

Paper n° 19**LA SCELTA DELLA TECNOLOGIA C.I.P.P. IN VIA NARNI A MILANO.**

Damiano Luigi Rossetti – Direttore Lavori MM S.p.a.

Daniele Damato – Direttore Operativo MM S.p.a.

Antonella Morante – CSE MM S.p.a.

1. INTRODUZIONE

L'intervento progettato ed eseguito da MM, situato in una zona densamente urbanizzata cittadina, si è sviluppato in adiacenza alla linea metropolitana fuori terra della stazione di Crescenzago a Milano (Linea M2), dove corre un collettore fognario di sezione ovoidale 80x120 cm a servizio della zona residenziale di via Narni.

In occasione dei lavori di sostituzione delle barriere fonoassorbenti della sede ferroviaria, poste in prossimità delle camerette di accesso al collettore fognario, MM ha provveduto al risanamento del collettore fognario per un tratto pari a 385 m (identificato dalle camerette 1 -> 12).

Il collettore oggetto di intervento in corrispondenza della tratta 3 - 6, presenta un disassamento e un contestuale restringimento di sezione, passando da una forma ovoidale 80x120 a una circolare DN 350, dovuto alla realizzazione delle scale di accesso al sottopasso ferroviario situate in asse al collettore fognario.

I lavori di MM hanno avuto una durata complessiva di circa tre mesi, con avvio nella metà di giugno 2024 e termine nella metà di settembre 2024.

2. SCELTA DEL NO DIG

A causa della notevole concentrazione di sottoservizi disposti parallelamente alla linea metropolitana e alla presenza contestuale dei lavori di ATM relativi alla realizzazione di barriere fonoassorbenti, MM ha dovuto operare riducendo al minimo le interferenze spaziali e temporali, scegliendo una tecnologia che le permettesse di operare in aree limitate e puntuali lungo la tratta fognaria.

Progettualmente le aree di intervento si sono focalizzate unicamente all'intorno dei chiusini esistenti, posizionati in asse alle barriere fonoassorbenti.

Gli stessi chiusini, una volta sostituiti, hanno permesso di accedere alla condotta fognaria e solo attraverso di essi si è potuto procedere con il risanamento.

Dunque, per l'impossibilità di realizzare scavi e per la necessità di parzializzare il cantiere, al fine di poter operare contestualmente al cantiere ATM, la scelta progettuale è stata quella di un intervento di risanamento NO DIG mediante tecnologia CIPP (Cured in Place Pipe).

L'intervento è stato suddiviso in quattro tratte, corrispondenti ai futuri inserimenti del liner, così da permettere ad MM e ATM di operare contemporaneamente senza interferire spazialmente.

Inoltre, la scelta della tecnologia CIPP ha permesso, in ogni tratta, di concentrare temporalmente le lavorazioni in due momenti distinti:

- 1° fase: allestimento area di cantiere, sostituzione dei chiusini, pulizia del tratto di collettore ed ispezione televisiva preliminare propedeutica all'ordine del liner, e contestuali sistemazioni puntuali delle difformità riscontrate nella condotta (sigillatura sghebbi e sutura scavamenti laterali laddove presenti);
- 2° fase: allestimento area di cantiere, risanamento della condotta mediante tecnologia CIPP UV o vapore, risanamento delle pareti interne delle camerette d'ispezione con applicazione di malta cementizia fibrorinforzata;

Così facendo, nel periodo temporale tra una fase e l'altra, corrispondente al tempo necessario all'approvvigionamento del liner, le aree della tratta interessata venivano sgomberate e riconsegnate ad ATM.

Per quanto sopra rappresentato, la scelta progettuale ha dunque permesso di parzializzare il cantiere in quattro tratte, ciascuna delle quali suddivisa temporalmente in due momenti, per un totale di otto fasi distinte.

Solo successivamente alla sostituzione dei chiusini e all'esecuzione della videoispezione della condotta si è potuto valutare, in funzione anche dell'accessibilità delle aree, la tecnologia C.I.P.P. da prevedere e definire le camerette di inserimento del liner e le relative tratte di lancio.

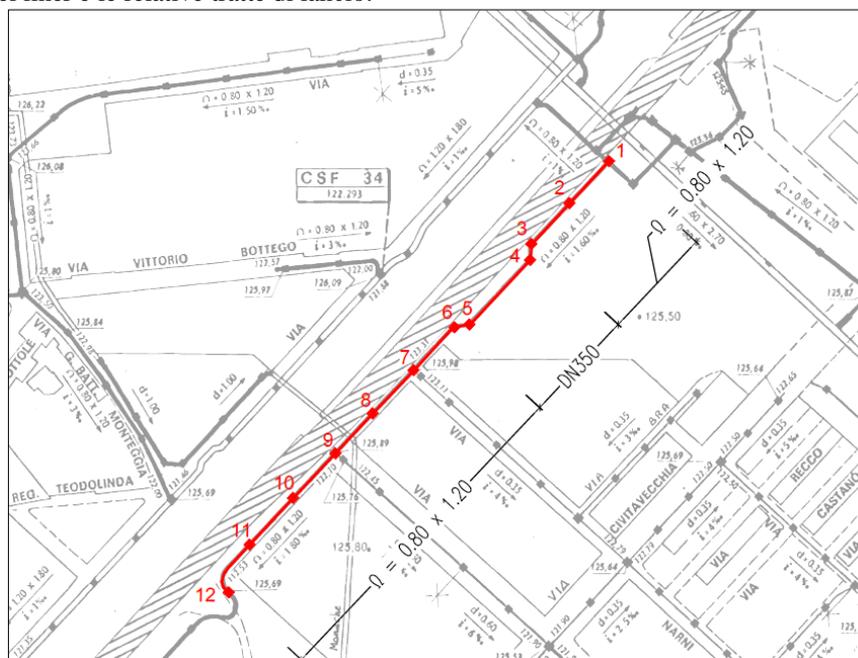


Figura 1. Planimetria dell'intervento

Infine, la scelta del NO DIG, rispetto ad intervento tradizionale di sostituzione della condotta mediante scavo a cielo aperto, qualora le condizioni del contesto l'avrebbero consentito, ha permesso una notevole contrazione dei tempi ed il completamento dei lavori entro metà settembre 2024, data imposta dal gestore ATM, per la riattivazione della linea di trazione elettrica al di sopra del tratto fognario.

3. TECNOLOGIA UTILIZZATA

In fase realizzativa si è ricorso a due differenti tecnologie di risanamento C.I.P.P in funzione delle diverse caratteristiche geometriche della condotta rilevate preliminarmente mediante video-ispezione, dalla quale si è potuto verificare lo stato dell'arte.

La condotta presentava alcuni scavernamenti in corrispondenza dei piedritti e una lesione in volta puntuale.

Per i tratti curvilinei e con lievi riduzioni di diametro, si è scelto di procedere con l'installazione ad inversione di un liner in fibra sintetica impregnato con resina epossidica e catalisi con vapore (thermal curing).

L'impregnazione del liner è avvenuta mediante un impianto di dosaggio-miscelazione automatizzato con impregnazione sottovuoto ed utilizzo di rulli di taratura a pressione ridotta, mentre l'installazione è avvenuta tramite inversione della calza con tamburo a pressione ed indurimento a vapore.

Diversamente per i tratti rettilinei, si è scelto di procedere con l'installazione di un liner rinforzato con fibra di vetro impregnato con resina poliestere trainato all'interno della condotta mediante argano meccanico e polimerizzato con raggi UV, attraverso un treno luci 8 x 1000 W double-Core per profilo ovale ad una velocità di 35/40 cm al minuto (UV-lining).

La fase di polimerizzazione è stata preceduta dall'installazione dei packer nelle due estremità della tratta oggetto di risanamento, dei safety cap localizzati nei tratti privi di contenimento, quali camerette intermedie ed in prossimità dei packer, e dalle operazioni di gonfiaggio della calza a 300 mbar con inserimento treno luci.

Lo spessore del liner installato è stato dimensionato mediante un calcolo statico ai sensi delle norme UNI 11681, DWA-M 143-3 ed ASTM F1216, adottando la metodologia di calcolo che determina lo spessore maggiore, al fine di garantire un liner completamente strutturale in CLASSE A in grado di resistere ai carichi imposti indipendentemente dal condotto ospite, ottenendo un composito finale in grado di assicurare una perfetta impermeabilizzazione della condotta e di resistente agli agenti chimici.

Tabella 1. Caratteristiche geometriche delle tratte di installazione

Tratta	L (m)	Forma	Dimensioni (mm)	Materiale	Tecnologia C.I.P.P.	Spessore liner (mm)
1 -> 3	75	ovoidale	800x1200	cls gettato in opera	VAPORE	16
3 -> 6	80	circolare	350	gres	VAPORE	8
6 -> 11	185	ovoidale	800x1200	cls gettato in opera	UV	8
11 -> 12	45	ovoidale	800x1200	cls gettato in opera	VAPORE	16

Al termine della fase di inserimento e polimerizzazione della guaina, per garantire la perfetta tenuta idraulica degli allacciamenti presenti all'interno della condotta risanata, si è proceduto alla riapertura degli stessi ed all'applicazione di malte modificate utili a garantire la perfetta tenuta idraulica dell'innesto; per la tratta DN 350 è stato utilizzato un robot dotato di una testa progettata per l'utilizzo di frese, spatole assiali e longitudinali.

Per verificare il risultato finale, la Direzione Lavori, oltre alla verifica puntuale delle video-ispezioni finali, ha previsto delle prove di tenuta secondo la norma UNI-EN 1610 e l'esecuzione di prove di laboratorio nel rispetto di quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 11296-4 su un campione di liner prelevato in sito per ogni tratta di inserimento.

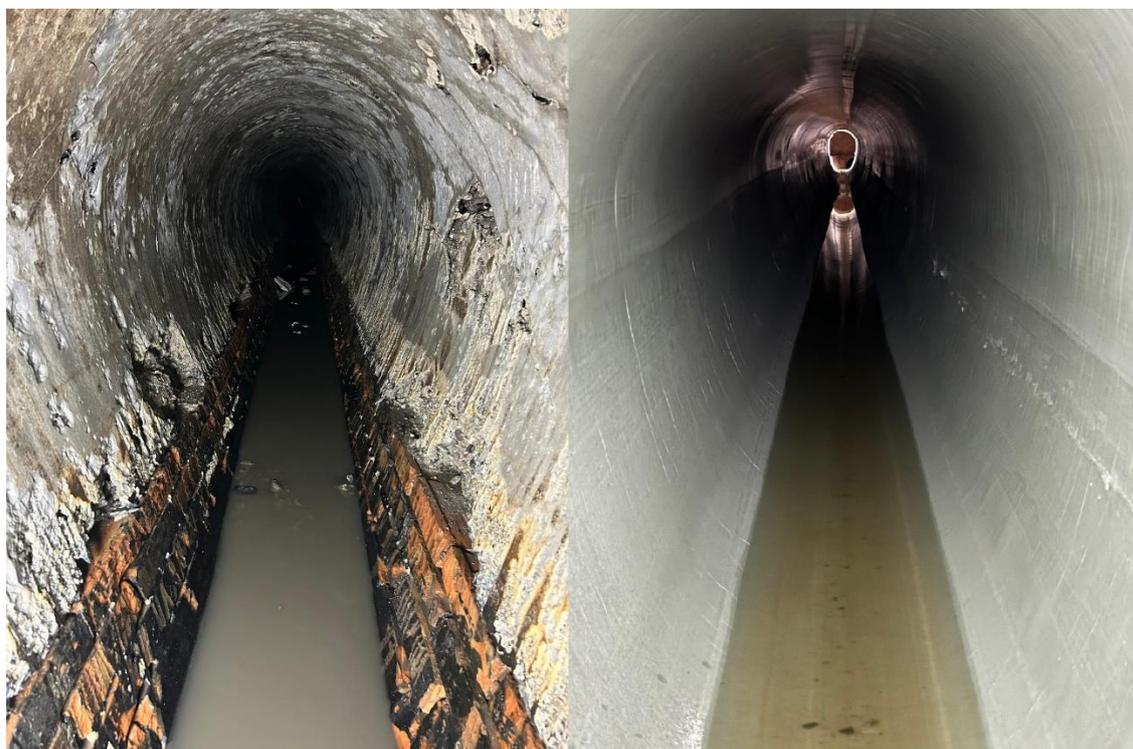


Figura 2. Condotta fognaria sezione ovoidale 80x120: pre e post risanamento CIPP UV

Il risultato ottenuto è stato ottimale per entrambe le tecnologie utilizzate permettendo di diversificare il loro utilizzo in base alle proprie caratteristiche che hanno determinato la scelta:

- Liner con fibra di vetro e polimerizzazione ad UV: si è potuto effettuare un'installazione unica di 185 m (tratta 6 – 11) così da ridurre le tempistiche e le occupazioni del cantiere ed utilizzare un materiale prodotto in fabbrica (in condizioni controllate); l'installazione non si è potuta estendere a causa della presenza di un tratto curvilineo e un tratto di sezione diversa;
- Liner con resina epossidica e catalisi a vapore: si è potuto concentrare il cantiere su una sola estremità, senza necessità di dover trainare il liner durante l'inserimento e risanare un tratto curvilineo con presenza di un lieve abbassamento della condotta, ma con lo svantaggio di dover parzializzare l'installazione su tratti più brevi.



Figura 3. Condotta fognaria curvilinea con lieve abbassamento post risanamento CIPP Vapore (tratta 11 – 12)

4. ATTIVITA' DI COORDINAMENTO

La gestione delle fasi di lavorazione, nelle immediate vicinanze del cantiere ATM (sostituzione delle recinzioni con barriere fonoassorbenti) e della linea metropolitana M2 attiva, ha comportato importanti azioni di coordinamento e intercoordinamento della sicurezza in fase esecutiva.

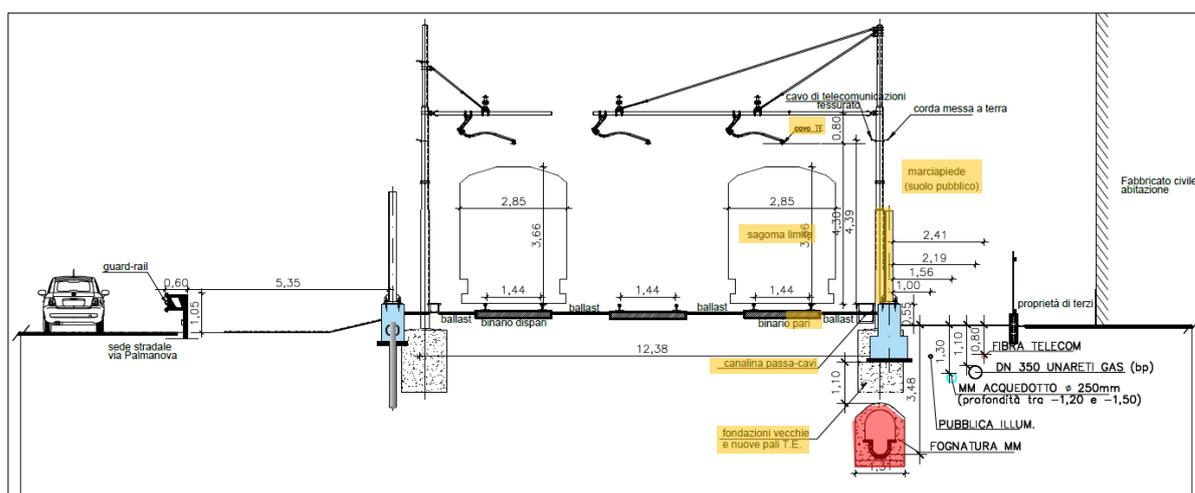


Figura 4. Sezione trasversale – Tratto intermedio dell'intervento con evidenziate le maggiori criticità

Come si evince dalla sezione sopra allegata e dai primi sopralluoghi eseguiti, sono evidenti le interferenze spaziali con reti gas, elettriche e dati in cui si è operato, oltre al contesto di lavoro, rappresentato da un quartiere delimitato da un marciapiede adibito ad uso ciclopedonale parallelo al sedime metropolitano da cui si accede da vie a fondo cieco.

Il tratto più critico del condotto fognario interessato dai lavori di risanamento e rinforzo strutturale risulta essere in proiezione della nuova barriera fonoassorbente prevista dall'intervento di ATM tra la via Narni e la fermata della M2 di Crescenzero.

Le attività preliminari al relining prevedono l'esecuzione di un'attività manuale, con l'ingresso del personale all'interno del condotto, per la pulizia, lo spurgo e la scarifica di eventuali sporgenze, che potrebbero essere di ostacolo alla completa aderenza della calza in fase di posa.

I rischi individuati, oltre quelli intrinseci per chi opera in un ambiente confinato e sospetto di inquinamento come quello del condotto fognario, risultano essere molteplici e derivati esclusivamente dalla presenza del tratto Metropolitana 2. In particolare, si segnalano le vibrazioni ai rumori indotti dal transito superficiale dei vagoni, la presenza dell'amianto nel ballast, la mancata ventilazione naturale per la sovrapposizione della canalina passacavi sopra i chiusini, l'investimento con il convoglio, l'elettrocuzione con il contatto con la trazione elettrica, i carichi dinamici rappresentati dal treno in movimento e l'effetto vela con la sagoma dei vagoni.

Pertanto, si sono condivise con l'ente gestore ATM le condizioni minime al fine di eliminare i rischi interferenziali ed eseguire l'attività in sicurezza tramite le seguenti proposte e soluzioni:

- Trasferimento del transito ferroviario al binario centrale a quello pari adiacente la recinzione per ridurre le vibrazioni, il rumore ed i carichi gravanti sulla condotta;
- Spostamento della recinzione ATM e del cavidotto passacavi parallelo, finalizzato alla messa in sicurezza delle aree di lavoro per le attività di relining ed a consentire la totale accessibilità ai chiusini;
- Sezionamento delle reti elettriche interferenti (TE), nel tratto più prossimo alle aree di lavoro, limitando il rischio di elettrocuzione;
- Riduzione della velocità dei treni in arrivo ed in partenza ed installazione di barriere fisiche di dimensioni limitate al fine di evitarne l'effetto vela;
- Rispetto delle distanze minime di sicurezza dalla sagoma limite previste dalla normativa vigente contro il rischio di investimento;
- Rimozione od allontanamento del materiale contenente amianto (ballast) dai chiusini della condotta;
- Assistenza con Operatori Protezione Cantiere durante le attività prossime alla stazione per il rientro al binario pari attiguo la recinzione da effettuarsi in orario notturno (1:30/4:30), in regime di disalimentazione e nel rispetto delle procedure ATM (fonogramma di agibilità del binario in seguito a disalimentazione della linea aerea di trazione).

5. CONCLUSIONI

La scelta di MM è risultata vincente, in quanto riducendo le aree di cantiere a pochi punti singolari, ha permesso di risanare il collettore fognario contemporaneamente all'intervento di ATM di sostituzione delle barriere fonoassorbenti della sede ferroviaria, sfruttando le giornate di parzializzazione del servizio M2 con interruzione del binario adiacente, completando le opere anticipatamente rispetto alla data ultima prevista di alimentazione della sovrastante linea di trazione elettrica interferente con l'asse fognario esistente.

L'orientamento di MM verso un intervento no DIG ha permesso di ridurre drasticamente l'impatto socio-ambientale, limitando polveri, vibrazioni, rifiuti, acqua ed emissione di CO₂, senza sottovalutare i rischi per la sicurezza dei lavori che avrebbero impattato ulteriormente in caso di intervento con scavo tradizionale, in ragione della presenza di sottoservizi quali metanodotti ed elettrodotti.