

Mobilità urbana

Milano: aperta la linea Lilla

FEDERICA DELUCCHI

Lo scorso 10 febbraio oltre 23.000 passeggeri hanno preso parte alla giornata-evento e ai primi viaggi della M5, la linea Lilla. Da Zara a Bignami, verso nord; da 94 a 101 le stazioni e da 87,9 a 92 km l'estensione della rete attuale MM; la linea 5 è la seconda ad automazione integrale in Italia (dopo Torino nel 2006) e la prima del capoluogo lombardo. «Più elasticità e sicurezza per i cittadini» afferma l'Ing. Marco Broglio, Direttore Progettazione Sistemi Mobilità MM, mentre ben 4 frese EPB - Earth Pressure Balance (le cosiddette "talpe") scavano contemporaneamente sotto Milano per concludere la restante parte della linea. Il team di ingegneri e tecnici MM ha seguito l'opera dallo studio di fattibilità sino all'alta sorveglianza dell'esecuzione dei lavori affidati a Metro5 Spa.

Holcim, partner selezionato da Metro5 per la fornitura di calcestruzzi e cementi, ha fornito oltre 100.000 m³ di materiali per le opere strutturali, il jet grouting e la realizzazione dei 2.194 anelli di rivestimento delle gallerie. Pochi giorni dopo è stata aperta anche la terza driverless d'Italia, Metro Brescia



Bignami, Ponale, Bicocca, Ca' Granda, Istria, Marche e Zara: sono aperte 7 stazioni nuove del Metrò a Milano. Domenica 10 febbraio 2013 alle ore 11 è stata inaugurata la prima tratta della linea Lilla con una giornata-evento di trasporto gratuito offerto ai milanesi che hanno accettato con grande entusiasmo l'invito, "affollando" la nuova linea che così, nella sola giornata di domenica, ha toccato i 23.000 passeggeri. Fra loro, il primo cittadino di Milano, Giuliano Pisapia che ha accolto



LE LINEE DI CORRISPONDENZA IN SUPERFICIE



- **APERTURA:** tutti i giorni, dalle 6 alle 22
- **FREQUENZA:** un treno ogni 6 minuti
- **PERCORRENZA ZARA-BIGNAMI:** 8 minuti



con soddisfazione la nuova infrastruttura cittadina: «La M5 non si ferma con l'apertura di queste prime fermate inaugurate oggi dai cittadini, ma proseguirà nei prossimi mesi il suo percorso verso Porta Garibaldi per arrivare a San Siro, servendo così zone importanti della nostra città anche in vista dei milioni di turisti, italiani e stranieri, che verranno a Milano per Expo 2015». Presente anche l'Assessore alla Mobilità Pier Francesco Maran, il quale pure sottolinea l'importanza della nuova infrastruttura: «Milano – ha dichiarato ai cronisti presenti – ogni giorno fa grandi passi verso una più diffusa mobilità sostenibile. La Metro 5 è il primo segno tangibile di Expo per i milanesi e crediamo che questo possa dare fiducia verso il futuro in un momento difficile per il Paese. Il nostro pensiero e ringraziamento oggi va ai tanti lavoratori che hanno materialmente realizzato questa metropolitana». Il traffico da domenica 10 febbraio scorso è regolare; il servizio dalle 6 alle 22.

Nuova mobilità urbana

Dalle metropolitane tradizionali, MM è passata ad occuparsi della progettazione e dello sviluppo di studi di fattibilità per la realizzazione di metro leggera in tutto il Paese. Prodotto intermedio fra le metropolitane tradizionali e i tram, le metro leggere sono state introdotte intorno alla metà degli anni '70, per affrontare i problemi legati alla mobilità urbana sempre più congestionata, ma non tale da richiedere sforzi imponenti di costruzione di nuove infrastrutture. Le metro leggere sono state il mezzo di trasporto su cui sono stati sperimentati i primi sistemi di automatismo integrale (driverless).

La M5, come l'altra nuova metropolitana M4, è dunque di tipo "leggero". Tecnicamente prevede l'utilizzo di rotabili più corti e quindi stazioni di dimensioni più contenute e, grazie all'automazione integrale, senza conducenti sui convogli. Potranno essere raggiunti elevati livelli di servizio: le stazioni hanno la lunghezza di 51 metri, contro i 110

delle tre linee esistenti, e sono dotate di porte di banchina.

Grazie all'automatismo, sono possibili frequenze elevate (90 secondi riducibili sino a 75). In questo modo i sistemi recupereranno gran parte della minore capacità dovuta all'inferiore portata dei treni e il dimensionamento leggero renderà più agevoli e meno impattanti i lavori di realizzazione della linea, che potrà trasportare fino a 24.000 passeggeri all'ora per direzione, riducendo i tempi di percorrenza e di attesa.

La M5 permette di raggiungere più facilmente alcuni poli importanti di Milano, come l'Università Bicocca, l'ospedale Niguarda e il CTO, anche grazie all'interscambio con la linea M3 (fermata Zara). Metropolitana Milanese ha curato lo studio di fattibilità ed il progetto preliminare dell'intera linea, oltre che il progetto definitivo della tratta Garibaldi – San Siro.

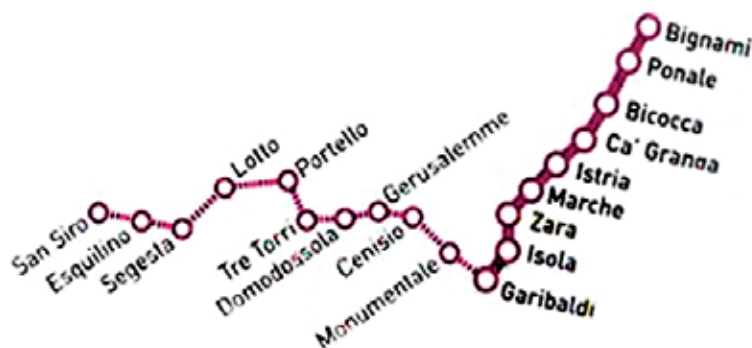
Ha svolto inoltre la funzione di alta sorveglianza sull'esecuzione dei lavori svolti dal Concessionario Metro5 Spa. Entro quest'anno verranno aperte anche le fermate di Isola e Garibaldi, dove sarà possibile lo scambio con la linea M2 ed il Passante Ferroviario, e si raggiungeranno così i 6,1 km e le 9 stazioni attive. Nel 2015, infine, sarà aperta

anche la tratta da Stazione Garibaldi allo Stadio San Siro.

Grazie ai 12,6 chilometri e alle 19 stazioni dell'intera linea Lilla sarà possibile trasportare fino a 18.000 passeggeri per ora per direzione (pphpd), con una domanda media di 6.500-7.500 pphpd. E saranno rivoluzionati, così, anche i tempi di percorrenza in città: per arrivare da Bicocca a Garibaldi, infatti, basteranno 10 minuti, 11 da Piazzale Lotto (futura stazione di interscambio con la linea M1); inoltre, per percorrere l'intera tratta, da Bignami a San Siro, ci vorranno solamente 26 minuti, passando per tante importanti zone di Milano, come il quartiere Isola, corso Sempione, CityLife...

A pieno regime, dunque, si stima che la M5 porterà a una riduzione di 15 milioni di spostamenti automobilistici privati all'anno e, di conseguenza, una diminuzione importante di inquinanti. Si prevede, inoltre, un risparmio pari a 8.470 tonnellate equivalenti di petrolio all'anno e 260 incidenti stradali in meno all'anno in città.

La linea che, a costruzione completata, collegherà le stazioni di Bignami e San Siro per un totale di 12,6 km e 19 stazioni, verrà aperta al pubblico in tre fasi distinte.



M5: LAVORI IN CORSO

Attività	km	Numero stazioni	Tratta
Costruite	4,1	7	Bignami - Zara
In costruzione entro il 2013	2,1	2	Isola - Garibaldi
In costruzione entro il 2015	6,4	10	Monumentale - San Siro

(Fonte MM Metropolitana Milanese)

Driverless: sicurezza e tecnologia

Si chiama tecnicamente UTO (Unattended Train Operation) il nuovo sistema ad automazione integrale per il trasporto pubblico, il quale non prevede la presenza a bordo di personale, come hanno sperimentato gli ospiti di domenica 10 febbraio a Milano, in particolare decine di bambini seduti "davanti", nel posto normalmente inaccessibile riservato al conducente.

Il sistema driverless permette il controllo sicuro di tutti gli elementi del sistema, scambi, segnalamento, distribuzione elettrica. Progettato e realizzato in conformità alle più recenti normative europee, il sistema driverless garantisce ai passeggeri i più elevati standard di sicurezza, consente di ottimizzare la frequenza dei treni a seconda della reale domanda, riducendo costi e impatti e offrendo un servizio adeguato in ogni momento alle esigenze cittadine.

L'automazione integrale per il pubblico trasporto in Europa è già presente in diverse città. La prima linea europea dri-

verless in assoluto è stata inaugurata a Lille, in Francia. Da qui, le linee automatiche si sono poi diffuse nel resto della Francia (Lione, Rennes, Tolosa e Parigi) e dell'Europa, da Copenaghen a Losanna, fino a Siviglia e Barcellona.

Nel mondo ve ne sono nei Paesi del Sud Est asiatico. La milanese M5 segue di qualche anno la prima linea automatizzata in Italia, aperta a Torino già nel 2006, in occasione dei Giochi Olimpici Invernali. La linea milanese è tuttavia diversa da quella torinese, che utilizza un sistema su gomma (guida automatica VAL Véhicule Automatique Léger) e vagoni di 208 centimetri di larghezza, e si avvale di un sistema Ansaldo su ferro con vagoni larghi 265 centimetri. Un sistema analogo sarà quello utilizzato dalla linea metropolitana di Brescia, di prossima all'inaugurazione e i cui lavori sono seguiti pure da MM.

Dal punto di vista della sicurezza il sistema driverless offre il vantaggio di banchine separate dai binari e dai treni grazie a porte di sicurezza, che si aprono esclusivamente quando il treno è fermo in stazione e che dialogano costantemente con i treni: in caso di guasto il sistema impedisce l'apertura della corrispondente porta del treno e viceversa. Inoltre, qualsiasi apertura imprevista di una porta di banchina inibisce il movimento dei treni lungo il binario. A bordo di tutti i vagoni e in ogni stazione sono presenti telecamere e citofoni per comunicare direttamente con il personale, che sorveglia costantemente tutte le aree



della M5 dalla sala di controllo, dove avvengono le attività di gestione del servizio: da qui viene supervisionata la marcia dei treni, vengono gestite tutte le informazioni e il flusso dei passeggeri e coordinati gli agenti itineranti e tutto il personale.



M5: un importante lavoro di squadra

Intervista con l'Ing. Marco Brogna, Direttore Progettazione Sistemi Mobilità Metropolitana Milanese Spa

A dispetto di qualche ritardo e di molte polemiche, in un momento di evidente difficoltà economica e politica del Paese, Milano inaugura una nuova Linea Metropolitana, la M5, con i primi 4 km e 7 stazioni aperte. Qual



è il valore di quest'opera oggi per Milano?

Migliorare il trasporto pubblico in una grande città porta sempre a benefici ai cittadini sotto molti aspetti: maggior velocità e comodità nei trasferimenti, tempo risparmiato, riduzione del traffico e dei conseguenti inquinamento e incidenta-

lità; tutti elementi che giustificano i costi sostenuti e l'impatto dei cantieri sulla città per qualche anno.

Metropolitana Milanese ha curato la M5

dallo studio di fattibilità, attraverso le varie fasi progettuali, fino a svolgere la funzione di alta sorveglianza sull'esecuzione dei lavori appaltati alla Società Metro5. Possiamo ripercorrere le varie fasi dell'operazione, i tempi impiegati e le criticità incontrate sul percorso?

MM ha seguito la nascita e lo sviluppo della linea, a partire dai primi studi di fattibilità a fine anni '90 sino allo sviluppo dei progetti preliminare e definitivo che hanno supportato il conseguimento dei finanziamenti statali indispensabili per realizzare l'opera, arrivati tra il 2001 ed il 2002. Successivamente, con la scelta

I calcestruzzi della M5

Dal punto di vista tecnico la canterizzazione di un'opera come la M5 è senza dubbio un'operazione estremamente complessa. Dalla stazione di Bignami a quella di Marche lo scavo è stato effettuato con tecnologia TBM, mentre il prolungamento con un metodo misto a foro cieco e cut&cover.

La complessità delle forme architettoniche e delle caratteristiche geo-fisiche dell'area hanno comportato numerosi imprevisti

durante lo svolgimento dei lavori, affrontati da Metro 5 Spa, con grande flessibilità e con l'aiuto di partner affidabili.

Fra i partner fornitori spicca Holcim, selezionata quale fornitore per i calcestruzzi e per il cemento sia per le opere di jet-grouting sia per i conci utilizzati per la costruzione degli anelli messi in opera dalla TBM medesima al suo passaggio. Si tratta di 2.194 conci, formati ciascuno di 7 elementi, posati in opera dalla TBM durante le sue operazioni di scavo e successivo rivestimento. Sono stati impiegati oltre 36.000 m³ di calcestruzzo confezionato con 15.000 t di cemento CEM I 52,5 R, materia prima utilizzata per il confezionamento di calcestruzzi ad alte prestazioni meccaniche e altissima resistenza per manufatti che necessitano scasserature veloci. Holcim ha inoltre fornito ulteriori 16.000 t di cemento CEM



I 52,5 R per il consolidamento con tubi valvolati dall'alto.

Per i consolidamenti in jet grouting realizzati per la stabilizzazione del fronte in avanzamento portato avanti con metodologie di scavo tradizionali, Holcim ha invece fornito circa 3.000 ton di CEM IV/A 42,5 R e oltre 2.000 di CEM II/A-LL 42,5 R. Fra il 2008 e il 2011 ha inoltre consegnato circa 100.000 m³ di calcestruzzi con resistenze che vanno da C12/15 (magroni e opere di sottofondazioni), a C 25/30 (per le paratie) fino

a C 40/50 per i calcestruzzi strutturali, compreso lo speciale SCC. Per le strutture interrato, in presenza di acqua (falda acquifera) è stato impiegato un calcestruzzo con caratteristiche di pozzolanicità.

Per il prolungamento fino alla stazione Garibaldi, Holcim sta fornendo circa 50.000 m³ di calcestruzzo: le resistenze dei vari prodotti vanno da C 12/15 per magroni e sottofondazioni fino a C35/45 con classe di esposizione XC2 e classe di consistenza S4 ed S5. I calcestruzzi superiori a 30 MPa sono stati studiati e confezionati con cemento pozzolanico 32,5 IV-A (per le stazioni di Cenisio, Monumentale, Garibaldi).

In contemporanea Holcim si occupa della fornitura di ulteriori circa 15.000 ton di CEM 52,5 R per le opere strutturali.

del Comune di Milano di sperimentare la via della finanza di progetto, MM ha svolto a partire dal 2006 l'attività di alta sorveglianza sull'opera, supportando il Comune nel gestire una concessione complessa. L'attività si è sviluppata sia a livello tecnico, con il controllo di migliaia di elaborati di progetto esecutivo e le verifiche in cantiere, sia dal punto di vista amministrativo, con il controllo di tutti i pagamenti, della regolarità dei subappalti, della risoluzione dei contenziosi, sino ai collaudi finali per l'autorizzazione all'esercizio.

Sono diversi i primati della M5, dal punto di vista tecnico, della cantierizzazione (scavo meccanizzato), tecnologico della linea (sistema driverless) e dell'intera operazione di coordinamento progettuale. Quali sono le caratteristiche che ne fanno un'opera moderna?

Tra i vari aspetti tecnologici spicca sicuramente la soluzione dell'automatismo nella condotta dei treni senza presenza di personale a bordo; dopo la metropolitana di Torino, inaugurata nel 2006, è questo il secondo impianto in Italia, il primo con veicoli di grande capienza e su ferro, che adotta la tecnologia driverless. I principali vantaggi sono maggiore elasticità nella gestione dell'esercizio ed un elevato grado di sicurezza sia attiva che passiva.

Quali sono i motivi di soddisfazione maggiori per il team

Il Metrò arriva anche a Brescia

Prevista per il 3 marzo l'inaugurazione anche del cosiddetto Metrobus di Brescia, una delle diverse linee di metropolitane leggere in costruzione in Italia alle quali si legano il nome e le competenze di Metropolitana Milanese. MM ha ricevuto da Brescia Mobilità Spa nel 2003 l'incarico di seguirne i lavori: si tratta di una linea metropolitana leggera a guida vincolata in sede propria ad automazione integrale, detta "Metrobus". La linea, con una lunghezza di 18 km (di cui circa 7 in percorso sotterraneo) e 23 stazioni, coprirà la tratta Prealpino - S. Eufemia. Nella parte del centro storico si è scelto di eseguire lo scavo con la moderna tecnica della fresa a pressione di terra bilanciata, detta in gergo popolare "talpa". Tutte le stazioni sono dotate di barriere di sicurezza con porte di apertura automatica all'arrivo dei treni. La centralina di controllo e gli uffici per la gestione della linea sono collocati all'interno del deposito presso il capolinea di S. Eufemia. A partire dalla fine del 2012 sono state inaugurate a breve distanza diverse stazioni: Europa, Mompiano, Volta, San Polo, Lamarmora, Ospedale, Casazza, Marconi e ultima, Prealpino, il 2 febbraio scorso. L'inaugurazione si è svolta all'inizio di marzo.

di ingegneri e tecnici di MM?

Aver visto crescere l'opera, dalla progettazione alla costruzione ed alla messa in esercizio, confrontandosi alla pari con i tecnici delle imprese costruttrici con un approccio di ingegneria di sistema che oggi in Italia pochissime società di ingegneria sono in grado di fornire nel nostro settore.

Un altro aspetto da segnalare è stata la capacità dei tecnici MM di accompagnare il processo di approvazione del progetto operando all'interno della commissione di sicurezza con l'apprezzamento da parte dei responsabili del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Possiamo citare nomi e ruoli in MM degli ingegneri e dei tecnici che hanno seguito il

progetto M5?

È stato un lavoro di squadra molto impegnativo ed importante. Tutta MM ha, con le varie specificità, contribuito alla realizzazione del progetto.

Abbiamo preso atto delle prossime date di apertura delle altre tratte. A che punto sono i lavori oggi sulla restante parte della linea?

Da Zara a Garibaldi i lavori sono in avanzata fase di completamento; da giugno potranno avviarsi le prove con il materiale rotabile e i collaudi agli impianti delle due stazioni "Isola" e "Garibaldi", così da poter attivare la seconda tratta entro fine anno. Per l'estensione da Garibaldi a San Siro siamo nella fase di realizzazione delle opere al rustico delle dieci stazioni e delle gallerie, per le quali si stanno impiegando ben quattro TBM in contemporanea. Superate alcune difficoltà iniziali possiamo oggi contare sull'apertura degli ulteriori 6,5 km entro Expo 2015. Va infine ricordato che sono in fase di studio sia l'estensione dall'attuale capolinea nord di Bignami verso Monza, sia l'ulteriore prolungamento da San Siro verso Ovest, sino a Settimo Milanese, con realizzazione del deposito/officina. ■

