

Metropolitane

La più bella del mondo

FEDERICA DELUCCHI



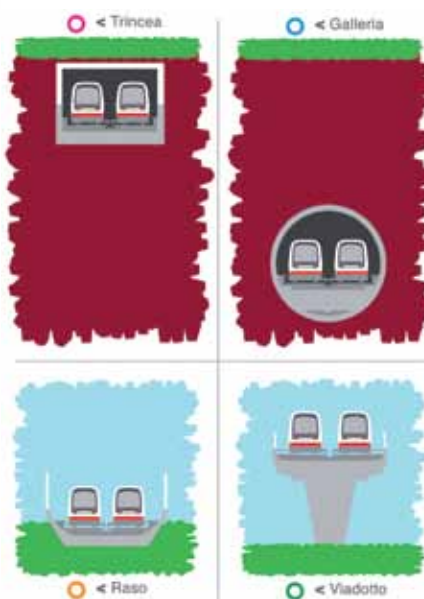
Inaugurata i primi giorni di marzo, la metropolitana automatica di Brescia è un gioiello tecnologico, ingegneristico ed architettonico capace di cambiare il cuore della propria città. L'appassionato racconto del Presidente di Metrobrescia, l'Arch. Ettore Fermi che ci ha regalato più di un'intervista in esclusiva (che sotto pubblicità). Il Presidente, che ha seguito l'opera dal 1987, quando "era solo un'idea", ci ha illustrato nel dettaglio il rapporto che vanta oggi Brescia con la sua nuova infrastruttura, accompagnandoci in una dettagliata visita della città, delle nuove bellissime stazioni, delle più recenti architetture contemporanee accanto alle testimonianze del passato: dall'archeologia alle mura venete, dal Palazzo della Loggia alla piazza del Piacentini, all'architettura in mattoni dell'Ospedale del Bordoni. Luoghi che sapientemente la nuova metropolitana tocca e "ridisegna" facendosi interprete, moderna ed elegante, di una nuova esigenza urbana: quella dell'avvicinarsi sempre più alla dimensione e alla cultura europea anche per le città di medie dimensioni come Brescia, unica per ora in Europa

Passeggiando a piedi e in metrò (il nuovissimo Metrobus) per Brescia, in una splendida giornata di primavera, accompagnati da un cicerone d'eccezione quale l'architetto Ettore Fermi, oggi Presidente di Metrobrescia, ci si rende conto di come un'infrastruttura urbana ben progettata possa cambiare il volto di una città; non solo dal punto di vista funzionale, perché in meno di mezz'ora si può oggi attraversarla per intero (13 km e 17 stazioni per la nuova infrastruttura), ma anche cambiane l'identità stessa e la perce-

zione da parte dei cittadini-fruitori. Come? In estrema sintesi "educando al bello", attraverso la bellezza delle nuove forme architettoniche, la funzionalità ineccepibile ottenuta mettendo il cittadino-fruitore e le sue necessità al centro di un sapiente progetto e infine l'attento inserimento



Il Presidente Ettore Fermi sulla metropolitana leggera driverless di Brescia



Il progetto

La lunghezza complessiva della linea metropolitana di Brescia è di 13 km, dal capolinea di Prealpino al capolinea opposto di S. Eufemia-Bufferalora dove si trovano anche il Deposito e gli uffici di Metrobrescia. La linea si sviluppa inizialmente in trincea attraverso le stazioni di "Casazza", "Mompiano", "Europa" fino ad arrivare presso "Ospedale". Qui inizia il tratto in galleria profonda, scavato alla quota di -20/24 m sottopassando il centro storico attraverso le stazioni di Marconi,

S. Faustino, p.zza Vittoria, Stazione FS, Bresciadue, Lamarmora, per risalire appena dopo Volta. Il percorso prosegue quindi in trincea e a raso (3,8 km) per Poliambulanza, S. Polo parco, S. Polo Cima due e dopo questa stazione prosegue in viadotto per le ultime due stazioni di Sanpolino e S. Eufemia (1,7 km).

Riassumendo le tipologie sono quattro:

- galleria profonda (TBM): 5,9 km – 8 stazioni
- trincea coperta: 3,8 km - 5 stazioni
- a raso: 1,8 km – 2 stazioni
- viadotto sopraelevato: 1,7 km – 2 stazioni.

Le 4 tipologie della metropolitana di Brescia

dello stesso nel tessuto urbano e nella cultura della città, non solo rispettandone le presistenze storiche e archeologiche, ma riproponendole al centro di un dialogo culturale, operazione che solo un progetto architettonico di grande respiro sa fare. A tutto questo si aggiunge anche la scelta di una tecnologia all'avanguardia, lo scavo meccanizzato con la TBM, la fresa con tecnologia EPB in grado di operare nei nostri terreni alluvionali senza bisogno di consolidamento esterno, grazie alla pressione bilanciata sul fronte (l'acronimo sta proprio per Earth Balanced Pressure) in modo da evitare il rilascio del materiale non ancora scavato e controllare eventuali cedimenti.

Il merito, come il successo dell'opera, fortemente voluta dalla sua Committente Brescia Mobilità, si deve all'intero staff di Amministratori e Tecnici che la hanno sostenuta, progettata, sviluppata e alle migliaia di uomini, direttori, tecnici e operai che la hanno realizzata: parliamo in totale di oltre 6.700 persone e centinaia di aziende italiane sotto la guida dell'ATI che ha gestito il progetto (Ansaldo STS mandataria con Astaldi SpA; Ansaldo-Breda SpA e Necso Entrecanales Cubiertas, poi Acciona SA, mandanti) e sotto il controllo del Project & Construction Management (P&CM), un RTI costituito da MM Metropolitana Milanese, Metro Engineering, AEGIS Cantarelli &

Partners e Systra. Metrobus di Brescia è il primo progetto in Italia di Metropolitana Leggera ad Automatismo Integrale su ferro. Il sistema driverless è già stato inaugurato in Italia a Torino nel 2006 (ma con un sistema su gomma) e a Milano, pochi giorni prima rispetto a Brescia, per la tratta funzionale della M5. Quello di Brescia è l'unico (riconosciuto in tutta Europa) sistema totalmente automatico "completo", cioè una linea progettata e realizzata completamente da zero.



Inaugurazione della stazione di Casazza



Le porte si banchina in una stazione a raso viste dal treno in arrivo Una stazione in viadotto

La “talpa” a Brescia

Circa 6 km dello sviluppo dell'intera opera (circa metà del progetto) sono costituiti dalla galleria profonda, scavata con la TBM. La scelta dello scavo meccanizzato con TBM, la più performante tecnologia di scavo esistente oggi sui mercati, è dovuta alla necessità di scavare al di sotto di un'area densamente urbanizzata, compreso un centro storico con preesistenze archeologiche e architettoniche da rispettare. Inoltre è stata primaria l'esigenza di arrecare il minor disturbo possibile alla cittadinanza. Il sistema EPB inoltre consente in terreni alluvionali dalla scarsa portanza come quello bresciano, la maggior copertura possibile in termini di sostegno delle pareti e del fronte di scavo.

Lo scavo meccanizzato inoltre contestualmente al passaggio della fresa, consente la posa del rivestimento prefabbricato della galleria che appare sostanzialmente finita una volta che la macchina è avanzata. Fra gli altri vantaggi della tecnologia adottata vi sono la riduzione temporale dell'esecuzione dell'opera, che si riflette in maggiori economie del lavoro stesso e il fattore non trascurabile della sicurezza: la TBM ospita a bordo macchina l'intera squadra di minatori escludendo la presenza di uomini sul fronte durante le operazioni di scavo.

La TBM, di costruzione tedesca della Herrenknecht e di proprietà dell'Astaldi è un gigantesco prodigio tecnologico viaggiante, lungo 130 metri, con un diametro complessivo di 9 metri pesante oltre 1.300

tonnellate. La cosiddetta talpa “vive” e lavora a 20, fino a 24 metri sotto terra dove è in grado di scavare ed avanzare oltre 10 metri al giorno (660 mc di terriccio), fino a 13 metri di media sotto Brescia (con picchi di avanzamento giornaliero di 24 m), consolidando il terreno al suo passaggio e contemporaneamente posando il rivestimento in c.a., costituito da anelli, ciascuno di 7 moduli prefabbricati opportunamente posati, già a bordo della macchina. Un mondo sotterraneo sempre affascinante, anche per gli addetti ai lavori. La talpa ha scavato sotto

Lo scudo della TBM

La TBM durante le operazioni di scavo

Un momento dello scavo meccanizzato: evidente l'impiego di schiume



La galleria appena scavata
completa di rivestimento

il centro urbano e il centro storico bresciano per circa tre anni. Inizialmente hanno lavorato allo scavo meccanizzato 3 squadre, divenute poi 4, composte da 15 uomini ciascuna, che hanno garantito l'operatività 24 ore su 24 per sette giorni alla settimana su tre turni di 8 ore. Tre anni di lavoro al buio, nelle viscere della città al di sotto di strade, palazzi, case. A tutte le preesistenze è stata dedicata la maggior attenzione possibile attraverso il costante monitoraggio effettuato con diverse tecnologie in grado di rilevare il minimo fenomeno di subsidenza o registrare in superficie la frequenza vibratoria trasmessa dal macchinario in profondità. Nel caso della Loggia il passaggio della TBM è stato anche l'occasione per realizzare il consolidamento con funzione strutturale dei 1600 paletti di fondazione in legno sui quali poggia l'edificio deterioratisi e disintegratisi con il tempo.

Giornate-evento di cantieri aperti alla



popolazione e a quanti interessati (ed emozionati) hanno accompagnato le fasi salienti del passaggio della talpa nelle viscere della città.

La tecnologia TBM

La "talpa" tecnicamente è un enorme mezzo semovente costituito da uno scudo cilindrico di 9 m di diametro e 9 m di lunghezza, seguito da una serie di carri di servizio (detti in gergo backup) che ne portano la lunghezza complessiva



siva a circa 130 m. Nella parte anteriore dello scudo è alloggiata la fresa di 9,14 m di diametro, munita di utensili di scavo, la cui rotazione (raggiunge i 2.8 giri al minuto) è garantita da 14 motori idraulici che sviluppano 2000 kW di potenza. Fra la testa della fresa e lo scudo si trova la camera di scavo, zona dove si accumula la terra estratta e dove essa viene opportunamente miscelata con sostanze liquide, le cosiddette "schiume" per facilitare lo smarrino. Questa massa di terra ha inoltre il delicato compito di generare all'interno della camera stessa, attraverso azioni di bilanciamento ed estrazione del materiale, la corretta pressione a sostegno dell'instabilità del fronte di scavo. Può lavorare fino ad un massimo progettuale consentito di 3 atmosfere. Nello scudo è alloggiata anche una

camera iperbarica per consentire l'eventuale accesso al personale sotto sorveglianza medica, per manutenzione della camera di scavo stessa.

L'alimentazione elettrica avviene in galleria con una media tensione di 15.000 volt. Nella parte anteriore dello scudo alloggiato gli organi di trasmissione principali e i martinetti di spinta che determinano l'avanzamento. La cosiddetta "coda" dello scudo alloggia invece i moduli prefabbricati destinati al montaggio del rivestimento e messi in opera attraverso un apposito erettore oleodinamico. Lo scudo pesa circa 500 tonnellate, oltre un terzo del peso totale della macchina. Le 19 coppie di martinetti idraulici alloggiati all'interno dello scudo, sulla corona circolare periferica, agiscono con forza sull'anello di rivestimento prefabbricato appena posato sulla coda dello scudo, consentendo così la spinta in avanti e l'attivazione per lo scavo. Vi sono inoltre dei marti-

Un controllo della fresa TBM in cantiere
All'interno della TBM



Le tappe della talpa:

6 dicembre 2005: partenza dal pozzo di immissione

26 aprile 2005: raggiunge Volta da dove riparte il 19 giugno

22 gennaio 2007 entra a Lamarmora da dove riparte il 21 marzo

28 maggio 2007: arriva a Bresciadue, da dove riparte il 28 giugno

25 settembre 2007: la fresa appare nella buca di Stazione FS

16 novembre 2007: inizia lo scavo sotto il centro storico

5 febbraio 2008: raggiunge la stazione di p.zza Vittoria

9 luglio 2008: raggiunge il traguardo di S. Faustino (essendo passata senza problemi sotto la Loggia). Riparte il 1 settembre 2008

20 ottobre 2008: raggiunge Marconi. Riparte il 26 novembre

16 febbraio 2009: raggiunge l'ultima stazione profonda, l'Ospedale Civile e poi percorrere gli ultimi 200 m fino al pozzo di estrazione.

netti che garantiscono la cosiddetta articolazione passiva della coda: considerando che la coda segue passivamente i movimenti della parte primaria dello scudo con un'azione di trascinamento, questi martinetti con piccoli giochi hanno il compito di angolare il trascinamento in modo da facilitare l'esecuzione delle curve presenti nel tracciato. Il tracciato presenta infatti raggi di curvatura sia in senso planimetrico sia altimetrico.

Allo scudo è agganciato il backup costituito da una decina di carri che ospitano il nastro trasportatore deputato allo smaltimento del materiale scavato, il sistema di approvvigionamento, i gruppi elettrici ed idraulici e le apparecchiature di supporto. La TBM è guidata da un apposito software che ha memorizzato il tracciato progettuale da seguire.

Un puntatore laser individua la posizione della macchina e la confronta costantemente col tracciato teorico consentendo all'operatore della talpa in cabina di comando di effettuare le opportune cor-

rezioni agendo principalmente sui martinetti di spinta. Dalla cabina di comando vengono inoltre gestite tutte le attività e i movimenti necessari al funzionamento: senso di rotazione, numero giri al minuto della testa fresante, attività estrattiva, ingresso in camera di scavo delle cosiddette schiume, controllo di tutti i parametri meccanici e tecnici di tutti i gruppi pompa motori elettrici presenti a bordo. In tempo reale i parametri di avanzamento sono trasmessi a pc dedicati negli uffici dell'Appaltatore e del Direttore dei Lavori.

Le operazioni di smarino (asportazione e smaltimento del materiale scavato) e

l'approvvigionamento di materiali alla talpa avvengono attraverso un trenino in servizio continuo da e per il fronte di scavo. Lo stesso trasporta anche il personale in cambio turno e tecnici in sopralluogo al fronte.

Il materiale scavato, sollevato con apposito carroponete viene stoccato temporaneamente in una vasca di decantazione per lasciar precipitare l'acqua e la schiuma condizionante aggiunte in camera di scavo e infine viene trasferito presso centrali di betonaggio che provvedono al lavaggio, vagliatura e riutilizzo come inerti per il confezionamento di calcestruzzi.



Arrivo al pozzo di estrazione



Operazioni di smarino terra scavata

P&CM

Il P&CM, ovvero Project & Construction Management, ha svolto il ruolo fondamentale di verifica e controllo del progetto (ben oltre il mero controllo tecnico e normativo) al fine di consentirne la realizzazione nei modi e nei tempi previsti contrattualmente. Il P&CM ha ampliato dunque il proprio campo d'azione anche verso la comprensione delle motivazioni alla base del progetto in modo da porsi in sintonia e sinergia con la Committente e l'ATI incaricata della realizzazione per migliore riuscita del progetto. Il ruolo di P&CM è stato svolto dal RTI costituito da MM Metropolitana Milanese, Metro Engineering, AEGIS Cantarelli & Partners e Systra. Coordinatore generale del Progetto è stato l'Ing. Ignazio Carbone che ha costituito un'organizzazione composta da un responsabile e gruppi di lavori impegnati nelle attività di Assicurazione e Controllo di Qualità; Pianificazione e controllo dell'opera; Controllo della Progettazione esecutiva; Direzione dei Lavori e Coordinamento della Sicurezza in Esecuzione. Il Responsabile dei Lavori (ai sensi del D.L. 494/96 sicurezza nei cantieri) è stato l'Arch. Pippo Cantarelli.

La DL è stata coordinata dall'Ing. Enrico Arini di MM. Il P&CM ha potuto inoltre avvalersi di consulenze specialistiche fornite dalle direzioni delle Società del raggruppamento. Il Controllo del Progetto è stato svolto dal P&CM

attraverso un sistema proprio in grado di gestire l'intero complesso delle attività di supervisione relativamente ai dati quantitativi, alle scadenze temporali, alle verifiche per gli stati d'avanzamento. Ha inoltre verificato costantemente dal 2004 al 2012 il rispetto delle Specifiche Tecniche e del capitolato Speciale predisposti dalla Stazione Appaltante e infine svolto un supporto tecnico organizzativo per il Committente volto alla corretta gestione e verifica delle prestazioni svolte direttamente dall'Appaltatore.

Il sistema automatico di Brescia

L'esercizio della metropolitana è gestito dunque in maniera completamente automatica e in totale sicurezza, grazie ad un sofisticato sistema di controllo elettronico con apparecchiature distribuite lungo la linea, nelle stazioni, sui treni e naturalmente al PCO il Posto Centrale Operativo. Le carrozze, made in Italy, provengono da Napoli, dalle officine AnsaldoBreda, su design di Giugiaro. Il treno di Brescia è composto da 3 vetture. Si tratta delle medesime della linea lilla di Milano M5, della Linea C di Roma, della linea automatica di Copenaghen, di Taipei, Riyadh e Salonicco e delle metropolitane tradizionali in costruzione oggi in Sud America. Ansaldo STS ha realizzato circa 125 km di metropolitane automatiche nel mondo.

Grande flessibilità di esercizio e sicurezza di guida, quindi in un concetto solo migliore qualità del servizio erogato, sono i vantaggi principali del sistema automatico di gestione, ai quali si aggiunge anche la razionalizzazione dei consumi energetici. ■

La sala operativa presso il Deposito gestisce il traffico, "vede" in tempo reale la posizione dei treni, la situazione delle banchine, delle stazioni, a bordo dei treni

Il PCO: i "sensi" della metropolitana

Posto Centrale Operativo: quattro persone coordinate da un supervisore dirigono "tutto" dalla centrale operativa del sistema automatico situata presso il Deposito di S. Eufemia. Si tratta tanto del "cervello" del sistema, quanto dei "sensi" dello stesso: da questa sala, grazie a innumerevoli monitor gli addetti alla gestione e al controllo del traffico "vedono", "sentono", "parlano" e così controllano e gestiscono il traffico, adeguano le corse, il numero dei treni, rilevando eventuali anomalie, controllando le telecamere di sicurezza situate nelle stazioni, lungo le banchine e sui treni stessi. In poche parole vedono tutto contemporaneamente e in tempo reale ciò che accade sull'intera linea, deposito e aree di servizio comprese. Il sistema di automazione integrale prevede tre sottosistemi con funzioni specifiche di gestione (ATO), protezione (ATP) e supervisione (ATS) ovvero assistenza ai passeggeri.

La più bella metropolitana d'Europa

Un'architettura tutta luce che penetra dai lucernari in copertura illuminando in modo naturale l'intero spazio delle stazioni profonde, raggiungendo, eliminati i mezzanini, le banchine di stazione a oltre venti metri





Una scala mobile affollata all'ora di punta dall'anno 2000 i progetti evolvono nel senso di portare la luce naturale in banchina, anche in profondità. E la luce diviene col tempo elemento primario nella costruzione delle architetture. La cosiddetta "variante stazioni" accoglie definitivamente nel 2004 la scelta di spazi aperti, senza barriere e in piena luce. I criteri che hanno guidato le scelte dei progettisti sono stati la massima attenzione per la sicurezza delle persone, la chiarezza dei percorsi e i volumi aperti.

Nelle stazioni, ampie e inondate di luce, sapientemente modulata dalla scelta dei materiali e dei colori (l'azzurro luminoso della pietra serena, l'acciaio inox trattato in acido con riflessi blu, il gres porcellanato e il vetro) è subito chiaro quali siano i percorsi da seguire. Si vedono immediatamente i treni e le scale mobili per raggiungerli. Per raggiungere questo risultato sono stati studiati sistemi strutturali complessi e tecnologie di sicurezza antincendio alternative alle tradizionali.

Eliminando i mezzanini, la luce diretta in banchina oltre che nelle stazioni cut&cover (situate a quota media di -7 m), la luce naturale ha raggiunto anche i -20 m delle stazioni profonde. L'elemento caratterizzante le stazioni situate in galleria profonda (8 delle 17 totali) infatti è la luce. È evidente la continuità spaziale con la superficie esterna ottenuta grazie ai lucernari che illuminano direttamente con luce naturale fin le banchine. I volumi completamente aperti mostrano i propri elementi strutturali, i sistemi di distribuzione orizzontale e verticale, i treni stessi. Tutto in un colpo d'occhio. La soluzione architettonica scelta è quella dissimmetrica, cioè con le scale collocate da un solo lato della stazione per passeggeri diretti in entrambi i sensi, in modo da liberare del tutto il volume, anche da barriere visive e lasciare la luce protagonista dello spazio.

"Livability", abitabilità in senso completo, materiale, psicologico e spirituale è in concetto che ha guidato l'Ing. Cremonesi nella progettazione delle stazioni bresciane.



La nuova architettura mette in evidenza le preesistenze archeologiche (S. Fausino)

di profondità. Un linguaggio moderno, sobrio, minimalista come le metropolitane nord europee (il riferimento è Copenhagen), ma senza rinunciare all'eleganza italiana. Funzionalità, sicurezza, comfort ambientale e bellezza sono il risultato. È questa la ricetta del progetto delle 17 stazioni del metrò di Brescia, subito diventate altrettanti punti di riferimento per la città. Il progetto delle stazioni si deve allo Studio dell'Arch. Massimo Gozzoli (deposito funzionale S.Eufemia e stazione centrale di p.za Vittoria) allo Studio CREW Cremonesi Workshop dell'Ing. Lamberto Cremonesi relativamente alle altre 16 stazioni. Già

Le sfide di Brescia

Intervista con l'Arch. Ettore Fermi, Presidente di Metrobrescia, Ing. Mauro Rainieri, Direttore di Esercizio, Metrobrescia, Ing. Marco Medeghini, Direttore Generale di Brescia Mobilità

Arch. Ettore Fermi, Presidente Metro Brescia.

Da quando ha seguito la realizzazione di questa importante infrastruttura? Quali sono stati i passi fondamentali dell'iter seguito?

Ho seguito l'opera dal dicembre 1987, data della prima delibera in giunta a favore del metrò nella nostra città. Ho quindi vissuto direttamente tutte le vicende legate alla progettazione e alla costruzione della linea metropolitana che si sono svolte con un vivace susseguirsi di vicissitudini,



compresi 2 referendum effettuati 1994 e nel 1998 che avevano l'obiettivo di fermare la costruzione del metrò. Nella primavera del 2003 ho firmato il contratto (aggiudicazione provvisoria per la costruzione con l'ATI costituita da Ansaldo STS (Mandataria), Astaldi Spa, AnsaldoBreda Spa e la spagnola Necso Entrecanales Cubiertas SA (oggi Acciona SA). Il contratto definitivo nel 2004, data dalla quale abbiamo seguito i lavori con tutte le complessità del caso, a partire dallo scavo della galleria profonda

e via via fino alle stazioni. Il successo di oggi fonda radici nella storia recente della Pubblica Amministrazione bresciana e nelle scelte fatte già nel 1987 (allora ero vicesindaco col Sindaco sen. Padula) che avviarono una grande operazione di riqualificazione del trasporto pubblico in sede propria, operazione già avviata con la separazione del trasporto pubblico su gomma (Brescia Trasporti). La Pubblica Amministrazione bresciana ha sempre spinto verso l'innovazione, il rinnovamento delle strutture e delle infrastrutture. Questo approccio è presente a Brescia già dagli anni Settanta quando affrontammo il grande tema del teleriscaldamento e del termovalorizzatore.

Entrando nel merito del progetto e del suo legame col territorio, quali sono state le variazioni principali che hanno portato al disegno definitivo e perché?

È una storia lunga e complessa, come per tutte le infrastrutture italiane. Come ho detto ci sono stati persino due referendum consultivi.

Inizialmente il progetto prevedeva il sottopasso in galleria profonda del solo centro storico, l'area circoscritta al di sotto delle mura venete, e prevedeva un tratto molto più lungo in viadotto, anche in mezzo al centro urbano o a raso, con un sistema coperto tipo "brucco". Dopo i referendum e dopo la procedura di VIA (Valutazione Impatto Ambientale) abbiamo adottato i seguenti criteri: aumentato la galleria profonda partendo da Volta, cioè prima della parte urbanizzata fino al totale di 5,9 km; abbiamo ridotto il viadotto a solo 1,7 km il resto tutto in cut & cover. Un grande miglioramento per l'eliminazione dell'impatto visivo del viadotto. Ciò ha significato un aumento di costo di 185 milioni.

Qual è secondo Lei la caratteristica principale delle stazioni che hanno cambiato il volto della città?

Sono elementi architettonici di grande qualità che hanno saputo dare identità nuova alla città e hanno riqualificato gli spazi urbani nei quali sono inserite. Le stazioni profonde sono a luce piena con lucernari zenitali. Questo è l'aspetto caratterizzante e di qualità. Anche per questo motivo il nostro metrò si avvicina al modello Copenhagen, dunque non solo per i treni e il sistema Ansaldo STS driverless, ma proprio per l'architettura minimalista e funzionale, con luce zenitale naturale. Il risultato è di elevata qualità tecnico-architettonica, caratteristica della nostra metropolitana.

Un'altra caratteristica di Brescia che la rende diversa dalle altre linee d'Europa è il fatto che

il sistema bresciano è un "sistema completo", non si tratta di lotti funzionali, ma di un lotto definitivo, completo con sostenibilità economica e finanziaria.

Vorrei ricordare anche l'attenzione messa nel progetto per agevolare l'uso del metrò in tutti i modi, anche con le biciclette (che possono essere anche portate a bordo). Nelle stazioni vi sono canaline per la discesa dalle scale con le bici e locali per custodirle. Inoltre nella piazza della stazione vi è un deposito modernissimo, custodito, con officina di riparazioni all'interno.

Dal punto di vista tecnico quali sono state le criticità che più ricorda?

Nel centro storico abbiamo dovuto tagliare il basamento di una torre medievale. Il lavoro è stato affidato ai marmisti di Rezzato. La stazione Vittoria infatti è condizionata da uno spazio fisico limitato fra la piazza del Piacentini e la vicina chiesa di S. Agata. A S. Faustino abbiamo dovuto scavare in una sezione obbligata con intersezione con le mura venete a profondità 24-25 m e con una zona piena di reperti archeologici. La stazione di S. Faustino è un esempio di come la nuova architettura dialoga con l'archeologia. La talpa è passata nella zona della Loggia, capolavoro e simbolo di Brescia, che poggia su una palificazione lignea che è andata cristallizzandosi nel tempo. Abbiamo dovuto quindi prevedere



Sezione di progetto delle stazioni profonde: eliminato il tradizionale mezzanino la luce naturale penetra in profondità fino alla banchina del treno

un'imponente operazione preventiva di consolidamento della Loggia, eseguita da imprese italiane, che hanno sostanzialmente iniettato boiaccia in elevata pressione per irrigidire e consolidare l'intera area precedentemente occupata dalla palificazione lignea. Ricordo che intervennero molti autorevoli pareri in merito, in particolare ricordo il prof. Macchi dell'Università di Pavia decano degli strutturisti, il Prof. Giussani e il Prof. Coleselli dell'Università di Brescia. La fresa è passata in queste condizioni critiche a 17 m dalla Loggia e 20 m in profondità. Ogni giorno comunque è stata una sfida emozionante condivisa da moltissime persone. 407 imprese, 6.700 persone, 4,5 milioni e mezzo di ore lavorative: sono dati importanti che danno la misura dell'opera. Abbiamo messo una grande passione in quest'opera.

I cittadini cosa dicono?

Sono sereno in questa valutazione perché ho avuto la fortuna nei momenti topici per i grandi progetti di Brescia, dal teleriscaldamento, al termo-utilizzatore fino al metrò, di essere attivo in qualità di Pubblico Amministratore e avere le competenze e le deleghe per gestire tali progetti. Nel 1970-75 col teleriscaldamento ricordo un livello di invasività elevato del progetto che ha letteralmente scardinato la viabilità esistente. Ho vissuto tutte le proteste dei cittadini già allora, ma poi pochi anni dopo quando è arrivata forte la crisi petrolifera noi eravamo "pronti"; ho vissuto poi la lunga disputa sul termogeneratore (presunta fonte di diossina) e anche lì forte di una cultura europea, ben nota a noi sostenitori del progetto, (si veda il caso di Monaco di Baviera primo fra tutti con un termogeneratore all'interno di una chiesa sconsacrata). Devo dire che sul tema metrò ero "pronto", anche per la coscienza del livello molto inferiore di invasività dell'opera e della sua importanza per la città. La criticità era limitata ai 17 cantieri delle stazioni, e a nord per realizzare il cut & cover in quanto abbiamo dovuto scavare lungo la strada e i frontisti hanno sofferto un po'. I disagi temporanei ci sono certamente stati e li abbiamo affrontati, ma di fronte ad attacchi sostanziali del tipo "costruite una cattedrale del deserto..." mi sono sentito sempre sicuro delle scelte fatte. Oggi il risultato lo dimostra e i cittadini stessi ci chiedono addirittura di prolungare le linee. Brescia è una città media. Per portare fiducia nel sistema e far uscire il trasporto pubblico dalle faticose emergenze di cui soffre, un buon livello di comunicazione è fondamentale. Per questo motivo infatti sono state organizzate giornate evento nei cantieri del metrò. Il progetto di comunicazione intrinseco al progetto ingegneristico è fondamentale. Se dovessi ricominciare un progetto del genere imporrei da subito un progetto di comunicazione istituzionale più consistente e circostanziato per dialogare da subito coi cittadini con un budget adeguato.

Quanto costa la Metropolitana leggera di Brescia?

L'opera è costata complessivamente circa 778 milioni di euro di costruzione, somma che, con gli oneri finanziari, raggiunge circa i 922 milioni di euro, comprensivi di opere complementari e oneri finanziari capitalizzabili. Circa 675,5 ml sono soldi pubblici, dello Stato, Regione Lombardia e una parte sostanziale dal Comune di Brescia. 168 ml sono mutui a carico di Brescia Infrastrutture e 96,5 ml sono capitale proprio di Brescia Mobilità e Brescia Infrastrutture. Forte è stato l'impegno economico. Non vorrei che si dimenticassero le sofferenze e sacrifici fatti dalla nostra Amministrazione per sostenere il progetto e portarlo a buon fine.

Ci racconti il giorno dell'inaugurazione...

È stata una giornata straordinaria. Ero, come tutti, fisicamente provato. Abbiamo fatto una corsa contro il tempo nelle ultime battute, con grande stress quotidiano. È stato comunque un momento in cui ho provato un grande orgoglio per la mia città perché insieme a tanti collaboratori abbiamo messo in questo progetto passione, ma anche tanti sacrifici e, mi passi il termine, "ne abbiamo passate di tutti i colori". Siamo orgogliosi del successo, ma soprattutto di aver gestito al meglio i soldi pubblici, i soldi dei nostri concittadini. La soddisfazione, la meraviglia che ho letto quel giorno sui volti dei nostri concittadini, il successo in

una parola, sono stati importanti. Ci danno la misura e la forza di credere che anche città di medie dimensioni (200.000 abitanti di Brescia, 330.000 coi comuni contermini, 450.000 cittadini insediati nel raggio di 21 km dal centro, in una provincia di 1 milione 200 mila abitanti che gravita per servizi sulla città) possano aspirare ad avere infrastrutture di questo livello, moderne, efficienti e sostenibili.

Ing. Mauro Rainieri, Direttore di Esercizio, Metrobrescia

Come è andato il primo viaggio?

È andato benissimo. Il sistema ha retto bene l'invasione dei cittadini di Brescia nella giornata gratuita di corse inaugurali; è stato sicuramente "stressato" dal numero



di viaggiatori, ma direi che è andato tutto per il meglio. La prima giornata abbiamo avuto 100.000 persone; il secondo giorno ben 150.000 persone. Oggi siamo a regime, si accede col titolo di viaggio e abbiamo circa 30.000 accessi giornalieri. Il servizio è dalle 6 alle 22 con frequenza treni diversificata durante la giornata, con un massimo di 10 treni. Stiamo già pensando di prolungare l'orario di apertura anticipando alla mattina e posticipando la chiusura serale.

Ci sono stati dei problemi tecnici?

Abbiamo avuto un paio di piccoli incidenti. Una volta la rottura di un cavo che ha lasciato un treno senza corrente e dunque si è arrestato il sistema.

Un altro caso, qualche giorno fa: un treno ha dato segnale di incendio. La procedura prevede in questo caso l'arresto e la revisione del sistema, a prescindere dall'errore umano o dalla gravità del guasto. Era un falso allarme, ma si è bloccato il treno, i passeggeri sono stati fatti scendere mentre è arrivato un altro treno ad accoglierli. Alle 8 di sera si abbiamo verificato che era un cavo del condizionamento (tute le carrozze sono condizionate e dotate di impianto WiFi e telecamere e impianto voce di collegamento con il posto di controllo). Questi piccoli "incidenti tecnici" dimostrano che il sistema automatico è estremamente sicuro.

È talmente sicuro che risulta addirittura "pignolo" come ha scritto un giornalista ieri commentando il fatto sul quotidiano cittadino. Questi piccoli disagi sono a tutela della sicurezza dei passeggeri. Abbiamo anche un comitato ogni giorno esamina eventuali problemi del giorno precedente.

Ing. Marco Medeghini, Direttore Generale di Brescia Mobilità

Che cosa c'è ora nei progetti futuri della città?

Anche se negli ultimi anni, come è normale, ci siamo concentrati essenzialmente sul

un nuovo, importante, sistema trasportistico, con il completamento di Brebemi e con l'arrivo in città della linea ferroviaria dell'AV Treviglio- Brescia ed il suo prolungamento, al di sotto dell'area urbana di Brescia, verso l'aeroporto di Montichiari in direzione Venezia. C'è dunque un gran fermento progettuale e costruttivo.

Per quanto riguarda il metrò, in particolare, sono già state previste tre possibili opzioni di prolungamento dell'attuale linea metropolitana:

- da Lamarmora verso la Fiera ed il casello autostradale Brescia Ovest (direzione ovest). È già stato, infatti, realizzato, a Lamarmora, il camerone sotterraneo per lo sfiocamento. Si tratta di un prolungamento previsto in sotterranea, piuttosto lungo e costoso, che coprirebbe l'asse centro-ovest;

- il prolungamento verso est, in direzione Rezzato, con poco più di 1 km di nuova struttura, a raso ed in viadotto sopraelevato, per meglio intercettare il flusso di utenti proveniente dal lago di Garda e da est in generale;

- dal capolinea nord di Prealpino il progetto di prolungamento prevede che la linea prosegua per la Val Trompia, verso l'innesto tra Gardone Val Trompia e Lumezzane.

Inoltre è in corso una verifica approfondita del sistema tranviario ed è oggi maturo un altro importante progetto per la città: il "tram-treno"; sistema interessante perché più "accessibile" per velocità di realizzazione prevista e per i costi. Si tratta di un progetto che potrebbe essere realizzato, per circa 9 Km di linea, con "soli" 30-40 milioni di euro, meno di un Km di metropolitana. È una tecnica già sperimentata, con successo, in Germania sin dal dopoguerra e che prevede veicoli leggeri (tram urbani) in transito lungo sedi ferroviarie esistenti, poco o sottoutilizzate nei tratti urbani. Nel nostro caso si pensa di utilizzare il sedime ferroviario di Trenord sulla linea Brescia-Iseo-Edolo tratta Brescia-Castegnato, per far transitare degli appositi tram negli intervalli di tempo non utilizzati dalle Ferrovie, individuando e realizzando delle nuove stazioni urbane. La tratta di linea è quella, per lo più urbana, di Brescia-Castegnato ed il progetto coinvolgerà, per le singole competenze, il Ministero, la Regione Lombardia, Trenord, la Provincia ed il Comune di Brescia, Brescia Mobilità e l'Università. Il progetto, se compiutamente finanziato, potrebbe essere completato per il 2015/2016, un tempo assai compatibile per le esigenze della città.



metrò appena inaugurato, nel frattempo, a Brescia Mobilità e a Brescia, in generale, non ci siamo fermati. Progetti di infrastrutturazione del territorio ve ne sono diversi. Nel 2015 Brescia si verrà a trovare al centro di

Le stazioni situate in galleria profonda prive di mezzanino e illuminate dai lucernari superiori

