



Società Italiana Gallerie

Italian Tunnelling Society

Member of International Tunnelling Association ITA/AITES



Milano, 02 maggio 2017

AI SIGNORI SOCI
LORO SEDI

CIRCOLARE N. 3/ 2017

Visita Tecnica di VENERDI' 9 GIUGNO 2017

**VISITA TECNICA AI CANTIERI DELLA LINEA FERROVIARIA "FOLLO LINE" –
OSLO (NORVEGIA)**

>>>>><<<<<

L'organizzazione delle Visite è affidata a S.I.G. Srl - tel. 02 25715805

>>>>><<<<<

PROGRAMMA

GIOVEDI' 8 GIUGNO 2017

(L'organizzazione non si assume responsabilità in merito ad eventuali ritardi sugli orari previsti nel programma)

AEREI PROPOSTI

MILANO MALPENSA	OSLO	ROMA FCO	OSLO
Ore 10.25	Ore 13.00	Ore 11.05	Ore 14.15
Ore 13.15	Ore 16.35	Ore 13.10	Ore 16.15
		Ore 13.50	Ore 17.00

ALBERGHI PROPOSTI VICINO ALLA STAZIONE FERROVIARIA SENTRALSTASJON

Preferenza	Nome	Indirizzo	Tariffa in euro c.a
1	Confort Hotel Borsparken	Tollbugaten 4, 0152 Oslo,	140,00
2	Confort Hotel Xpress Central Station	Fred Olsen Gate 11, 00152 Oslo	121.00

Sede legale: DIATI - Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente,
del Territorio e delle Infrastrutture del Politecnico
I – 10129 Torino – Corso Duca degli Abruzzi n. 24
Codice Fiscale e Partita IVA IT04537730014

Segreteria: I – 20126 Milano – Via E. Breda n. 28
Tel. 0039 (2) 25715805 – Tel./Fax 0039/(2) 25708152
E-mail: info@societaitalianagallerie.it
Web: www.societaitalianagallerie.it

VENERDÌ 9 GIUGNO 2017

**MEETING POINT ORE 9.30 STAZIONE FERROVIARIA DI OSLO SENTRAL STASJON VICINO ALLA STAZIONE DEI TAXI
DIETRO AL THON OPERA HOTEL. INDIRIZZO ESATTO: DRONNING EUFEMIAS GATE 4-0191 OSLO**

Ore 9.40 - Partenza del pullman dal piazzale della stazione ferroviaria Sentralstasjon - dronning eufemias gate 4-

Ore 10.00 - Arrivo in cantiere di Condotte

Esposizione dell'Opera

Visita al cantiere. I partecipanti verranno divisi in 2 gruppi da 10

Ore 13.15 Partenza del pullman per il cantiere di Ghella

Ore 14.00 Colazione di lavoro

Esposizione dell'Opera

Visita al cantiere. I partecipanti verranno divisi in 2 gruppi da 10

Ore 18.00 Partenza del pullman per piazzale della stazione ferroviaria Sentralstasjon

Ore 20.00 cena al "Louise Restaurant & Bar" - Stranden 3 -NO-0250 Oslo

Quota di partecipazione: € 80(ottanta/00) (IVA compresa e non esposta) che comprende: trasferimenti da e per la Stazione Ferroviaria Sentralstasjon, il pranzo e la cena.

Saranno ammessi alla visita tecnica i Soci che compileranno la scheda di iscrizione direttamente sul sito web dell'Associazione (www.societaitalianagallerie.it), cliccando dall'homepage sull'evento descritto e procedendo al relativo pagamento tramite pay pal, o bonifico bancario.

INDEROGABILMENTE ENTRO E NON OLTRE IL 7 GIUGNO 2017

NON SI ACCETTERANNO PRENOTAZIONI TELEFONICHE.

Eventuali disdette dovranno pervenire **entro e non oltre il 31 maggio 2017**, per la restituzione del 50% della quota di iscrizione.

PER ESIGENZE DI CANTIERE, IL NUMERO DEI PARTECIPANTI ALLA VISITA TECNICA E' LIMITATO A **20** PERSONE E, PERTANTO, NON SARANNO AMMESSI VISITATORI NON PREVENTIVAMENTE ISCRITTI. LE PRENOTAZIONI SARANNO ACCETTATE SECONDO L'ORDINE DI ARRIVO E NON SARANNO PRESE IN CONSIDERAZIONE QUELLE DI SOCI NON IN REGOLA CON IL PAGAMENTO DELLE QUOTE SOCIALI.

N.B.: Le persone coinvolte nella Visita devono avere uno stato di salute adeguato.

Si ringraziano per l'ospitalità e servizi offerti:

La SOCIETA' ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA ed in particolare l'ing. Stelvio SANTARELLI

L'impresa GHELLA SPA ed in particolare l'Ing. Giovanni GIACOMINI

Andrea Pigorini

DESCRIZIONE DEL LAVORO

SOCIETA' ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA SPA

Follo Line Project-EPC D&B

Denominazione: Follo Line Project – EPC D&B

Luogo: Oslo (Norway)

Cliente: Bane NOR (Società Statale responsabile delle infrastrutture ferroviarie)

Company's Representative: Mr. Adler Enoksen (rappresentante del cliente)

Periodo di costruzione: 02/2015 – 08/2018

Importo contrattuale: 130 Milioni di Euro

Impresa: Società Italiana per Condotte d'Acqua

La costruzione della nuova Linea Ferroviaria ad alta velocità, denominata Follo Line, è attualmente la maggiore opera infrastrutturale in esecuzione in Norvegia e comprende il più lungo tunnel ferroviario nel Nord Europa.

Questo tunnel, realizzato con due gallerie parallele a semplice binario, costituisce la parte principale del nuovo collegamento ferroviario a sud di Oslo.

Considerata la complessità delle opere da realizzare, il progetto è stato suddiviso in 5 differenti lotti di costruzione.

La società Condotte si è aggiudicata ed ha in corso l'esecuzione di due di questi lotti. I contratti comprendono sia la progettazione che la costruzione e sono: EPC Drill & Blast e EPC Civil Oslo Sentral.

La visita riguarda il lotto EPC Drill & Blast, che prevede la costruzione di diversi tunnel realizzati nella Ekeberg Hill, una collina costituita da gneiss del precambriano composti da minerali quali tonaliti, graniti, quarzi, feldspati e biotite. Questa collina costituisce il lato est del fiordo di Oslo nella sua parte più prossima alla città. Nella seguente fig. 1 è mostrata la planimetria generale del lotto con la denominazione delle varie gallerie che lo costituiscono.

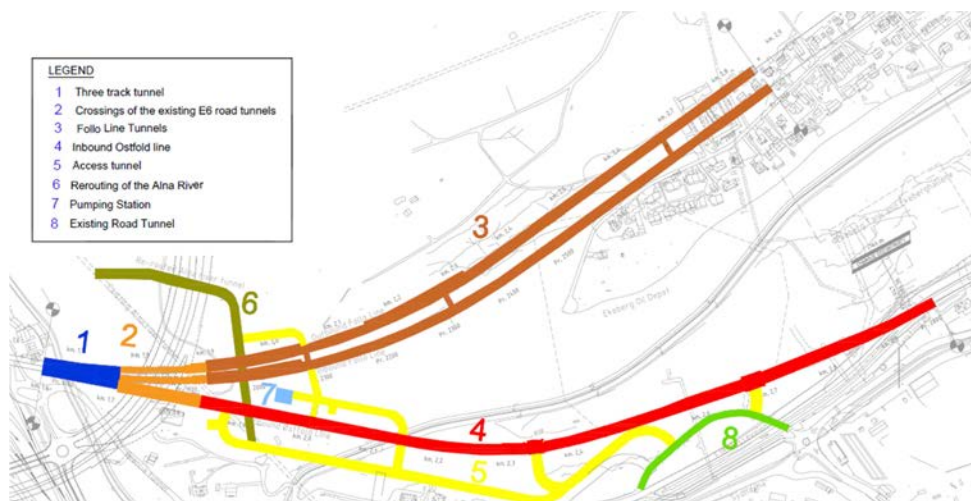


Fig. 1 EPC D&B Planimetria generale

In tale figura, vediamo con il N° 3 le due canne da 90 mq della nuova Follo Line, con il N° 4 la galleria ferroviaria da 95 mq per il collegamento Ostfold Line, con il N°1 la grande caverna a tre binari di oltre 300 mq, da cui “sfioccano” le gallerie precedenti, con il N° 2 il sotto attraversamento delle gallerie autostradali da parte delle predette gallerie ferroviarie, con il N° 5 le gallerie di accesso da 37 mq, con il N° 6 l’interferenza con la galleria idraulica esistente Alna River, con il N° 7 una caverna per la raccolta di tutte le acque di montagna e di piattaforma ed il pompaggio nell’Alana River, con il N° 8 la esistente galleria stradale Sjursoy, attualmente dismessa ed utilizzata come galleria di accesso.

Come si vede lo schema è molto articolato, inoltre, per tutti i lavori di costruzione, si dispone di accesso solo attraverso la esistente galleria stradale denominata Sjursoy. Questo rende particolarmente complessa sia la logistica di trasporto dei materiali di scavo e rivestimento sia la ventilazione.

Inoltre, trattandosi di lavori eseguiti in area urbanizzata, si dispone di spazi esterni molto limitati per la cantierizzazione, vi sono anche limitazioni per quanto riguarda gli orari per il brillamento delle volate e per gli orari di trasporto dello smarino dal cantiere verso il deposito definitivo, devono essere infine tenuti sotto controllo rumori e polveri.

Ma l’aspetto più impegnativo del progetto è costituito dalle numerose interferenze con varie opere esistenti sia in sotterraneo che in superficie, elencate qui di seguito:

- Scavo delle gallerie ferroviarie in prossimità del Deposito sotterraneo di carburanti costituito da 17 grandi caverne di stoccaggio di prodotti petroliferi raffinati (benzina, gasolio, avio, etc.) con una distanza minima di soli 5-6 metri tra le caverne di stoccaggio e le gallerie di linea, situazione che ha richiesto: lo scavo con volate controllate, lo scavo meccanico con Drill & Split, l’adozione di cortine d’acqua per evitare la migrazione di gas volatili (benzene etc.) dal deposito alle gallerie in fase di costruzione, speciali accorgimenti per l’isolamento dell’opera finita..
- Passaggio sotto ai tunnel dell’autostrada E6, con soli tre metri di copertura, di tutte e tre le gallerie ferroviarie; situazione che ha richiesto lo scavo con volate controllate e lo scavo meccanico con Drill & Split.
- Passaggio sotto al tunnel idraulico esistente in cui scorre l’Alna River con sbocco diretto nel mare, con copertura di poco più di un metro, da parte di tutte e tre le gallerie ferroviarie; questa situazione ha richiesto tecniche di scavo particolari e la posa di tubazioni in acciaio all’interno della galleria idraulica per deviarvi temporaneamente l’acqua e scavare in sicurezza al di sotto.
- Passaggio della galleria Inbound Ostfold Line sotto l’autostrada E18 con una copertura di 3-5 metri ed in situazione parietale; anche in questo caso si sono usate volate controllate e Drill&Split
- Realizzazione del portale sud della galleria Inbound Ostfold Line sotto il viadotto dell’autostrada E18 con la necessità di tagliare una delle pile del viadotto sostenendola temporaneamente con una struttura costituita da travi in acciaio inserite attraverso perforazioni sotto la sede autostradale.

Altri importanti aspetti tecnici della costruzione sono:

- lo scavo di una grossa caverna, con sezione di oltre 300 mq per realizzare una galleria ferroviaria a tre binari; detta caverna è anche attraversata da un importante zona di faglia
- La necessità di controllare le venute di acqua in galleria garantendo un effetto drenante della galleria inferiore a 6 litri/ minuto ogni 100 metri di galleria; a tale scopo vengono realizzate, ove viene rilevata la presenza d’acqua, iniezioni cementizie ad altra pressione attraverso perforazioni eseguite su tutto il contorno della galleria.

- Adozione nella progettazione e nella costruzione del sistema BIM che raccoglie tutti i dati dell'opera in un database di facile consultazione a partire da ciascun elemento costruttivo.

Come sopra evidenziato, le difficili condizioni al contorno, hanno richiesto in lunghe tratte l'adozione della tecnica di scavo denominata Drill&Split, particolarmente impegnativa in queste rocce di elevatissima resistenza, valori superiori ai 200 MPA, Tale tecnica consiste nella realizzazione di un gran numero (oltre 500 in un fronte di soli 90 mq) di grossi fori (76 mm diametro) seguendo un preciso schema di perforazione; la frantumazione della roccia è realizzata da un sistema di cunei introdotti nel foro e mossi da un potente cilindro idraulico. Il pesante sistema richiede per la sua movimentazione l'installazione sul braccio di un escavatore idraulico. (vedi fig. 2).



Fig. 2 Attrezzatura superwedge per scavo in roccia dura con tecnica Drill & Split

FOLLO LINE PROJECT EPC CONTRACT #3



PROJECT DATA

Location: Oslo, Norway

Use: Railway

Client: Norwegian National Rail Administration - Bane NOR

Contractor: AGJV JV - Ghella S.p.A. (Technical Leader) - Acciona Infraestructuras S.A. (Leader)

Contract Award: 23/03/2015

Construction Period: 23/03/2015 – 20/04/2021

Project Value: 1,013 M US\$

Type of Contract: EPC

Financing: Norwegian Government

Tunnel length: 40.4km

Excavation diameter: 9.96m

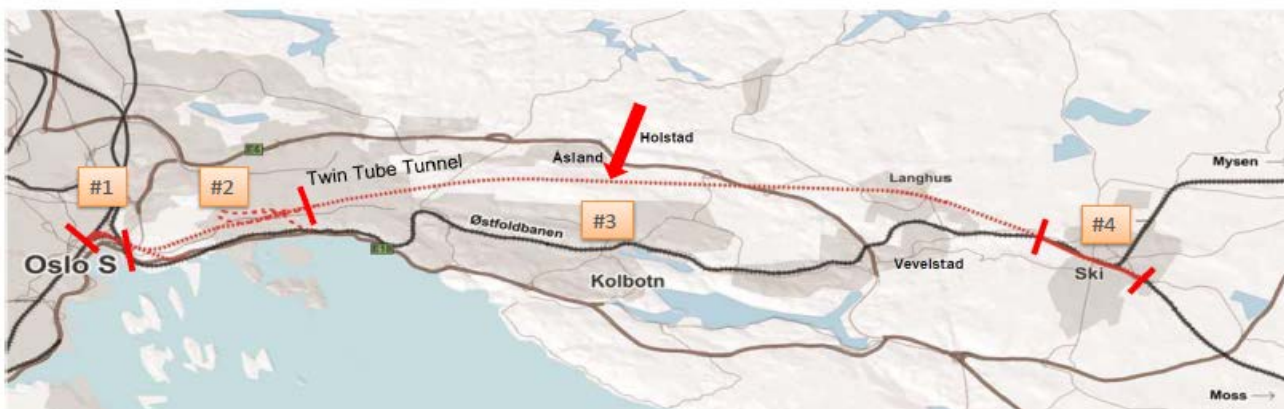
Excavation method: 4 simultaneous DS TBMs

INTRODUZIONE

La Joint Venture formata da Acciona Infraestructuras S.A. e Ghella S.p.A. (AGJV), si è aggiudicata il progetto a Marzo del 2015. Il Progetto Follo Line Project in Norvegia è il più lungo tunnel ferroviario in Scandinavia e il primo ad essere scavato con TBM nel paese negli ultimi vent'anni. I 22 km del tunnel a doppia canna di Follo Line collegano la Stazione Centrale di Oslo e la Stazione di Ski a Sud-Ovest di Oslo servendo la nutrita utenza dei pendolari che si recano quotidianamente ad Oslo. Il nuovo tracciato della ferrovia permetterà di ridurre il tempo di percorrenza fra Oslo e Ski di circa mezz'ora. Per la costruzione dei tunnel si è preferito l'impiego dello scavo meccanizzato con TBM e rivestimento in conci prefabbricati, invece dello scavo con esplosivo, più comunemente utilizzato in Norvegia, per ridurre i tempi di costruzione e minimizzare l'impatto delle attività nell'area. L'impiego di metodi tradizionali avrebbe infatti reso necessaria l'apertura di vari portali di accesso con un più pesante ed esteso disturbo sulla comunità, mentre lo scavo meccanizzato ha permesso di concentrare tutte le attività in un unico cantiere, baricentrico lungo la tratta, in località Åsland.

Da Åsland sono stati realizzati due tunnel di accesso che conducono a due caverne nelle quali sono state montate e avviate le 4 TBM per la costruzione dei tunnel principali, due in ogni direzione, che dovranno completare ognuna una tratta di circa 10 km verso Sud fino ai portali a Langhus e verso Nord fino alla località di Bækkelaget.

Follo Line EPC Civil Works Contracts



DESCRIZIONE

Lo scopo del contratto prevede lo scavo dei tunnel principali con impiego di 4 TBM doppio scudate e il rivestimento in elementi prefabbricati degli stessi, lo scavo con esplosivo dei tunnel di accesso, delle caverne, dei by-passes (44) di collegamento e di un tunnel di emergenza. Include inoltre la posa degli armamenti ferroviari e alte installazioni ferroviarie.

Le caverne in particolare sono le più grandi costruite in Norvegia, con una sezione di circa 500m², 19.7m di altezza, 58m di lunghezza e un volume totale di 29,000m³.

Il cantiere di Asland è il centro di complessa rete logistica che include tre separate impianti di prefabbricazione, tre impianti di betonaggio, un impianto di prefabbricazione, due impianti per la produzione delle malte bi-componenti per l'intasamento a tergo del rivestimento prefabbricato, due impianti per il trattamento delle acque e dei fanghi, un complesso impianto di nastri per il trasporto dello smarino dalle 4 TBM all'impianto di frantumazione, officine, magazzini, una ampia discarica capace di gestire la totalità dei materiali di risulta dello scavo. Nello stesso sito inoltre sono stati predisposti tutti gli uffici, inclusi gli uffici del Cliente, la mensa e gli alloggi per il personale.

GEOLOGIA

La geologia del Follo Line Project è costituita prevalentemente da Gneiss Pre-Cambriano diviso nei seguenti 3 gruppi litologici: Tonalitico – a gneiss granitico; Gneiss quarzo-feldspatico; Gneiss biotitico.

Il livello della falda è generalmente 2-3m al di sotto della quota campagna mentre la massima copertura è di circa 150m. Sono probabili condizioni di fronte misto di scavo, per es. anfibolite molto dura con UCS 250MPa mista a gneiss UCS 100MPa. Condizioni di fronte misto sono stimate nel 15% dei casi nella lunghezza dei tunnel in TBM. Considerando i sondaggi fatti lungo l'allineamento della galleria la media della resistenza a compressione prevista è di circa 150MPa (con picchi oltre i 300MPa) e il valore medio di CAI (Classification Abrasives Index) è 4 (con picchi di 6.5).

TBM

Le TBMs sono di tipo Double Shield fornite da Herrenknecht con diametro di scavo di 9.96m, diametro dell'estradosso dei conci 9.55m e intradosso 8.75m, la forza di spinta nominale è 70.372kN e la Potenza elettrica installata è 4.550kW. L'uso combinato dei cilindri di spinta dei gripper e dei cilindri ausiliari permette alla TBM di avanzare e simultaneamente di montare i conci prefabbricati, ottenendo così un avanzamento continuo dello scavo. Dopo la fine del ciclo di scavo i gripper vengono richiusi e viene spinto in avanti lo scudo anteriore, l'operazione di re-gripping impiega in generale pochi minuti prima di poter iniziare il nuovo ciclo di scavo. Una TBM Double Shield può scavare in double shield mode nelle sezioni di galleria con situazione geologiche stabili (per es. Formazioni geologiche che permettono l'uso dei gripper in zone di contatto con trami di tunnel già scavati). In condizioni di instabilità o quando l'ammasso roccioso non può reggere la spinta dei gripper, la TBM può lavorare in modalità single shield, dove la spinta di avanzamento è ottenuta attraverso la spinta dei cilindri ausiliari sui conci.

A tergo dei conci il riempimento del vuoto anulare è previsto con una miscela cementizia per riempire ogni spazio vuoto e sostenere opportunamente lo scavo e l'anello ed evitare migrazione di eventuali venute d'acqua lungo il tunnel. Si comprende quindi come sia importante iniettare la miscela nel più breve tempo possibile dopo l'erezione dei conci di rivestimento. L'iniezione del vuoto anulare è effettuata attraverso delle linee di grout, che sono presenti nello scudo di coda, e si effettua in parallelo con lo scavo della TBM.

RIVESTIMENTO PREFABBRICATO & IMPIANTO DI PREFABBRICAZIONE

Presso il cantiere centrale di Asland sono stati installati i 3 impianti di prefabbricazione con i tre caroselli per la produzione degli elementi per il rivestimento dei tunnel. In adiacenza agli stabilimenti si trova l'area di stoccaggio dei conci capace di accogliere 2.500 anelli. A causa del clima invernale nell'area, un'area di pre-stoccaggio coperta si è resa necessaria per evitare ai prefabbricati uno shock termico durante i rigidi inverni norvegesi.

Il rivestimento prefabbricato è formato con anelli di 1,8 m di lunghezza divisi in 6+1 elementi. Negli stessi stabilimenti di prefabbricazione saranno inoltre prodotti gli elementi di base (inverts) da installare all'interno dell'anello. L'anello ha un diametro Esterno di 9.55 m e un diametro Interno di 8,75 m. Il progetto richiederà la prefabbricazione di circa 20,000 anelli corrispondenti a più di 135,000 conci più circa 20,000 inverts.

Ogni stabilimento è alimentato da un impianto di betonaggio dedicato, servito dall'impianto di frantumazione per la produzione degli inerti attraverso un sistema di nastri trasportatori.

PROGRAMMA LAVORI

Nel complesso, Il progetto prevede lo scavo di circa 300.000m³ di tunnel in metodo tradizionale da eseguire in 15 mesi con esclusione dello scavo dei by-passes che sarà realizzato nei 24 mesi successivi, durante lo scavo di TBM. Per le TBM è previsto scavare i circa 36,5Km con le 4 TBM in circa 24mesi, ai quali va aggiunto un periodo di circa 9 mesi per il montaggio e lo smontaggio delle 4 TBM. Per le opere ferroviarie (invert, armamento e Railways System) è previsto un periodo di circa 24mesi. Alla fine delle opere civili e ferroviarie sono previsti 6 mesi di collaudi e test prima della consegna ufficiale dei lavori. La durata complessiva del progetto è di 78 mesi, inclusi i 6 mesi per i collaudi e test.