

Under-crossing of a densely populated residential area
Excavation of a large section cavern in an extremely poor rock mass

Passage souterrain sous une zone urbaine à population dense
Excavation souterraine de grande section dans une roche très altérée

Longueur totale: 15.400 m
Diamètre excavé: 12,4 m
Diamètre intérieur: 10,4 m
Section circulaire: 110 m² (jusqu' à 340 m² pour la Galerie Borzoli)
Coût: 219 milliards de Lires Italiennes
Construction: 1993–1998
Sortie du tunnelier: 1999

La ligne grande vitesse Gênes-Milan inclut le tunnel de Voltri long de 12 km qui la relie au port de Gênes en traversant la ville et les montagnes côtières.

Les premiers 60 m de tunnel percés à partir du portail Doria, passent sous un versant fortement urbanisé avec une distance de 5 à 10 m entre la base des fondations des immeubles et la voûte de l'excavation. Les mesures destinées à limiter les pertes de terrain comprennent : injection de ciments préventives de la couverture, pré-renforcement stabilisation préventive de la couverture par injection de ciment de l'excavation systématique avec voûte parapluie; excavation en demi-section au BRH pour limiter les vibrations; renforcement du sol avec micro-pieux.

La connexion souterraine entre le tronçon à double voie et la partie à voie unique est effectuée par la galerie Borzoli longue de 101 m pour une section d'excavation variant de 160 à 338,5 m². De plus, la hauteur

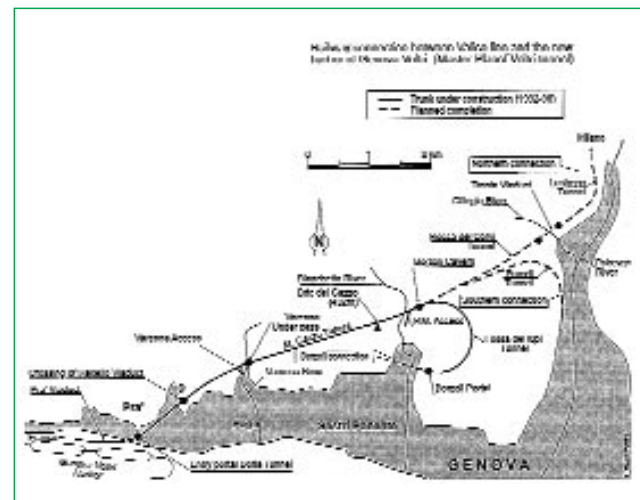
de couverture est importante (environ 220 m) et l'amas rocheux présente des caractéristiques très désavantageuses. La méthode de construction appliquée est l'excavation phasée.

Les méthodes de renforcement du massif de la galerie Borzoli sont appliquées en trois phases : (1) en avant du front (inclusions en fibres de verre scellées au mortier), (2) au front (superswellex de 6 m, boulon à adhérence continue de 200 kN), et (3) en arrière du front (tirants actifs de 18 m de long et de 750 kN de résistance).

Les déplacements du soutènement sont mesurés par instruments optiques; les déplacements à l'intérieur du massif sont mesurés par extensomètres multibases et incrémentiels, et les déplacements en avant du front sont mesurés par extensomètres incrémentiels installés dans les galeries latérales.

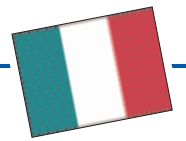
Des seuils d'alarme définissent les limites du comportement de la galerie durant la construction.

Les seuils d'alarme sont



définis par les déplacements maximums autorisés des parois de la galerie durant les diverses phases de construction. Les critères utilisés pour définir les valeurs d'alarme sont les limites d'instabilité du massif et le développement de contraintes excessives dans le revêtement.

Si, au cours des contrôles, le creusement s'avère conservateur, le projet peut être modifié pour réduire les dispositifs de soutènement et de renforcement. Si les contrôles révèlent un avancement dangereux, des contremesures prédéfinies doivent être appliquées pour améliorer les dispositifs de soutènement.



Name of Project/Nom du projet
Collegamento ferroviario Genova-Voltri

Location/Région
Genoa, North-West of Italy

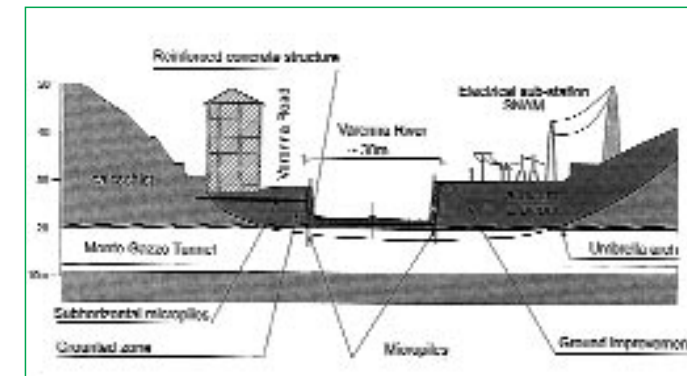
Tunnel Use/Destination du tunnel
Railway

Client/Maitre d'ouvrage
FS-Ferrovie dello Stato (FS-Italian State Railways)

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

Contractor/Exécution
Consortium LAR (Astaldi, Lombardini, CIR)

Total Length: 15,400 m
Excavated Diameter: 12.4 m
Internal Diameter: 10.4 m
Cross-Section: 110 m² (up to 340 m² for Borzoli Cavern)
Roughwork Costs: 219 billion Italian Lire
Construction Time: 1993 to 1998
Excavation Breakthrough: 1999



The Genova-Milano high-speed railway link includes the 12 km-long Voltri tunnel, which connects Genova port with the high-speed track traversing the city and the coastal mountain range.

Over the first 60 m, starting from the Doria portal, the tunnel passes under a densely inhabited area built on a

slope, with the foundation depth of the houses some 5–10 m from the roof of the tunnel. The possibilities for limiting the loss of ground include: preventive cement grouting of the overburden; systematic pre-reinforcement with an umbrella arch; excavation of a half-section using a hydraulic hammer to limit the

vibration effects; rib constraint of the ground by means of micro-piles.

An underground connection between the double-track main line and a single-track line is provided by the 101 m long Borzoli cavern whose excavated section is ranging from 160 to 338.5 m². In addition, the overburden is thick (about 220 m) and the rock mass is poor. The applied construction method is sequential excavation.

In the Borzoli cavern ground reinforcement is applied in three stages: (1) ahead of the face (grouted fiberglass tubes), (2) at the face (superswellex 6 m long, 200 kN friction bolt), and (3) behind the face (18 m long, 750 kN, tensioned cables).

The 3 dimensional displacements of the primary lining are measured by an optical device; the displacements of the ground are measured by the incremental and multi-point extensometers, and the ground displacements ahead of the excavation face are registered by the incremental extensometers which are in-

stalled from the lateral heading in front of the excavation face of the lateral heading.

The hazard-warning levels define the behavior limits of the cavern during construction.

The hazard-warning levels are defined by the maximum allowed (alarm) displacements of the supported cavern wall for all construction phases. The criteria used to establish the alarm values are the onset of ground collapse and the development of excessive stresses in the lining.

If the monitored construction performance is classified as conservative, the design may be modified to reduce the amount of support or reinforcement. If the monitored data identify hazardous construction performance, the specified counter-measures to increase the support have to be applied.

