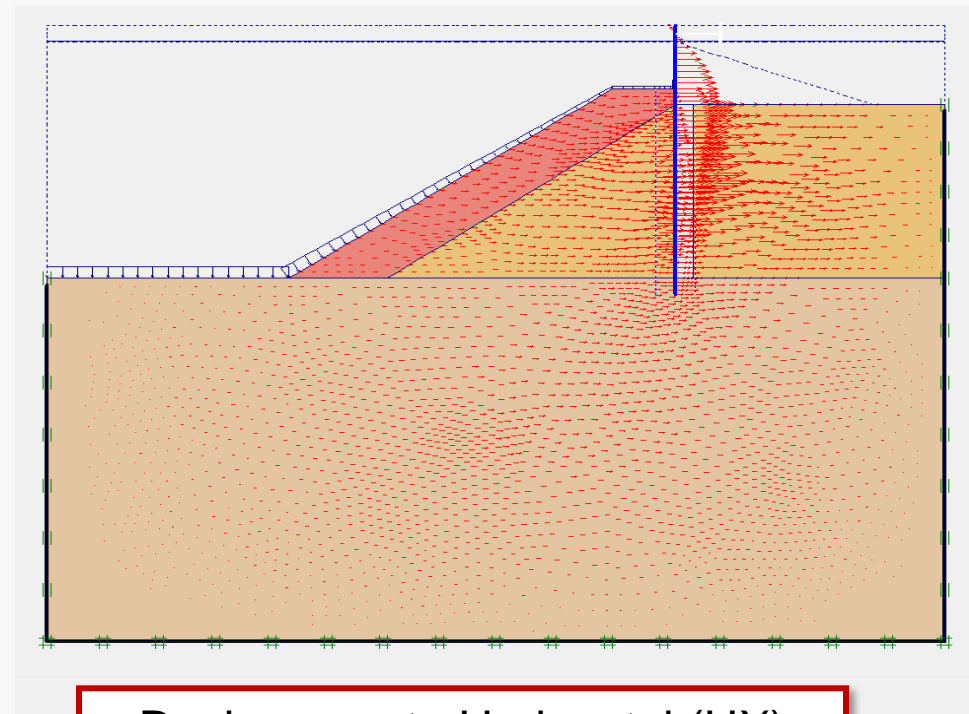
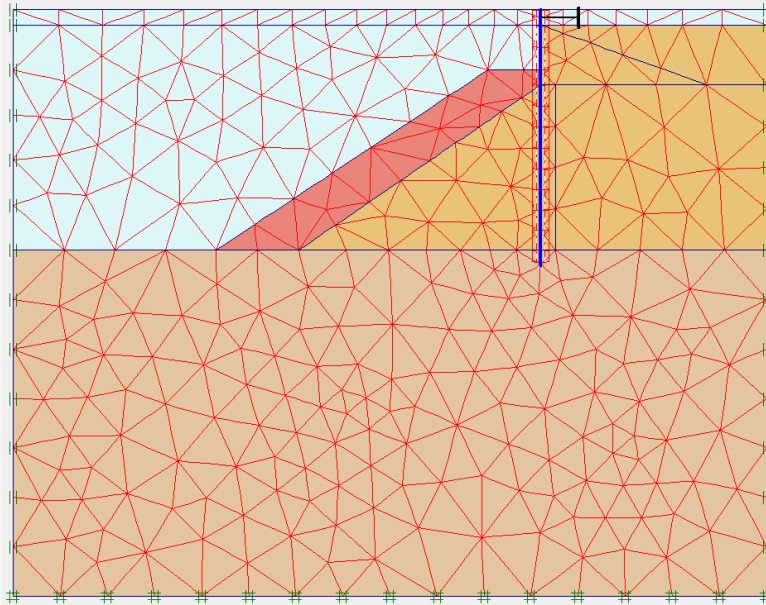
### Modelo numérico da Secção Tipo 2



Campo de deformações  
Modelação Mohr-Coulomb

## DIMENSIONAMENTO

### Modelo numérico da Secção Tipo 3



Deslocamento Horizontal (UX)  
máximo de 12.50mm

Campo de deformações  
Modelação Mohr-Coulomb

## DIMENSIONAMENTO

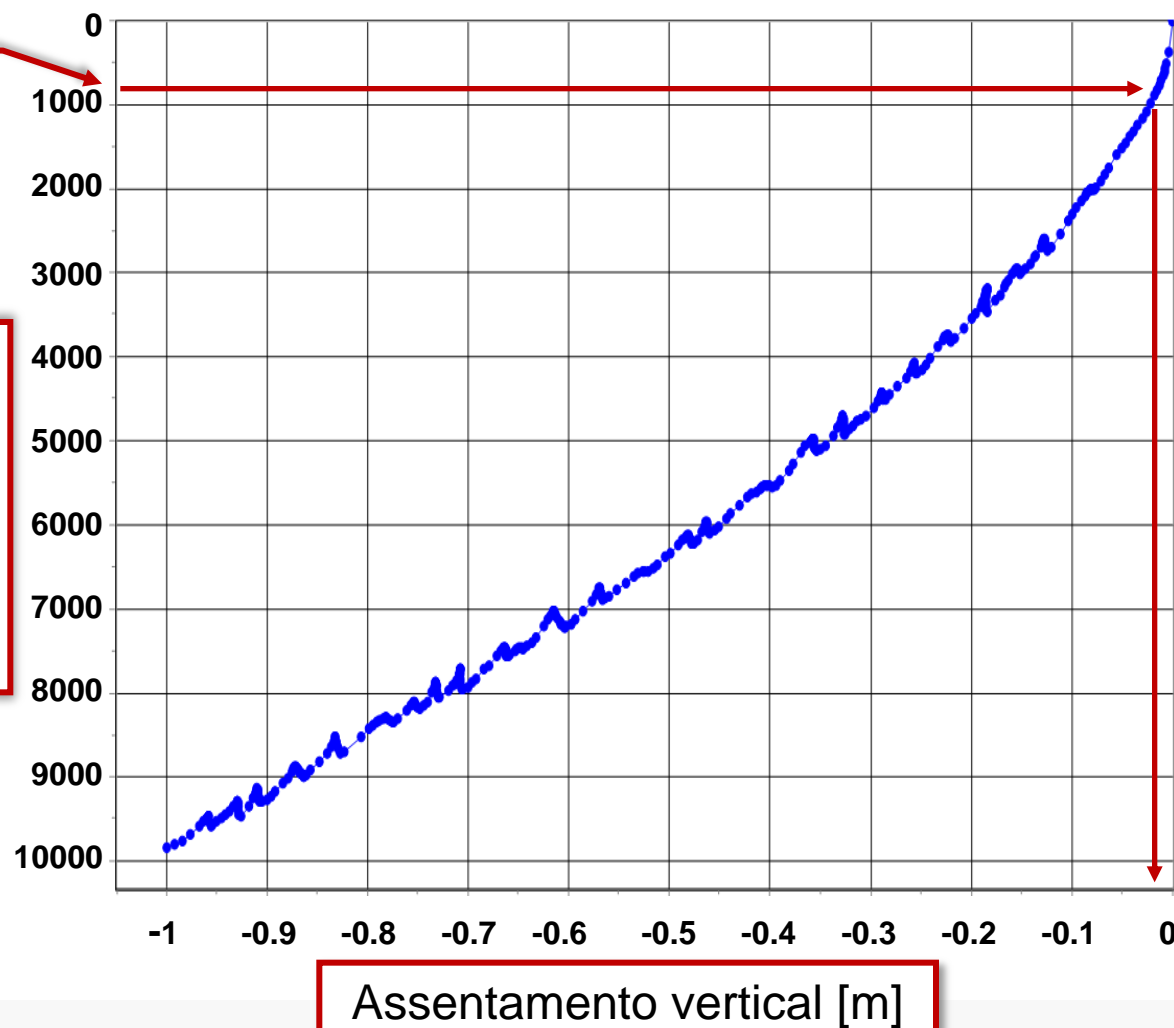
### Modelo numérico axissimétrico das Estacas de Fundação

Carga de serviço

Estaca

Força vertical  
[kN/Rad]

Maciço xistento  
fracturado (W3 A W4)  
"Bedrock"



Assentamento vertical [m]



## ÍNDICE DA APRESENTAÇÃO

- 1 Introdução
- 2 Principais Condicionamentos
- 3 Soluções Propostas
- 4 Dimensionamento
- 5 Faseamento Construtivo**
- 6 Controlo de Qualidade
- 7 Considerações Finais

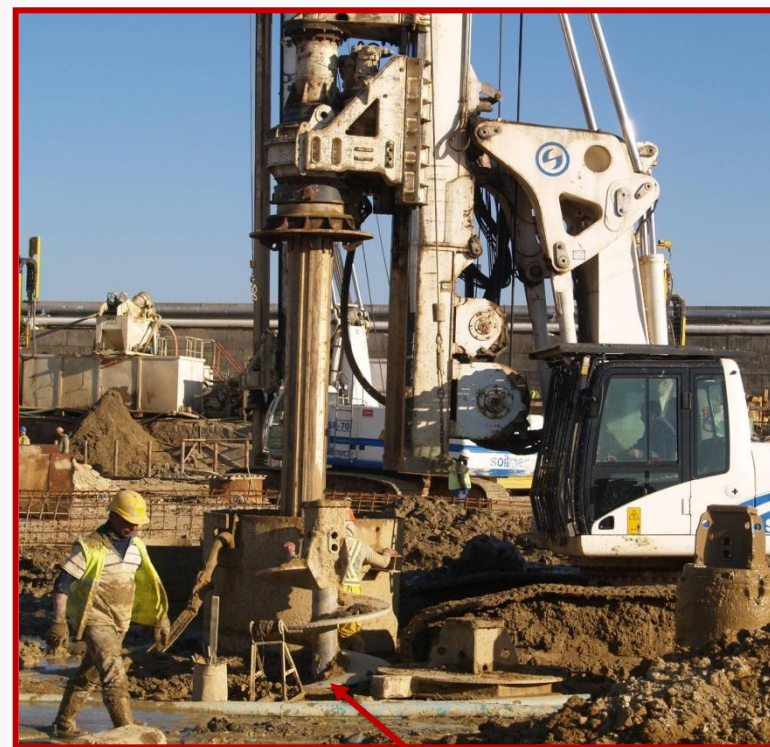


## FASEAMENTO CONSTRUTIVO

Fase 1: Execução dos painéis de CSM após remoção dos materiais de enrocamento e execução das estacas de fundação



Painéis de CSM

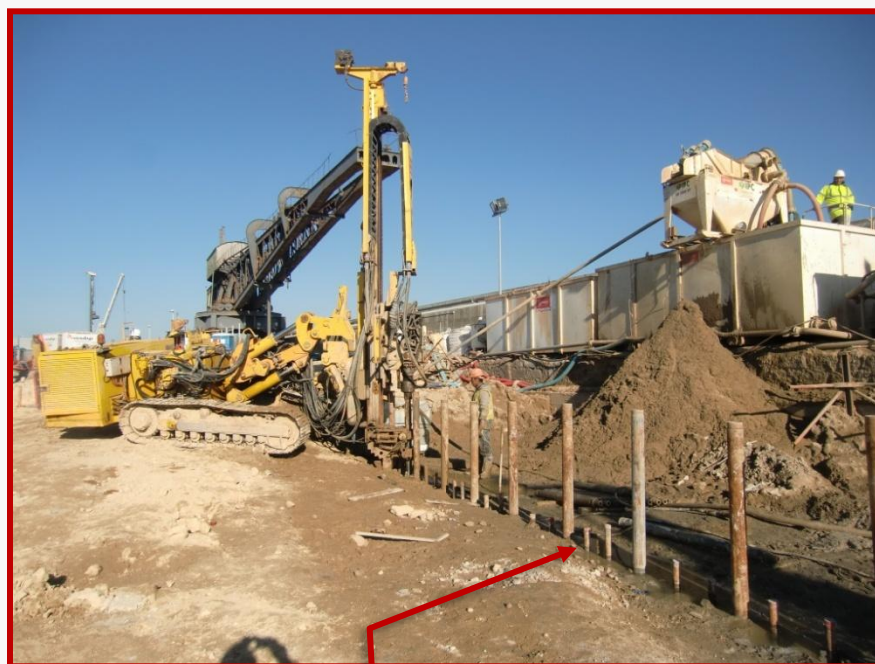


Estaca



## FASEAMENTO CONSTRUTIVO

Fase 2: Execução das microestacas e tubos TM metálicos da cortina periférica e instalação das pregagens de travamento



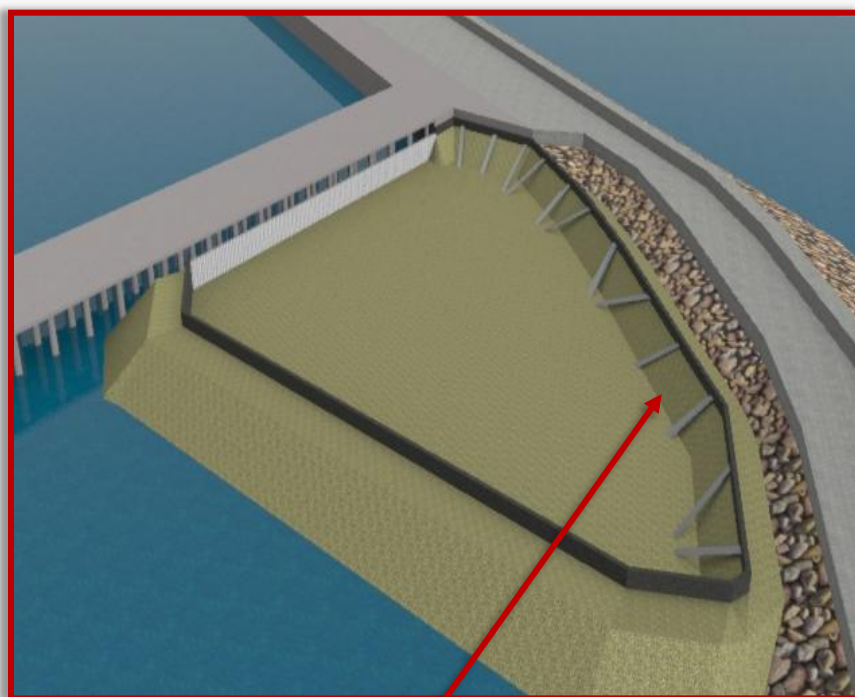
Microestacas e Tubos  
TM da cortina  
periférica



Pregagens

## FASEAMENTO CONSTRUTIVO

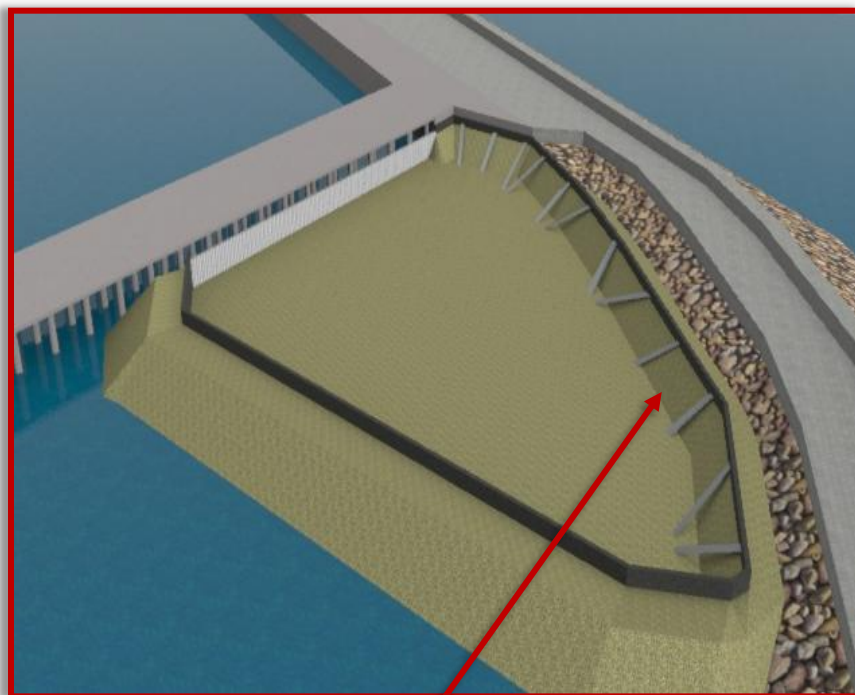
Fase 3: Escavação até à cota final em talude e instalação do sistema de travamento da contenção periférica



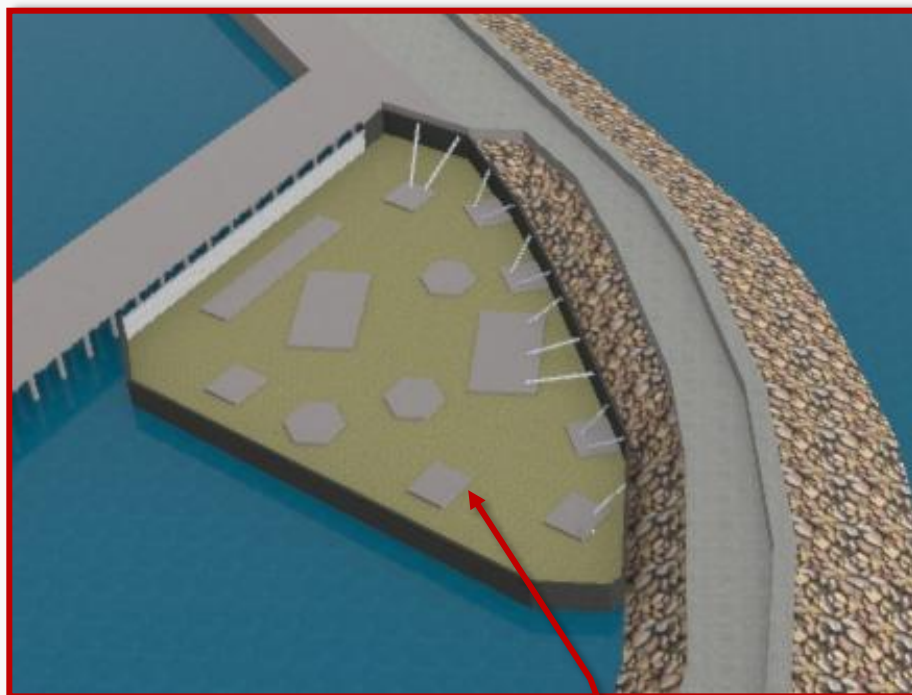
Escavação 1.0(H):1.0(V) e instalação do sistema de travamento

## FASEAMENTO CONSTRUTIVO

Fase 4: Conclusão da escavação e execução dos maciços de fundação e laje de fundo.



Escavação 1.0(H):1.0(V) e instalação do sistema de travamento



Maciços de fundação



## ÍNDICE DA APRESENTAÇÃO

- 1 Introdução
- 2 Principais Condicionamentos
- 3 Soluções Propostas
- 4 Dimensionamento
- 5 Faseamento Construtivo
- 6 Controlo de Qualidade**
- 7 Considerações Finais





## Controlo de Qualidade

### Ensaaios de rotura por compressão de provetes de betão NP EN 12390-3

| Referência | Data da<br>amassadura | Peça betonada                          | Data de ensaio | Idade<br>proвете<br>(dias) | Peso<br>(Kg) | Carga de<br>rotura<br>(kN) | Tensão de rotura<br>(MPa) |
|------------|-----------------------|--|----------------|----------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|
| 87A        | 28-02-12              | Provetes Cúbicos 150 mm - Solo Cimento | 06-03-12       | 7                          | 5,209        | 90,6                       | 4,03                      |
| 87B        |                       |  | 06-03-12       | 7                          | 5,217        | 86,5                       | 3,84                      |
| 87C        |                       |  | 13-03-12       | 14                         | 6,160        | 121,4                      | 5,40                      |
| 87D        |                       |  | 13-03-12       | 14                         | 6,155        | 125,9                      | 5,60                      |



## ÍNDICE DA APRESENTAÇÃO

- 1 Introdução
- 2 Principais Condicionamentos
- 3 Soluções Propostas
- 4 Dimensionamento
- 5 Faseamento Construtivo
- 6 Controlo de Qualidade
- 7 Considerações Finais**



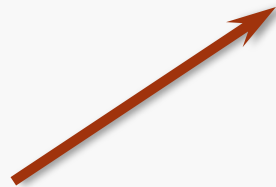
**Cutter  
Soil  
Mixing**

**Microestacas  
de fundação**



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

**Cutter  
Soil  
Mixing**



Aplicabilidade em obras de  
**grande dimensão**

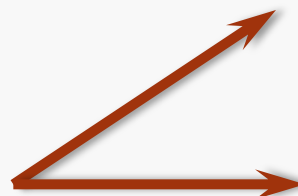
**Microestacas  
de fundação**





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

**Cutter  
Soil  
Mixing**



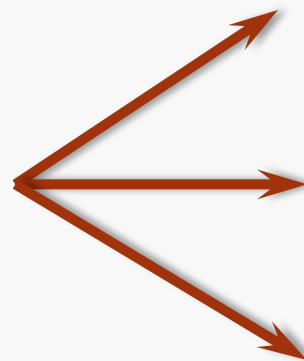
Aplicabilidade em obras de  
**grande dimensão**

**Adaptabilidade** a qualquer  
eventual heterogeneidade do solo

**Microestacas  
de fundação**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### Cutter Soil Mixing



Aplicabilidade em obras de  
**grande dimensão**

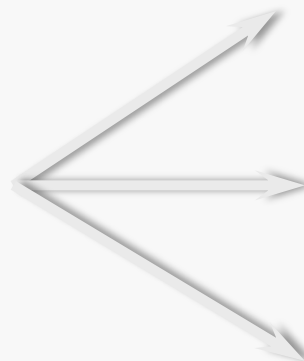
**Adaptabilidade** a qualquer  
eventual heterogeneidade do solo

Função de **ensecadeira**

Microestacas  
de fundação

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### Cutter Soil Mixing



Aplicabilidade em obras de  
**grande dimensão**

**Adaptabilidade** a qualquer  
eventual heterogeneidade do solo

Função de ensecadeira

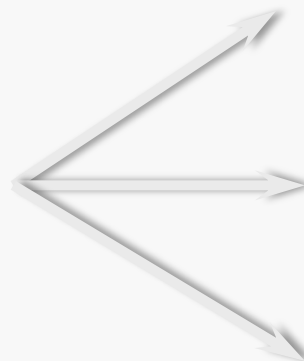
### Microestacas de fundação



Executadas na zona de  
enrocamento (**difícil furação**)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### Cutter Soil Mixing

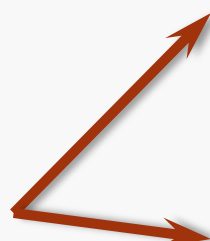


Aplicabilidade em obras de  
**grande dimensão**

**Adaptabilidade** a qualquer  
eventual heterogeneidade do solo

Função de ensecadeira

### Microestacas de fundação



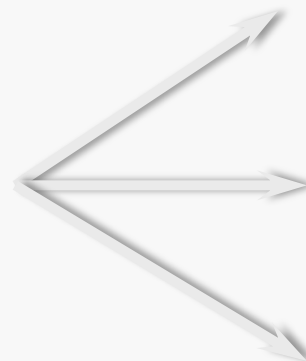
Executadas na zona de  
enrocamento (**difícil furação**)

Grande **capacidade carga**  
(reforço com varões no interior)



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### Cutter Soil Mixing

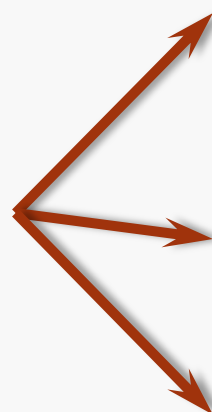


Aplicabilidade em obras de  
**grande dimensão**

**Adaptabilidade** a qualquer  
eventual heterogeneidade do solo

Função de ensecadeira

### Microestacas de fundação



Executadas na zona de  
enrocamento (**difícil furação**)

Grande **capacidade carga**  
(reforço com varões no interior)

Pormenorização cuidada dos maciços  
de fundação (**Armadura e mecanismos  
para transferência de carga**)



**OBRIGADO PELA ATENÇÃO**



**JETSJ**  
geotecnia

Visite-nos em: [www.jetsj.pt](http://www.jetsj.pt)

