

# L'importanza del controllo in corso d'opera e dei test finali a cura della Direzione Lavori

**Stefano Mambretti**  
Politecnico di Milano

**Marco Cottino, Fernando Nuñez, Ivan Ronzoni**  
J+S Spa

Lo stato di ammaloramento delle condotte dei servizi idrici in Italia, sia a superficie libera sia in pressione, è tematica nota e comporta inefficienze di duplice natura: se per le reti di acquedotto la principale criticità è riscontrabile nella perdita di risorsa, i sistemi di collettamento fognari sono soggetti a problematiche strutturali e di tenuta, derivando da complicazioni ambientali ed energetiche (si pensi alle acque parassite). La sostituzione delle tubazioni mediante sistemi tradizionali di posa a cielo aperto è spesso molto complessa, specie in contesti fortemente urbanizzati; le tecnologie no-dig, al contrario, permettono di limitare sensibilmente i movimenti terra. La loro convenienza è immediata se si considerano gli impatti sulla viabilità e sul tessuto sociale, peraltro i costi attualizzati in progressiva decrescita prefigurano una tendenza di adozione via via maggiore nel tempo. Questo articolo tratta le tecnologie CIPP applicate al risanamento di condotte fognarie e - sulla base dell'esperienza maturata nelle fasi cantieristiche - intende fornire un inquadramento sulle attività di controllo in corso d'opera e sui test finali da eseguire a cura della Direzione Lavori (DL), mettendo in luce le principali criticità e i parametri che vanno monitorati per garantire la corretta esecuzione dei lavori.

## Quadro normativo

Acronimo di *Cured-In-Place-Pipe*, la tecnica CIPP si pone nel contesto di riabilitazione delle tubazioni secondo quanto previsto dalle norme UNI EN 15885 e UNI EN ISO 11295, venendo designata come tecnologia *renovation* e classificata dal D.P.R. 207/2010 nella categoria OS35: interventi a basso impatto ambientale.

Il quadro normativo assoggettante un intervento CIPP è piuttosto articolato e riguarda tutte le sue fasi: dalla progettazione ai controlli in fase esecutiva. A quest'ultimo stadio si riferisce l'articolo, tralasciando l'elenco completo delle

linee guida da adottare, le quali non presentano natura cogente salvo il rispettivo inserimento nel Capitolato Speciale d'Appalto. È al contempo consuetudine riferirsi a più normative internazionali come l'americana ASTM F1216-21 e la tedesca DWA-A 143-2, unitamente alle italiane UNI 11681, UNI EN 1610, UNI EN 11295-1 e UNI EN 1401.

## Prima della cantierizzazione

In merito allo Stato dei Luoghi, la configurazione della tubazione esistente costituisce particolare rilevanza. La condizione di *parzialmente* ovvero *completamente deteriorata* secondo ASTM F1216-21 e UNI 11681 o diversamente la categorizzazione secondo DWA-A 143-2 in *stato I, II, III* per ordine di progressivo ammaloramento è onere del progettista, tuttavia, è necessario che anche il DL verifichi specifici parametri della condotta a partire dai dati geometrici. In particolare, il grado di ovalizzazione  $\omega_{GR,V}$  è fondamentale per il corretto inquadramento della tubazione che potrebbe essere assoggettata ad un regime di manutenzione ordinaria o straordinaria proprio in base a tale indice, con una differente trattazione progettuale e gestionale. Che si proceda tramite misurazione laser o analisi grafiche, è necessario che  $\omega_{GR,V}$  sia confacente all'elaborato di calcolo statico, pena il discostamento tra progetto e posa. A fronte di quanto esposto, si comprende come debba passare il minor quantitativo di tempo possibile fra indagini e lavori.

L'Accettazione Materiali riserva alcune peculiarità relativamente al liner stesso: questi deve essere conforme alle prescrizioni progettuali e a quanto riportato nella scheda tecnica del prodotto. Oltre a verificare che i parametri tecnico-meccanici siano confacenti al dimensionamento, il DL deve prestare particolare attenzione al modulo di elasticità flessionale a lungo termine  $E_{L,LT}$  ed alla tensione ultima flessionale a lungo termine  $\sigma_{bZ,LT}$ , entrambi indispensabili ai fini statici. Qualora i valori siano almeno pari a quelli esposti in progetto, e constatata la presenza dei certificati del materiale, esso può riscontrare accettazione, sempre prestando cautela a particolari condizioni di posa.

Le rimanenti verifiche antecedenti i lavori non si

discostano dalle casistiche operative usuali, anche per le verifiche contrattuali; di converso il DL deve accertarsi che il produttore del liner e le ditte esecutrici possiedano la certificazione di Qualità Aziendale ISO 9001, l'accreditamento di Qualità Ambientale ISO 14001 e quanto eventualmente previsto nell'appalto.

### Fase di posa

Gli elementi tecnici e organizzativi connessi a un cantiere con tecnologia CIPP che la DL deve attenzionare sono innumerevoli, alcuni dei quali basilari per la buona riuscita dell'intervento. Oltre a verificare la corretta dislocazione e dimensionamento dei bypass, è necessario predisporre attentamente la tubazione prima dell'inserimento del liner; onde evitare infatti che la successiva posa manifesti criticità significative, eventuali vuoti e/o allacci sporgenti devono essere rispettivamente colmati e fresati, testimoniando lo stato di fatto per mezzo di video-ispezioni.

Eseguite secondo la norma UNI EN 13508-2, queste non solo devono recare una qualità di ripresa idonea, ma anche un correlato report e un apposito file attestante l'operazione. Stante l'importanza del controllo, è immediato come il materiale ripreso debba corredare le indagini propedeutiche, la fase di pre-inserimento e lo stato finale di posa.

Con l'arrivo del liner in cantiere è fondamentale la presenza del relativo documento di accompagnamento, il quale deve riportare le caratteristiche geometrico-meccaniche

del prodotto. Verificato che il materiale sia conforme secondo la norma a quanto prescritto nel progetto, esso può vedersi dichiarato idoneo dal DL che, dunque, ne deve autorizzare formalmente l'inserimento.

L'applicazione del liner e la fase di catalisi costituiscono l'aspetto più critico dell'intera operazione, differenziandosi peraltro in base al tipo di tecnologia impiegata; proprio in dipendenza da quest'ultima il DL deve sempre esaminare accuratamente il protocollo di installazione.

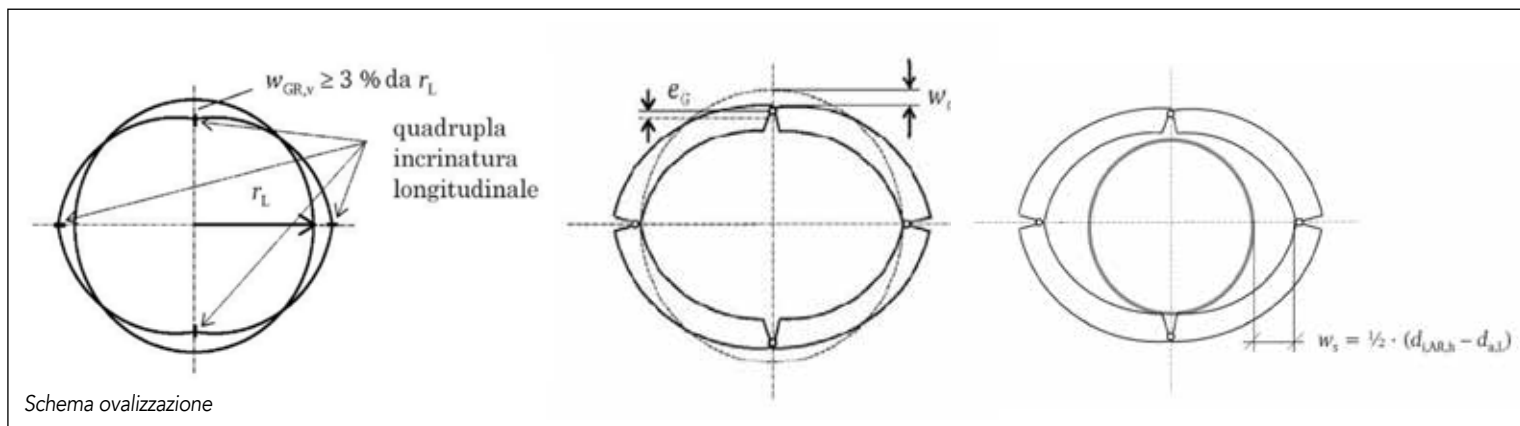
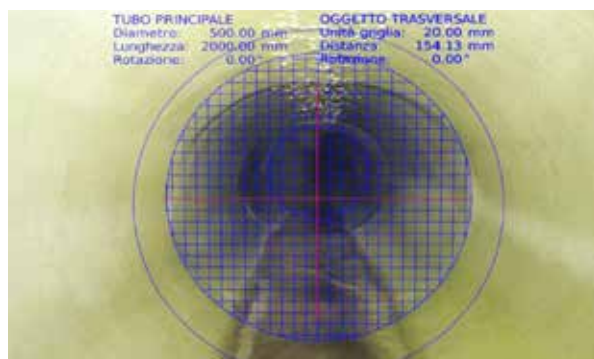
### Dopo la posa

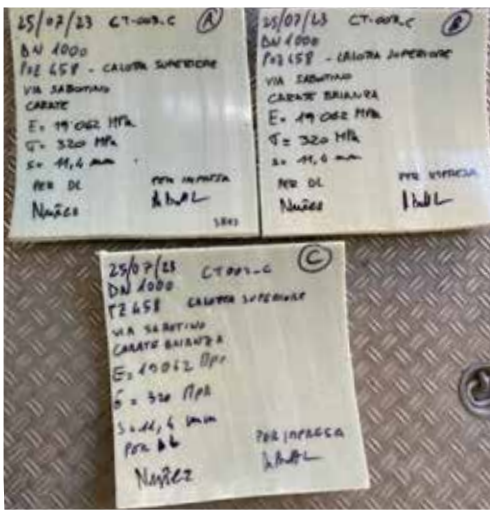
In seguito ai lavori di posa sono previsti campionamenti del liner in conformità alla norma UNI EN ISO 11296-4, così da verificarne le effettive prestazioni a seguito della catalisi. Di natura alquanto delicata, il prelievo dovrebbe realizzarsi tramite una o più estrazioni dalla superficie interna a contatto con il tubo ospitante ovvero, nel tentativo di preservare la continuità del risanamento, da porzioni di liner ad ogni modo da rimuovere. I campioni acquisiti sono quindi testati al fine di indagare i principali parametri: modulo elastico e tensione flessionale ultima a breve termine, impermeabilità e spessore. L'importanza di quest'ultimo nel prodotto finale è evidente e analogamente la tenuta idraulica del liner, d'altra parte verificata anche per mezzo di collaudi più classici sull'intero sistema risanato; per esperienza, tuttavia, le caratteristiche meccaniche costituiscono l'elemento più delicato della supervisione. Essendo tali parametri fondamentali ne è richiesto un riscontro positivo, congiuntamente alla convalida dei test esposti fra cui la prova di flessione a tre punti; una volta ottenuti i certificati dai laboratori accreditati attestanti l'esito positivo di ogni test, il DL può attestare la conformità realizzativa del manufatto.

### Altre verifiche

A prescindere da queste verifiche sempre necessarie, in caso di eventuali problematiche può essere indispensabile considerare altri dati che devono essere raccolti durante la

Calcolo ovalizzazione





Prelievo di campioni - cantiere BrianzAcque srl



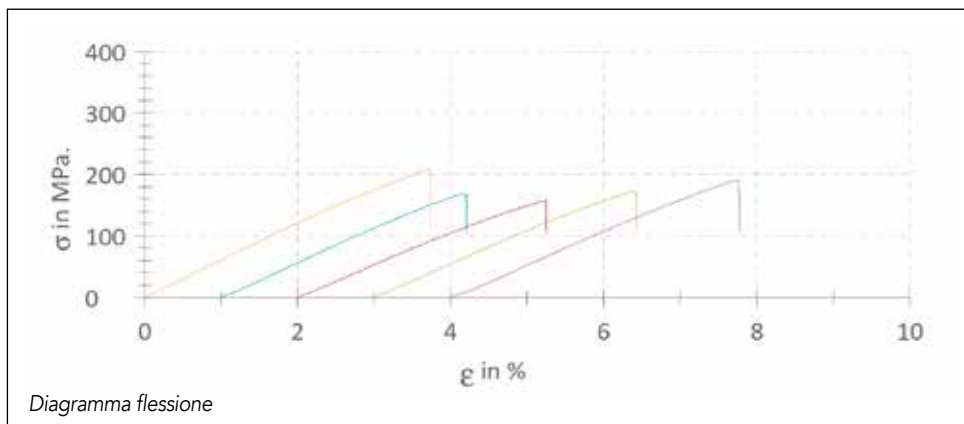
Test impermeabilità

fase di polimerizzazione, oppure disporre prove di maggiore approfondimento.

Ad esempio, durante la termocatalisi (tecnologie ad acqua o ad aria) devono essere registrate le curve di riscaldamento e di raffreddamento, onde poi condividerle con la DL. Il comportamento a breve e lungo termine del prodotto finale dipende da questo processo, che, se non è correttamente portato a termine per tutta la lunghezza del condotto, può produrre problemi statici; un raffreddamento troppo repentino può difatti portare a rotture anche immediate. La quantità di resina utilizzata deve collimare con quanto previsto dal produttore, nonché essere uniformemente applicata sull'intera superficie. Un impiego in misura inferiore - che può non infrequentemente riscontrarsi nel caso di

impregnazione in cantiere - produce un manufatto recante minori prestazioni statiche rispetto alle prescrizioni progettuali, pertanto, è necessario che il DL confronti le quantità previste ed effettivamente utilizzate.

Una distribuzione scadente delle resine può inoltre provocare la presenza di *microfori*, la cui presenza è investigabile da opportuni laboratori certificati eseguanti analisi microscopiche in tal senso. Qualora si tema che una partita del materiale sia inappropriata, è possibile condurre ulteriori prove di tenuta secondo UNI EN 805 in laboratorio e, allo stesso modo, disporre prove di scoppio; sulla base della corrispettiva pressione sono infatti determinabili le caratteristiche delle classi di carico dei condotti, applicando un opportuno coefficiente di riduzione.



Prova rottura