# Microtunnelling e opere idrauliche

## *IL COLLEGAMENTO IDRAULICO SUL FIUME RENO IN VAL DI SETTA ATTRAVERSO UN IMPIANTO DI POTABILIZZAZIONE*

*Giorgio Salvini**
*Andrea Zani***

La realizzazione del collegamento idraulico sul fiume Reno è nata dalla necessità di garantire un'alimentazione alternativa all'impianto di potabilizzazione di Val di Setta, della Società Hera SpA, nel caso di eventuale interruzione della linea di alimentazione diretta dal torrente Setta, in conseguenza dei lavori di costruzione della variante di Valico dell'Autostrada A1 Milano-Napoli.
La Società Autostrade SpA ha affidato il progetto esecutivo dell'intero adduttore Reno-Setta alla Società Spea Ingegneria, che ha condotto anche tutta la parte di studi geologici e idraulici per la completa definizione dell'opera.
Lo sviluppo complessivo del collegamento risulta pari a circa 4.400 m, con inizio dal manufatto di presa sul fiume Reno, in località Lama di Reno, in comune di Marzabotto (BO), e termine all'impianto di potabilizzazione di Val di Setta.
Per la realizzazione dell'adduttore, il progetto prevedeva l'alloggiamento di tubazioni in acciaio in trincea, nei settori con basse coperture e non interessati da infrastrutture importanti, mentre prevedeva la realizzazione di opere in "trenchless", per l'attraversamento di rilievi naturali, ferrovie, strade ecc., con l'utilizzo della tecnologia del microtunnelling.
La costruzione dell'intera opera è stata affidata, dalla Società Autostrade SpA, all'Impresa Pavimental SpA, la quale ha appaltato la realizzazione delle opere da eseguire con tecnologia microtunnelling all'Impresa PATO Srl di Occhiobello (RO), Impresa che ha acquisito ormai consolidate capacità relativamente a tali tecnologie e possiede, nel contempo, un consistente parco macchine e attrezzature complementari, tali da consentire di rispondere adeguatamente ad interventi qualitativamente e quantitativamente impegnativi, come quello in esame.
Il progetto esecutivo, infatti, prevedeva l'esecuzione di sei microtunnel, aventi lunghezza variabile da 110 a 480 m, per poter superare una serie di ostacoli infrastrutturali o geomorfologici il cui superamento, in mancanza di tecnologie "no dig", sarebbe stato particolarmente problematico.

***1.** Una ripresa aerea del settore interessato dalle opere in microtunnel*

## L'inquadramento geologico

Come evidenziato dagli studi geologici di dettaglio e dalle indagini geognostiche, eseguite per caratterizzare il settore attraversato dell'Adduttore Reno-Setta, le condizioni geologiche e geolitologiche di tale contesto possono essere come di seguito sintetizzate. Sotto una copertura di terreno eluvio-vegetale eterogeneo, avente spessore variabile, ma in genere mai superiore a 1-2 m, si rinviene un materasso di alluvioni recenti, costituite da sabbie e ghiaie, talora immerse in matrice fine, sotto le quali si trova un substrato roccioso costituito da una unità litostratigrafica formata da fitte alternanze marnoso-arenacee.
Il substrato roccioso è rappresentato dalla Formazione di Bismantova, che risulta nel suo complesso la formazione più diffusa nell'area di studio; tale unità è presente soprattutto in Val Reno, a Sasso Marconi, in Val Setta e Val Savena.

STRADE & AUTOSTRADE

Essa è suddivisibile in due membri:

- Membro di Pantano: litologicamente è caratterizzato da areniti finissime siltose (a luoghi vere e proprie siltiti) grigie. La stratificazione appare da sottile (raramente) a molto spessa;
- Membro di Cigarello: affiora con buona continuità esclusivamente nella zona di Marzabotto, tra M. Vignola e il Setta; la formazione è costituita da marne siltoso-sabbiose grigio scure; la stratificazione appare indistinta e viene messa in evidenza esclusivamente da sporadiche intercalazioni di sottili torbiditi arenaceo-pelitiche; la formazione di Bismantova affiora in maniera discontinua lungo il tracciato dell'Adduttore, ricoperta in modo più o meno consistente dalle alluvioni recenti sopra citate.

I vari tratti eseguiti con la tecnologia del microtunnelling hanno incontrato condizioni litologiche molto differenti e variabili, rappresentate da settori completamente in roccia (Formazione di Bismantova), settori completamente in alluvioni o condizioni miste (tratti in roccia alternati a tratti in alluvioni ghiaioso-ciottolose).

## La tipologia di attrezzature utilizzate

Per la perforazione dei microtunnel previsti nel progetto, sono state utilizzate le seguenti attrezzature:

- fresa microtunneller DN 2500 con testa fresante da roccia;
- unità di separazione dello smarino: un prescreener, due desander e una filtropressa;

**4.** *La filtropressa*

- prodotti per lubrificazione: biodegradabili;
- sistema di guida: laser con target integrato con livella ad acqua o teodolite e prismi mobili per le tratte aventi lunghezza notevole

## La metodologia di lavoro e le problematiche incontrate durante le perforazioni

I pozzi di spinta, che spesso hanno raggiunto profondità significative, sono stati eseguiti, in linea di massima, con berlinesi di micropali, rinforzati con travi metalliche in parete, contrastati sugli angoli e rifiniti con spritz-beton (Figura 5).

**2.** *La fresa*

**3.** *L'impianto di separazione dello smarino*

**5.** *La buca di spinta*

STRADE & AUTOSTRADE

Tale metodologia è apparsa, specie nei settori in roccia, la più opportuna e la più efficace.
Per il rivestimento dei microtunnel sono stati utilizzati tubi in calcestruzzo armato aventi diametro esterno pari a 2.500 mm e diametro interno pari a 2.000 mm.
Per il confezionamento dei fanghi di lubrificazione sono stati utilizzati prodotti specifici, biodegradabili, che hanno consentito di procedere sempre agevolmente, con valori nelle forze di spinta ben distanti da quelli limite, previsti per non compromettere l'integrità della tubazione in C.A..
E' stato impiegato il sistema di lubrificazione di tipo remoto ed automatico che consente di garantire una elevata efficacia operativa.
La programmazione consente di impostare tempi prefissati di iniezione e pertanto risulta possibile garantire la quantità di miscela che fuoriesce da ogni singola valvola alloggiata nella parete dei conci.
Laddove si sono verificati incrementi significativi nei valori di spinta da applicare per l'avanzamento del treno di conci, si è intervenuti tempestivamente con la messa in funzione di stazioni intermedie di spinta, che hanno consentito di procedere con la massima sicurezza, scongiurando qualsiasi condizione di stress sui conci in C.A.
In realtà, specie nei tratti in roccia ove hanno prevalso i litotipi francamente marnosi, anche in considerazione della presenza di un adeguato overcutting, si è potuto procedere, in pratica, sempre senza fare uso di stazioni intermedie di spinta.
Anche tutti gli apparati utilizzati per la separazione dello smarino sono stati opportunamente adeguati alle condizioni presenti lungo le perforazioni le quali, come già ricordato, hanno interessato vicendevolmente comparti rocciosi, rocciosoalluvionali o completamente alluvionali.
In particolare, nel circuito dello smarino forte incidenza ha avuto l'utilizzo di una filtropressa appositamente approntata, che ha contribuito egregiamente alla separazione dei fini, derivanti in particolare dalla disgregazione delle marne.
L'oculata scelta di tutti gli apparati per la separazione dello smarino, ha senza dubbio inciso molto
positivamente sui valori delle produzioni giornaliere ottenute, con una media generale pari a oltre 13 m/g ed un avanzamento massimo registrato di 29 m/g.

## Le problematiche legate alla presenza di gas

Dalle conoscenze derivanti dalla letteratura esistente era stato accertato che la Formazione di Bismantova potesse contenere episodi e manifestazioni di gas metano.
Le indagini svolte in fase progettuale nel territorio interessato dal tracciato dell'adduttore, hanno confermato che la formazione in oggetto poteva essere sede di probabili venute di gas e pertanto la stessa era da considerarsi grisutosa ai sensi del Capo X del DPR 320/56 ("Scavi in terreni grisutosi e misure contro le esplosioni").
Sempre in tema di potenziali venute di gas nei lavori in sotterraneo, la nota interregionale Emilia Romagna-Toscana del 9/3/2000 (Standard di sicurezza per lo scavo in terreni grisutosi nell'Appennino Tosco Emiliano) presenta "Linee guida per buone pratiche di lavoro nelle costruzioni in sotterraneo", in analogia con quelle redatte dall'International Tunnelling Association.
Tali normative fanno comunque riferimento essenzialmente a gallerie di grosso diametro e scavate con metodo convenzionale o con esplosivo.
Pertanto, per tunnel assimilabili a quelli in esame, tali linee guida vanno adeguate e sintonizzate con le metodologie insite nella tecnologia del microtunnelling.
Tali tecnologie hanno già in essere caratteristiche geometriche, modalità di lavoro e attrezzature tali da risultare di per sé più sicure, in presenza di episodi grisutosi al fronte, rispetto a quelle utilizzate per avanzare in galleria con metodi tradizionali, specie se di grosse dimensioni.
In particolare, si sottolineano le seguenti condizioni certamente di maggior sicurezza:

- lo scavo è eseguito con il fronte sottoposto ad una pressione tale da contrastare le deformazioni indotte e la fuoriuscita di acqua e gas dalle formazioni incontrate;
- lo smarino viene trasportato dal fango di perforazione senza soluzione di continuità in una tubazione direttamente all'esterno ove viene separato dal fluido;
- i taglienti della testa fresante operano immersi nel fango e quindi viene impedito l'innesco dell'eventuale miscela di gas e aria ad opera di scintille o sorgenti di calore, generate dallo sfregamento degli utensili sul terreno;
- la testa fresante è isolata dal resto del microtunneller da una paratia stagna la quale impedisce all'eventuale gas presente al fronte di penetrare all'interno del tunnel;
- il rivestimento definitivo in C.A. viene posto in opera contestualmente alla perforazione/avanzamento; inoltre i giunti dei conci sono a tenuta stagna e quindi non si possono verificare infiltrazioni di gas lungo il tunnel durante la perforazione; è sempre comunque previsto un sistema di ventilazione forzata premente all'interno del tunnel;
- durante la fase di scavo lo scudo è governato a distanza quindi tutto il personale si trova in superficie. Solo a macchina ferma (con sezionamento della potenza elettrica), il personale può accedere al pozzo di spinta;
- pur tenendo conto di quanto sopra, per ottenere una totale condizione di sicurezza durante le operazioni di scavo, è stata prevista la messa in opera di un sistema di sensori all'interno della fresa, come pure all'interno del pozzo di spinta e nei pressi dell'impianto di separazione, i quali, se la concentrazione di gas metano rientrava all'interno del range di valori di esplosività (LEL), staccavano l'alimentazione elettrica e innescavano un allarme acustico e visivo.

Inoltre, per tutto il periodo di scavo, in corrispondenza dei terreni potenzialmente grisutosi, è stata prevista la presenza di un addetto al monitoraggio con il compito di coordinare e sovraintendere a tutte le operazioni previste per assicurare condizioni di assoluta sicurezza.
Le modalità di intervento sopra indicate hanno permesso di procedere in maniera del tutto coerente con la normativa di sicurezza vigente e di consentire agli operatori la massima tranquillità sui lavori.

STRADE & AUTOSTRADE

## Conclusioni

L'utilizzo della tecnologia "trenchless" per la realizzazione dell'Adduttore Reno-Setta ha consentito, con l'esecuzione di sei microtunnel, di superare un settore della valle del Reno caratterizzato da condizioni morfologiche e infrastrutturali molto articolate e talora complesse.
Con l'esecuzione dei suddetti microtunnel si sono potute superare agevolmente infrastrutture ferroviarie e stradali nonché condizioni morfologiche (speroni rocciosi) che avrebbero richiesto complesse modalità operative per il loro superamento in superficie, confermando ancora una volta l'estrema duttilità delle tecnologie "no dig" e la ormai consolidata loro affermazione non solo nel superamento di singole entità infrastrutturali, idrografiche o morfologiche, ma ancor più nel superamento di aree con molteplici condizioni di questo tipo variamente associate. ■

***6.*** *Lo sbocco della fresa in alluvioni*

***7.*** *Lo sbocco della fresa in terreni rocciosi (Formazione di Bismantova)*

** Geologo e Consulente della PATO Srl*
*** Responsabile di commessa della PATO Srl*

STRADE & AUTOSTRADE