

**Un progetto integrato e multidisciplinare realizzato utilizzando tecnologie avanzate e affidabili. Una progettazione architettonica sensibile per minimizzare l'impatto dell'opera all'interno del contesto cittadino**



**Sopra, il sistema di trasporto pubblico dell'area metropolitana di Torino. Sotto, simulazione della stazione tipo.**

# Metropolitana a Torino

**Piergiorgio Grasso\***

**L**a Linea 1 della Metropolitana di Torino è, insieme al Passante Ferroviario, una delle due grandi infrastrutture di trasporto realizzate negli ultimi anni nella città di Torino.

Dopo una serie di studi durati circa trent'anni, nel 1999 il primo tratto fun-

zionale della Linea 1 è stato oggetto di una gara internazionale per i servizi di ingegneria finalizzati allo sviluppo del progetto definitivo ed esecutivo, seguita poi dall'appalto dei lavori.

Quando nel 1999 è stata lanciata l'intera operazione, la città di Torino non era sta-

ta ancora prescelta per i giochi olimpici e le tempistiche previsionali di realizzazione erano relativamente più lunghe di quelle poi adottate.

Il raggruppamento di ingegneria prescelto per la progettazione e la direzione lavori, l'ATI Systra, Geodata, ha bene recepito e supportato l'amministrazione e il committente GTT (Gruppo Torinese Trasporti) nell'obiettivo di rendere funzionale questo primo lotto per i giochi olimpici. La messa in esercizio è infatti prevista per il 30 novembre 2005.

Il primo tratto funzionale della Linea 1 si sviluppa dal deposito di Collegno sino alla Stazione di Porta Nuova, nel cuore della città. Il tratto è suddiviso in 5 lotti di



lavori civili e in 3 lotti di impianti e finiture. La Metropolitana di Torino è dotata di un sistema totalmente automatico, con treni di 52 metri senza guidatore e frequenza di una vettura circa ogni 90 secondi. Nelle ore di punta è prevista una capacità massima di 15.000 passeggeri per senso di marcia.

La realizzazione dei 9,6 km di linea ha richiesto, nella fase di punta della costruzione, l'impiego di circa 600 persone. Per la costruzione sono stati impiegati circa 400.000 metri cubi di calcestruzzo e 40.000 tonnellate di acciaio.

I punti caratterizzanti e qualificanti del sistema di concezione e realizzazione del primo tratto funzionale possono essere così riassunti:

- adozione di una filosofia di progetto integrato e multidisciplinare;
- utilizzo di tecnologie avanzate e affidabili;
- cura nel sistema di gestione e messa a disposizione di una enorme mole di dati agli attori del progetto per facilitare l'interfaccia tra le discipline e garantire il ritorno di esperienza in corso d'opera;
- minimizzazione degli impatti sul tessuto urbano e sui suoi elementi di pregio.

Nella concezione integrata e multidisciplinare dell'opera è stata posta particolare attenzione alla progettazione architettonica di quelli che resteranno i veri emblemi dell'infrastruttura, ossia sono stati mobilitati due gruppi di architettura: uno guidato dall'architetto Kohn & Associati di Parigi, per la Carta Architettonica delle stazioni, l'altro dagli architetti Brino, torinese, e Muirhead, inglese, per la progettazione architettonica del deposito.

La stazione tipo è costituita da una struttura aperta e estremamente semplice, con un atrio senza angoli bui o che possano ridurre il comfort e la sicurezza dei passeggeri. L'accesso al binario e al treno è protetto da una struttura trasparente dotata di porte automatiche che consente la protezione totale dei binari. Il criterio di estrema semplicità geometrica e funzionale che caratterizza le stazioni permette un inserimento di minimo impatto all'interno del contesto cittadino,



**In alto, utilizzo dell'idrofresa per la realizzazione dei diaframmi delle stazioni. Al centro, stazione terminata al rustico. Sopra, uscita della EPB-TBM in una delle 15 stazioni di linea. Sotto, plastico della stazione tipo (Arch. Bernard Kohn).**

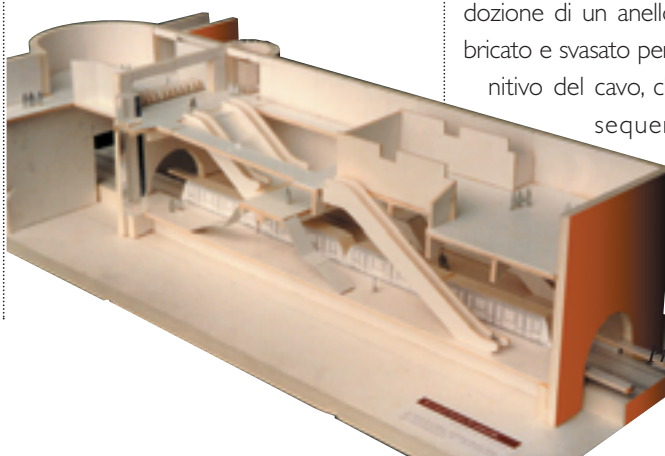
in particolare per quanto riguarda le alberate dei viali sotto i quali corre la galleria di linea.

Per la realizzazione delle opere strutturali di sostegno dello scavo in stazione, costituite da diaframmi in calcestruzzo arma-

to, sono state impiegate le idrofrese, macchine sofisticate già introdotte a Torino per i lavori del Passante Ferroviario. Le idrofrese garantiscono un perfetto controllo della verticalità dei diaframmi anche in un terreno complesso come quello di Torino, eterogeneo e con forti bancate di livelli cementati.

L'altra importante tecnologia utilizzata in fase costruttiva, per la prima volta applicata a Torino in modo sistematico, riguarda proprio lo scavo delle gallerie, realizzate in modo totalmente meccanizzato, con frese a piena sezione e confinamento del fronte, del tipo EPB-TBM. Queste macchine hanno consentito di industrializzare i processi di scavo e rivestimento della galleria, che hanno proceduto di pari passo a cicli di scavo e montaggio dell'anello di rivestimento. La mobilitazione contemporanea di 3 frese del diametro di circa 8 metri, di cui due nuove e una totalmente revisionata, ha consentito, in un anno di scavo, di aprire 9 chilometri di galleria nel cuore di Torino, superando una complessità del sottosuolo estremamente particolare. Ogni macchina TBM ha impiegato circa 15 persone altamente specializzate, su 3 turni e 7 giorni alla settimana. Questo importante dispiego di mezzi è stato necessario per il rispetto dell'obiettivo di vedere buona parte della Linea I in esercizio entro la fine dell'anno corrente, in tempo utile per i giochi olimpici di Torino. Il treno automatico a trazione su gomma consente di raggiungere pendenze sino al 7-8% e raggi di curvatura minimi di 90 metri. Questi numeri rappresentano vincoli geometrici molto particolari in termini costruttivi, che comunque sono stati adeguatamente gestiti anche grazie all'adozione di un anello universale prefabbricato e svasato per il rivestimento definitivo del cavo, che, utilizzato in una

sequenza di successive posizioni mutue e predefinite, ha reso possibile la realizzazione. Lo scavo della galleria di



linea nel cuore della città e in un terreno dalle caratteristiche sicuramente difficili per lo scavo meccanizzato - un terreno abrasivo con composizione particolare e presenza di falda acquifera alle quote di lavoro - ha obbligato ad un'attenzione particolare nei confronti delle interferenze con strutture, infrastrutture e sottoservizi preesistenti.

Basti pensare al Passante Ferroviario, con i cantieri in corso, ad un parcheggio sotterraneo, ad una serie di edifici di pregio sottopassati ed alla rete non completamente censita delle storiche Gallerie di Pietro Micca, interferenti con lo scavo della nuova galleria di linea. Questa complessità è stata di stimolo per uno studio completo del suolo e del sottosuolo di Torino e per la messa a punto di una sua restituzione in termini di modello tridimensionale georeferenziato, interattivo e interrogabile. Il modello geologico e le informazioni del sottosuolo, dei sottoservizi, degli edifici sono stati montati nel modello 3D e resi fruibili via web a tutti gli attori del progetto, committenti, progettisti e imprese. In fase di costruzione, il modello di base è via via stato popolato con i dati di costruzione della galleria e di monitoraggio del terreno e delle strutture preesistenti associati ai punti di misura visualizzabili sul territorio modellato. A questi dati si sono aggiunti anche i parametri delle macchine di scavo, visualizzabili in corrispondenza degli anelli montati, continuamente registrati e resi disponibili in tempo reale a tutti gli attori.

Nei punti ritenuti più sensibili si è intervenuti con specifiche opere di protezione, costituite essenzialmente da consolidamenti eseguiti dalla superficie o da cunicolo, per aumentare la sicurezza evitando totalmente qualunque tipo di rischio. Le Gallerie di Pietro Micca, ad esempio, sono state oggetto di un rilievo topografico e dello stato di conser-



**Deposito progettato dagli Arch. Brino e Muirhead.**

vazione, finalizzato alla progettazione di opere temporanee di protezione all'interno delle gallerie, con la possibilità di ripristinarle e renderle fruibili. Con l'occasione è nato così un grosso progetto di valorizzazione della rete di cunicoli esistenti e di quanti recuperati, che verrà messo a disposizione del Museo di Pietro Micca. Grazie alle puntuali opere di presidio e ai controlli sistematici messi a punto, il lavoro si è svolto senza inconvenienti per le strutture interessate dal tracciato.

La costruzione della galleria da Collegno a Porta Nuova è stata completata in meno di 2 anni e mezzo, potendo così vantare un record di rapidità di esecuzione delle opere secondo solo alla Metropolitana di Madrid. Tutte le stazioni, ad esclusione della Stazione di Porta Nuova, che verrà messa in servizio successivamente ai giochi olimpici, sono terminate come rustici ed i lavori di attrezzaggio della linea e finitura delle 15 stazioni sotterranee sono in avanzato stato di realizzazione.

La spesa è allineata con le previsioni ini-

ziali. Il budget iniziale del tratto funzionale Collegno - Porta Nuova, di 650 milioni di euro, è stato sostanzialmente rispettato, a meno di successive integrazioni infrastrutturali sul territorio, che si sono via via fatte strada negli ultimi cinque anni, per compatibilizzare esigenze trasportistiche nel frattempo maturate.

Una tra tutte, la nuovissima Stazione di Porta Susa, sul Passante, che diventerà la nuova stazione centrale di Torino.

Ci si sta preparando ora per il Prolungamento a sud della Linea 1, da Porta Nuova al Lingotto, con la stessa équipe di lavoro integrata da nuovi specialisti. E' infatti in fase di appalto il tratto Porta Nuova-Marconi, verso il Lingotto. A fine anno ci sarà il successivo appalto per il completamento sino al Lingotto.

Il prolungamento sud comprende 6 stazioni.

Ulteriori prolungamenti sono in fase di studio: l'estensione verso sud, da Lingotto a piazza Bengasi, e quella verso ovest, direzione Collegno -Rivoli -Rosta.

\* Piernigorgio Grasso, Geodata SpA, Torino.