



La realizzazione del pozzo 3.2 della Linea C

Nell'ambito della realizzazione della tratta T3, il pozzo di interesse per l'insieme delle varie metodologie costruttive e delle tecnologie adottate

Metro C ScpA è il Contraente Generale costituito da Astaldi (Mandatara), Vianini Lavori, Ansaldo STS e CMB incaricato della costruzione chiavi in mano della Linea C della metropolitana di Roma durante tutte le sue fasi: dalla progettazione alle indagini archeologiche, dalla costruzione delle gallerie e delle stazioni, alla fornitura dei treni, fino alla messa in servizio della linea.

Le attività sono iniziate nel 2006 con le indagini archeologiche di prima fase e lo sviluppo della progettazione definitiva. Attualmente, 22 stazioni e circa 19 km di linea sono aperte al pubblico nella tratta compresa tra la stazione di Monte Compatri/Pantano e la stazione di San Giovanni.

La tratta T3 attualmente in costruzione si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 2,8 km a partire da Via dei Fori Imperiali, in corrispondenza del Foro di Cesare, fino a Piazzale Appio, dove le gallerie di linea sottoattraversano l'esistente stazione San Giovanni Linea A. □

La realizzazione della tratta T3

Nell'ambito della realizzazione della tratta T3, il pozzo di ventilazione 3.2 rappresenta uno degli interventi di maggiore interesse per l'insieme delle varie metodologie costruttive e delle tecnologie adottate.

Il pozzo si inserisce a metà tra la stazione di Fori Imperiali e la stazione Amba Aradam/Ipponio, all'interno del giardino di Piazza Celimontana, in prossimità dell'Ospedale Militare del Celio. Ha una pianta circolare di diametro esterno di circa 35 m, mentre il piano del ferro è a quota -15,50 m s.l.m..

Ne consegue una rilevante profondità di scavo, che raggiunge i 60 m da piano campagna. Il manufatto interrato, oltre alla funzione di pozzo di areazione, sarà anche il punto di accesso alla linea per i Vigili del Fuoco in caso di emergenze, ma soprattutto consentirà il passaggio dei convogli ferroviari dal binario pari al binario dispari, al fine di garantire un cadenzamento dei treni a 4 minuti, nella tratta Fori Imperiali-Alessandrino.

La stratigrafia dell'area è caratterizzata dalla presenza di un potente banco di riporti antropici di spessore circa 20 m che sovrasta le argille pleistoceniche (AR). Al di sotto delle argille, i sondaggi geognostici hanno evidenziato la presenza di un banco di sabbie ghiaiose (SG) avente uno spessore

fino a 10 m, adagiate sulle argille plioceniche (APL) che costituiscono il substrato tipico della città di Roma.

Oltre che per le grandi dimensioni e per la notevole profondità dell'opera, il progetto risulta particolarmente complesso a causa della presenza di un elevato battente idraulico: la falda nell'area è stata misurata storicamente a circa 12÷14 m dal piano campagna, ovvero a 45 m al di sopra del fondo scavo.

La struttura

Il manufatto interrato è composto da otto piani orizzontali, compresi il solaio di copertura e il solaio di fondazione. La rilevante profondità di scavo ha imposto la realizzazione di due ordini di strutture di contenimento dello scavo:

- il primo ordine è costituito da diaframmi di spessore 80 cm della lunghezza di 20 m disposti lungo una circonferenza di diametro interno pari a 32,40 m;
- il secondo ordine è costituito da diaframmi di spessore 120 cm della lunghezza di 56 m disposti lungo una circonferenza di diametro interno pari a 28 m, raggiungendo una profondità di scavo dei diaframmi di circa 72,50 m da piano campagna.

Dato il contesto idrogeologico in cui si inserisce il pozzo, la stabilità del fondo scavo è garantita dalla presenza dello strato delle argille plioceniche, all'interno del quale si intestano per oltre 35 m le paratie perimetrali del secondo ordine. La permeabilità delle argille plioceniche è stata ampiamente indagata, in fase di progettazione, con prove di laboratorio e prove di portata in situ.

Le fasi esecutive e la logistica di cantiere

La tecnica di scavo scelta per la realizzazione del pozzo è di tipo "bottom-up". Una volta eseguiti i diaframmi del primo ordine si procede all'esecuzione dello scavo archeologico raggiungendo la profondità di circa 18 m da piano campagna, in assenza di elementi di contrasto intermedio dei diaframmi.

Terminato lo scavo archeologico vengono realizzati i diaframmi del secondo ordine, una volta calata la macchina idrofresa a fondo del pozzo. Gli scavi archeologici, anche in questo caso come in molti altri cantieri della Linea C, hanno portato ad una scoperta ritenuta dalla Soprintendenza archeologica tra le più interessanti degli ultimi anni.

Sono stati rinvenuti vari reperti: da un tratto di acquedotto romano, riconducibile all'Acqua Appia o all'Anio Vetus, a una viabilità antica, che dal Colosseo portava alla Navicella, a una tomba dell'Età del Ferro del X secolo a.C..

Lo scavo prosegue con la realizzazione in discesa dei cordoli anulari cerchianti di spessore 1,50 m, in corrispondenza dei vari orizzontamenti, e delle controfodere per ogni interpiano.

Le strutture portanti, che costituiscono i piani orizzontali, sono invece eseguite in risalita, una volta realizzato il solaio con estradosso a quota -5 m s.l.m.. Successivamente si predispose il pozzo per il passaggio a pieno di entrambe le TBM realizzando il solaio a quota -5 m s.l.m., posto al di sopra delle vie di corsa dei treni, con un ricoprimento di circa 5 m rispetto alla calotta delle macchine di scavo.

I diaframmi interessati dal passaggio delle TBM sono armati con barre e staffe in vetroresina al fine di agevolarne la fresatura da parte delle suddette macchine. Questa modalità esecutiva permette di svincolare la realizzazione delle strutture interne del pozzo rispetto al passaggio delle due TBM.

Infatti, una volta completato il solaio a quota -5 m s.l.m., in attesa dell'ultimazione dello scavo del pozzo, quest'ultimo vincolato al completamento dello scavo meccanizzato delle gallerie di linea, si possono realizzare gli orizzontamenti intermedi lasciando un'adeguata asola operativa centrale.

Raggiunto il fondo scavo e completato il solaio di fondazione si procede con la realizzazione di due rami di gallerie con scavo in tradizionale (per una lunghezza di circa 40 m ciascuno), necessari per consentire l'installazione, all'interno del pozzo, del parco scambi che permetterà il collegamento delle due vie di corsa dei treni.

Lo scavo delle gallerie in tradizionale è una fase piuttosto delicata della realizzazione del pozzo, in quanto il taglio dei diaframmi a livello delle vie di corsa dei treni determina la perdita dell'assial-simmetria della struttura alla quota in cui si massimizza la spinta del terreno e dell'acqua.

Al fine di mitigare le sollecitazioni flessionali indotte sui diaframmi si è progettualmente imposta la realizzazione delle fodere dell'ultimo interpiano – predisponendo adeguati risparmi nelle zone delle gallerie – prima di dare inizio allo scavo di quest'ultime.

La logistica di cantiere, unitamente all'esigenza di spostare la posizione del carroponete nelle diverse fasi realizzative del pozzo, ha imposto l'utilizzo di travi reticolari in carpenteria metallica – di 32 m di luce – a sostegno delle vie di corsa del carroponete, quest'ultimo avente una portata di 30 t.□

Le tecnologie costruttive

Entrambe le strutture di contenimento del terreno sono scavate con l'utilizzo dell'idrofresa. Tale scelta tecnologica è legata a diversi fattori:

- la necessità di realizzare giunti fresati tra i diaframmi che garantiscano un'adeguata tenuta idraulica soprattutto alla luce delle pressioni in gioco che raggiungono i 4 bar in corrispondenza del fondo scavo;
- la necessità di creare una corona circolare con pannelli compenetrati al fine di garantire un idoneo trasferimento degli sforzi di compressione in direzione circonferenziale per effetto delle pressioni radiali esercitate dal terreno e dell'acqua di falda sulle pareti esterne del manufatto;
- la necessità di limitare le deviazioni dalla verticale dei pannelli vista la rilevante profondità dei diaframmi. Tale aspetto risulta piuttosto importante nel caso in esame in quanto un'eccessiva deviazione dei pannelli rispetto alla verticale genererebbe una diminuzione dell'area di contatto tra i diaframmi con un conseguente aumento delle tensioni di trasferimento legate agli sforzi circonferenziali in corrispondenza dei giunti tra i diaframmi.

La scelta di realizzare il pozzo in “bottom-up”, unitamente alle importanti luci da coprire con gli orizzontamenti e all'impossibilità di eseguire sostegni intermedi dei solai (vista l'interferenza a livello banchina con il parco scambi), ha indotto l'uso estensivo di strutture prefabbricate, il più possibile auto-portanti in fase di montaggio e getto dei solai.

Questa scelta fornisce inequivocabili vantaggi soprattutto in termini di rapidità esecutiva. Le strutture portanti dei primi cinque orizzontamenti intermedi sono costituite per ciascun livello da:

- dieci saette inclinate in c.a. prefabbricate, disposte secondo una geometria radiale, cui è affidato il compito di trasferire i carichi dal livello in esame al nodo di intersezione tra la trave perimetrale, ubicata al livello sottostante, e le controfodere interne;
- un anello in c.a. gettato in opera su cui si intestano le saette inclinate. Tale elemento assorbe gli sforzi orizzontali radiali trasmessi dalle saette ed è pertanto sollecitato prevalentemente da un'azione di compressione circonferenziale. Il progetto ne prevede la realizzazione attraverso il varo di un carter metallico anulare, con la funzione di cassero a perdere, al cui interno è già predisposta l'armatura lenta;
- dieci travi in c.a. prefabbricate disposte secondo una geometria radiale e appoggiate rispettivamente alle saette e al cordolo perimetrale;
- porzioni di solai realizzati con l'utilizzo di predalle nervate di altezza pari a 50 cm in copertura e 30 cm per i solai intermedi, semplicemente appoggiate alle travi prefabbricate principali e, ad esse solidarizzate mediante l'esecuzione di getti in opera;
- un elemento circolare in c.a. per la chiusura del foro centrale, realizzato con predalle poggiate in corrispondenza degli anelli interni.

Alle strutture prefabbricate è affidato esclusivamente il compito di trasferire i carichi verticali alle fodere perimetrali, le qualicontribuiscono – assieme agli anelli perimetrali di elevatissima rigidità nel piano orizzontale e ai diaframmi – ad assorbire anche gli effetti derivanti dalle spinte orizzontali.

Tutte le strutture prefabbricate sono dimensionate per essere autoportanti in fase di getto e gli unici elementi provvisori sono costituiti da dieci colonne circolari, per il sostegno provvisorio delle saette inclinate prima del getto della trave anulare.

Tali elementi in carpenteria metallica sono stati progettati in modo da essere modulari e facilmente adattabili a tutti gli interpiani. Il solaio intermedio posto a quota -5 m s.l.m., posizionato immediatamente al di sopra delle vie di corsa dei treni, la banchina di servizio e il solaio di fondazione, sono realizzati con getti in opera.

Le controfodere interne presentano uno spessore variabile che aumenta con la profondità al crescere degli sforzi circonferenziali; sono infatti previste controfodere di spessore pari a 75 cm per i primi due livelli, crescenti fino a 1 m e 1,3 m per gli ultimi due livelli.

In considerazione delle importanti profondità da raggiungere, circa 60 m da superare con 30 rampanti di scale composte da 12 gradini ciascuna, si è scelto di utilizzare elementi prefabbricati per la realizzazione degli elementi strutturali del corpo scale e del corpo ascensore, impiegando bilastre per la realizzazione dei setti perimetrali e rampe già provviste di pianerottoli intermedi e gradini.

Dati tecnici

- Stazione Appaltante: Roma Metropolitana
- Contraente Generale: Metro C ScpA
- Direttore Tecnico: Ing. Fabrizio Paolo Di Paola
- General Manager: Geom. Mauro D'Angelo
- RUP: Ing. Andrea Sciotti
- Direzione dei Lavori: Ing. Enrico Molinari
- Responsabile Sicurezza: Ing. Luigi Antonio Gargiulo
- Totale investimento per la tratta T3: 753.000.000 Euro

Ringraziamenti

Metro C ScpA ringrazia VIA Ingegneria per la proficua collaborazione fornita nell'ambito della progettazione strutturale del pozzo 3.2.

<https://www.stradeeautostrade.it/ferrovie-e-metropolitane/la-realizzazione-del-pozzo-3-2-della-linea-c/6/>