

Water supply tunnel with high internal pressure (7 bar). Double layer of reinforced concrete lining placed in two phases: outer segment lining placed immediately behind excavation front and inner shell casted after completion of excavation

Tunnel d'adduction d'eau sous pression interne élevée (7 bars). Double revêtement en béton mis en oeuvre en 2 phases : voussoirs externes mis en oeuvre immédiatement en arrière du front, revêtement interne bétonné mis en place après complétion de l'excavation

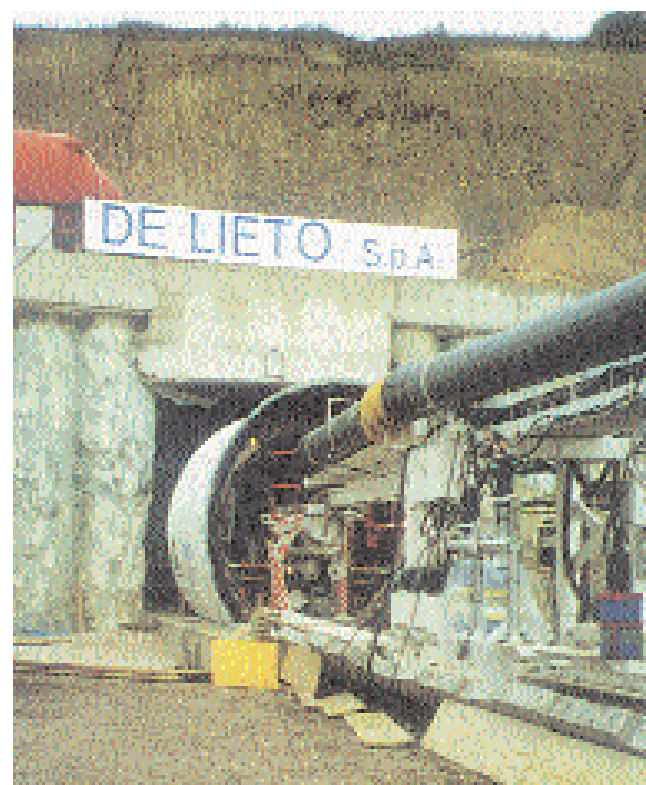
Longueur totale:	7.828 m
Diamètre excavé:	4,55 m,
Diamètre fini:	3,55 m
Section circulaire:	16 m ² (excavation), 10 m ² (ouvrage fini)
Coût:	40 milliards de liras italiennes
Construction:	1996-2000
Sortie du tunnelier:	le 9 septembre 1999

Avec le projet de la galerie hydraulique du Chiascio, l'industrialisation des méthodes de construction est allée au-delà de la mécanisation de l'excavation utilisant un TBM et de l'installation d'un revêtement par voussoirs immédiatement à l'arrière de la machine. C'est un tunnel long de 8 km et soumis à de fortes pressions internes, conçu pour débiter 20 m³/s d'eau depuis le réservoir de 200 millions de m³ de Valfabbrica pour l'irrigation de 65.000 hectares de terres situées dans la vallée du Tibre. Dans ce cas, l'excavation et le revêtement de première phase, conçus pour absorber les efforts transmis par le TBM et les pressions du massif rocheux, doit être suivis par la mise en oeuvre d'un revêtement interne en béton fortement armé, devant résister en phase opérationnelle aux contraintes externes et internes.

L'excavation de la galerie d'un rayon de 4,55 m et la mise en oeuvre des voussoirs du revêtement de première phase de 20 cm d'épaisseur

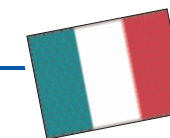
ont été complétés le 9 Septembre 1999, quand le TBM Lovat RM184SE est sorti de la montagne par le portail coté réservoir. La production moyenne enregistrée est de 20 m/jour ouvrable, avec des pointes de 50 m/jour, au sein d'une formation constituée d'alternances marnogréseuses de résistance variable (grès relativement résistants à marnes tendres).

La mise en oeuvre du revêtement interne de 2ème phase de 30 cm d'épaisseur de béton pompé est sur le point de commencer. Les pressions internes d'exercice étant élevées (jusqu'à 6 bars de pression statique interne plus 1 bar correspondant au coups de béliet) requièrent un important taux d'armature. Une méthode traditionnelle de ferrailage aurait ralenti les cadences de production de manière inacceptable pour l'entreprise et la maîtrise d'ouvrage. Pour accélérer les temps de construction en industrialisant les méthodes de ferrailage, il a été fait recours à une solution novative : utilisation d'un



double maillage en panneaux de 6+6 treillis soudé de 2,8 m x 2 m. Les fers de faible diamètre peu espacés ont été adoptés pour limiter la fissuration du béton. Outre l'amélioration de la qualité et la précision de la mise en place

des fers, le système adopté permet de doubler les cadences d'avancement : de 18 m/jours avec la mise en oeuvre d'une armature traditionnelle à 35 m/jours avec la mise en oeuvre de treillis soudé.



Name of Project/Nom du projet
Water Supply from the Reservoir on the Chiascio River

Location/Région
Umbria, Central Italy, near the city of Perugia

Tunnel Use/Destination du tunnel
Multi-purpose water supply: irrigation, hydropower, potable

Client/Maitre d'ouvrage
Inter-Regional Irrigation Agency – Arezzo – Tuscany – Italy

Consulting Engineer/Planification et direction des travaux
Geodata S.p.A., Turin, Italy

Contractor/Exécution
De Lieto Costruzioni Generali S.p.A., Naples, Italy

Total Length:	7,828 m
Excavated Diameter:	4.55 m
Internal Finished Diameter:	3.55 m
Cross-Section:	Circular, 16 m ² (excavated), 10 m ² (finished)
Costs:	40 billion Italian Lire
Construction Time:	1996 to 2000
Excavation Breakthrough:	September 9, 1999



With the 8 km long high-pressure Chiascio tunnel, designed to convey up to 20 m³/s of water from the 200 million m³ Valfabbrica reservoir to irrigate 65,000 ha of land in the Tiber valley in Central Italy, industrialisation

of construction meant much more than the standard use of a full-face shielded TBM for mechanised excavation and installation of precast reinforced concrete segmental lining immediately behind the machine. In this case, the

excavation and first-phase segmental lining, designed to withstand TBM and outer rock mass pressures, had to be followed by the placing of a second-phase inner strongly-reinforced concrete shell, in order to resist the inner and outer operational pressures.

Excavation of a circular 4.55 m diameter cross-section and 1st phase precast 20 cm thick segment lining was completed on 9th September of 1999 when the Lovat RM184SE broke through the slope face at the reservoir end of the tunnel. The average rate of advance amounted to 20 m/working day, reaching a maximum of nearly 50 m/d, after boring a marly sandstone formation of varying strength, from relatively resistant sandstones to soft marls.

The completion of the inner lining, 30 cm pumped concrete, is about to begin. A

great amount of steel is required for reinforcement because of the high internal water pressure during operation: up to 6 bar of static head plus 1 bar for water hammer. A standard method of installing steel would have slowed progress unacceptably for both the client and the contractor. In order to accelerate construction and industrialise the process of steel bar installation, an innovative solution is being implemented: reinforcement by use of a double layer of 6+6 pre-welded steel mesh panels, nearly all of 2.8 x 2.0 m. Closely spaced small diameter bars were used to limit the size of concrete cracks. In addition to greater quality and precision in installing the bars, the system adopted is expected to double the predicted production rate: from 18 m/d with traditional reinforcement to 35 m/d with pre-welded steel mesh.