

# PF<sup>®</sup>

# Rivista Italiana delle Perforazioni & Fondazioni

Anno IV - n. 1  
gennaio/febbraio 2009

» FOCUS  
MACCHINA

La perforatrice per  
geotermia Hütte HBR 504

» EVENTI

Tecnologie innovative di  
perforazione e consolidamento

» ATTREZZATURE

Dal pozzo  
alla geotermia

» DAL CANTIERE

Genesi di una stazione  
metropolitana

» PROGETTI

Il tunnel di base  
del Brennero





di Alessandro Vespa



# Genesis di una stazione metropolitana

**Appena compiuto il mezzo secolo, Trevi si cimenta in un altro lavoro fuori dall'ordinario: la metropolitana di Napoli. Perché per liberare dal traffico una città a due passi da un vulcano e bagnata dal mare servono fondamenta solide**

**I** problemi di Napoli non solo quelli che saltuariamente salgono alla ribalta di telegiornali o alle cronache giudiziarie. Come ogni grande città con una storia alle spalle, il capoluogo campano è cresciuto per secoli in maniera disorganizzata e soffre da tempo immemore di uno dei problemi fi-

siologici delle metropoli: il traffico. Il progetto del completamento della metropolitana ha come scopo quello di deviare sui mezzi pubblici parte del traffico su gomma che ha raggiunto ormai livelli parossistici. Abbiamo voluto visitare un cantiere, tra quelli attualmente aperti, e ne abbiamo scelto uno portato avanti da Trevi Spa, dove siamo stati accolti dal geometra Davide Pietrantuono e da Paolo Santangelo, il Capo Cantiere Trevi.

## Il cantiere

Il cantiere è parte di un segmento di metropolitana che comprende il tratto Margellina - Piazza del Municipio con quattro fermate intermedie ed è destinato a congiungere la linea 6 con la 1. I problemi che si riscontrano in un lavoro del genere sono soprattutto logistici e legati ai trasporti su gomma, ma anche di limitazione dell'impatto sociale che il cantiere non può non avere sugli abitanti dei fabbricati limitrofi.



Davide Pietrantuono della Trevi Spa

Dal punto di vista tecnico, nella fase di studio, si è dovuto tenere conto del rischio sismico dell'area e del costante rinvenimento di acqua negli scavi dovuto alla vicinanza con il mare. Non è dunque un caso che a occuparsi della costruzione delle fondamenta sia Trevi, che





I fanghi betonitici rappresentano la soluzione ideale per eliminare il problema della falda ed evitare il collasso delle pareti dello scavo.



si è specializzata nell'ultimo mezzo secolo in fondazioni e perforazioni in situazioni delicate e che richiedono soluzioni ad alto sviluppo tecnologico e professionale.

Nel cantiere, che copre una superficie di circa 13.000 m<sup>2</sup> e occupa circa 30 persone su due turni di lavoro, Trevi sta approntando la struttura perimetrale della futura stazione "Arco Mirelli". Abbiamo chiesto a Pietrantuono di spiegarci in che maniera l'azienda stesse portando avanti i lavori.

*"Per limitare le deviazioni del traffico urbano è stata prevista una lavorazione in due fasi. Attualmente il cantiere si sviluppa sul 'lato mare' e, appena terminato, ci sposteremo sul lato a ridosso dei palazzi", ci dice Pietrantuono. "L'iter del nostro intervento prevede il consolidamento del terreno perimetrale ai diaframmi in calcestruzzo e la loro posa.*

*Al termine di questa fase lasceremo il cantiere ad altre ditte che si occuperanno dello scavo interno, del raccordo con il tunnel dei treni e di tutte le strutture necessarie per rendere la stazione utilizzabile. Il consolidamento del terreno si rende necessario a causa della presenza della falda acquifera a un solo metro di profondità e alla conseguente natura instabile del suolo. In questa fase abbiamo creato uno sbarramento profondo 6 m rispetto al piano lavoro, procedendo a trivellazioni continue lungo il perimetro designato per creare una serie di colonne*



Al centro, con il casco blu, Paolo Santangelo, Capo Cantiere Trevi Spa

*consolidanti in miscela cementizia sfruttando il sistema Turbojet. Tutto il progetto di consolidamento prevede circa 1.000 colonne affiancate per costruire una barriera continua, di cui circa 700 di 80 cm di diametro e le restanti di 150 cm. Per le perforazioni ci stiamo servendo di una Soilmec R-622. Si tratta di una macchina molto versatile e utile per diverse applicazioni. In questo caso attrezzata con i necessari utensili di perforazione e iniezione della miscela, è in grado di raggiungere profondità di perforazione tra i 22 e i 25 m e ci ha consentito di completare il consolidamento sul lato mare in poco più di un mese".*

**Che altre macchine utilizzate su questo cantiere?**

"Oltre alla R-622 abbiamo una R-312, che utilizziamo soprattutto per i consolidamenti con la tecnologia del jet-grouting, e diverse gru Soilmec, tra cui una SC-120, una SC-90 e una SN-40 e alcuni escavatori. A queste si aggiunge un impianto di confezionamento BE-250, un impianto di condizionamento bentonite BE-12, un impianto di miscelazione GM-14 per il consolidamento, diversi silos containerizzati, una pompa ad alta pressione Soilmec 7T-450, una serie di attrezzature per lo stoccaggio della bentonite e tutta la serie di macchine e at-





Il monitor di controllo dell'asse di scavo

trezzature indispensabili per mandare avanti un cantiere come questo, quali compressori, gruppi elettrogeni e via di seguito”.

**E terminato il consolidamento?**

“Si procede con la costruzione dei circa 180 diaframmi previsti. Per lo scavo utilizziamo una idrofresa montata sulla SC-120, che è stata appositamente allestita. Per la maggior parte dei diaframmi (141 su 180) si eseguono due scavi distinti ortogonali l'uno all'altro, che danno al singolo modulo una forma a 'T' aumentandone considerevolmente la stabilità e consentendo di utilizzare i diaframmi come 'parete portante' della stazione. Una volta calata nello scavo l'armatura in acciaio si procede con il getto di calcestruzzo con il sistema contractors”.

**La presenza della falda così superficiale non vi crea problemi?**

“Non particolarmente. Per quanto riguarda i getti di calcestruzzo, questi vengono fatti con due colonne di getto per ogni pannello ortogonale, in modo da avere un getto continuo e una diffusione più omogenea possibile, mentre nella fase di scavo si procede con le attrezzature immerse in fango betonitico. Questo fango riempie lo scavo consentendo la lavorazione senza creare problemi alle macchine ed esercitando al contempo una regolare pressione sulle pareti evitando così che possano crollare”.

**Perché è stata preferita l'idrofresa rispetto ad altre tecnologie e come funziona?**

“Innanzitutto l'idrofresa è stata studiata appositamente per lavorare in condizioni come queste, che richiedono







Subito dopo lo scavo viene calata l'armatura in acciaio dei diaframmi

## TREVI SPA: 50 ANNI DI STORIA

Il Gruppo Trevi nasce nel 1957 come "Impresa Palificazioni Trevisani Geom. Davide", dal nome del suo fondatore. I pali trivellati di piccolo diametro, ottenuti mediante sonde a percussione, costituiscono i primi passi della società nel settore delle fondazioni. Nel 1962 viene brevettata la prima attrezzatura semovente per l'esecuzione di pali battuti e nel 1967 viene progettata e brevettata la RT3, prima Rotary a tre rulli ed è anche la data della prima acquisizione di una grossa commessa estera, con la realizzazione delle fondazioni dell'Apapa Road, a Lagos, in Nigeria. Nel 1969 Davide Trevisani e il fratello Gianluigi, entrato nella Pali Trevisani nel 1962, costituiscono la Soilmec, azienda metalmeccanica del Gruppo. La Soilmec Spa, grazie allo scambio fattivo di informazioni e conoscenze maturate dalla Trevi, è oggi una tra le maggiori aziende mondiali nel settore delle attrezzature per fondazioni.

Nel 1971 viene fondata la Pilotes Trevi in Argentina e nel 1973 si costituisce la Tecnosol Spa con sede a Roma, specializzata in indagini geognostiche e nella ricerca idrica.

Nel 1977 viene costruita la Trevi Foundations Nigeria Ltd, che inizia i lavori di fondazione del Third Mainland Bridge a Lagos.

Il periodo 1980-1985 vede la nascita della Trevi Hong Kong (1980), della Trevi Ltd Philippines Branch (1981), della ItalThai-Trevi Company Ltd in Thailandia (1982). Nel 1983 la Pali Trevisani diventa Trevi Spa, sottolineando l'avvenuta diversificazione tecnologica nel campo della piccola perforazione, il consolidamento del know-how necessario nel settore del drilling and grouting e la decisa vocazione del Gruppo alle importanti commesse estere.

Nel 1996 viene avviata l'attività in Algeria con la Trevi Algeria e nel 1997 la Trevi sbarca negli USA con la Treviicos Corporation a Boston, Massachusetts.

Nel 1999 il gruppo Trevi si espande nell'area del Medio Oriente e acquisita la Swissboring Piling Overseas Corporation, operante dal 1973 nella zona degli Emirati Arabi Uniti, Qatar, Oman, Barhein e Kuwait.

Gli ultimi anni sono collegati principalmente all'impegno della Trevi nel settore tunnel, con la messa a punto di attrezzature e tecnologie di avanguardia utilizzate con successo in numerose gallerie in Italia e all'estero e con la firma di importanti contratti di cessione di tecnologie in Giappone.

estrema precisione, lavoro sommerso e velocità di esecuzione. Il principio dell'idrofresa è relativamente semplice: si tratta di rulli fresanti che frantumano il terreno e lo guidano all'imboccatura di una pompa che lo aspira insieme alla bentonite portando il tutto all'impianto di separazione. Il materiale di risulta viene stoccato e smaltito in discariche autorizzate, mentre la bentonite rientra nel circolo operativo. Esteriormente la fresa si presenta come un parallelepipedo alto circa 12 m e di larghezza e profondità sostanzialmente pari allo scavo che si deve eseguire, nel nostro caso 120x280 cm per una profondità variabile tra i 40 e i 46 m, la testa presenta due rulli fresanti a movimento oleodinamico che ruotano in senso opposto per convogliare il terreno verso la bocca della pompa di aspirazione.

La forza d'impatto delle ruote fresanti è garantita dal peso stesso dell'attrezzatura, che si aggira intorno ai 400 q.

La direzione dello scavo è controllata dal sistema elettronico DMS ideato dalla Soilmec, montato sulla fresa stessa che riporta i dati della progressione su

un monitor all'interno della cabina della gru. Eventuali deviazioni rispetto all'asse ideale di fresatura possono essere rilevate in tempo reale e corrette dal manovratore attraverso una serie di appositi comandi. In ogni caso, il sistema garantisce una precisione superiore allo 0,5%. In questo sito il terreno si compone fondamentalmente di sabbia fine e grossolana fino ai 35 m di profondità, dove inizia uno strato tufaceo più solido in cui si vanno a intestare i diaframmi. Nello scavo della parte sabbiosa la fresa raggiunge una velocità di circa 40 cm/min, per rallentare all'arrivo del fondo più duro".

### L'accoppiata Soilmec SC-120 e modulo fresante è quindi l'ideale?

"Decisamente sì. La macchina ha richiesto solo poche modifiche, prevalentemente localizzate sulla testa del braccio, per poter utilizzare al meglio questo modulo che dà ampie garanzie di sicurezza, precisione e velocità di esecuzione. I lavori sono iniziati nell'ottobre del 2008 e dopo che il nostro compito sarà terminato rimarrà ancora molto da fare per rendere la metropolitana operativa. Il termine di consegna finale è previsto nell'arco di quattro anni. Non abbiamo tempo da perdere!"