

**COVEGNO ANISIG-AIF**

**Piacenza 3 Ottobre 2008**



***Miscelazione meccanica con metodologia  
CTJet (Cutter Turbo Jet):  
Aspetti tecnologici ed esempi applicativi.***

**Ing. Alessandro Bertero**  
**Gruppo Trevi**  
**Servizio Progettazione, Ricerca & Sviluppo**

## **CTJet – Nuovo metodo di consolidamento**

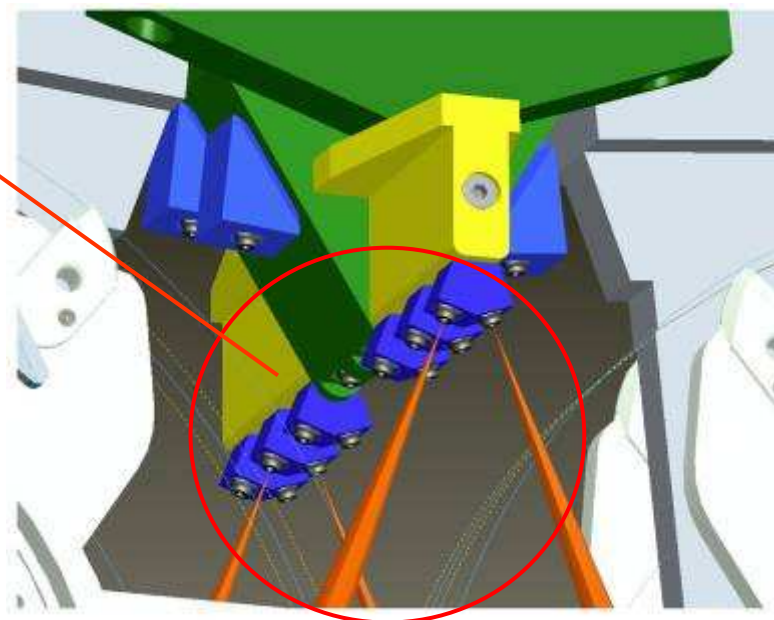
**Il Gruppo TREVI, da anni attivo protagonista a livello internazionale nel campo delle fondazioni speciali, attraverso il proprio R&D Dept. ha sviluppato e migliorato, sia in termini qualitativi che quantitativi, il sistema produttivo del Deep Soil Mixing (DSM).**

**Il nuovo metodo, denominato CTJet (Cutter Turbo Jet), costituisce una innovazione e un miglioramento tecnologico dei sistemi di miscelazione in-situ del terreno con agenti stabilizzanti, per la formazione di diaframmi verticali continui, o singoli elementi di forma rettangolare.**

**Coadiuvata dall'esperienza del Gruppo TREVI, SOILMEC ha sviluppato una serie di attrezzature tali da soddisfare le diverse esigenze progettuali, unitamente ad utensili studiati per trattare efficacemente i diversi tipi di terreno.**

In questo metodo la disgregazione e la miscelazione del terreno viene ottenuta mediante l'azione combinata di utensili meccanici dentati, coadiuvati da un sistema di iniezione di getti ad alta pressione dell'agente consolidante; i principali vantaggi sono:  
Favorisce e velocizza la disgregazione del materiale da trattare, ottimizzandone la miscelazione;  
Aumenta la qualità finale della miscela terreno-legante, soprattutto in termini di resistenze ed omogeneità.

## Getti ad alta pressione



La sequenza esecutiva prevede una prima fase di perforazione con rottura del terreno mediante azione combinata dell'energia meccanica delle ruote dentate e dell'energia idraulica di getti ad alta pressione; in funzione del tipo di terreno può essere utilizzato quale fluido di perforazione acqua, fango bentonitico o la stessa miscela consolidante.

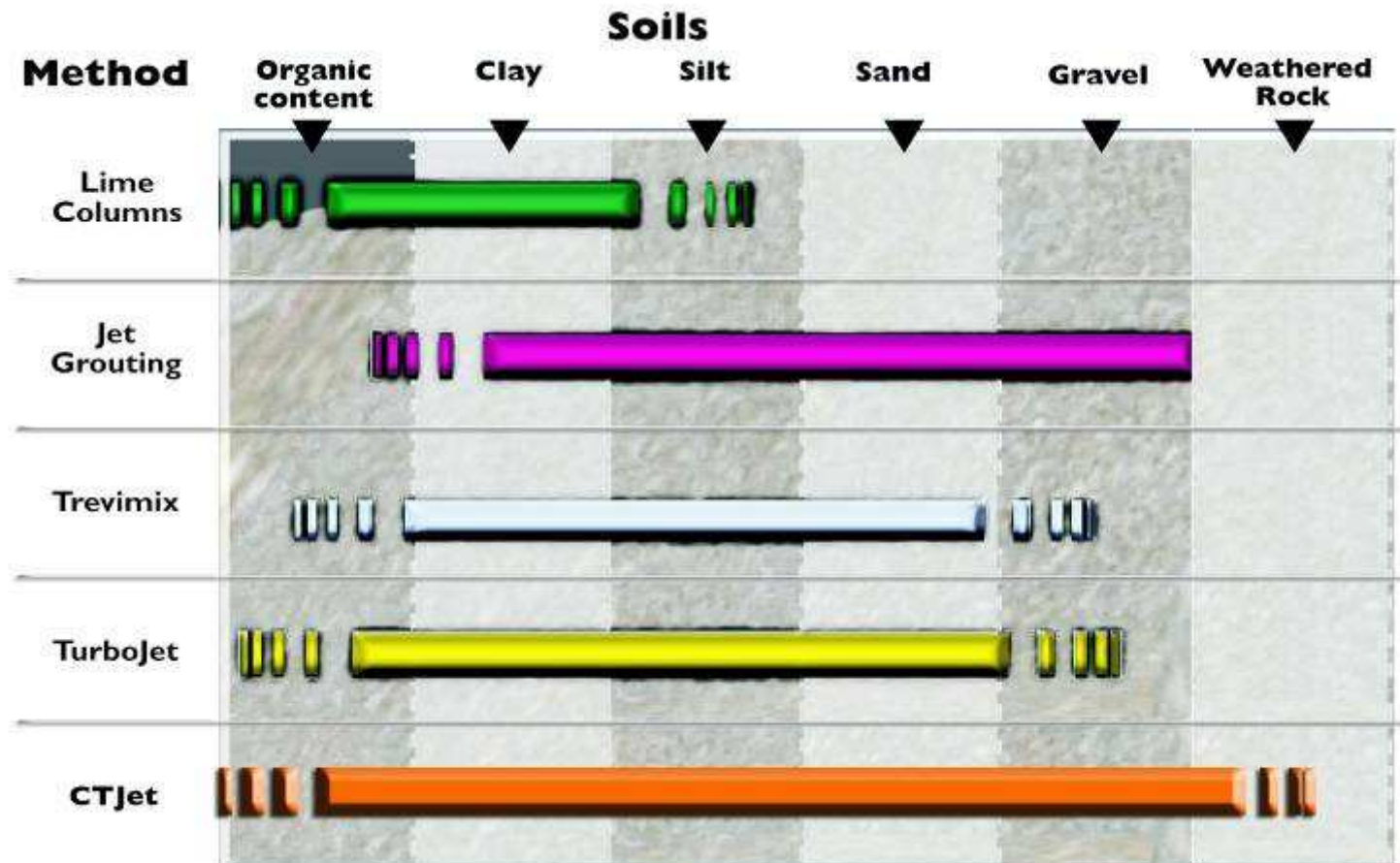
Durante le fasi di estrazione del modulo fresante la miscela cementizia viene iniettata ad alta pressione e miscelata al terreno.



**Sequenza esecutiva**

Il sistema CTJet è applicabile sia in terreni coesivi che incoerenti, ed in rocce tenere o alterate.

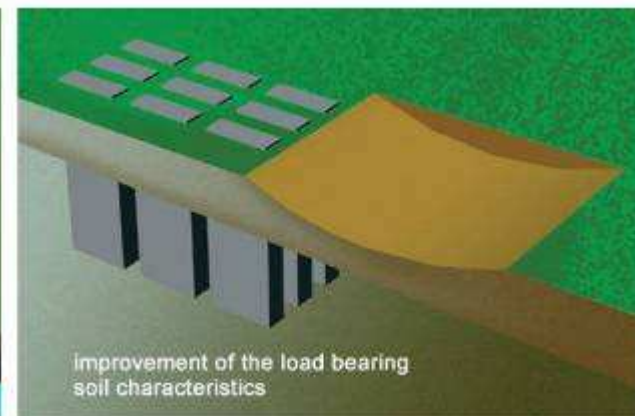
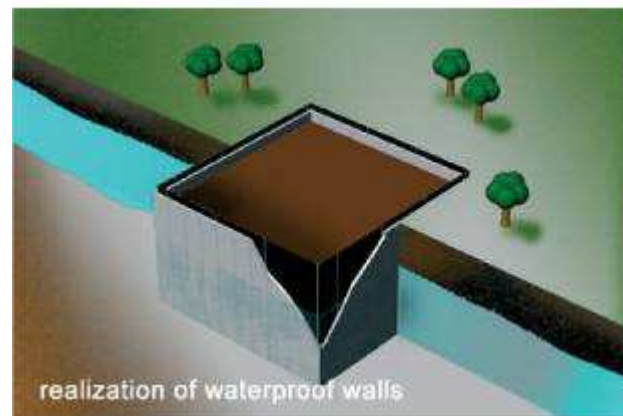
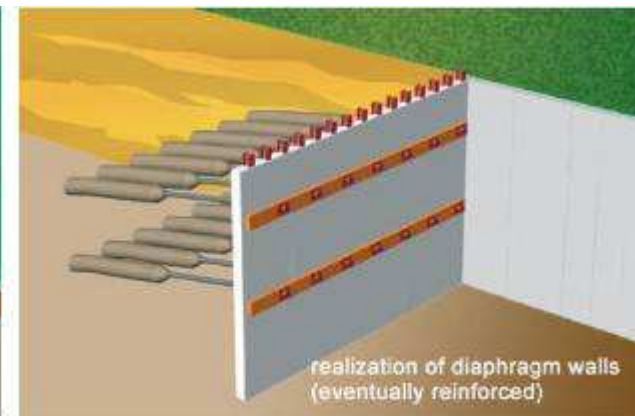
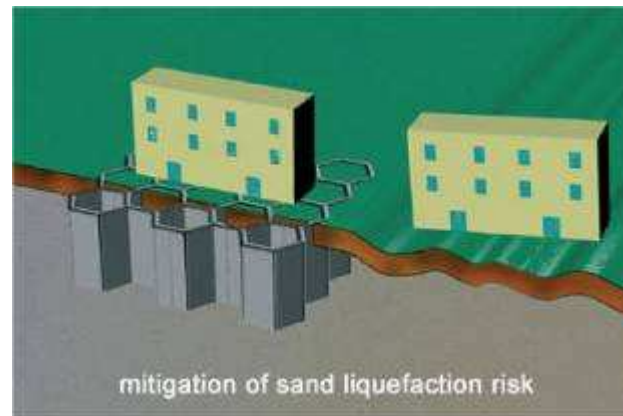
Le varie configurazioni degli utensili disagregatori sono state studiate unitamente alle potenze delle attrezzature in funzione dello spessore da eseguire e delle profondità da raggiungere nei terreni da trattare.



**Tabella  
terreni  
idonei**

Il CTJet trova applicazione in una vasta gamma di problemi di progettazione geotecnica, quali:

- il miglioramento delle caratteristiche geo-meccaniche del terreno
- la realizzazione di diaframmi di contenimento (eventualmente armati)
- la realizzazione di diaframmi impermeabili sotterranei
- l'inertizzazione di sostanze inquinanti nell'ambito di siti contaminati
- la riduzione del rischio di liquefazione delle sabbie

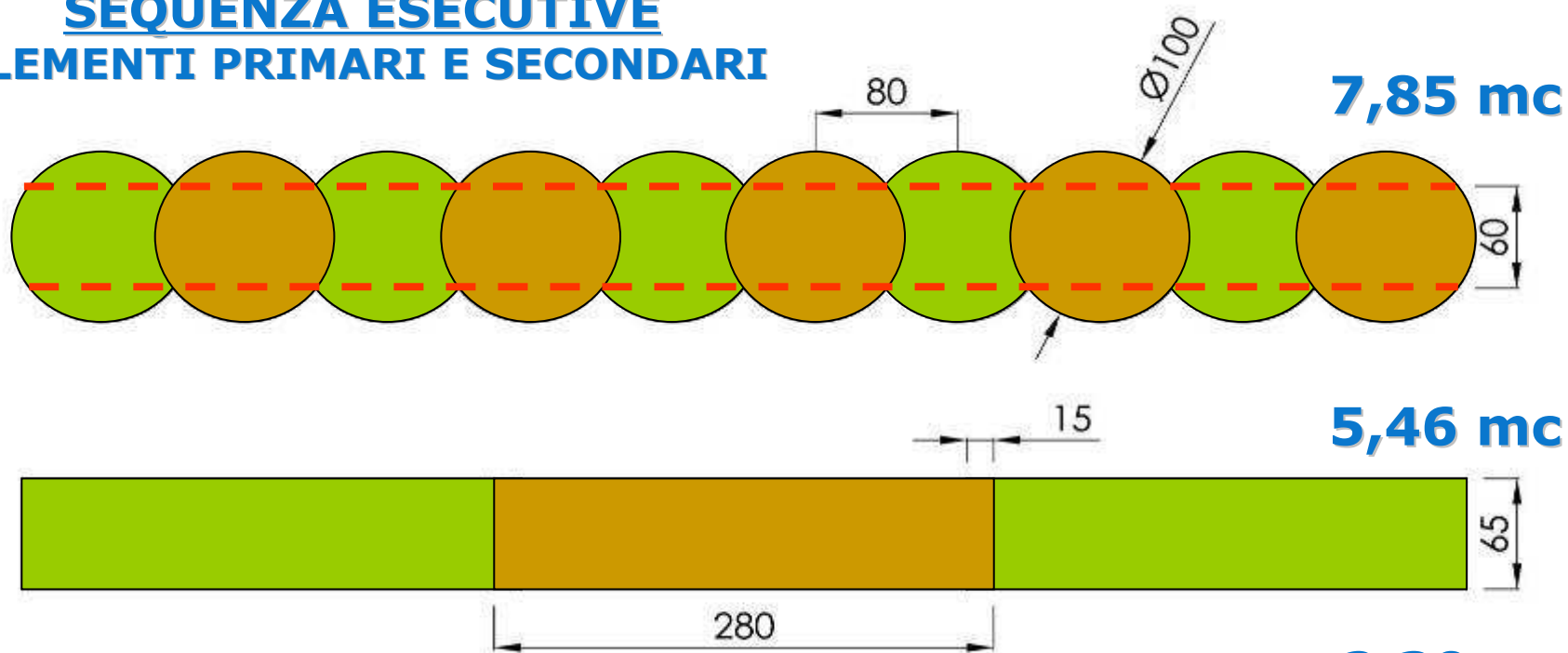


**Principali  
campi di  
applicazione**

Possono essere realizzati pannelli isolati, adiacenti oppure una sequenza di pannelli primari e secondari.

La tecnologia consente un notevole risparmio in termini di terreno trattato ove di debba realizzare un diaframma di spessore garantito.

**SEQUENZA ESECUTIVE  
ELEMENTI PRIMARI E SECONDARI**



**7,85 mc**

**5,46 mc**

**-2,39 mc**

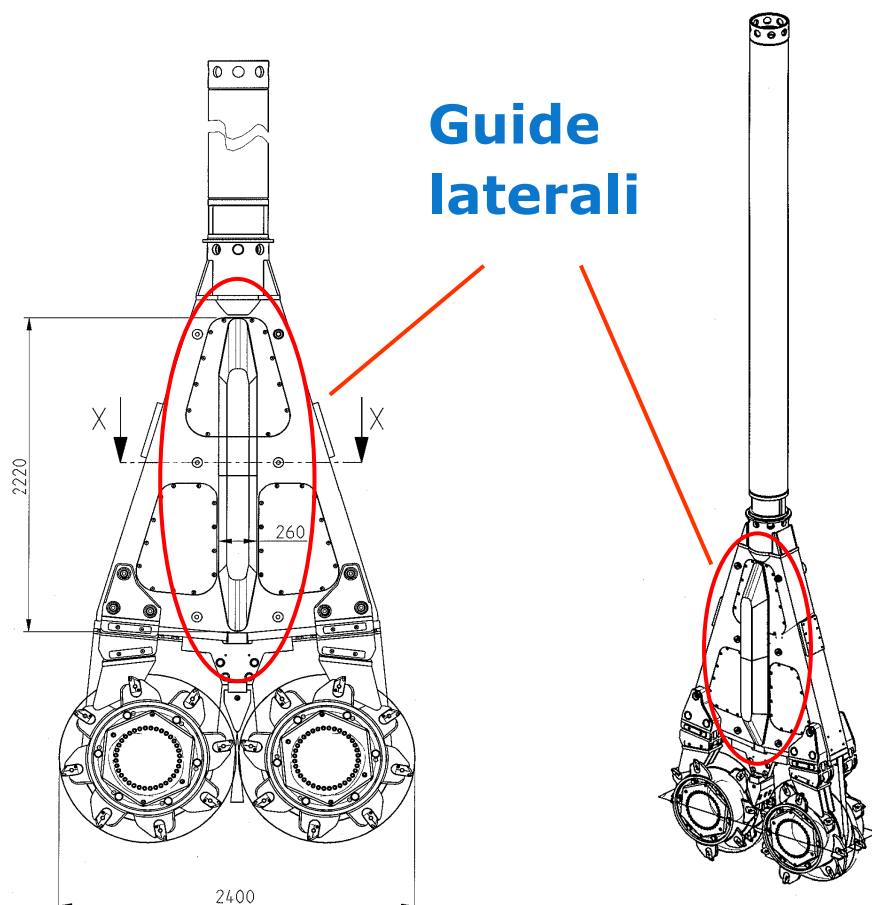
**-30%**

**I pannelli possono essere armati con profilati metallici o putrelle, inseriti per peso proprio o mediante l'uso di piccoli vibratori.**



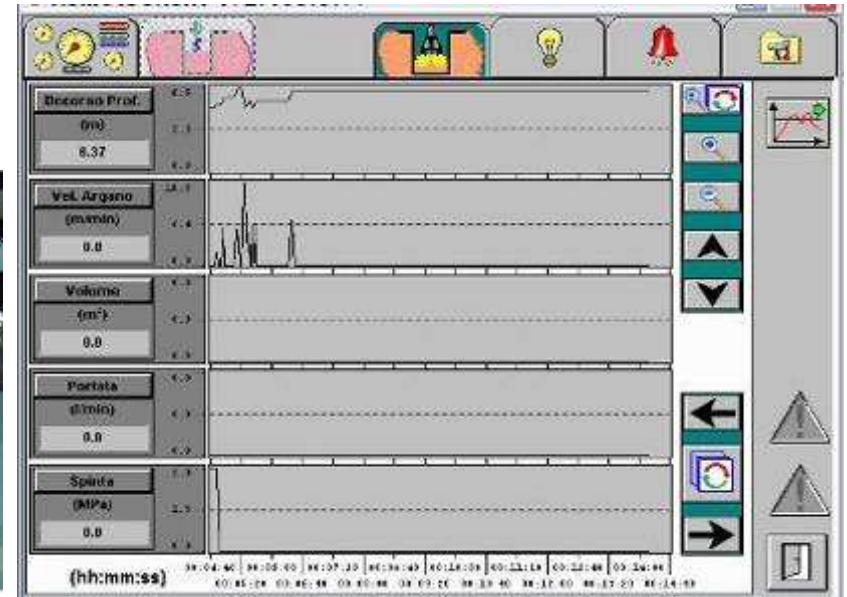
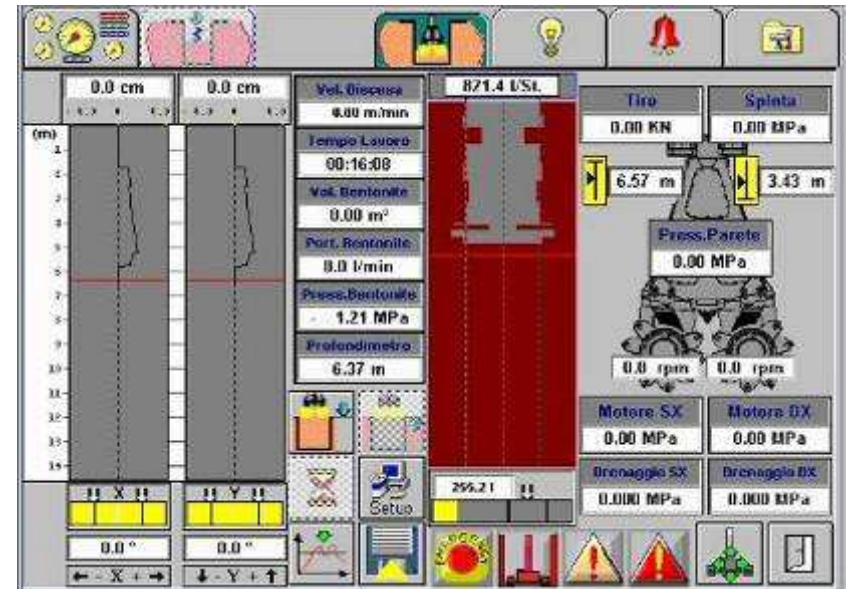
**Inserimento putrelle di armatura**

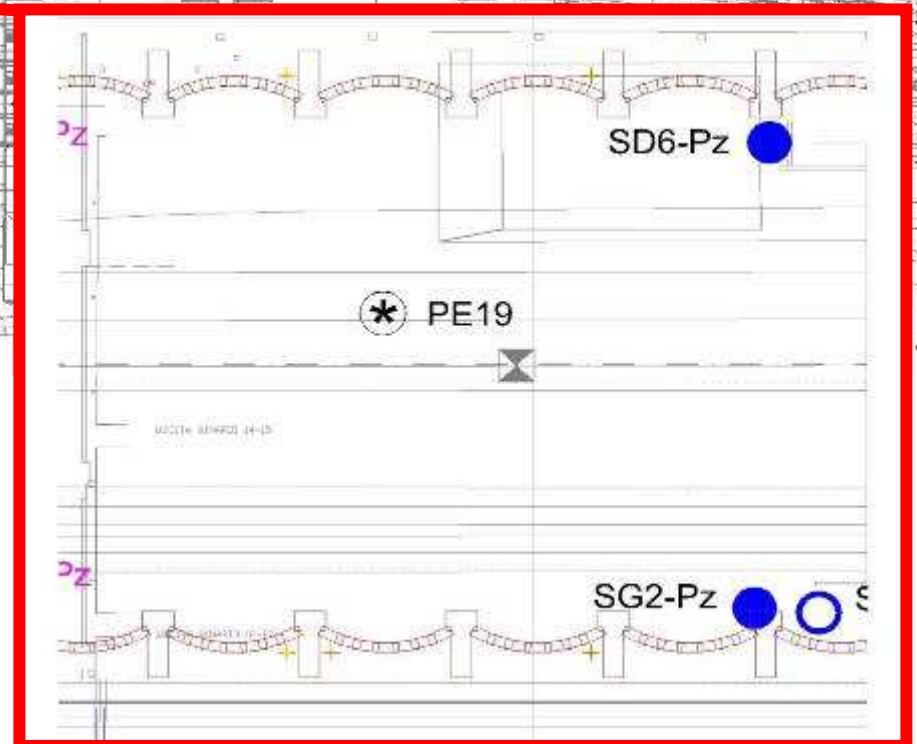
Il modulo fresante è equipaggiato con un sistema di guide metalliche che consentono di centrare e guidare il modulo durante lo scavo. La profondità massima raggiungibile è dell'ordine dei 35-40 m; le dimensioni geometriche del modulo sono variabili da 650 a 1.600 mm in spessore e fra 2.400 e 3.000 mm in lunghezza.



Il sistema DMS visualizza e registra tutti i parametri esecutivi, quali:

- Velocità di perforazione e risalita
- Pressioni e portate miscela consolidante e fango di perforazione
- Inclinazione dell'elemento fresante
- Potenza assorbita dai motori e numero di giri delle singole ruote
- Tiro sull'organo principale e sull'organo pull-down
- Profilo di riempimento del pannello
- Andamento nel tempo e profondità dei parametri



**LINEA ALTA VELOCITA' BOLOGNA/MILANO – NODO DI BOLOGNA**

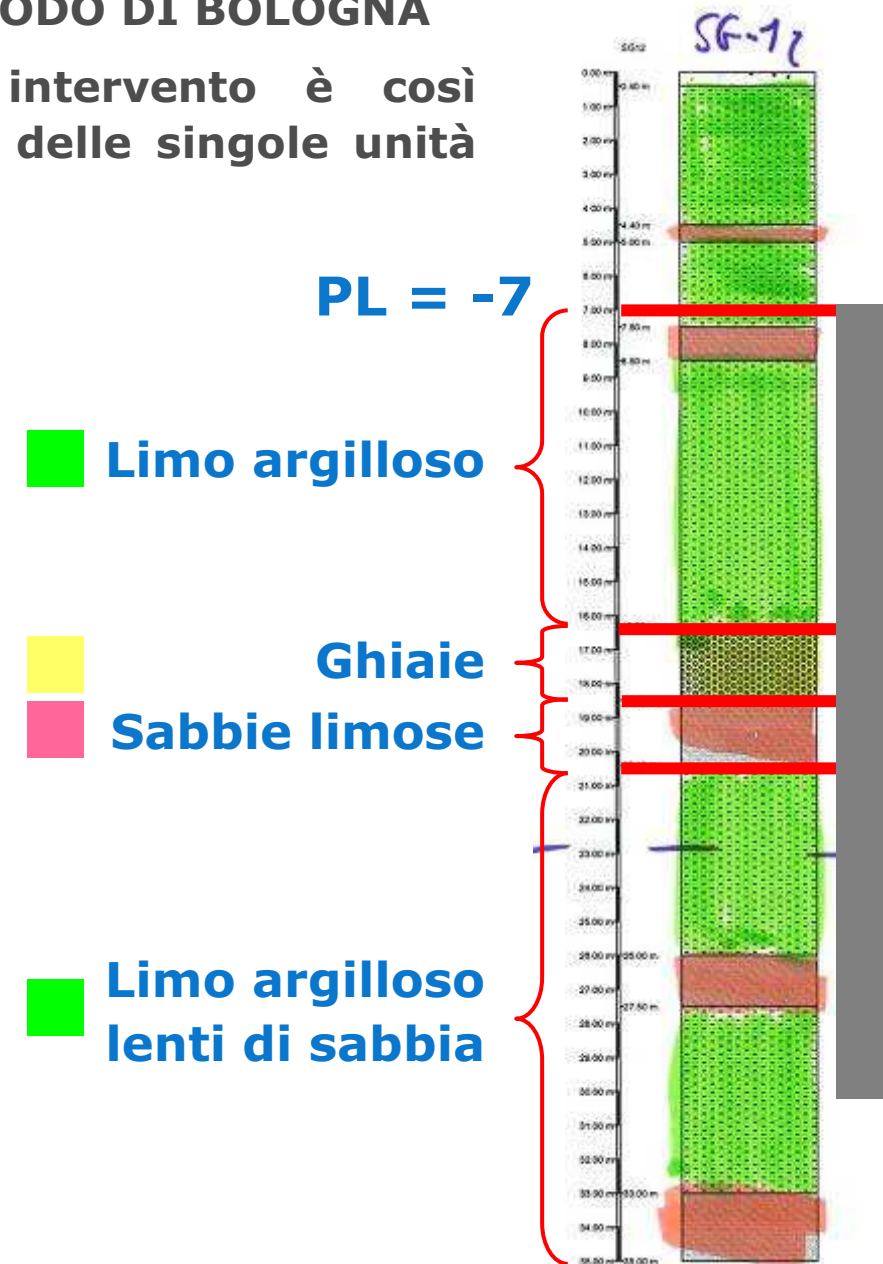
La nuova stazione alta velocità verrà realizzata in adiacenza alla stazione esistente in esercizio. La struttura di contenimento è formata da diaframmi a formare un pozzo rettangolare.

## LINEA ALTA VELOCITA' BOLOGNA/MILANO – NODO DI BOLOGNA

La stratigrafia di massima nell'area di intervento è così schematizzabile (le profondità e gli spessori delle singole unità sono risultati essere piuttosto variabili):

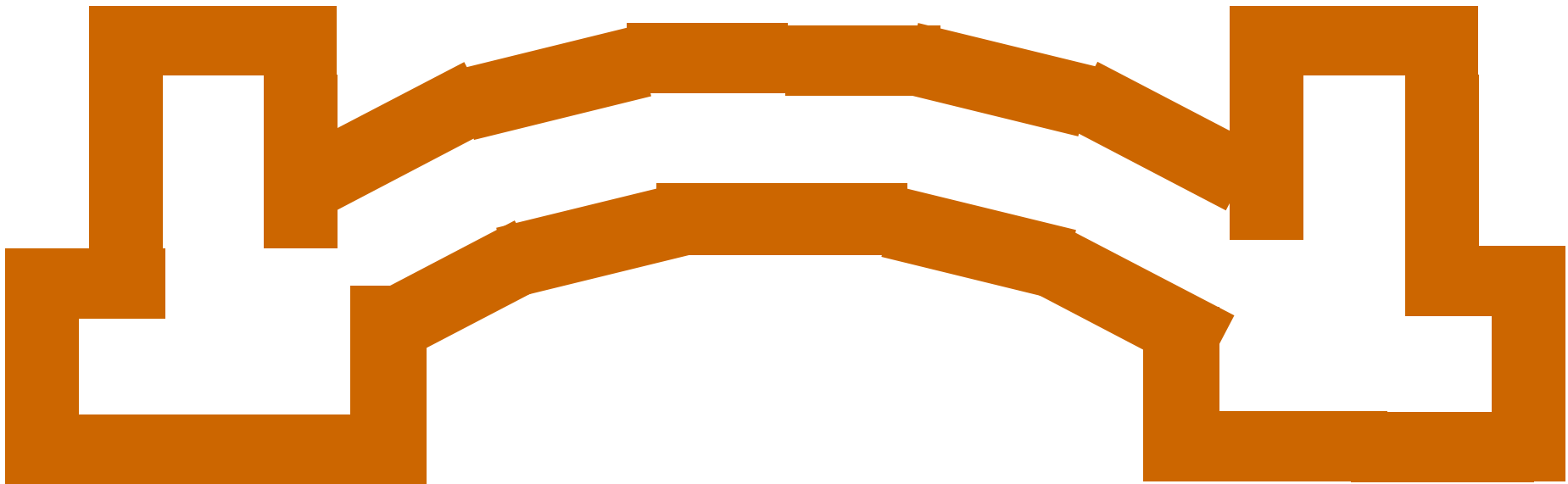
- 0 ÷ 10 m: complesso limoso-argilloso indifferenziato con intercalazioni sabbiose;
- 10 ÷ 12 m: ghiaie con scarsa matrice sabbiosa o sabbioso-limosa;
- 12 ÷ 14 m: sabbie limose;
- 14 ÷ 35 m: complesso limoso-argilloso indifferenziato con lenti sabbiose di potenza variabile da 1 a 2 m.

\* la quota 0 corrisponde al piano di lavoro



## LINEA ALTA VELOCITA' BOLOGNA/MILANO – NODO DI BOLOGNA

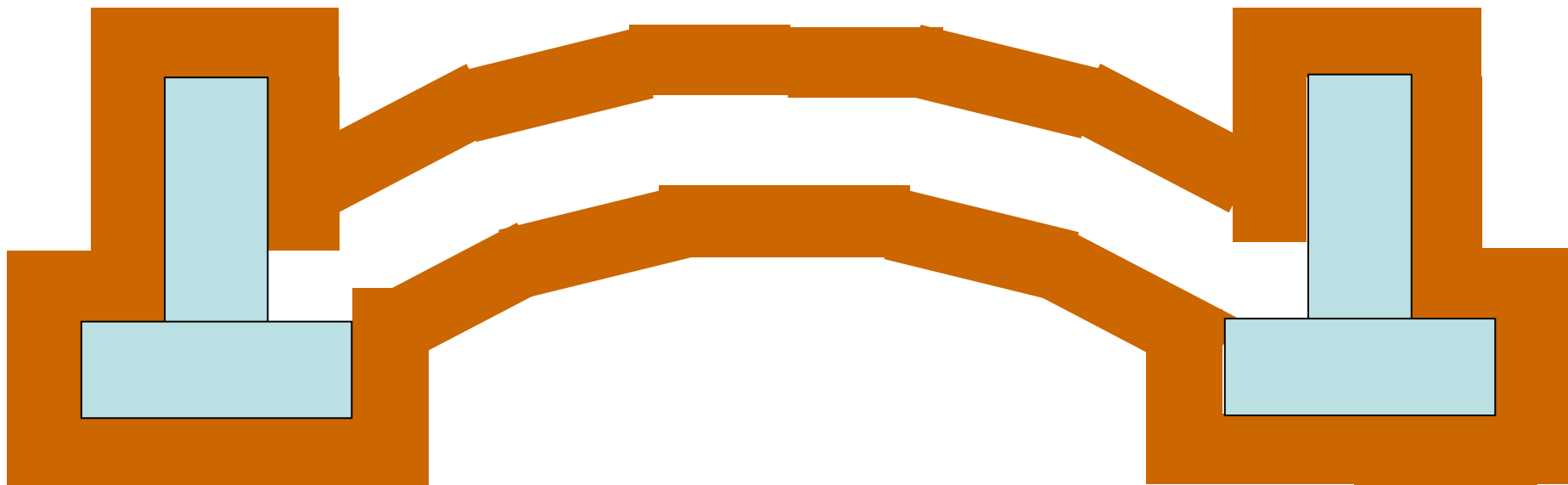
Sono stati realizzati elementi prismatici di terreno consolidato mediante tecnologia CTJet (Cutter Turbo Jet) a protezione dello scavo dei diaframmi in calcestruzzo nei quali è previsto l'inserimento di armatura continua.



**Pannelli CTJet con finalità di sostenere le pareti durante lo scavo evitando instabilità e collassi prima delle fasi di getto (dim. 800x2800 mm prof. 23 m)**

## LINEA ALTA VELOCITA' BOLOGNA/MILANO – NODO DI BOLOGNA

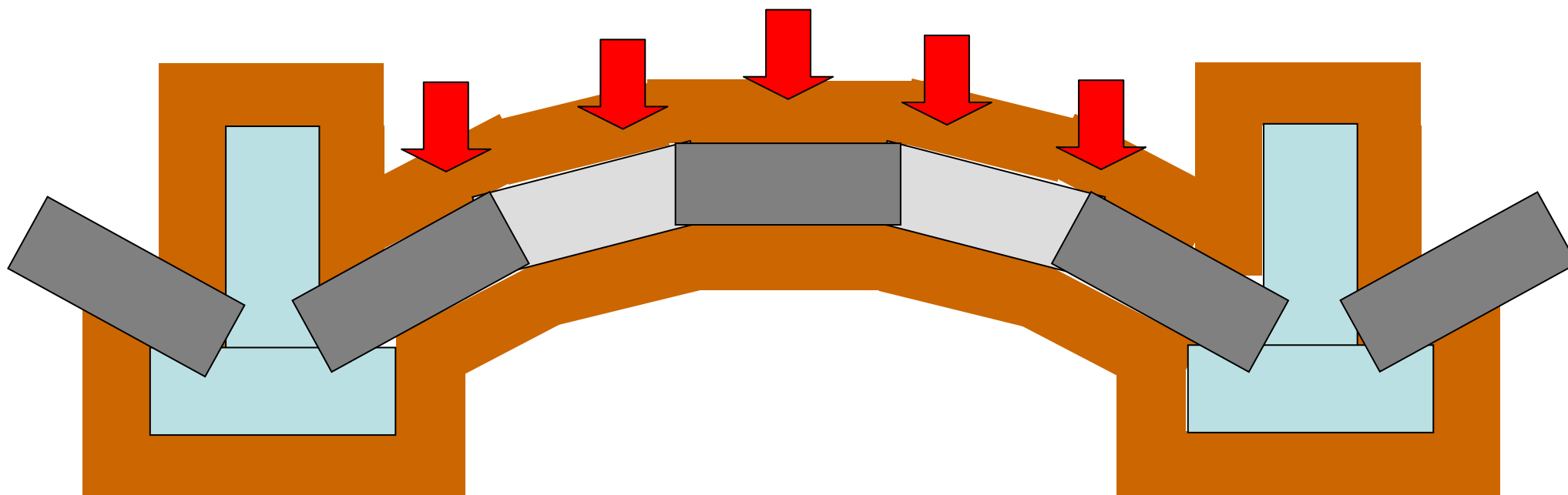
Sono stati realizzati elementi prismatici di terreno consolidato mediante tecnologia CTJet (Cutter Turbo Jet) a protezione dello scavo dei diaframmi in calcestruzzo nei quali è previsto l'inserimento di armatura continua.



**Pannelli a T per supporto  
strutturale**

## LINEA ALTA VELOCITA' BOLOGNA/MILANO – NODO DI BOLOGNA

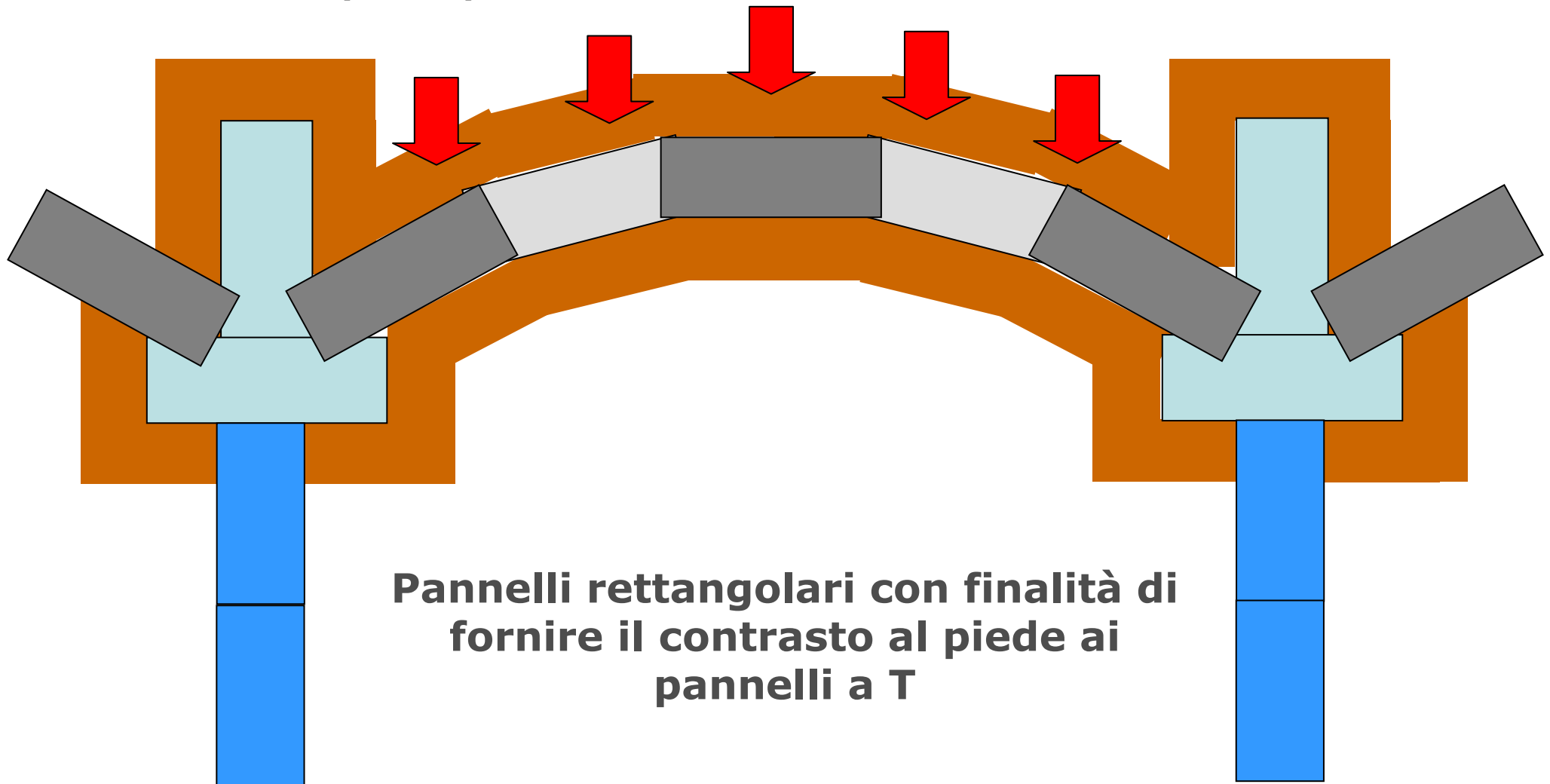
Sono stati realizzati elementi prismatici di terreno consolidato mediante tecnologia CTJet (Cutter Turbo Jet) a protezione dello scavo dei diaframmi in calcestruzzo nei quali è previsto l'inserimento di armatura continua.



**Pannelli rettangolari, disposti ad arco con finalità di collegare le sezioni a T e distribuire le pressioni del terreno**

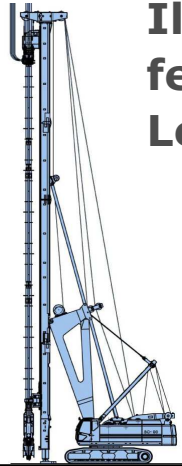
## LINEA ALTA VELOCITA' BOLOGNA/MILANO – NODO DI BOLOGNA

Sono stati realizzati elementi prismatici di terreno consolidato mediante tecnologia CTJet (Cutter Turbo Jet) a protezione dello scavo dei diaframmi in calcestruzzo nei quali è previsto l'inserimento di armatura continua.



## LINEA ALTA VELOCITA' BOLOGNA/MILANO – NODO DI BOLOGNA

**Il piano di lavoro è stato portato a circa 7 metri al di sotto il piano ferroviario e stradale, per restrizioni ambientali e di rumore.  
Le fasi di scavo prevedono la metodologia top-down.**



### ESECUZIONE PANNELLI CTJET



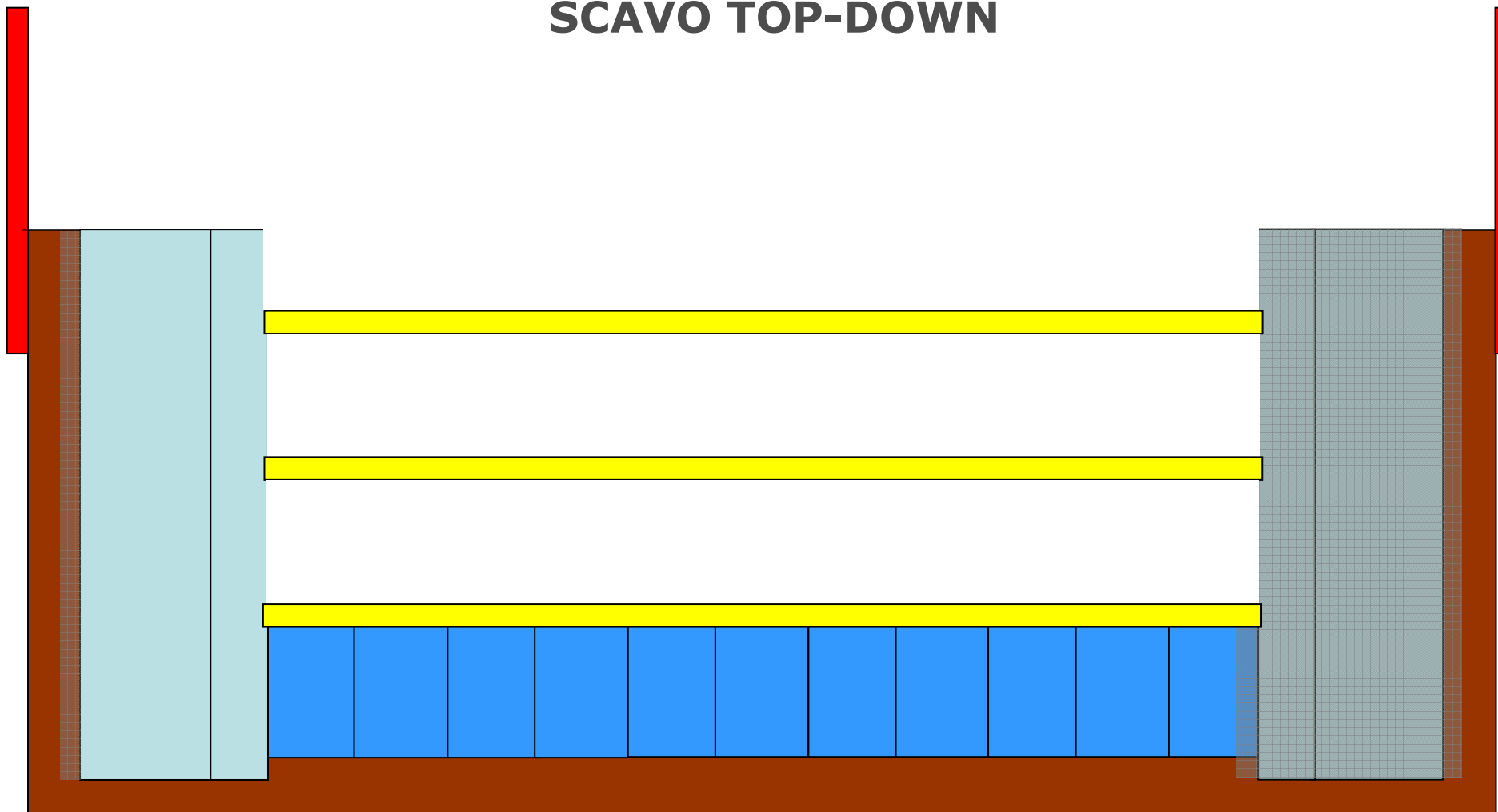
**LINEA ALTA VELOCITA' BOLOGNA/MILANO – NODO DI BOLOGNA**

**ESECUZIONE  
DIAFRAMMI STRUTTURALI  
DIAFRAMMI AD ARCO  
DIAFRAMMI CONTRASTO AL PIEDE**



LINEA ALTA VELOCITA' BOLOGNA/MILANO – NODO DI BOLOGNA

**SCAVO TOP-DOWN**



---

**LINEA ALTA VELOCITA' BOLOGNA/MILANO – NODO DI BOLOGNA**

**I principali vantaggi derivanti dall'utilizzo dell'alta pressione sono:**

**incremento della velocità di perforazione**

**+40-50%**



**migliore qualità e miscelazione del prodotto  
finale rispetto ai pannelli eseguiti a bassa  
pressione**







**Messa in sicurezza di emergenza del tratto di costa di proprietà Syndial e Polimeri Europa sito in Priolo Gargallo (SR)**

**Opere di protezione spondale finalizzate ad impedire il contatto diretto delle acque marine con i terreni industriali contaminati presenti nel sito**  
**Palancolato metallico (4,00m - 12,00m) sospeso**

**Opere di sbarramento fisico destinate a contenere l'afflusso della falda contaminata a mare.**  
**Palancolato metallico (9,00m - 17,00m) con giunti a tenuta immorsato almeno 2,00m nell'argilla grigio azzurra di base e successivo sistema di pozzi di emungimento per garantire gradiente negativo verso lo stabilimento**



L'intervento era unicamente finalizzato all'alleggerimento della roccia al fine di consentire l'infissione delle palancole metalliche. Non era previsto quindi alcun consolidamento. Le dimensioni geometriche dei pannelli erano 2400-2800 x 650 mm – prof. 8-15 metri.



**soilmeco**  
Drilling and Foundation Equipment

*Miscelazione meccanica con metodologia  
CTJet (Cutter Turbo Jet):*

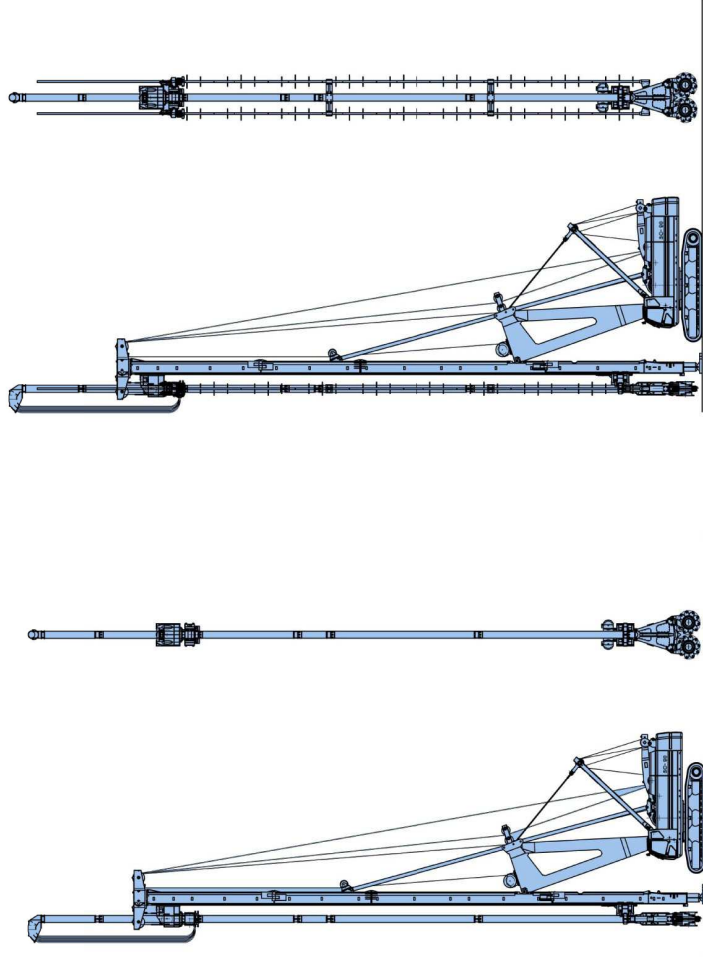
**ATTREZZATURE**

*Attrezzature e tecnologie  
per l'ingegneria delle fondazioni*

## SC-90

ROD SUSPENDED

MIXING SHAFT VERSION



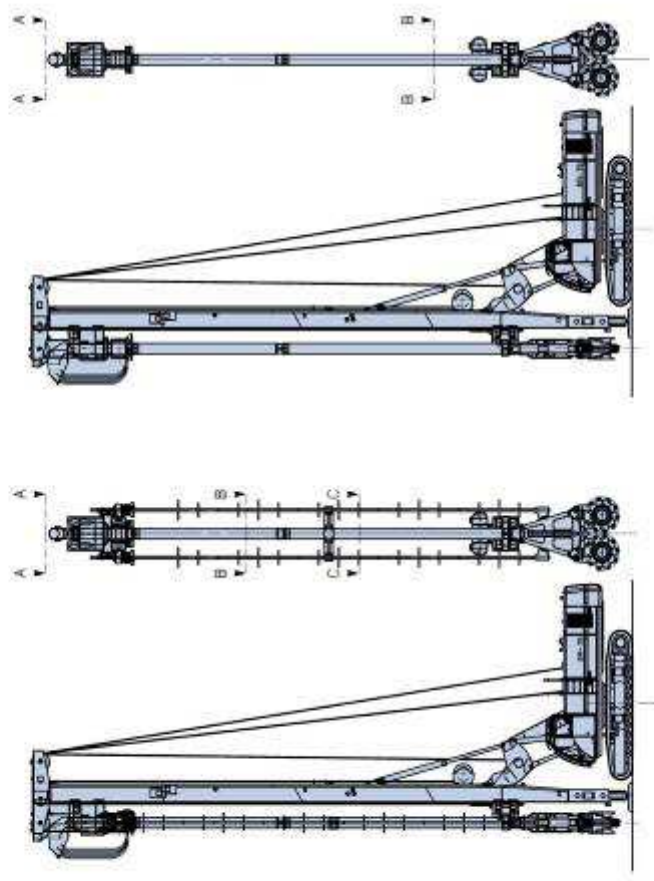
<b>Model</b>	<b>SC-90</b>
<b>Height</b>	<b>34.5 + 6.5 m</b>
<b>Max depth</b>	<b>28 + 7 m</b>
<b>Engine Power</b>	<b>480 kW</b>
<b>Extraction force</b>	<b>720 kN</b>
<b>Machine class</b>	<b>90 tons</b>
<b>Total Weight</b>	<b>140-150 tons</b>



## SR-70

ROD SUSPENDED

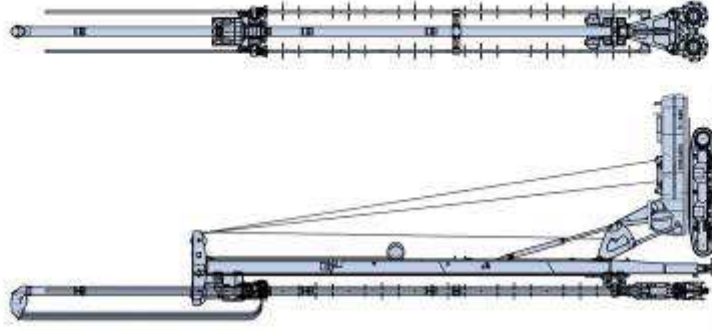
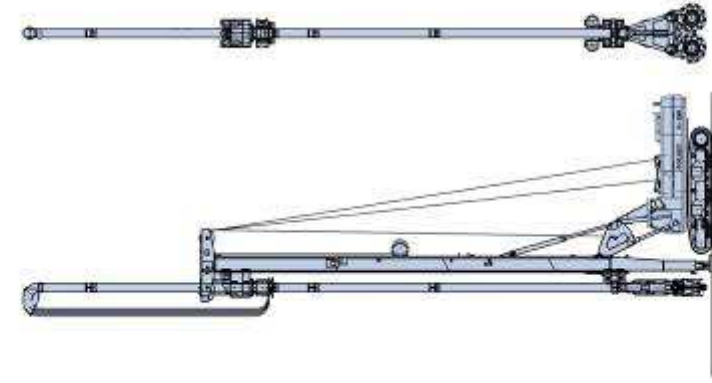
MIXING SHAFT VERSION



<b>Model</b>	<b>SR-70</b>
<b>Height</b>	<b>24 m</b>
<b>Max depth</b>	<b>17 m</b>
<b>Engine Power</b>	<b>330 kW</b>
<b>Extraction force</b>	<b>403 kN</b>
<b>Machine class</b>	<b>75 tons</b>
<b>Total Weight</b>	<b>94 - 99 tons</b>

## R-825

ROD SUSPENDED



**Model**

**Height**

**Max depth**

**Engine Power**

**Extraction force**

**Machine class**

**Total Weight**

**R-825**

**25 + 9 m**

**19 + 9 m**

**300 kW**

**403 kN**

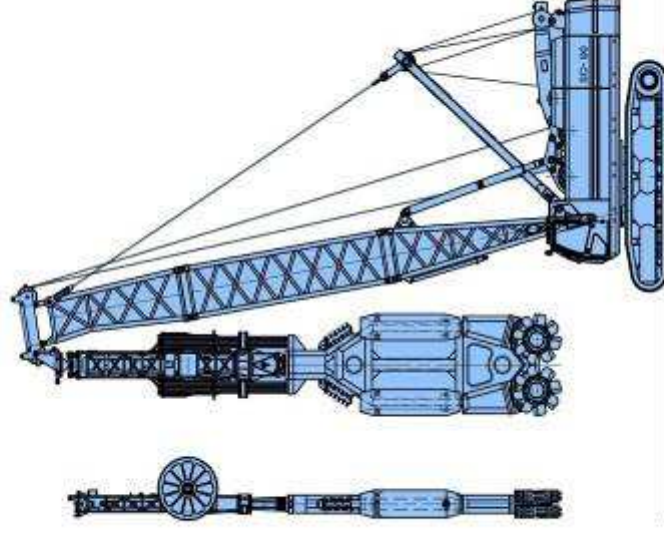
**85 tons**

**100 - 107 tons**



## SC-90

ROPE SUSPENDED



**Model**

**Height**

**Max depth**

**Engine Power**

**Extraction force**

**Machine class**

**Total Weight**

**SC-90**

**19 m**

**60 - 80 m**

**480 kW**

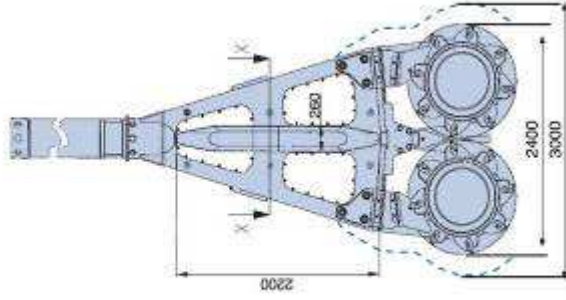
**720 kN**

**90 tons**

**129 tons**

## CUTTER UNIT

CTJ-5 / CTJ-8 / CTJ-10



### CTJ-5

Thickness (mm)	Width (mm)	Torque (kNm)	Max speed (rpm)	
SR-70	700 - 800	2400 - 2800	51 - 25	27 - 52
SC-90	700 - 800	2400 - 2800	51 - 25	37 - 73
R-825	700 - 800	2400 - 2800	51 - 25	37 - 73

### CTJ-8

Thickness (mm)	Width (mm)	Torque (kNm)	Max speed (rpm)	
SR-70	800 - 1400	2800	87 - 43	15 - 30
SC-90	800 - 1400	2800	87 - 43	22 - 44
R-825	800 - 1400	2800	87 - 43	22 - 44

### CTJ-10

Thickness (mm)	Width (mm)	Torque (kNm)	Max speed (rpm)	
SR-70	800 - 1600	2800 - 3000	102 - 51	13 - 26
SC-90	800 - 1600	2800 - 3000	102 - 51	19 - 38
R-825	800 - 1600	2800 - 3000	102 - 51	19 - 38

## CUTTER UNIT

SOILMEC TEETH TYPE

The milling unit drums are equipped with tooth holders suitable to mount all type of Soilmec teeth. Different type of teeth are specially designed in order to tackle the characteristics of soil conditions (sharp for clayey material, crushing for gravel, boulders or rocks).

All Soilmec teeth are reinforced by tungsten carbide insert, in order to confer strength, hardness and life against the abrasion and wear.

The main characteristic of Soilmec teeth are shown in the table below:

- Body thickness: 36 - 42 mm
- Body Height: 153 - 156 mm
- Teeth Shape: Flat or Conical
- Available in right or left version

The shape of the teeth, function of soil conditions can be:

- Multipurpose flat tooth, with carbide plate, suitable for all type of soil (soft to medium stiff)
- Conical tooth, with carbide round insert, suitable for boulders and rocks



Multipurpose flat Soilmec tooth

### Available teeth table

