

Execução das paredes da ensecadeira com recurso à tecnologia de CSM

Artur Peixoto, Artur Peixoto Lda.
artur.peixoto@apgeotecnia.pt

ORGANIZAÇÃO



Sociedade
Portuguesa
de Geotecnia



PORTO DE
LEIXÕES

APOIO



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Especialização em Geotecnia

ÍNDICE

A tecnologia Cutter Soil Mixing (CSM)

- Introdução
- Sequência de execução
- Aplicações
- Métodos convencionais
- Vantagens do CSM

Aplicação no Terminal de Cruzeiros de Leixões

ÍNDICE

A tecnologia Cutter Soil Mixing (CSM)

- Introdução
- Sequência de execução
- Aplicações
- Métodos convencionais
- Vantagens do CSM

Aplicação no Terminal de Cruzeiros de Leixões

A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)



Último desenvolvimento em técnicas de soil mixing para consolidação e construção de contenções periféricas e cut-off walls

Princípio:

- Destruição mecânica da matriz do solo
- Mistura do *grout* no seio da matriz do solo
- Criação de uma estrutura homogênea solo – *grout*

A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)



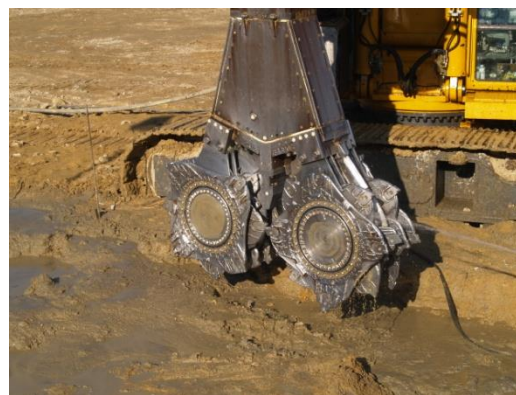
Solo Original



Ligante (cimento)



Água



Ferramenta de Mistura



Solo Cimentado

ÍNDICE

A tecnologia Cutter Soil Mixing (CSM)

- Introdução
- **Sequência de execução**
- Aplicações
- Métodos convencionais
- Vantagens do CSM

Aplicação no Terminal de Cruzeiros de Leixões

A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

- Pré-escavação



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

Pré-escavação

**Corte e mistura em
descendente**



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

Pré-escavação

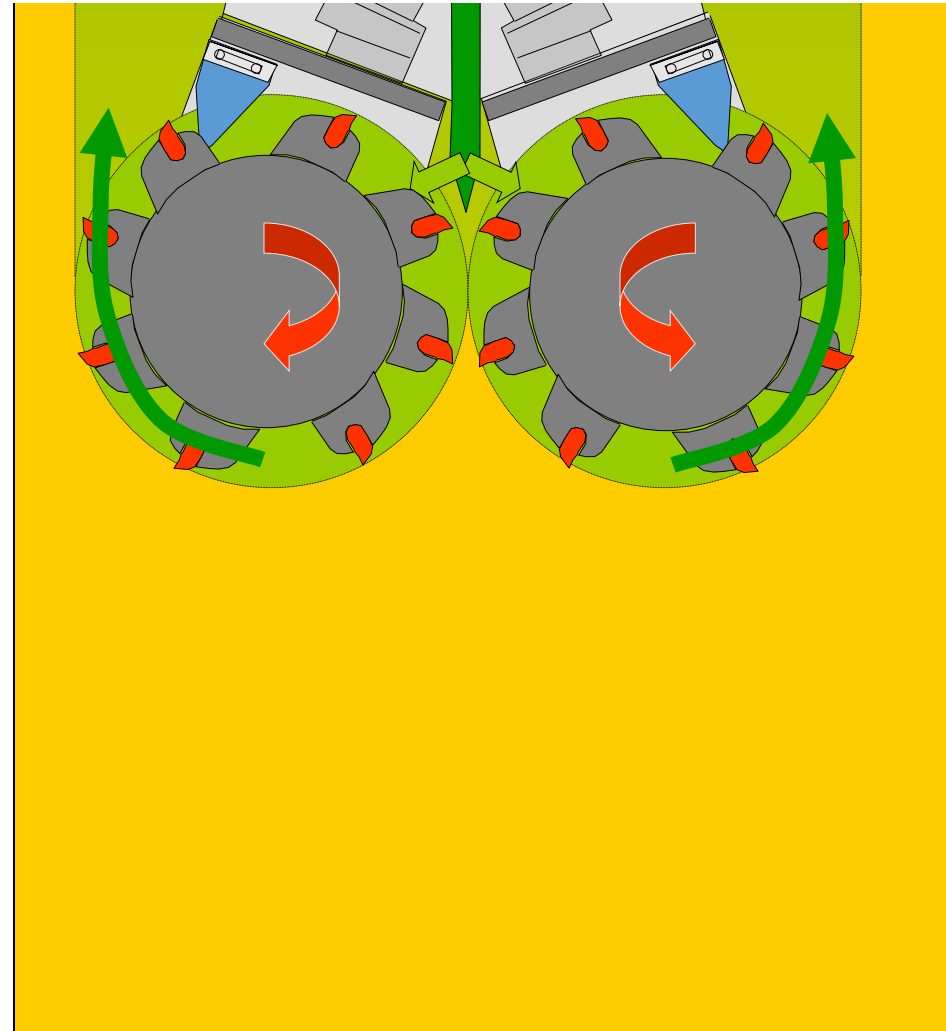
**Corte e mistura em
descendente**



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

- Pré-escavação
- **Corte e mistura em descendente**



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

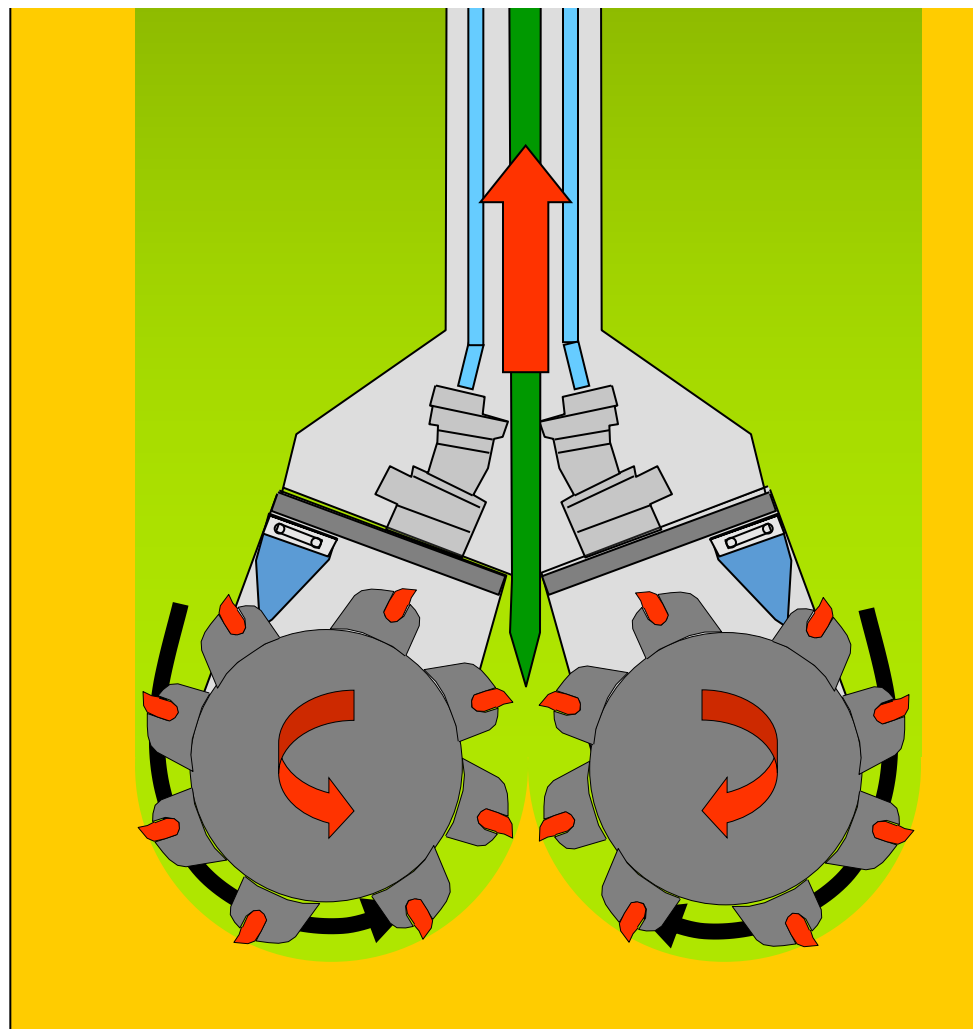
- Pré-escavação
- Corte e mistura em descendente
- Controle do refluxo do material excedente**



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

- Pré-escavação
- Corte e mistura em descendente
- Controle do refluxo do material excedente
- Mistura e homogeneização durante a extração**



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

- Pré-escavação
- Corte e mistura em descendente
- Controlo do refluxo do material excedente
- Mistura e homogeneização durante a extração
- Extração completa**



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

- Pré-escavação
- Corte e mistura em descendente
- Controle do refluxo do material excedente
- Mistura e homogeneização durante a extração
- Extração completa
- Amostragem in-situ**



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

- Pré-escavação
- Corte e mistura em descendente
- Controlo do refluxo do material excedente
- Mistura e homogeneização durante a extração
- Extração completa
- Amostragem in-situ
- Instalação de armadura**



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

- Pré-escavação
- Corte e mistura em descendente
- Controle do refluxo do material excedente
- Mistura e homogeneização durante a extração
- Extração completa
- Amostragem in-situ
- Instalação de armadura**



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO – SISTEMA 1 FASE

- Adoção de suspensão de calda de cimento em todo o processo e sempre com a mesma relação a/c
 - Corte e mistura em descendente
 - Mistura e homogeneização em ascendente
 - Utilização de cerca de 2/3 do volume teórico de calda em descendente e 1/3 em ascendente
-

Aconselhável para:

- baixas profundidades
- solos com elevada matriz arenosa
- solo com teor de humidade elevado ou saturados

Vantagens:

- estaleiro mais simples e processo mais económico
- menor refluxo
- refluxo com elevadas características mecânicas após presa

A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO – SISTEMA 2 FASES

- Adoção de suspensão de bentonite na fase descendente para corte e pré-mistura
- Adoção de suspensão de cimento em fase ascendente para mistura e homogeneização com a massa solo-bentonite.
- Parâmetro de descida independente do parâmetro de subida

Aconselhável para:

- grandes profundidades
- difíceis condições de solo com tempos de descida elevados
- solos com elevada matriz argilosa

Vantagens:

- permite uma interrupção da operação descendente sem problemas.
- menos desgaste de cutter
- facilita a introdução de elementos metálicos no painel
- permite a reutilização da bentonite

ÍNDICE

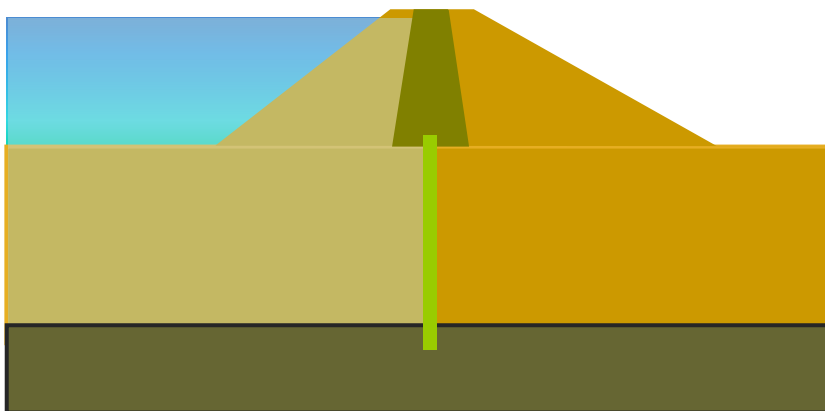
A tecnologia Cutter Soil Mixing (CSM)

- Introdução
- Sequência de execução
- **Aplicações**
- Métodos convencionais
- Vantagens do CSM

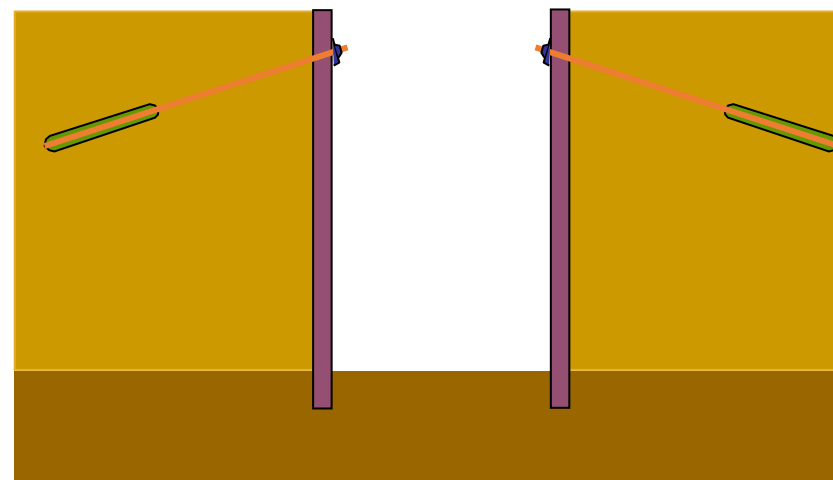
Aplicação no Terminal de Cruzeiros de Leixões

A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

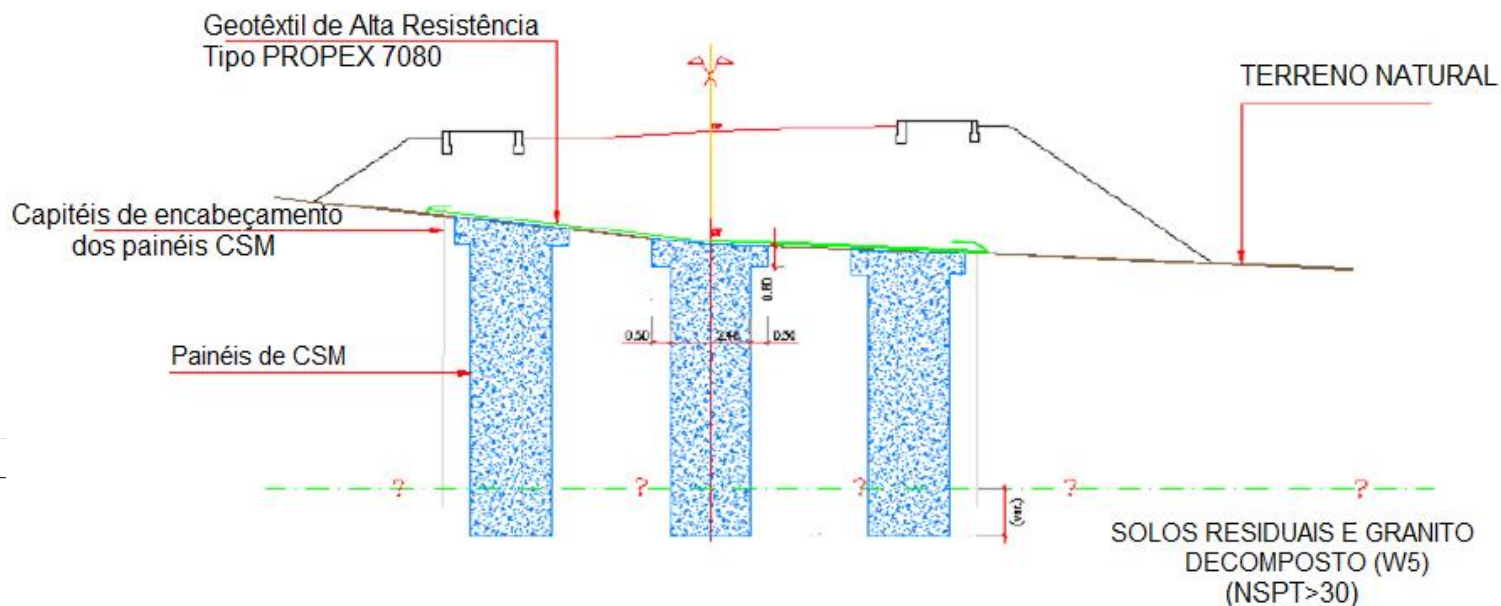
Cut-off wall



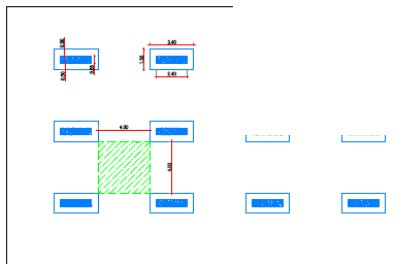
Contenções periféricas



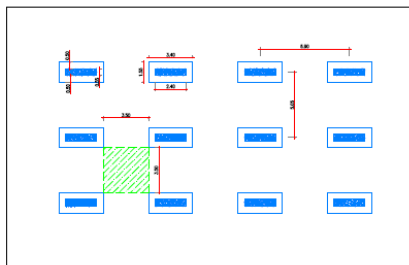
A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)



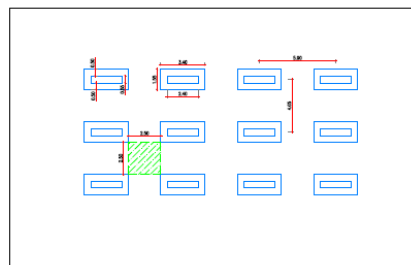
Zona Tipo 1



Zona Tipo 2



Zona Tipo 4



Reforço de fundações

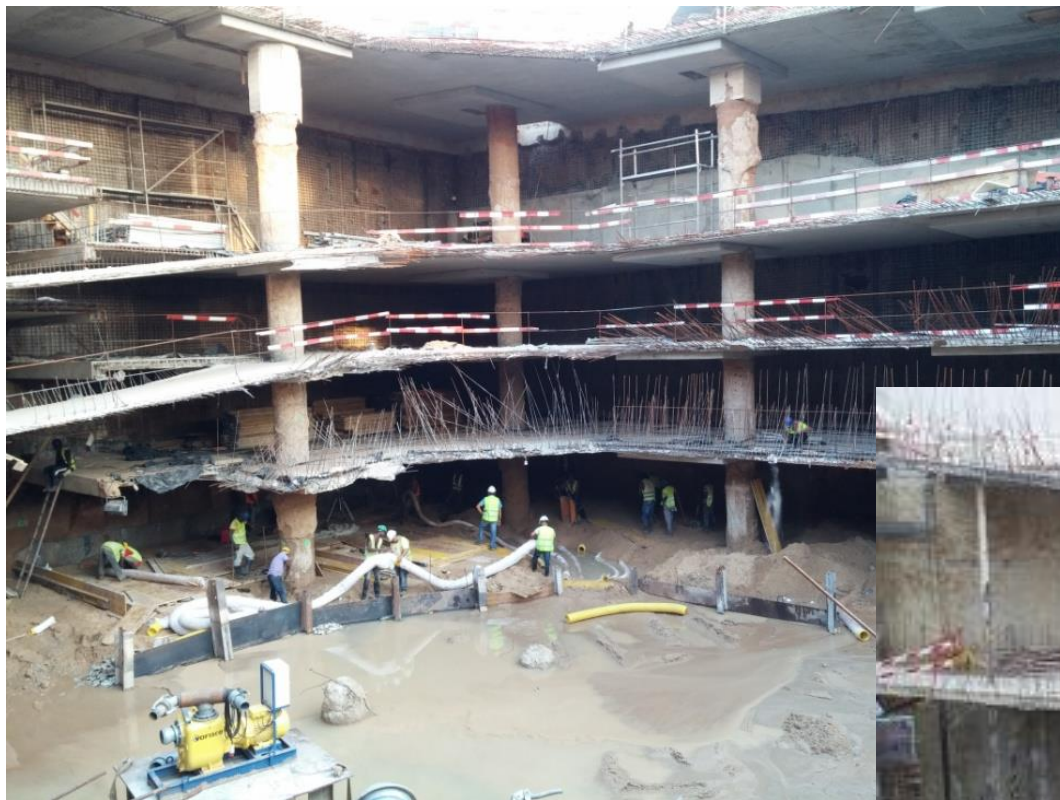
A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)



Escavações profundas



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)



Escavações profundas



ÍNDICE

A tecnologia Cutter Soil Mixing (CSM)

- Introdução
- Sequência de execução
- Aplicações
- **Métodos convencionais**
- Vantagens do CSM

Aplicação no Terminal de Cruzeiros de Leixões

A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

Métodos convencionais de paredes de contenção

Estacas Prancha

Cortina de Estacas

Parede Moldada



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

Métodos convencionais de paredes de contenção

Estacas Prancha

Corina de Estacas

Parede Moldada



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

Métodos convencionais de paredes de contenção

Estacas Prancha

Cortina de Estacas

Parede Moldada



ÍNDICE

A tecnologia Cutter Soil Mixing (CSM)

- Introdução
- Sequência de execução
- Aplicações
- Métodos convencionais
- **Vantagens do CSM**

Aplicação no Terminal de Cruzeiros de Leixões

A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

VANTAGENS DO CSM EM COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS CONVENCIONAIS

- ✓ O solo é utilizado na construção da parede
- ✓ Mínimo refluxo a vazadouro
- ✓ Logística e custo de cimento e aço reduzida (não há transporte de betão pronto nem fabrico in-situ de armaduras)
- ✓ Pequena unidade base em relação à alta produtividade e grande profundidade possível de atingir com o tratamento
- ✓ Alta precisão na verticalidade através da regulação independentes das *cutter wheels*
- ✓ Princípio da tecnologia *Cutter* permite a penetração em formações competentes

A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

VANTAGENS DO CSM EM COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS CONVENCIONAIS

- ✓ Garantia da geometria da seção em toda profundidade do tratamento
- ✓ Monitorização em tempo real, de toda a informação necessária para garantir a qualidade do tratamento
- ✓ Ausência de juntas físicas entre painéis através da sobreposição e fresagem dos painéis primários
- ✓ Menor desperdício para a mesma seção efetiva
- ✓ Grande flexibilidade no reforço dos painéis através da aplicação de elementos metálicos

A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

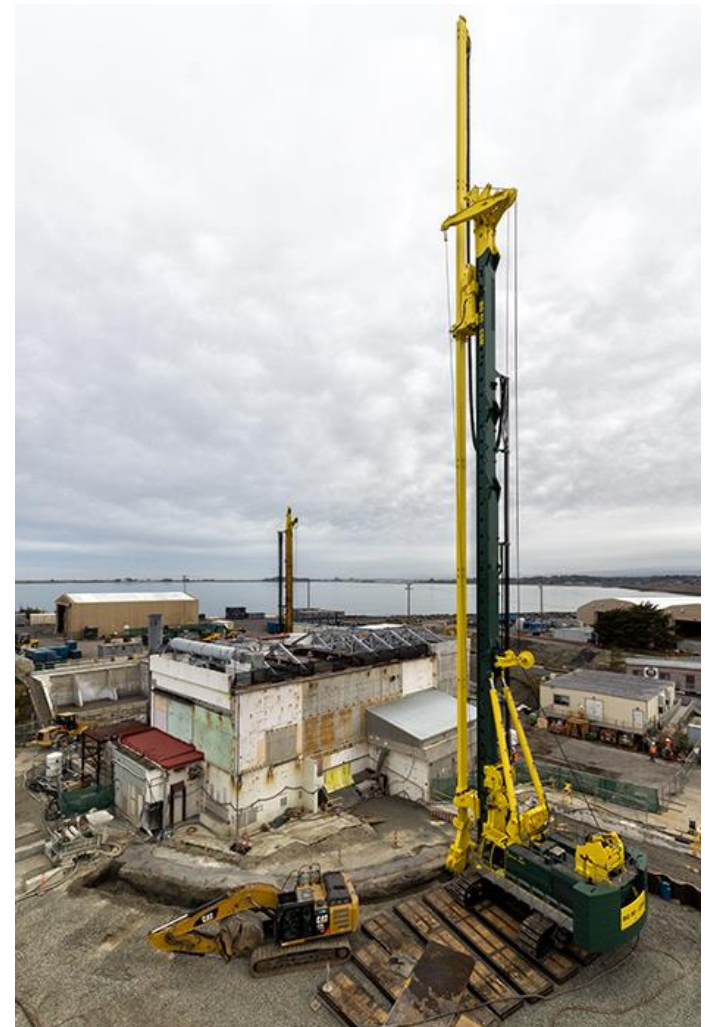
VANTAGENS DO CSM EM COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS CONVENCIONAIS

- ✓ Possibilidade em recolher amostras frescas de solo tratada a diferentes profundidades e colocação em provetes
- ✓ Menores custos em trabalhos complementares de recolha de amostras para ensaios laboratoriais
- ✓ A configuração das rodas de corte permite translações horizontais de modo a contornar infraestruturas enterradas de pequena dimensão sem interromper o tratamento.
- ✓ Possibilidade em atingir elevadas profundidades, com sistemas guiados por Kelly até 50 metros e suspensos por cabo a ultrapassar os 100 metros com os mais recentes equipamentos

A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

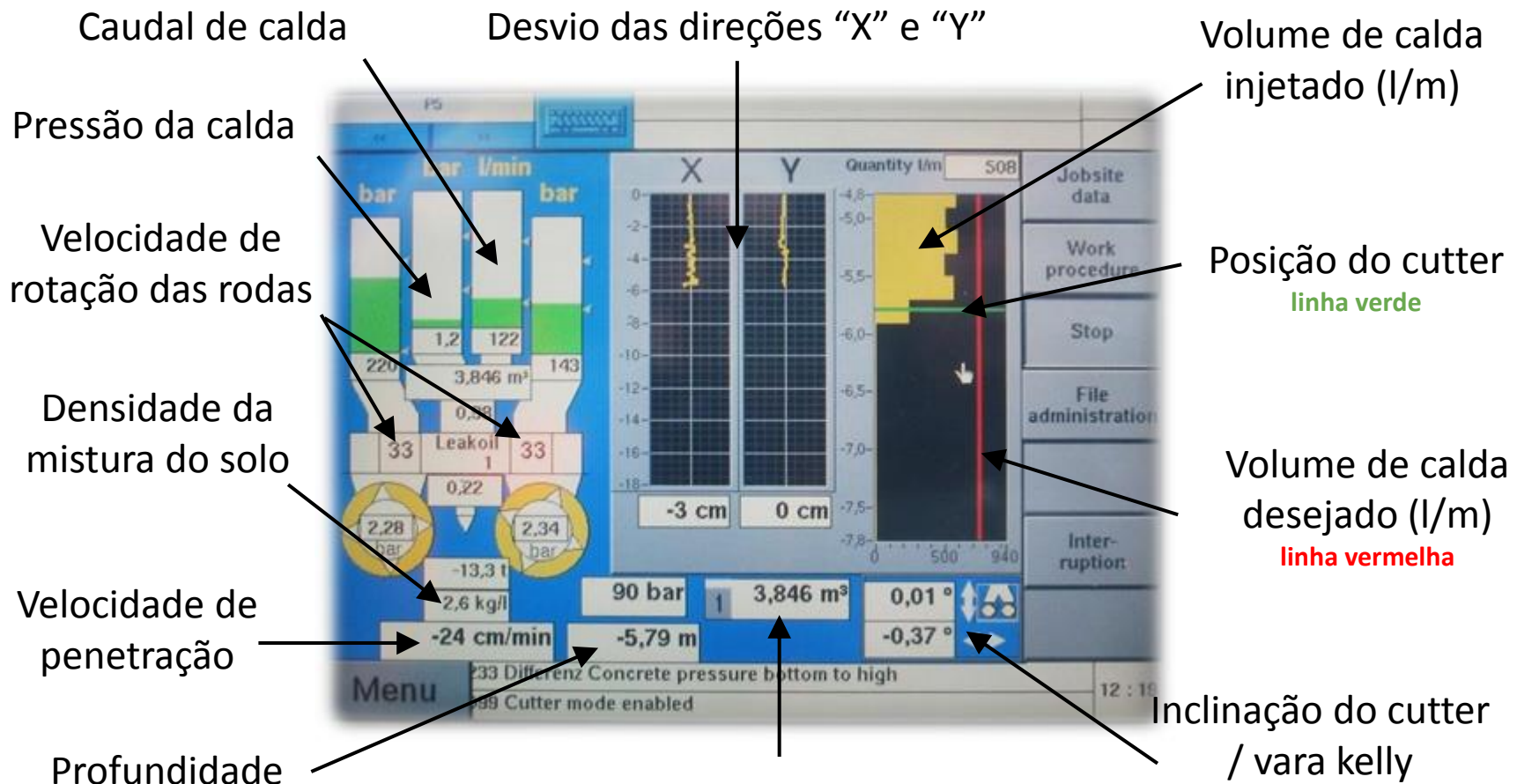
VANTAGENS DO CSM EM COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS CONVENCIONAIS

Advance into new Dimensions: BAUER BG 50 constructs 52 Meter deep CSM Wall



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

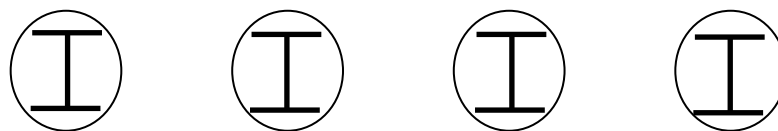
VANTAGENS DO CSM EM COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS CONVENCIONAIS



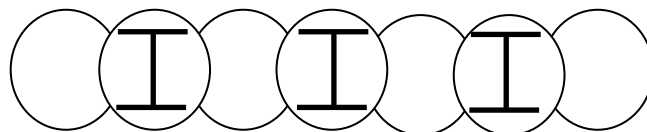
A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

VANTAGENS DO CSM EM COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS CONVENCIONAIS

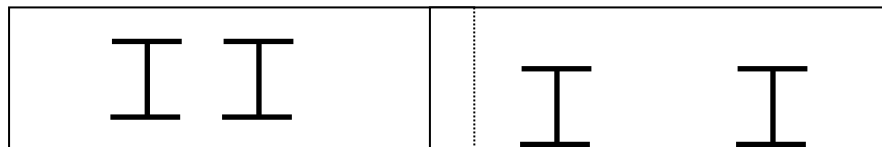
Parede de colunas/estacas



O reforço é posicionado sempre no centro das colunas



Parede em CSM

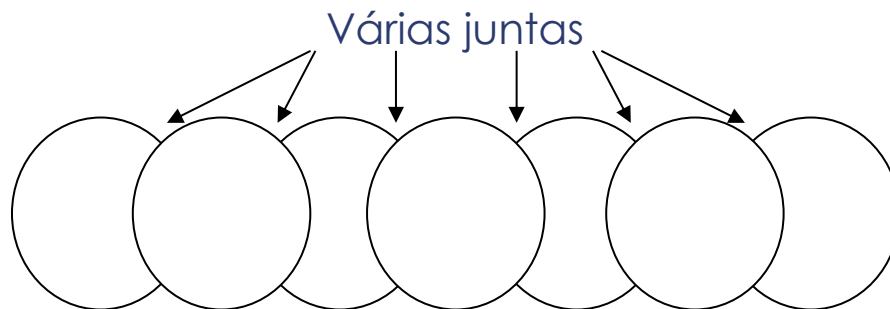


O reforço pode ser posicionado em qualquer ponto do interior do painel

A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

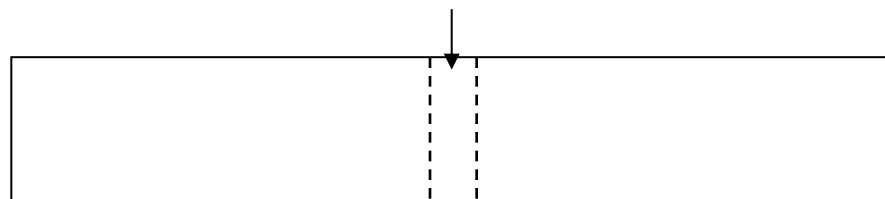
VANTAGENS DO CSM EM COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS CONVENCIONAIS

Parede de colunas secantes



Parede em CSM

Uma junta

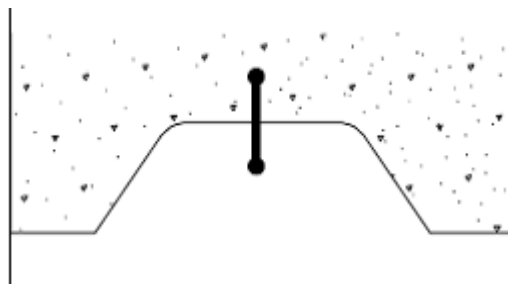


A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

VANTAGENS DO CSM EM COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS
CONVENCIONAIS

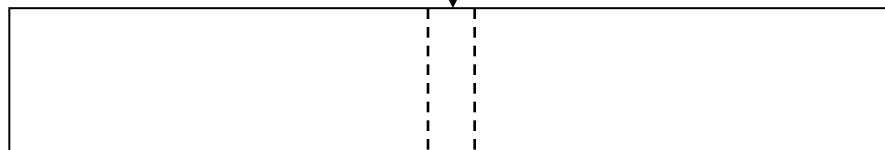
Parede moldada

Junta física



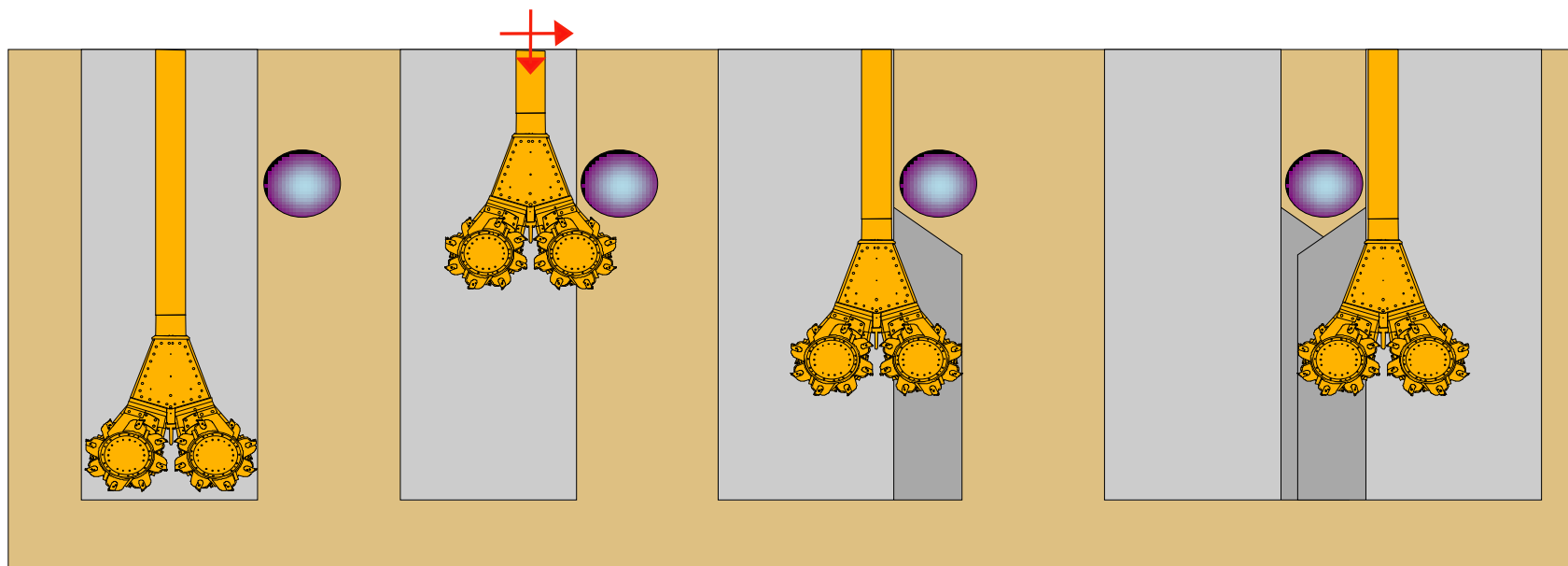
Parede em CSM

Junta teórica



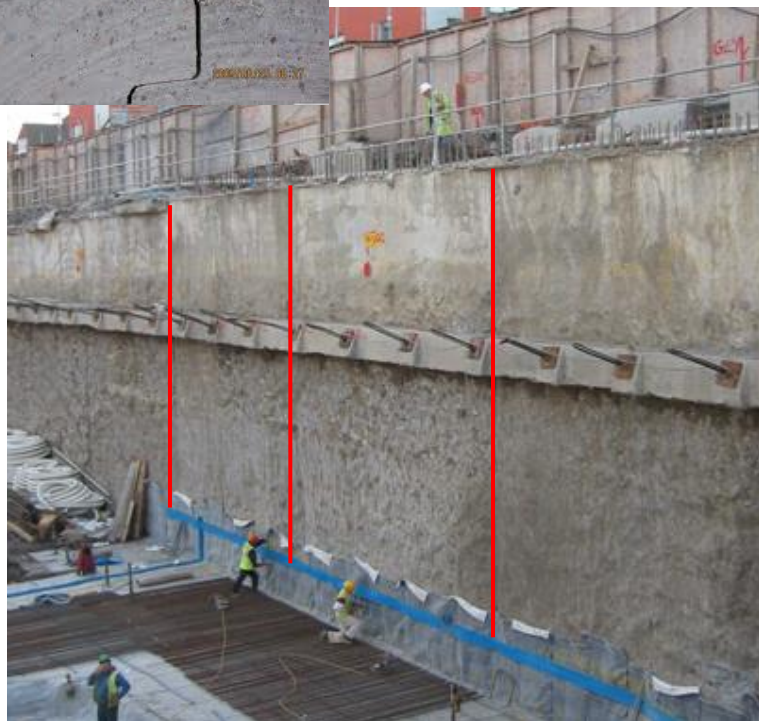
A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

VANTAGENS DO CSM EM COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS CONVENCIONAIS



A TECNOLOGIA CUTTER SOIL MIXING (CSM)

VANTAGENS DO CSM EM COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS CONVENCIONAIS



ÍNDICE

A tecnologia Cutter Soil Mixing (CSM)

- Introdução
- Sequência de execução
- Aplicações
- Métodos convencionais
- Vantagens do CSM

Aplicação no Terminal de Cruzeiros de Leixões

APLICAÇÃO NO TERMINAL DE CRUZEIROS DE LEIXÕES

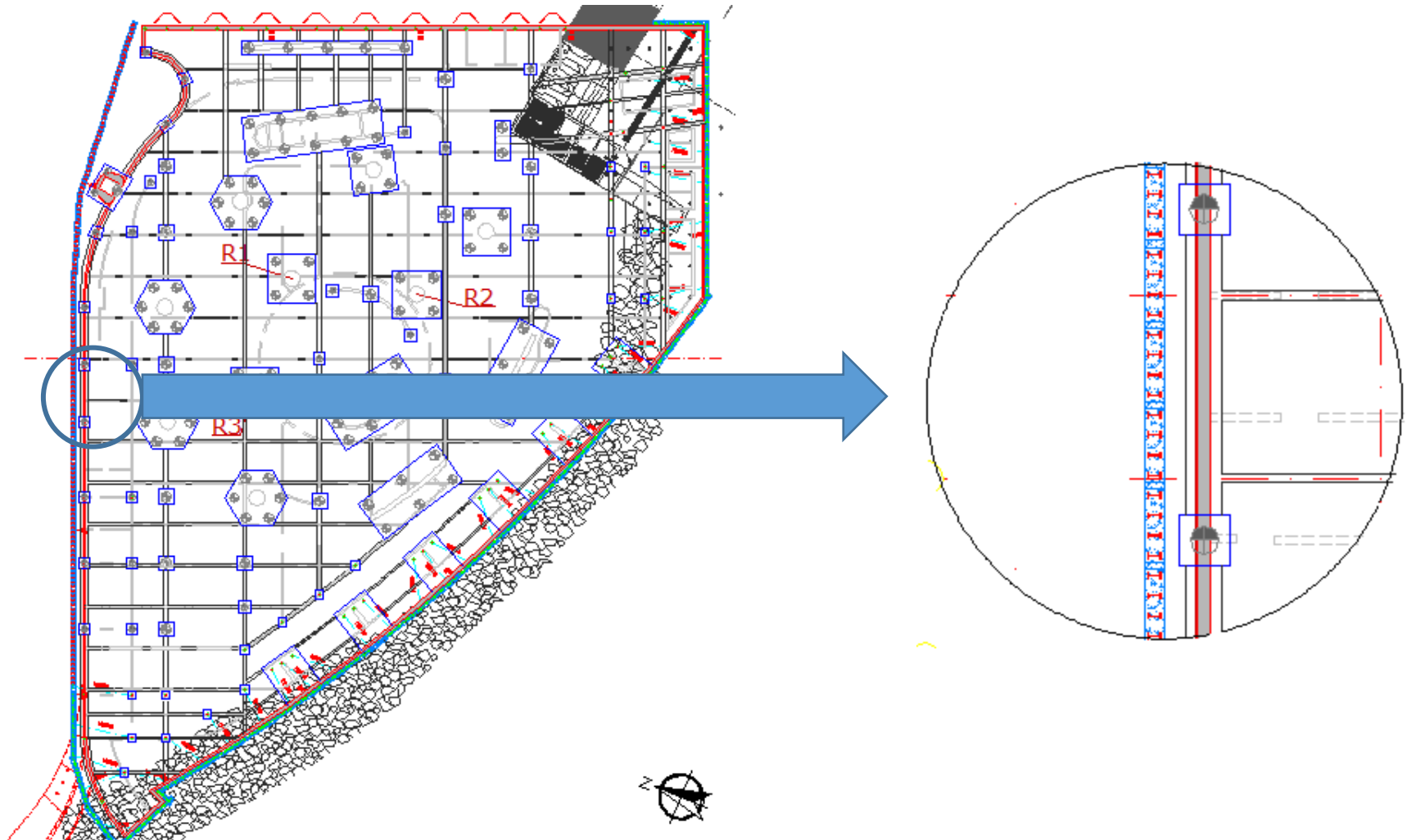


- Desenvolvimento linear de cerca de 305 m;
- Altura de escavação média de 5,0 m;
- Solução constituída por painéis de solo-cimento, realizados ao abrigo da tecnologia de **Cutter Soil Mixing**, armados **com perfis metálicos IPE ou perfis tubulares do tipo N80**, complementados numa dada extensão por **injeções de calda de cimento sob pressão**.

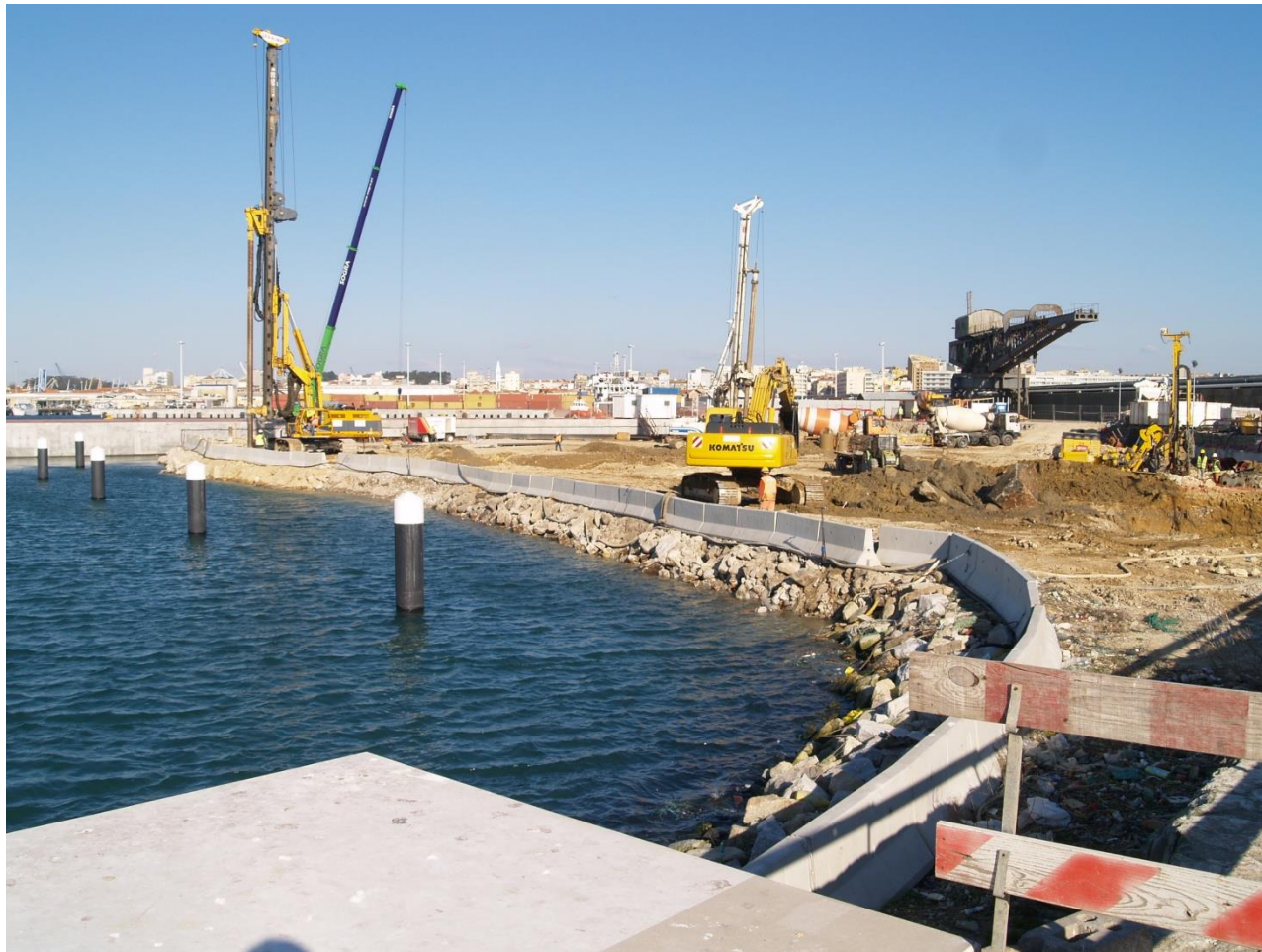
APLICAÇÃO NO TERMINAL DE CRUZEIROS DE LEIXÕES



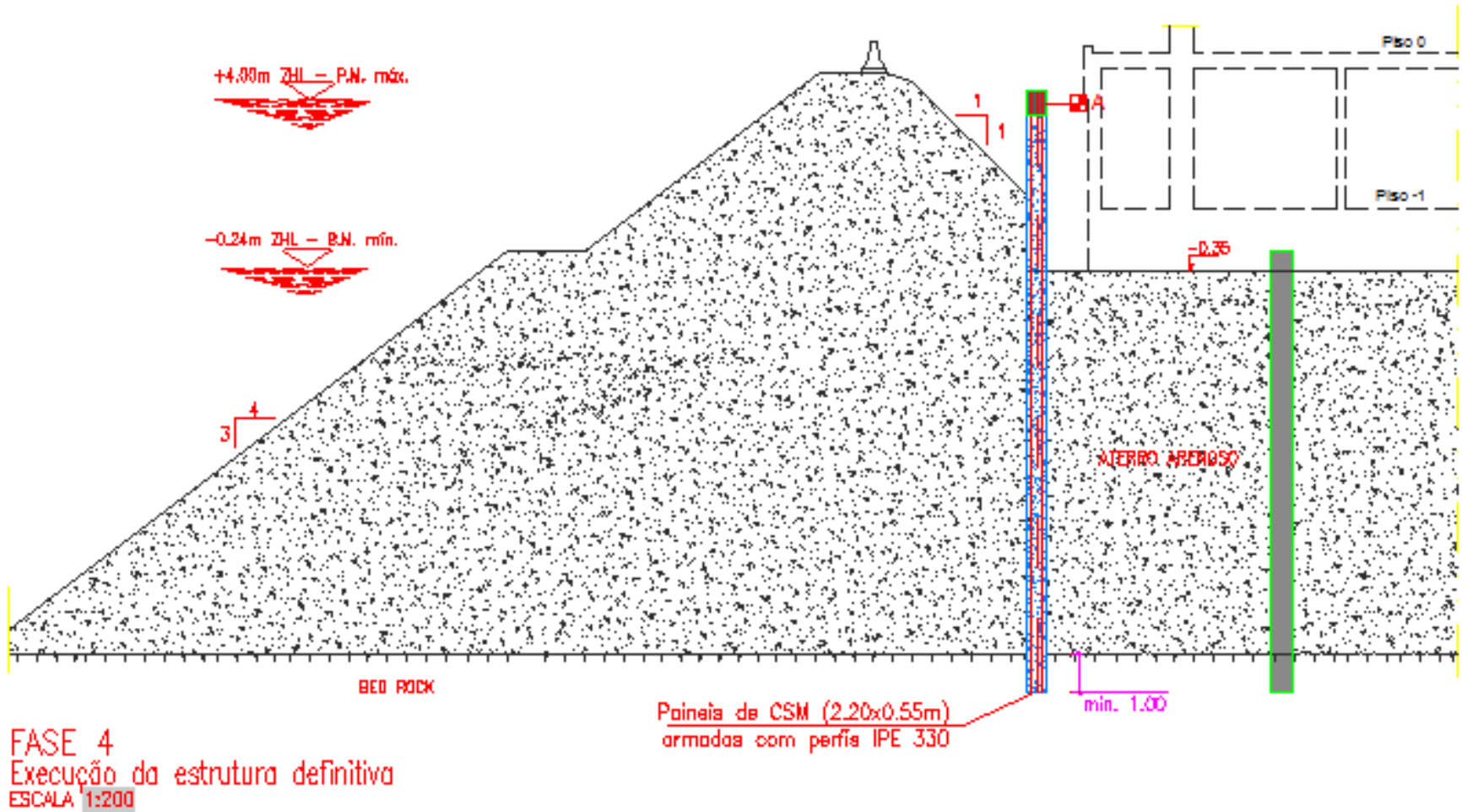
APLICAÇÃO NO TERMINAL DE CRUZEIROS DE LEIXÕES



APLICAÇÃO NO TERMINAL DE CRUZEIROS DE LEIXÕES



APLICAÇÃO NO TERMINAL DE CRUZEIROS DE LEIXÕES



APLICAÇÃO NO TERMINAL DE CRUZEIROS DE LEIXÕES

Principais condicionalismos

- Painéis fortemente armados com recurso a perfis IPE 330 até aos 15 metros de profundidade.
- Vários perfis por painel
- Encastramento em W3/W4
- Reduzida permeabilidade exigida

Medidas adotadas

- CSM executado em duas fases
- Fase de corte e mistura com calda cimento
- Fase de subida e homogeneização com uma calda de cimento com relação a/c inferior à fase de corte e descida
- Controlo de parâmetros e refluxo de modo a obter uma boa homogeneidade

APLICAÇÃO NO TERMINAL DE CRUZEIROS DE LEIXÕES



APLICAÇÃO NO TERMINAL DE CRUZEIROS DE LEIXÕES



OBRIGADO PELA ATENÇÃO



ARTUR
PEIXOTO
consultores geotecnia

www.apgeotecnia.pt