

worldwide leader in the foundation engineering field

**HERCULES**TREVII  
FOUNDATIONS

REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



# 4712 Arbetstunnar Landningsbanan Metro line Akalla-Barkaby

**Barkarby-Stockholm,  
Sweden**



**Jet Grouting  
Jet Grouting**

Cliente :  
Owner :

STOCKHOLMS LÄNS LANDSTING

Contrattista principale :  
Main Contractor :

NCC AB

Durata dei lavori :  
Duration of works:

Feb-April 2019

## Descrizione progetto

Al fine di migliorare i collegamenti e ridurre i tempi di percorrenza mediante l'utilizzo dei trasporti pubblici, è stato deciso di estendere la Linea Blu della metropolitana di Stoccolma per collegare Akalla e Barkarby. Saranno costruite **due nuove stazioni**, una collocata nel quartiere emergente di Barkarby e l'altra vicino all'ex campo d'aviazione militare di Barkarby.

Lo scopo del lavoro riguarda la sigillatura mediante colonne di jet grouting tra il piede della palancola e la roccia, lungo il perimetro di un'area sita nelle zone limitrofe all'ex campo di aviazione militare di Barkarby, nel comune di Stoccolma in Svezia.

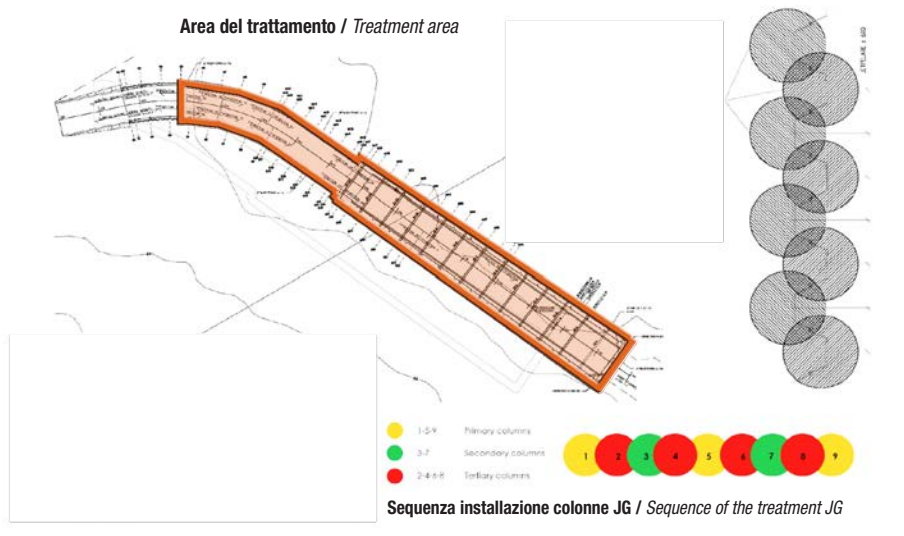
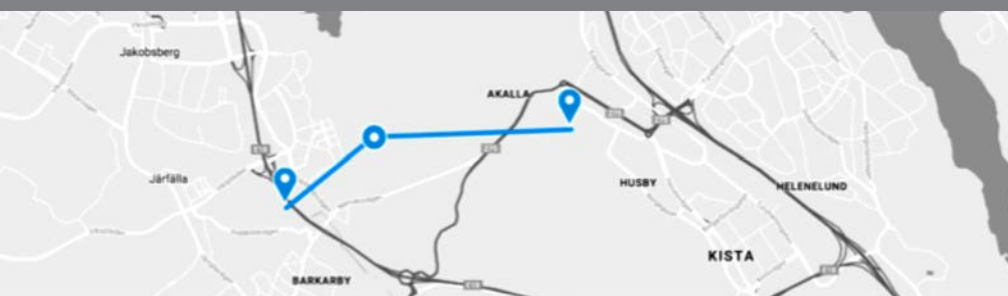
La sigillatura in oggetto è stata realizzata al fine di impermeabilizzare l'area sottostante nella quale deve essere realizzato l'imbocco dell'estensione del tunnel della metropolitana verso

## Project description

In order to improve connections and reduce travel time by using public transport, it was decided to extend the Stockholm Metro Blue Line to connect Akalla and Barkarby. **Two new stations will be built**, one located in the up-and-coming Barkarby district and the other near the former military airfield in Barkarby.

The work entails the sealing by jet grouting columns between the foot of the sheet pile and the rock, along the perimeter of an area in the vicinity of the former Barkarby military airfield, in the municipality of Stockholm, Sweden.

The sealing in question was carried out in order to waterproof the underlying area in which the entrance to the extension of the metro tunnel to Akalla and Barkarby is to be built.



Akalla e Barkarby.

Il trattamento prevedeva nella parte superiore una sovrapposizione minima di 100 cm sopra al piede della palancola e nella parte inferiore almeno 50 cm di incastro in roccia.

## Il progetto

La sigillatura mediante jet grouting è stata affidata ad **HERCULES-TREVI Foundations AB**, società svedese del gruppo TREVI.

La topografia dell'area risultava prevalentemente pianeggiante, caratterizzata da superfici erbose facenti parte di un'area naturale protetta.

Sulla base dell'analisi del suolo esistente, oggetto del trattamento, si è riscontrata la prevalenza di suolo a carattere morenico, con trovanti che ostacolano l'infissione delle palancole e ghiaie che consentono un notevole flusso di acqua sotto le palancole

The treatment required a minimum overlap of 100 cm above the foot of the sheet pile in the upper part and at least 50 cm of rock embedment in the lower part.

## The project

The sealing by jet grouting was entrusted to **HERCULES-TREVI Foundations AB**, a Swedish company of the TREVI Group.

The topography of the area was predominantly flat, characterised by grassy surfaces making part of a protected natural area. The analysis of the existing soil, which was the subject of the treatment, showed that it was predominantly moraine, with boulders obstructing the driving of the sheet piles and gravels allowing a considerable flow of water under the high piles.

Therefore, the sealing between the lower edge of the sheet

rimaste alte. Pertanto è stata progettata la sigillatura tra il bordo inferiore delle palancole e la roccia, avvenuta mediante **colonne in jet grouting con getto a mono fluido, di diametro 1000 mm con interasse di 600 mm**, ovvero una colonna per ogni palancole.

Al termine della produzione la **larghezza media delle colonne è stata di 2,4 m con profondità media di 10,50 m**.

La perforazione libera è stata effettuata sino ad 80-100 cm all'interno della roccia sana, mentre l'iniezione di boiaccia cementizia è stata effettuata per 50 cm in roccia sino ad arrivare a 100 cm sopra il piede della palancole.

Il getto delle colonne è stato effettuato secondo una sequenza precisa che prevedeva la realizzazione di colonne primarie (*apertura*), colonne secondarie e infine terziarie (*chiusure*).

Il volume nominale iniettato ha rispettato i 750 l/m per colonna

*piles and the rock was designed using **jet grouting columns with single fluid casting, 1000 mm diameter with 600 mm spacing, i.e., one column per each sheet pile.***

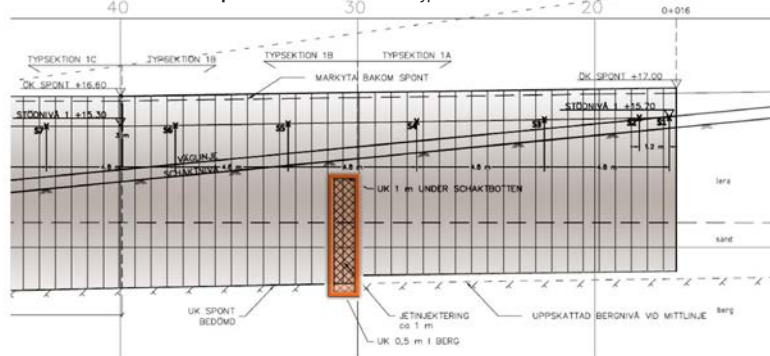
*At the end of production, the average **width of the columns was 2.4 m with an average depth of 10.50 m.***

*Free drilling was carried out up to 80-100 cm inside the healthy rock, while the injection of cement grout was carried out for 50 cm in the rock up to 100 cm above the foot of the sheet pile.*

*The casting of the columns was carried out according to a precise sequence involving the construction of primary columns (openings), secondary columns and finally tertiary columns (closures). The nominal volume injected complied with the 750 l/m per column specified in the design, with a water-cement ratio of 1:1.*



Sezione tipo - Area del trattamento / Type section - Treatment Area



previsti da progetto, con un rapporto acqua cemento pari a 1:1. Per verificare i parametri da utilizzare durante la produzione, è stato allestito ad inizio cantiere un campo prova dove sono state installate due colonne singole spaziate 2,5 m con parametri operativi diversi e un gruppo di tre colonne sovrapposte, spaziate 63 cm, con gli stessi parametri.

Al fine di verificare il diametro e la sovrapposizione totale delle colonne, sono stati installati dei tubi in plastica, sia esternamente alle colonne, sia internamente alle colonne singole e alle colonne sovrapposte, ed è stata effettuata una campagna di rilievo sismico tra i tubi con il metodo della **“tomografia a foro incrociato” (CHT)** utilizzando onde compressive e di taglio.

Sulla base dei risultati del campo prova sono stati adottati i parametri più appropriati ed efficaci per soddisfare le specifiche di progetto.

*In order to check the parameters to be used during production, a test field was set up at the start of the site where two single columns spaced 2.5 m apart with different operating parameters and a group of three overlapping columns spaced 63 cm apart with the same parameters were installed.*

*With the aim of checking the diameter and the total overlap of the columns, plastic tubes were installed both outside the columns and inside the single and overlapping columns, and a seismic survey was carried out between the tubes by means of the **“cross-hole tomography” (CHT)** method, hence using compressive and shear waves.*

*Based on the results of the test field, the most appropriate and effective parameters were adopted to meet the design specifications.*



## Controlli qualità

Per tutta la durata del cantiere, sono stati effettuati controlli sui materiali e sulle miscele utilizzate, con prove preliminari su peso specifico (*controllo giornaliero*) e viscosità (*giornaliero*) e test su ogni colonna durante l'esecuzione.

## Quality controls

Throughout the duration of the site, the materials and mixtures used were checked, with preliminary tests carried out on specific weight (*daily check*) and viscosity (*daily check*) along with tests on each column during execution.



5819, via Dismano - 47522 Cesena (FC) - Italy  
 Tel. +39.0547.319311  
 Fax +39.0547.318542  
 e-mail: [intdept@trevispa.com](mailto:intdept@trevispa.com)  
[www.trevispa.com](http://www.trevispa.com)

