

PROGETTARE IL RELINING DELLE FOGNATURE

*Annotazioni tecniche a supporto della
progettazione di interventi di risanamento
idraulico e strutturale di condotte fognarie con
tecnologie di Cured In Place Pipe*



una condotta fognaria che mostra tutti i segni del tempo e dall'esercizio prima e dopo l'applicazione di una guaina CIPP

PREMESSA

Una delle problematiche ambientali al giorno d'oggi più pressanti risulta essere il controllo e la riduzione delle dispersioni inquinanti provenienti dalle reti fognarie civili ed industriali.

Trattandosi però di una problematica diffusa ma "sotterranea", gli investimenti in tale settore sono di gran lunga inferiori al necessario o posticipati nel tempo, per cui la problematica può considerarsi oramai endemica e gli interventi vengono generalmente effettuati solo a seguito di emergenze improvvise.

E' anche da annotare che intervenire con manutenzioni puntuali o estensive sulle condotte fognarie è tutt'altro che facile. Sia in ambito urbano che industriale le fognature sono generalmente collocate a centro delle strade e in posizione più profonda degli altri servizi, che per l'appunto le sovrastano complicando l'operazione di mettere a giorno il corpo tubolare.

Una soluzione a tali problematiche può però essere costituita dal ricorso alle tecnologie No-Dig, ovvero con limitato ricorso a scavi.

Nel caso del risanamento puntuale o estensivo delle condotte fognarie, la tecnica più collaudata ed utilizzata è quella denominata Cured In Place Pipe (d'ora innanzi CIPP), ovvero applicazione dalla superficie di guaine plastiche impregnate di resine termoindurenti.

Alle tecnologie appartenenti a tale gruppo di sistemi, essenzialmente impiegati per i risanamenti delle condotte fognarie o delle condotte a gravità o a bassa pressione in genere, fanno capo in termini di valore economico oltre il 50% delle realizzazioni no-dig italiane.

E siccome tali tecniche si applicano nei campi più disparati, dal risanamento idraulico e/o strutturale di fognature delle più diverse dimensioni e forme al risanamento degli impianti di condominio (discendenti fognari o pluviali), da quello di canalizzazioni di irrigazione a quello di vasche di accumulo, dalle condotte industriali per i fluidi più disparati alle briglie per raccolta di acque destinate alla produzione di energia idroelettrica e via di seguito, ci sembrava importante affrontare l'argomento della progettazione degli interventi e della scelta dei materiali specifici con la dovuta dose di approfondimento.

Argomento questo, tra l'altro, mai affrontato prima in Italia in maniera organica e completa.

Non essendo poi materia questa rintracciabile in testi specializzati, per provare ad affrontare in maniera sintetica ma sufficientemente approfondita almeno alcuni aspetti di tali problematiche, ci siamo quindi posti alcuni quesiti, ai quali abbiamo cercato di rispondere ricorrendo al supporto dei alcuni esperti internazionali del settore.

I quesiti principali che ci siamo posti sono stati i seguenti:

- *Quali sono le operazioni preliminari e conseguenti ad un intervento CIPP?*
- *Quali sono i parametri qualitativi di riferimento e come si controlla la qualità delle materie prime (guaine e resine da impregnazione) che andranno a costituire il prodotto tubolare?*
- *Quali sono le procedure di installazione dei prodotti tubolari per CIPP che garantiscono una adeguata resa qualitativa dell'opera finita?*
- *Quali sono i controlli di qualità sul tubolare messo in opera e quali le garanzie sulla futura sua funzione in esercizio, con particolare riferimento alla vita attesa in esercizio?*

Ci siamo infine posti il problema che molti progettisti si trovano a dover affrontare, cioè quello di impostare una voce di capitolato che comprenda i controlli minimi di qualità sulla realizzazione CIPP nelle sue tra fasi distinte appena citate e quello di dimensionare economicamente le varie fasi dei lavori.

Per rispondere a tale essenziale esigenza progettuale, abbiamo cercato di riportare un testo che risulti compatibile con i prodotti che sono a disposizione nel nostro paese ma che delinei un profilo qualitativo dell'opera ed una certificazione di accompagnamento il più possibile consoni ai requisiti minimi attesi dalla committente e ai parametri tecnici internazionali ai quali ogni progettista dovrebbe fare riferimento.

Per delineare invece criteri per la determinazione dei costi delle tecnologie CIPP, si è proceduto a definire una serie di griglie di analisi dei prezzi derivanti da uno schema di calcolo matematico dei corrispettivi di fornitura e messa in opera per un certo numero di classi di lavori.

Le annotazioni contenute nel presente testo, anche se non esaustive in assoluto, vogliono quindi rappresentare una sorta di manuale illustrato redatto ad uso e consumo del progettista idraulico o ambientale che si trovi nella condizione di valutare l'opportunità tecnico economica di applicare una tecnologia di risanamento condotte alternativa allo scavo a cielo aperto.

Procediamo quindi chiarendo innanzitutto cosa si intende per CIPP.

TECNOLOGIE DI CURED IN PLACE PIPE



fronte di avanzamento di una guaina CIPP in fase di inversione

Il gruppo di sistemi di risanamento raccolti sotto la denominazione di Cured in Place Pipe si basano sulla predisposizione di una guaina plastica o tessile o composta plastica - tessile di dimensioni e lunghezza idonea al rivestimento interno del tratto di condotta da rinnovare.

Dall'interno della guaina, in contatto con la parte tessile o in feltro, viene versato e ripartito uniformemente un determinato quantitativo di resina allo scopo di impregnare totalmente e capillarmente la superficie che, a inserzione avvenuta, andrà a contatto con la parte interna della condotta da rinnovare.



tubolare in feltro in parte impregnato ed in parte tal quale e guaina impregnata in fase di estroflessione ad aria (ambient curing)

Ad impregnazione avvenuta, il liner fino ad un diametro di 300 mm composto da guaina + resine, viene usualmente avvolto all'interno di una camera di estroflessione.

Il terminale della guaina posta all'interno dell'estroflessore viene sigillato, mentre l'altro terminale viene rivoltato e sigillato per cerchiaggio al raccordo di uscita dell'estroflessore.

La messa in pressione con aria dall'interno dell'estroflessore provoca il rivoltamento e il conseguente avanzamento della guaina all'interno della condotta da rinnovare.

Il mantenimento in pressione del sistema estroflessore + guaina determina il contatto capillare tra superficie interna della condotta da rinnovare e la superficie tessile della guaina impregnata di resina.



fasi di predisposizione delle attrezzature e di avvio di processo di inversione in ambient curing

Esistono vari tipi di resina da impregnazione, da individuare in relazione alle caratteristiche del fluido trasportato dalla condotta:

- resine poliesteri, per fluidi reflui provenienti da scarichi civili e industriali a temperature fino a 30-40 °C
- resine vinilesteri, per fluidi reflui industriali, con ampio campo di oscillazione del pH e della temperatura (fino a 60°C e oltre)
- resine epossidiche, per fluidi alimentari e di processo che necessitano del minore rilascio possibile di particelle di resina, anche a medio-lungo termine
- resine poliuretaniche speciali, che abbinano alle caratteristiche fisico-chimiche delle resine precedentemente descritte una spiccata coesività alle pareti interne in poliolefine a bassa scabrezza quali il PEAD o che richiedano bassi valori di ritiro termico in fase di raffreddamento post termoindurimento

Per liner di diametro superiore a 400 mm fino a 2000 mm ed oltre, l'estroflessione avviene mediante il fissaggio del terminale della guaina impregnata ad un anello di inversione posto alla sommità di una incastellatura posta perpendicolarmente al punto di inserzione.

La guaina impregnata viene poi rivoltata attraverso l'anello di inversione con la parte in feltro verso l'esterno e la parte in PE, PU o PP verso l'interno.

L'immissione di acqua all'interno del sacco che si viene a formare provoca, per gravità, la discesa della guaina verso l'imboccatura del tratto da rinnovare e il suo successivo avanzamento per reversione in senso orizzontale fino al pozzetto successivo.

Per entrambi i metodi il consolidamento della resina e il definitivo incollaggio può avvenire per il solo trascorrere di un determinato tempo di reazione, in funzione del tipo di resina impiegato e delle dimensioni e del tipo di guaina.

Una eventuale accelerazione dei tempi di reazione e quindi di consolidamento può essere ottenuta con le seguenti azioni:

a) Aumento della temperatura all'interno della guaina ottenuta per mezzo di fluido termoconvettore (aria, acqua) o per mezzo di emettitore di raggi I.R. o U.V. in modo che venga fornita l'energia di attivazione necessaria al passaggio chimico-fisico della resina dallo stato viscoso allo stato solido

b) Attivazione di una determinata quantità di catalizzatore accelerante mescolato nella resina che determina modifiche chimico fisiche della fase viscosa della resina stessa in un tempo predeterminato (pot life)

A consolidamento terminato la guaina indurita e formata sulla superficie interna della condotta da risanare viene sezionata in corrispondenza dei pozzetti di ispezione intermedi e dei terminali.



fasi di discesa della guaina verso il pozzetto di inserzione e di richiamo della guaina sotto colonna d'acqua



particolare della rifinitura a stucco chimico di un terminale e di una riapertura dall'interno di una immissione laterale

Le eventuali immissioni laterali non convogliate in pozzetto accessibile, vengono ripristinate mediante l'impiego di una fresa robotizzata. Tale apparecchiatura viene guidata da un operatore dall'esterno e opera sotto il continuo controllo di una telecamera a circuito chiuso, riaprendo in sequenza i fori di immissione temporaneamente occlusi dalla guaina CIPP. Nel contempo, tale attrezzatura speciale, o una normale telecamera CCTV, operano il collaudo visivo finale della condotta rivestita.

Il collaudo idraulico può essere realizzato con metodologie tradizionali, ovvero più semplicemente ed in maniera altrettanto efficace contestualmente alla fase di consolidamento in pressione (d'aria o di colonna d'acqua), fissando un livello di P. d'aria o di H mm di colonna di acqua, e controllandone il mantenimento per il tempo fissato per il collaudo (usualmente coincidente con il tempo di consolidamento tipico di ogni diametro e spessore di guaina).

Descritta la tecnologia, torniamo ora ad esaminare gli aspetti qualitativi della stessa:

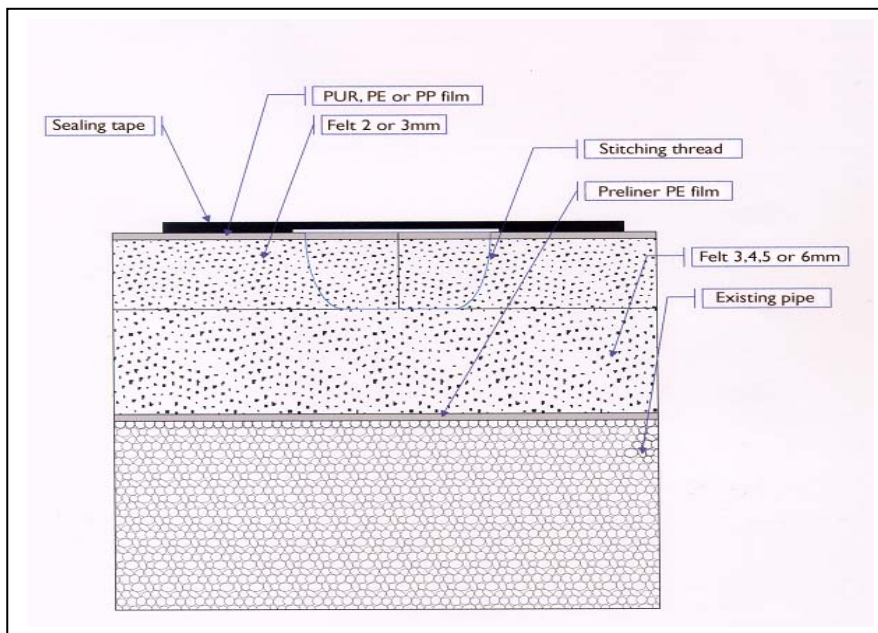
PARAMETRI QUALITATIVI DI RIFERIMENTO E CONTROLLI DI QUALITÀ DELLE MATERIE PRIME

Per affrontare tale argomento, occorre in primo luogo conoscere se esistono e quali siano le norme internazionali di riferimento nonché capire il ruolo che svolgono le diverse delle materie prime nella costituzione del prodotto tubolare finito in opera.

Le norme di riferimento sono essenzialmente le seguenti:

- ASTM F 1216-05: in tale norma americana vengono delineate le procedure di installazione e gli schemi di calcolo necessari alla determinazione degli spessori del tubolare in relazione alle caratteristiche chimico fisiche dei vari componenti e delle caratteristiche del sito di installazione. Nella Appendix 3 di tale norma vengono riportate le formule da applicare al momento della determinazione dello spessore del tubolare impregnato, anche nel caso esso sia destinato a divenire strutturale, cioè portante relativamente ai carichi statici che la condotta dovrà sopportare a prescindere dall'azione meccanica della vecchia condotta risanata.
- UNI-EN 13566-4. Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti non in pressione di fognatura e scarichi: ripristino con tubi polimerizzati in loco (CIPP)
- UNI-EN 13689. Guida per la classificazione e la progettazione dei sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino

Come si potrà notare leggendole, tali norme entrano relativamente nello specifico, delineando uno schema di riferimento dei controlli e lasciando ovviamente al progettista, in relazione alle peculiarità di ogni singola installazione, il compito di individuare i controlli di qualità essenziali da



inserire nei capitolati di fornitura e di controllo d'esecuzione dell'opera.

Trattandosi nella gran parte dei casi di installazioni che riguardano il risanamento di fognature nere di tipo civile, possiamo suggerire che in genere è sufficiente che in un progetto vengano richiamati i seguenti elementi di controllo preventivo della qualità, con i seguenti parametri riferiti al componente resina ed al supporto meccanico all'impregnazione (feltro o tessuto):

Il rivestimento polimerizzato in loco (CIPP) consiste in una guaina in feltro impregnata di resina sintetica.

Il diametro e lo spessore della parete del tubo di feltro sono espressamente prodotti per adattarsi alle condizioni della tubazione esistente.

Struttura della guaina di feltro (impregnata di resina)

- La guaina di feltro è composta da **1 a 7 strati di feltro**

- La guaina di feltro può essere prodotta in diversi spessori (normalmente multipli di 0,5 mm):
- Spessore minimo della parete* **3,0 mm**
- Spessore massimo della parete* **50,0 mm**

*: spessori finali del tubolare determinati dal DN e dalla forma della condotta da risanare e dalla natura del fluido trasportato

Se lo spessore della parete richiesto supera i 36 mm vengono usati due guaine di feltro combinate. Tutti gli strati di feltro della guaina sono uniti nel senso della lunghezza. La pellicola interna è composta da uno strato permanente.

Caratteristiche chimico fisiche dei materiali base

(con riferimento a resine DSM)

Proprietà della resina poliestere	Poliestere A	Poliestere B		Vinilestere	Vinilestere	Norme di riferimento
Nome commerciale	Synolite	Synolite		Atlac	Derakane	-
Tipo	Polyester	Polyester		Polyester	Polyester	-
Materiale	Orthophtalicacid Neopentyglycol	Isophthalic acid/ Neopentyglycol		Vinylester	Vinylester	-
Durezza	40 – 45	42 - 47		40	-	ASIMD2583
Carico di rottura	67 Mpa	70 Mpa		83 Mpa	73 Mpa	EN ISO 527-2
Modulo E a rottura	3800 Mpa	3500 Mpa		3500	3500 Mpa	EN ISO 527-2
Allungamento a rottura	2.2 %	2.3 %		4.2 %	3 – 4 %	EN ISO 527-2
Resistenza a flessione	148 Mpa	115 Mpa		153 Mpa	133 Mpa	EN ISO 178
Modulo E a flessione	3700 Mpa	3600 Mpa		3550 Mpa	3800 Mpa	EN ISO 178
Temperatura di rammollimento HDT	102 °C	102 °C		115 °C	145 °C	ISO 75-3
Assorbimento d'acqua	0,5 %	0.3%		0,16 %	-	ISO 62/25 °C
Coefficiente di dilatazione	90 x 10 ⁻⁶ /°K	90 x 10 ⁻⁶ /°K		30 x 10 ⁻⁶ /°K	53 x 10 ⁻⁶ /°K	
Allungamento a flessione - rottura	4 %					EN ISO 178

Proprietà della resina epossidica		Epoxy				Norme di riferimento
Nome commerciale		LH				-
Tipo		Epoxy				-
Materiale		Epoxy				-
Durezza		n.a.				ASIMD2583
Carico di rottura		56 Mpa				EN ISO 527-2
Modulo E a rottura		2090 Mpa				EN ISO 527-2

Allungamento a rottura	5.1 %			EN ISO 527-2
Resistenza a flessione	106 Mpa			EN ISO 178
Modulo E a flessione	2120 Mpa			EN ISO 178
Temperatura di rammollimento. HDT	92°C			ISO 75-3
Assorbimento d'acqua	< 0,1 %			ISO 62/25 °C
Coefficiente di dilatazione	$90 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{K}$			
Allungamento a flessione – rottura	n.a.			EN ISO 178

Proprietà filler	Alcan	Plastorit	Norme di riferimento
Nome commerciale	FRF	Plastorit Naintch	-
Tipo	-	0000	-
Materiale	Aluminum hydroxide $\text{Al}(\text{OH})_3$	3-component mineral product	-
Contenuto di umidità	$\leq 0.3 \%$	$\leq 0.5\%$	DIN/ISO787-2
Perdita al fuoco	$\approx 34.5 \%$	$\approx 4.5 \%$	ASTM C 146
Dimensioni	$\leq 50 \mu\text{m}$	$\leq 40 \mu\text{m}$	SS 132123

Proprietà della guaina	Materiale della fibra	Strato interno	Strato esterno
Nome commerciale	Hoechst Trevira	Estane	Valeron
Tipo	Feltro ad ago	Pellicola permanente	Preliner
Materiale	Polietilene tereftalato (PET)	Poliuretano (PU) Polietilene (PE) Polipropilene (PP)	Polietilene a stratificazione incrociata (PE)

Proprietà del prodotto

Documented Properties (Test Reports Available)

Proprietà prodotto con resina poliestere	Metodo di prova	Risultanze Poliestere A	Risultanze Poliestere B	Risultanze Vinilestere
Ring E-modulus calculated on short-term ring stiffness	EN1228:1996	4791 / 4432 MPa	4048 MPa	-
Ring E-modulus calculated on long-term ring stiffness (10,000 hours testing and 50 years value)	EN761: 1994	2787 / 2238 MPa	2259 MPa	-
Short-term flexural E-modulus (3 point flexural test)	ISO178:1993	3824 / 3534 MPa	4042 MPa	# 2252 Mpa
Short-term flexural ultimate strength (3-point flex. test)	ISO178:1993	46 / 41 MPa	40.1 MPa	# 51 Mpa
Short-term flexural ultimate strain (3-point flex. Test)	ISO178:1993	1.2 / 1.2 %	1.8 %	# 2.6 %
Short-term tensile E-modulus	EN1393:1996	4610 MPa	4621 MPa	-

Short-term tensile ultimate strength	EN1393:1996	21 MPa	23.8 Mpa		-
Short-term tensile ultimate strain	EN1393:1996	1.0 %	2.3 %		-
Long-term flexural properties (not yet documented)		-	-		-
Proprietà del prodotto con epoxy	Metodo di prova		Risultanze LH		
Ring E-modulus calculated on short-term ring stiffness	EN1228:1996		¹ 1833 Mpa		
Ring E-modulus calculated on long-term ring stiffness (10,000 hours testing and 50 years value)	EN761: 1994		-		
Short-term flexural E-modulus (3 point flexural test)	ISO178:1993		¹ 2527 Mpa		
Short-term flexural ultimate strength (3-point flex. test)	ISO178:1993		¹ 80 MPa		
Short-term flexural ultimate strain (3-point flex. test)	ISO178:1993		¹ 3,6 %		
Short-term tensile E-modulus	EN1393:1996		¹ 2233 MPa		
Short-term tensile ultimate strength	EN1393:1996		¹ 30 Mpa		
Short-term tensile ultimate strain	EN1393:1996		¹ 5.0 %		
Long-term flexural properties (not yet documented)			-		

Average of job samples

¹ Report no. HAR 076 (Field test)

* Average of job samples

² Report no. HAR 049 (Laboratory laminates)

Valori da considerare per i calcoli di progettazione

Valore caratteristico			
Proprietà	Poliestere A	Metodo di prova	Risultati delle prove (quantità)
Modulo E a breve termine, valore medio	3715 Mpa	EN 1228	20*
Modulo E a breve termine, al 5%	2591 Mpa	EN 1228	20*
Modulo E a 50 anni, valore medio	1697 Mpa	EN 761	5**
Modulo E a 50 anni, al 5%	1083 Mpa	EN 761	5**
* di cui 14 da prove accreditate			
** di cui 5 da prove accreditate			
Valore caratteristico			
Proprietà	Epossidica B LH	Metodo di prova	Risultati delle prove (quantità) (1)
Modulo E a breve termine, valore	2317 Mpa	EN 1228	20**

medio			
Modulo E a breve termine, al 5%	1914 Mpa	EN 1228	20**
Modulo E a 50 anni, valore medio	596 Mpa	EN 761	5**
Modulo E a 50 anni, al 5%	409 Mpa	EN 761	5**
** di cui 5 da prove accreditate			

(1) dati risultanti su campione di 20 prove

CONTROLLO DURANTE IL PROCESSO

Per garantire il rispetto dei valori sopra indicati, vengono effettuati regolarmente controlli dei rivestimenti polimerizzati in loco (CIPP). Gli intervalli tra le prove vengono determinati sulla base dei risultati delle prove in conformità alle regole in vigore che si applicano per i controlli durante il processo correntemente applicate per il ripristino delle tubazioni

ALTRE PROPRIETA' DEL PRODOTTO

Temperatura di rammollimento

(Temperatura ammissibile):

60°C + 40°C per 30 minuti al massimo

Metodo di prova: ASTM C 581

Proprietà abrasive

0,004 mm

Metodo di prova: DIN EN 295-3

PROPRIETA' CHIMICO-FISICHE

Densità (massima teorica)

40% riempitivo/carica inerte
determinato dalle prove.

1,4g/cm³

Metodo di prova: "Sartorius" YDK 01.

Ritiro dopo la polimerizzazione

Ritiro in volume

5%

Ritiro lineare

1,7%

Il ritiro viene determinato con un calcolo teorico.

Si sono tenuti in considerazione il riempitivo ed il feltro.

Certificazioni di qualità:

È necessario che il sistema produttivo della guaina, della resina e del sistema di messa in opera sia certificato.

In particolare si richiedono le seguenti certificazioni:

- Certificazione EN ISO 9001-2000 del prodotto e del sistema;
- Certificazione EN ISO 14001-2004 di qualità del prodotto e del sistema

Nonché le schede tecniche in originale della guaina e della resina proposta e/o richiesta, comprensiva della tabella di resistenza chimica

PROCEDURE DI MESSA IN OPERA NECESSARIE AD ASSICURARE LA RESA OPERATIVA ATTESA DEL PRODOTTO FINITO

In questo campo le norme francamente non entrano più di tanto nello specifico lasciando ampio spazio al progettista o, in sua vacanza, alla fantasia o alla pratica dell'installatore.

Sorvolando su quello che dovrebbe essere ma non è, non possiamo però francamente permetterci di saltare a piè pari l'argomento, per cui riteniamo almeno di sottolineare quegli elementi che costituiscono i presupposti essenziali della riuscita di una installazione:

- Indagini preliminari: pulizia e video/ispezione accuratamente realizzate per poter opportunamente valutare il reale stato della condotta
- Attrezzatura di posa in opera: non può essere improvvisata, deve essere funzionale alla realizzazione (sia essa ad aria o ad acqua), installata su mezzi dedicati (boiler ed estroflessori) e per $D_n > 600$ deve essere impiegato un ponteggio munito di rulliera motorizzata
- Controlli da effettuare durante la posa in opera: verificare il rispetto delle procedure di inserimento, delle fasi di riscaldamento – stasi e raffreddamento, il rilevamento dei dati di temperatura nei diversi punti sulla circonferenza della guaina, il rispetto dei tempi delle fasi, con la redazione del protocollo di polimerizzazione
- Verificare che le attrezzature in campo siano di proprietà e/o di normale utilizzo da parte dell'installatore
- Prove di efficacia dei processi di inversione e di termoindurimento del tubolare CIPP: oltre a quanto previsto e prescritto dalle norme applicabili, deve essere previsto il prelievo di campione/i dall'installazione eseguita, da sottoporre a tests in laboratorio attrezzato per verificare la corrispondenza con i valori dichiarati.



misurazione della temperatura della guaina in fase di termindurimento con termometro laser

CONTROLLI DI QUALITA' DEL PRODOTTO FINITO IN FASE DI PRODUZIONE, A TERMINE INSTALLAZIONE E DOPO LA MESSA IN ESERCIZIO



apparecchiatura per test accelerato di abrasione in fase mista

Si tratta degli elementi più critici da determinare e difficili da fornire da parte degli applicatori, ma di elementi che contribuiscono a determinare quale potrà essere la vita attesa e la resa idraulica e funzionale dell'opera, e quindi l'efficacia e l'ammortamento finanziario dell'investimento effettuato.

Purtroppo in Italia non esistono prove certificabili riconosciute, anche perché i laboratori stessi sono sprovvisti degli strumenti necessari ad eseguirle.

Può però essere interessante

capire come viene affrontato questo importante passo finale dei controlli della realizzazione CIPP all'estero e quali possano essere alcune prove facilmente effettuabili sulle realizzazioni nostrane, anche in relazione al considerevole valore tecnico ed economico che le stesse spesso assumono:

Lifetime 100 years

Il Comune di Aarhus in Danimarca, in collaborazione con la Per Aarsleff (leader europeo per la produzione e la posa in opera di guaine CIPP per fognature civili ed industriali) sta effettuando sin dal 1991 prove sistematiche di invecchiamento dei tubolari CIPP mediante un gran numero di prelievi di campioni di guaine messe in opera nelle più disparate situazioni impiantistiche e nei diversi spessori, materiali e diametri delle condotte risanate.

I risultati sono più che soddisfacenti e le estrapolazioni dei dati di invecchiamento ottenuti in intervalli di circa dieci anni di esercizio dei tubolari indagati hanno fatto sì che si possa tranquillamente certificare una vita utile degli stessi pari ad oltre 100 anni di esercizio.

Riportiamo di seguito uno stralcio comprendente i dettagli numerici propri dello studio effettuato ad Aarhus secondo una serie di parametri chimico fisici di riferimento:

-- 0 --

1.1 Identification

	<i>Impregnation No.</i>	<i>Installed</i>	<i>Excavated</i>	<i>Diameter/Wall Thickness</i>
<i>Pipe 1</i>	575/92	27 – 28 August 1992	16 – 17 November 1999	Ø200/6.0 mm
<i>Pipe 2</i>	574/92			
<i>Pipe 3</i>				
<i>Pipe 4</i>	044/91	28 January 1991	4 – 5 April 2000	Ø400/9.0 mm
<i>Pipe 5</i>	345/92	1 June 1992		Ø250/6.0 mm

1.2 Tests for Comparison

The test results from 1991/1992 are based on test samples taken from manholes. The test results from 1999/2000 are based on test samples taken from the pipes in question.

1.2.1 3-Point Flexural Test (ISO 178)

<i>Average Values</i>	<i>E-module (MPA)</i>		<i>Flexural Ultimate Strain (MPA)</i>		<i>Ultimate Strain (%)</i>	
	<i>1991/1992</i>	<i>1999/2000</i>	<i>1991/1992</i>	<i>1999/2000</i>	<i>1991/1992</i>	<i>1999/2000</i>
<i>Pipe 1</i>	2615	2623	39	40	1.7	1.6
<i>Pipe 2</i>	2609	2904	37	37	1.6	1.3
<i>Pipe 3</i>	2609	3161	37	35	1.6	1.1
<i>Pipe 4</i>	2397	4121	40	49	2.3	1.2
<i>Pipe 5</i>	2791	3735	43	44	2.0	1.2

2.2.2 Water Absorption (ISO 62) and Specific Gravity.

<i>Average Values</i>	<i>Water Absorption (% of weight)</i>		<i>Specific Gravity (g/cm³)</i>	
	<i>1991/1992</i>	<i>1999/2000</i>	<i>1991/1992</i>	<i>1999/2000</i>
<i>Pipe 1</i>	0.8	0.9	1.28	1.28
<i>Pipe 2</i>	0.7	1.4	1.22	1.23
<i>Pipe 3</i>	0.7	1.1	1.22	1.16

Pipe 4	0.69	0.17	1.16	1.28
Pipe 5	0.93	0.61	1.15	1.25

1.3 Supplementary Tests

1.3.1 Ring E-module before and after Drying (EN 1228), Water Content, Residual Styrene (ISO 4901)

Average Values	Ring E-Module (MPA)		Water Content (% of weight)	*) Residual Styrene Content (% of weight)
	In Wet Condition	In Dry Condition		
Pipe 1	3942	3906	1.7	< 0.2
Pipe 2	3201	3202	6.5	< 0.2
Pipe 3	3012	3065	5.6	< 0.1
Pipe 4	3980	3986	0.31	1.3
Pipe 5	2970	3005	1.53	0.4

* Residual styrene content has been adjusted for a felt and filler content of 40% of the weight.

2.3.2 Creep Module (MPA) Calculated on Specified Long-Term Ring Stiffness (EN 761)

Creep Module (MPA)	**) Load Time = 1,008 Hours, Extrapolated at			**) Load Time = 20,016 Hours, Extrapolated at		
	50 Years	75 Years	100 Years	50 Years	75 Years	100 Years
Pipe 1	2394	-	-	2219	2167	2135
Pipe 2	2105	2069	2046	-	-	-
Pipe 3	1833	1812	1794	-	-	-
Pipe 4	2433	2379	2350	-	-	-
Pipe 5	1835	1809	1785	-	-	-

**) Extrapolation should only be carried out within approx. 1.5 decade. As for extrapolation at a value of 50 years with a reasonable certainty, a load time of minimum 10,000 hours is required. Equivalently, for a value of 75 hours a load time of minimum 15,000 hours is required and for a value of 100 hours a load time of minimum 20,000 hours is required. Therefore, the above-mentioned values for pipes 2-5 are only indicative.

2.3.3 Deterioration of Structure of Polyester Material

The samples from pipe 4 and 5 have been tested and evaluated by Plastics Technology, the Danish Technological Institute, for changes in/or deterioration of the structure of the polyester material. On the basis of these informative tests there are no indications of changes in/deterioration of the structure of the polyester material.

-- 0 --

OPERAZIONI PRELIMINARI:

Come abbiamo avuto occasione di citare, le lavorazioni di relining con tecnologie CIPP presuppongono la predisposizione del sito operativo e della condotta da risanare secondo una serie di tecniche collaterali delle quali riportiamo una breve sintesi:

BY-PASS DEI REFLUI

Intercettare e trasferire ad altro recapito i fluidi reflui che sono normalmente convogliati dalla condotta da risanare e dai suoi fognoli e connessioni varie laterali talvolta è un'operazione



**doppia installazione di pompe elettriche della portata di 400 mc/h
cadauna messe in parallelo in modo da poter avere
la certezza della non interrompibilità del by-pass
anche in caso di guasto**

essenziale, talvolta necessaria per consentire l'ispezione televisiva di indagine, indispensabile invece quando si deve effettuare il risanamento di fognature i cui fluidi vengono convogliati con continuità e non possono essere fermati semplicemente costituendo un tamponamento provvisorio.

All'atto della progettazione del by-pass occorrerà quindi tenere presente i seguenti fattori:

- Quantitativo massimo di fluidi da trasferire da un punto ad un altro

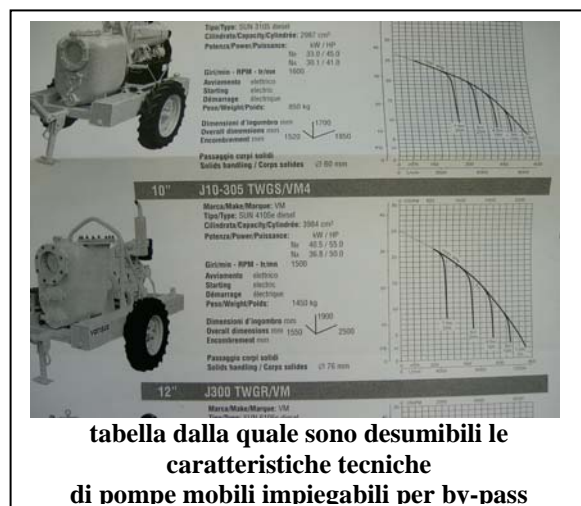
- Estensione della condotta di by-pass necessaria al trasferimento
- Intervallo di tempo nel quale si prevede di mantenere in esercizio il by-pass
- Numero di punti di aspirazione
- Composizione dei fluidi da bypassare
- Situazione impiantistica dei punti di aspirazione
- Utilities di cantiere necessarie a installare e mantenere in esercizio il by-pass

Esaminiamo brevemente le peculiarità di ognuno di tali elementi progettuali:

- **Quantitativo massimo di fluidi da trasferire da un punto ad un altro**

La quantità di fluidi da trasferire deve essere calcolata con un riferimento al flusso massimo trasportato normalmente dalla condotta, moltiplicando la portata risultante per un coefficiente di sicurezza calcolato dal progettista sulla base di elementi caratteristici dell'impianto stesso quali:

- portata incrementabile da eventi atmosferici
- portata differenziata nelle varie ore della giornata
- portata differenziata tra giorni feriali e



**tabella dalla quale sono desumibili le
caratteristiche tecniche
di pompe mobili impiegabili per by-pass**

- giorni festivi
- portata variabile in funzione di produzioni industriali cicliche
- necessità di presidio dell'impianto di by-pass in relazione ai possibili danni derivanti da una sospensione accidentale del servizio di trasferimento fuori opera dei fluidi
- particolari composizioni chimiche dei fluidi da trasferire

La misurazione del flusso ordinario può essere ricavata da dati forniti dalla committenza o rilevata in campo con i normali flussometri, individuando la necessità di ottenere un dato di portata istantaneo o medio di un certo periodo in relazione alla destinazione d'uso della condotta e/o alle variabilità di immissione esistenti a monte del tratto da risanare.

L'impianto di by-pass (pompe + tubi/manichette + eventuali collettori) verrà quindi individuato e dimensionato in relazione alla definizione di tutti gli elementi sopra esposti

- Estensione della condotta di by-pass necessaria al trasferimento



Occorrerà prevedere sia il diametro che la tipologia sia delle pompe e delle condotte costituenti il by-pass in relazione alla portata calcolata come descritto al punto precedente, alla distanza tra il punto di aspirazione e il punto di re-immissione, alla differenza di quota composta dal Δh di aspirazione ed eventualmente da un ulteriore Δh dato dal superamento di ostacoli presenti in superficie. Occorrerà inoltre tenere presente il tipo di tubazione di by-pass prescelta. Essa potrà infatti essere costituita da tubi rigidi plastici (es PEAD), semirigidi spiratati

o da manichette tessili calpestabili o idonee a sopportare il transito di autoveicoli.

- Intervallo di tempo nel quale si prevede di mantenere in esercizio il by-pass

Individuare l'intervallo di tempo nel quale il by-pass dovrà funzionare è importante relativamente alla scelta della tipologia delle pompe e dei materiali costituenti la condotta.

Va da se che un by-pass che dovrà funzionare ininterrottamente per una settimana ben difficilmente potrà essere azionato da motopompe a gasolio o da elettropompe alimentate da generatore, ma dovrà invece essere azionato da elettropompe collegate all'energia elettrica di rete.

- Numero di punti di aspirazione



colonna di collettamento di manichette provenienti da fognoli bypassati conferenti in un'unica condotta di by-pass

Determinare con esattezza ed in anticipo il numero e la portata presunta dei differenti punti di aspirazione è essenziale per ottenere la certezza di funzionamento e di efficacia di un impianto di by-pass. Specie nelle fognature civili nere o miste, tale elemento diviene indispensabile per evitare disservizi che potrebbero causare sensibili danni materiali.

Qualora il by-pass preveda un punto

principale di mandata (normalmente il pozzetto collocato a monte del tratto di condotta principale da risanare) e una serie di punti secondari di aspirazione (per esempio i fognoli di scarico degli edifici insistenti sullo stesso tratto), occorrerà fare in modo che la pressione generata nella condotta di by-pass dalla pompa principale non superi le singole pressioni generate dalle pompe collocate sui fognoli, altrimenti si rischia di ingenerare il rigurgito dei reflui bypassati verso gli edifici.

- Composizione dei fluidi da bypassare

E' importante avere la conoscenza della composizione fisico-chimica dei fluidi da trasferire in modo che la scelta delle pompe di aspirazione e delle condotte di trasporto non ricada su materiali e macchine non idonei allo scopo. E' il caso dei reflui chimicamente aggressivi oggetto di scarichi industriali ma anche il caso di reflui provenienti da scarichi civili con forte presenza di sedimenti solidi in sospensione o sedimentati in prossimità dei punti di aspirazione.

- Situazione impiantistica dei punti di aspirazione

Occorre verificare che il punto in cui si dovrà collocare la pompa di aspirazione presenti il necessario avvallamento di raccolta, utile a far sì che i fluidi siano agevolmente convogliati verso il terminale di aspirazione piuttosto che verso valle.

Qualora ciò non fosse già determinato dalla geometria interna dei pozzetti esistenti, occorrerà predisporre idonee opere di contenimento (murature temporanee, argini di sacchi di sabbia, tamponi ad espansione, palloni otturatori) immediatamente a valle del punto di aspirazione.

Per l'intercettazione dei fognoli, occorrerà verificare se gli stessi sono dotati di un pozzetto di ispezione immediatamente a monte del punto di immissione, e una volta individuato il pozzetto occorrerà verificarne la compatibilità con il colloco di una pompa sommersa.

Qualora il pozzetto non esistesse, occorrerà ricercare un altro punto di intercettazione, anche mediante sezionamento del fognolo.



piccolo pozzetto di intercettazione di fognolo di immissione

- Utilities di cantiere necessarie a installare e mantenere in esercizio il by-pass



immissione secondaria di grandi dimensioni dotata di valvola di non ritorno

Come già accennato, il quantitativo di fluidi da trasferire e la durata temporale dei lavori sono due tra i principali fattori da considerare all'atto della progettazione di un impianto di by-pass. In relazione alla definizione di detti elementi, sarà necessario provvedere ad alimentare le pompe elettriche o con generatore mobile da cantiere o predisponendo un attacco alla rete elettrica fissa.

L'impiego di motopompe è normalmente limitato a situazioni di cantiere che si risolvono nell'arco di 24 – 48 ore e che non richiedono il

presidio continuo da parte di un operatore.

E' da citare che talvolta la quantità dei fluidi da trasferire è talmente imponente da richiedere comunque l'impiego di motopompe mobili.

PARAMETRI PER LA VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI CURED IN PLACE PIPE

Compendio analitico della composizione dei prezzi

Nel redigere le seguenti scomposizioni analitiche del prezzo esemplificativo relativo a due applicazioni CIPP, si è proceduto osservando il seguente metodo:

- Si è scomposto il prezzo nelle voci unitarie principali.
- Sono stati considerati diametri standard e spessori di tubolari relativi a materiali per risanamento idraulico e non strutturale
- Sono stati inseriti prezzi unitari delle singole voci di valore medio ponderato
- Sono state considerate distanze dei cantieri dalla base di partenza di un ipotetico appaltatore pari a max 400 km
- Sono state comprese nel prezzo lavorazioni quali l'ispezione CCTV preventiva e di controllo e l'impianto di by-pass in quanto entrambe le operazioni rientrano normalmente nella maggior parte dei casi progettuali
- Nella valorizzazione di ogni singola voce è stato considerato un ragionevole margine per consentire di adattare il prezzo anche a casi di difficoltà intrinseca maggiore ovvero per consentire un giusto ribasso d'asta

E' da annotare che, per le ragioni succitate, i prezzi di applicazione potrebbero risultare differenti da quelli ottenibili mediante lo sviluppo dell'equazione di cui al capitolo successivo.

E' quindi importante sottolineare che il valore di tali due esempi di analisi è insito nel peso percentuale delle varie voci e non nel prezzo finale risultante.

Per tale elemento è più corretto affidarsi ad uno sviluppo dell'equazione di cui al capitolo successivo, in quanto la stessa tiene conto di tutta una serie di variabili la cui influenza è da determinare caso per caso e non è attuabile in un paio di analisi prezzi indicative come quelle che seguono.

Rif: m 100 di condotta DN300 mm spessore 6,0 mm	In € Guaina Impregnata con resina Poliестere	%** sul tot.	In € Guaina impregnata con resina Vinilestere	% ** sul tot.	In € Guaina impregnata con resina Epossidica	%** sul tot.
Materiale	43,15	21	60,00	28	80,00	33
Mano d'opera	54,00	27	54,00	25	54,00	22
Ammortamento attrezzature	11,00	6	11,00	5	11,00	5
Opere edili connesse	10,00	5	10,00	5	10,00	4
Scarti	5,00	3	5,00	2	5,00	2
Altri oneri	5,00	3	5,00	2	5,00	2
Imprevisti	5,00	3	5,00	2	5,00	2
By-pass	7,00	4	7,00	3	7,00	3
CCTV	10,00	5	10,00	5	10,00	4
Utile d'impresa*	39,43	23	44,00	23	49,00	23
Totale	189,58***	100	211,00***	100	236,00***	100

Rif: m 100 di condotta DN700 mm spessore 10,5 m	In € Guaina Impregnata con resina Poliестere	%** sul tot.	In € Guaina impregnata con resina Vinilestere	%** sul tot.	In € Guaina impregnata con resina Epossidica	%** sul tot.
Materiale	138,0	36	193,00	42	259,00	47
Mano d'opera	72,00	19	72,00	15	72,00	13
Ammortamento attrezzature	20,00	5	20,00	5	20,00	4
Opere edili connesse	20,00	5	20,00	5	20,00	4
Scarti	8,00	2	8,00	2	8,00	2
Altri oneri	7,00	2	7,00	2	7,00	1
Imprevisti	5,00	1	5,00	1	5,00	1
By-pass	15,00	4	15,00	3	15,00	3
CCTV	10,00	3	10,00	2	10,00	2
Utile d'impresa*	78,00	23	92,00	23	109,00	23
Totale	373,00***	100	442,00***	100	525,00***	100

NB: * utile d'impresa convenzionalmente assunto pari al 23%

** arrotondato all'unità

*** risultanze del totale comprensive di una ragionevole possibilità di ribasso percentuale d'asta

Come è facilmente intuibile, tante e differenti sono le variabili che possono intervenire all'atto della progettazione e della realizzazione di una applicazione CIPP che delineare un credibile costo standard di tali opere è praticamente impossibile.



Scarti (terminale di valle del tubolare), elementi di processo a perdere (ghiaccio, carburanti per la fase termica), automezzi ed attrezzature. Parte delle componenti dell'analisi del prezzo di una applicazione CIPP

Le variabili sono essenzialmente di natura progettuale e riferite alle diverse tipologie di situazione dell'impianto da risanare e determinano tutta una serie di differenti considerazioni in materia di caratteristiche costruttive del tubolare e di tipologia di messa in opera.

Volendo riassumere i principali elementi di contesto che dovrebbero essere considerati all'atto della progettazione, potremmo citare:

Variabili legate alla preesistente situazione impiantistica della condotta:

- Estensione del tratto da risanare (più il tratto è esteso, minore sarà l'incidenza dei costi fissi di progettazione, trasporto, approntamento e mantenimento del cantiere)
- Profondità di interrimento della condotta (più è profonda la condotta, maggiore è l'incidenza degli scarti di processo)
- Distanza tra i pozzetti di ispezione e praticabilità degli stessi (tale elemento determina la lunghezza del lancio di inversione, con riflessi sulla produttività del cantiere e sull'incidenza degli scarti di processo)
- Geometria e costanza di forma della condotta/manufatto esistente (il risanamento di una condotta ovoidale è più complesso di quello di una circolare)
- Pulizia della condotta da sedimenti (quantità e qualità e posizione dei sedimenti da asportare determinano costi talvolta estremamente differenti)
- Praticabilità dei siti di superficie (l'accessibilità e il tipo di contesto ambientale sono elementi fortemente condizionanti i costi di approntamento e mantenimento del cantiere)
- Numero, dimensione e posizione delle immissioni laterali (determina notevoli costi riferiti all'ispezione, alla marcatura ed alla riapertura dei terminali di immissione. Tale elemento è fortemente influenzato dalla praticabilità o meno dell'interno della condotta da parte di un operatore).
- Distanza del cantiere dal sito di produzione dei tubolari

Variabili legate alle condizioni di esercizio della condotta da risanare:

- Caratteristiche chimico-fisiche del fluido trasportato (temperatura, Ph, aggressività chimica, contenuto in inerti in sospensione e sedimenti determinano scelte differenti in materia di composizione chimica delle resine e delle guaine e di spessore del tubolare finito)
- Ruolo esclusivamente idraulico o idraulico-strutturale assegnato al tubolare CIPP individuato per il risanamento (determinano differenti scelte in materia di confezionamento della guaina secca e di spessore del tubolare finito)
- Possibilità o meno di interrompere il deflusso dei fluidi lungo la condotta (dimensionamento e costi di allestimento e mantenimento di un impianto di by-pass)



riapertura manuale di un innesto laterale

- Possibilità o meno di interrompere il deflusso dei fluidi provenienti dalle immissioni laterali (dimensionamento, intercettazione delle immissioni, costi di allestimento e mantenimento di un impianto di by-pass)

Variabili legate alla tipologia di messa in opera

- Procedimento ad aria (ambiente curing, usualmente più semplice ed economico)
- Procedimento a colonna d'acqua (usualmente più laborioso)
- Impregnazione delle guaine da eseguire in fabbrica o direttamente sul cantiere (usualmente la prima opzione è preferibile, ma talvolta non applicabile)
- Lavorabilità del complesso guaina+resina prima dell'inserzione (il pot-life di una resina determina i tempi massimi di lavorazione prima dell'indurimento naturale ed irreversibile del tubolare, con evidenti ricadute sull'organizzazione del cantiere)



il pot-life di una resina determina l'intervallo di lavorabilità di un tubolare CIPP



ambiente curing con estroflessione del tubolare effettuata ad aria e inversione sotto colonna d'acqua

Come si è visto quindi le variabili che intervengono più o meno pesantemente in ogni progetto CIPP sono molte, per cui il costo finale di una determinata applicazione è ben difficilmente desumibile da un listino prezzi ma deve invece essere determinato con ragionevole accuratezza in fase di progettazione, considerando appunto tutte le variabili che interverranno con maggiore o minore incidenza nel lavoro che si andrà ad eseguire.

In linea di larga massima è però possibile delineare una sorta di semplice schema di calcolo preventivo dei costi indicativi di un progetto, seguendo la seguente formula:

$$C\epsilon^* = N \times D \times \pi \times \alpha \times \beta \times K$$

Dove:

- C è il costo risultante a metro lineare del tubolare posto in opera

- N è un numero fisso che va da un minimo di 0,5 ad un massimo di 0,7 a seconda della difficoltà intrinseca del progetto in relazione al sito ed alle condizioni di applicazione (maggiore è la difficoltà, maggiore sarà il valore di N)
- D è il diametro della condotta da risanare espresso in millimetri
- π è un coefficiente che va da un minimo di 1,0 ad un massimo di 1,2 a seconda della sezione e della profondità di interrimento della condotta esistente (ad una sezione circolare può essere assegnato parametro pari a 1,0 mentre ad una sezione ovoidale parametro pari a 1,1 e altre sezioni più complesse possono avere parametri che si avvicinano al valore di 1,2)
- α è un coefficiente relativo al tipo di resina da impiegare: pari a 1 in caso di resine poliestere ortoftaliche, a $>1,12 < 1,18$ in caso di resine vinilestere e $>1,23 < 1,35$ in caso di resine epossidiche (di tipo standard $\approx 1,23$; di tipo alimentare $\approx 1,35$)
- β è un coefficiente relativo al fatto che il tubolare risulti progettato per resistere autonomamente ai carichi statici gravanti sulla condotta (resistenza strutturale) o solamente per ripristinare la tenuta idraulica della condotta da risanare in quanto i carichi statici possono essere ancora sostenuti dalla condotta esistente. Nel primo caso β assume valori che vanno da 1,1 a 1,3 a seconda del tipo di carico per il quale il tubolare è stato dimensionato. Nel secondo caso assume valore neutro pari a 1.
- K è un coefficiente relativo all'estensione del progetto. Assume valore pari a 1 per lunghezze superiori ai 300 metri lineari per diametri $>100 \text{ mm} < 400$; Assume valore pari a 1 per lunghezze superiori ai 150 metri lineari per diametri $>500 \text{ mm} < 1000$; assume valori superiori a 1,0 fino a 1,10 per estensioni minori.

** = Nel suddetto schema di calcolo del costo indicativo sono esclusi i costi imputabili alle operazioni accessorie quali ispezione preventiva con sistemi CCTV, pulizia della condotta esistente, riapertura delle immissioni laterali, impianto di by-pass della condotta e delle immissioni*

Per praticità, esaminiamo dal punto di vista economico tre differenti casi applicativi, il cui costo di posa in opera a metro lineare viene ottenuto mediante lo sviluppo dell'equazione sopra descritta:

1. Caso n° 1: risanamento idraulico di m 60 fognatura civile posata in ambito urbano di tipo standard, destinata al convogliamento di acque miste, costituita da condotta esistente circolare DN300 mm in cemento posata a profondità di m 2,20 misurati sulla sede di scorrimento, intervallata da n° 3 pozzetti di ispezione, da realizzare a scopo idraulico con guaina in feltro monostrato di mm 6 impregnato di resina poliestere ortoftalica.



ambient curing di fognature civili di modeste dimensioni effettuato direttamente da pozzetto di ispezione

Sviluppo del calcolo:

$$C\text{€} = (N)0,5 \times (D)300 \times (\pi)1,0 \times (\alpha)1,0 \times (\beta)1,0 \times (K)1,1 = 165.00 \text{ €/metro lineare}$$

2. Caso n° 2: risanamento idraulico di m 300 fognatura posata in sito industriale complesso, destinata al convogliamento di acque chimicamente contaminate con T max di 45°C, costituita da condotta esistente circolare DN600 mm in gres posata a profondità di m 3,50 misurati sulla sede di scorrimento, intervallata da n° 2 pozzetti di ispezione, da realizzare a scopo idraulico con guaina in feltro multistrato da mm 12 impregnato di resina vinilestere.



inversione ad acqua effettuata in ambiente industriale

Sviluppo del calcolo:

$$C€ = (N)0,60 \times (D)600 \times (\pi)1,05 \times (\alpha)1,15 \times (\beta)1,0 \times (K)1,0 = 434,70 \text{ €/metro lineare}$$

3. Caso n° 3: risanamento idraulico di m 80 di fognatura civile, posata in centro storico di difficile accesso non soggetto a traffico pesante, destinata al convogliamento di acque nere, costituita da condotta esistente ovoidale DN1000 mm in muratura, posata a profondità di m 4,00 misurati sulla sede di



inversione ad acqua di tubolare di grandi dimensioni (1400 x 1000 mm) effettuato in centro storico cittadino

scorrimento, intervallata da nessun pozzetto di ispezione, da realizzare a scopo strutturale con guaina in feltro multistrato da mm 24 impregnato di resina poliestere ortoftalica.

Sviluppo del calcolo:

$$C€ = (N)0,60 \times (D)1000 \times (\pi)1,2 \times (\alpha)1,0 \times (\beta)1,20 \times (K)1,05 = 756,00 \text{ €/metro lineare}$$

Occorre tenere conto che nei suddetti corrispettivi indicativi dei costi di fornitura e posa in opera di guaine CIPP sono esclusi i costi generati dalle operazioni accessorie quali ispezione preventiva con sistemi CCTV, pulizia della condotta esistente, riapertura delle immissioni laterali, impianti di bypass della condotta e delle immissioni.



esiti di risanamento di una condotta circolare e di un manufatto a profilo rettangolare con soletta a volta

- VOCI DI CAPITOLATO

Considerando quanto si è appena citato nei tre paragrafi precedenti, una voce di capitolato che volesse risultare completa e fornire le minime garanzie al progettista ed alla committente dell'opera potrebbe risultare la seguente.

- ***Fornitura e posa in opera di guaina termoindurente per risanamento strutturale/idraulico di condotta esistente realizzata con riferimento al procedimento riportato nella norma ASTM F 1216-05 "Standard practice for REHABILITATION OF EXISTING PIPELINES AND CONDUITS BY THE INVERSION OF A RESIN IMPREGNATED TUBE" con prodotti tubolari composti dai seguenti materiali di base:***
- ***Guaina: ha la funzione di supporto alla resina. E' un tubolare flessibile costituito da feltro in poliestere tessuto non tessuto a più strati, di spessore pari al relining da realizzare e corrisponde in lunghezza e diametro alla condotta da risanare. La guaina deve essere prodotta in modo tale da assicurare il mantenimento costante dello spessore di progetto per tutta la durata delle lavorazioni, pertanto è richiesta la presenza di fibre guida longitudinali continue. Non è ammesso l'utilizzo di fibre di rinforzo in quanto non si deve aumentare il grado di rigidità del rivestimento a scapito dell'elasticità della guaina. Esternamente la guaina è ricoperta in modo solidale da una pellicola di polipropilene di 0.5 mm. La funzione del feltro è quella di garantire una struttura portante alla resina, quando questa è liquida e permette, dopo la polimerizzazione, la realizzazione di un controtubo con caratteristiche di resistenza uniformi. La pellicola esterna di polipropilene è necessaria per consentire la realizzazione del sottovuoto durante la fase di impregnazione ed a evitare che l'acqua, nelle fasi di inserimento e di catalisi, vada a contatto con la resina. A fine inserimento, la pellicola di polipropilene si trova rivolta verso l'interno della condotta e grazie alla sua scarsissima rugosità superficiale permette di ridurre le perdite di carico ed evita la formazione di depositi.***
- ***Resina: è il supporto principale del sistema di risanamento.***

Il tipo di resina, che è formulato appositamente per la tecnologia di relining delle condotte interrate proposto, è scelto, per ogni tipo di lavoro, in relazione alle caratteristiche fisico chimiche delle acque con le quali verrà a contatto.

Caratteristiche tecniche del materiale

La guaina deve essere realizzata da uno o più strati di agofeltro flessibile capace di essere impregnato con la resina e di resistere alle pressioni di installazione ed alle temperature di catalisi, così come sopra descritto.

Il materiale della guaina dovrà essere compatibile con il tipo di resina utilizzata e dovrà assumere la conformazione del tubo esistente, così come sopra descritto

Lo strato esterno della guaina dovrà essere rivestito in polipropilene, materiale plastico resistente anch'esso al tipo di resina usata.

La guaina dovrà essere realizzata di dimensioni tali che una volta installata ricopra perfettamente la superficie della condotta originale per tutta la sua lunghezza.

Devono essere considerate delle tolleranze sul perimetro della guaina necessario per compensare lo stiramento che avviene durante il processo di inversione.

Lo spessore minimo della guaina utilizzata per la riabilitazione delle condotte fognarie interrate in oggetto sono determinati attraverso l'applicazione della normativa ASTM F 1216/05.

Verifica processo produttivo

È necessario che il sistema produttivo della guaina, della resina e del sistema di messa in opera sia certificato.

In particolare si richiedono le seguenti certificazioni:

- Certificazione EN ISO 9001-2000 del prodotto e del sistema;
- Certificazione EN ISO 14001-2004 di qualità del prodotto e del sistema

Collaudi

Successivamente ai controlli effettuati sul processo produttivo, l'Ente si riserva la facoltà di sottoporre a collaudo il materiale proposto.

Dovranno essere inviate, prima dell'utilizzo della guaina e della resina, le schede di prodotto peculiari per le diverse resine proposte dall'applicatore, corredate dalle certificazioni aziendali sulla progettazione, la produzione, l'installazione ed il controllo tramite laboratorio di analisi, anche interno, per quanto concerne i materiali, le attrezzature e la tecnologia di riabilitazione proposta.

Dalla guaina installata verrà prelevato un campione, con modalità successivamente descritte, che ha le stesse caratteristiche meccaniche del risanamento presente all'interno della condotta

Il collaudo, da eseguire a cura e spese dell'Impresa presso gli stabilimenti di produzione sarà effettuato alla presenza di personale tecnico della Direzione Lavori che verificherà l'esito e di cui si predisporrà opportuno verbale di collaudo.

L'ente appaltante si riserva la facoltà di sottoporre – presso un Istituto Universitario o Laboratorio Riconosciuto o equivalente all'uopo attrezzato, sempre a cura e spese dell'impresa – tutti i materiali che riterrà opportuno, alle verifiche che reputerà necessarie al fine di acquisire elementi utili per giudicare idoneità e rispondenza alla normativa ed ai valori di specifica adottati per progettare lo spessore del risanamento

Valore caratteristico			
Proprietà	Poliestere	Metodo di prova	Prove da effettuare (nr min)
Modulo E a breve termine, valore medio	3715 Mpa	EN 1228	20
Modulo E a breve termine, al 5%	2591 Mpa	EN 1228	20
Modulo E a 50 anni, valore medio	1697 Mpa	EN 761	5
Modulo E a 50 anni, al 5%	1083 Mpa	EN 761	5

Valore caratteristico			
Proprietà	Epossidica	Metodo di prova	Prove da effettuare nr min)
Modulo E a breve termine, valore medio	2317 Mpa	EN 1228	20
Modulo E a breve termine, al 5%	1914 Mpa	EN 1228	20
Modulo E a 50 anni, valore medio	596 Mpa	EN 761	5
Modulo E a 50 anni, al 5%	409 Mpa	EN 761	5

I valori riportati sono i valori minimi di resistenza e modulo elastico riferiti alle prove in campo.



Dovrà essere fornita documentazione tecnica attestante le risultanze delle prove effettuate al lungo termine con tutte le relative estrapolazioni ai 50 anni e/o oltre, complete di ogni eventuale ulteriore verifica, analisi, studio condotto sui materiali proposti

Di tutte queste operazioni verrà, redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

Si intende qui integralmente confermata la norma ASTM F 1216-05.

Garanzie

Le garanzie dei materiali forniti dal costruttore confermate in specifiche dichiarazioni, devono essere conformi alle garanzie richieste dal Capitolato Generale.

- IL PROCEDIMENTO DI POSA IN OPERA

Riportiamo di seguito le note relative ad un procedimento completo riferito ad un cantiere standard dove verrà applicata una guaina CIPP per il risanamento di una fognatura interrata, completa di opere preliminari e del risanamento dei pozzetti di ispezione.

PROCEDURE PER L'ISPEZIONE E IL RISANAMENTO FOGNATURE

Per i lavori di ispezione e risanamento del sistema fognario interrato, si dovranno seguire le seguenti modalità operative:

- 1. Rimozione passi d'uomo dei pozzetti**
- 2. Predisposizione del by-pass delle acque**
- 3. Isolamento delle fogne e messa in marcia del by-pass**
- 4. Pulizia del tratto di fogna da risanare**
- 5. Ispezione televisiva**
- 6. Impregnazione della guaina**
- 7. Inserimento della guaina all'interno della condotta**
- 8. Polimerizzazione della resina e raffreddamento**
- 9. Taglio dei terminali del risanamento all'interno dei pozzetti**
- 10. Sigillatura dell'estremità del risanamento sulle pareti dei pozzetti**
- 11. Prova di tenuta del tratto risanato**
- 12. Ispezione televisiva di collaudo del tratto risanato**
- 13. Caratteristiche tecnologiche del risanamento**
- 14. Impermeabilizzazione dei pozzetti**
- 15. Prova di tenuta dei pozzetti**
- 16. Riposizionamento passi d'uomo dei pozzetti**
- 17. Rimozione del by pass**

1. Rimozione passi d'uomo dei pozzetti

Questa operazione consiste nella rimozione del passo d'uomo.

Nel caso in cui tale operazione richieda attrezzi (mazzette, leverini) questi saranno antiscintilla.

Eventuale rimozione delle solette o taglio delle stesse, dai pozzetti da dove la guaina verrà inserita a ove terminerà verrà realizzata dalla Committente

2. Predisposizione del by-pass delle acque

Durante la rimozione delle piastre di copertura dei pozzetti vengono stese le tubazioni e posizionate le pompe per la formazione del by-pass delle acque.

Il by-pass raccoglie le acque dal pozzetto a monte e le trasporta in quello a valle del tratto di condotta interessato al relining.

Ogni by-pass che viene costruito è realizzato con idonei tubi – rigidi o flessibili - ed alimentato con pompe, in versione antideflagrante, di portata superiore del 10% rispetto alla massima portata richiesta dalla Committente, comprendendo anche le perdite di carico lungo il tracciato.

Saranno predisposte, per ogni by-pass, delle pompe di riserva della portata e prevalenza uguale a quelle titolari ed in grado di entrare in esercizio in qualsiasi momento in caso di necessità.

3. Isolamento delle fogne e messa in marcia del by-pass

L'isolamento delle aste di fogna da rivestire avviene mediante l'introduzione, nel pozzetto a monte e in quello a valle del tratto interessato, di palloni otturatori di appropriato diametro e di materiale resistente all'aggressione delle sostanze contenute nelle acque semioleose della raffineria.

Se necessari, vengono anche costruiti sbarramenti in muratura.

L'isolamento delle aste avviene con le pompe già in marcia e con il by-pass già collaudato.

Da questo momento il by-pass, nel suo insieme, è assistito, per tutto il tempo di marcia, da personale specializzato che provvede, oltre al rifornimento delle pompe, anche alla loro

manutenzione, togliendole dall'esercizio nei tempi predeterminati e mettendo in marcia, al loro posto, le pompe di riserva.

4. Pulizia del tratto di fogna da rivestire

La fase della pulizia è preceduta dalla rimozione di eventuali sifoni terminali.

Gli stessi, bloccati con bulloni, vengono rimossi con attrezzi antiscintilla. Nel caso in cui ossidazioni e/o ruggine impediscano la rimozione dei bulloni si provvederà a tagliare gli stessi con seghetto antiscintilla e, al momento del rimontaggio, alla sostituzione con nuovi.

La pulizia della tratta da rivestire e dei relativi pozzetti è fatta mediante l'impiego contemporaneo di un canal jet premente ad alta pressione e di uno aspirante di grande capacità.

Quando il mezzo aspirante ha raggiunto il massimo livello di reflui, quelli liquidi saranno scaricati in vasche apposite individuate dalla Committente, mentre i solidi verranno smaltiti presso idoneo impianto all'esterno del sito in cui si opera.

La buona riuscita della pulizia sarà verificata mediante l'ispezione televisiva.

5. Ispezione televisiva

L'indagine condotta a mezzo di apparecchiature di ripresa televisiva ricopre le funzioni di:

- determinare l'avvenuta buona esecuzione della fase di pulizia;
- verificare che la condotta non presenti eventuali ostacoli o impedimenti all'operazione di relining.

L'ispezione è condotta con telecamere a colori di tipo antideflagrante che hanno la testa girevole di 360°, brandeggiabile di 270°, luci proprie e contimetri.

Le telecamere sono installate su carrelli auto-trainanti comandati dall'interno di un furgone attrezzato con sistema di comando del carrello, della telecamera, con videoregistratore, videoprinter e con computer dotato di programma dedicato che permette, in tempo reale, di rilasciare un tracciato grafico riportante la lunghezza, il diametro, la pendenza e tutte le anomalie riscontrate alla distanza dal pozzetto di introduzione del carrello.

Al termine dell'ispezione viene restituito un rapporto su quanto rilevato, con i relativi commenti tecnici e eventuali ulteriori step di intervento quali monitoraggi periodici o interventi di ripristino, corredato degli elaborati grafici e le fotografie dei particolari ritenuti interessanti. Al rapporto vengono allegate le cassette VHS e/o DVD riportanti le registrazioni delle immagini riprese durante l'ispezione.

6. Impregnazione della guaina

Questa operazione avviene nello stabilimento di produzione, con opportune attrezzature, quali mix, pompe di trasferimento, pompe per il vuoto, rulliere per l'impregnazione, macchine per la produzione del ghiaccio ecc.

L'impregnazione consiste nell'introdurre all'interno della guaina la resina, miscelata nei mixer con i catalizzatori, gli acceleranti e i deareatori.

L'introduzione nella guaina avviene solo dopo che la miscela ha superato il test di catalisi in bagni termostatici, ed i parametri rilevati rientrano nelle tolleranze di tempi e temperature previste dalle specifiche della miscela.

Su richiesta della Committente, per ogni impregnazione eseguita possono essere forniti i tracciati della reazione esotermica della miscela.

L'impregnazione avviene facendo transitare la guaina, all'interno della quale è stata completamente eliminata ogni presenza di aria quindi con la guaina sottovuoto, attraverso una serie di rulli motorizzati che ne rendono lo spessore uniforme.

La distanza tra i rulli è due volte lo spessore del risanamento da realizzare più due millimetri.

Terminata l'impregnazione la guaina, stoccata in appositi contenitori con ghiaccio, è trasportata sul luogo dove deve essere installata.

7. Inserimento della guaina all'interno della condotta

Sul luogo dell'inserimento della guaina è stato predisposto un ponteggio, di altezza variabile in relazione al diametro della condotta, sul quale è installato un anello che serve per bloccare una estremità della guaina e consentire con la spinta del battente di acqua, il completo svolgimento della guaina e la sua aderenza alle pareti della condotta.

All'interno della condotta è inserito preliminarmente, tramite apposito ventilatore, un preliner (tubo floscio in polietilene dello spessore di 0.7 mm) che ha la funzione di evitare che la resina vada a contatto con la possibile acqua presente nella condotta, la quale inibirebbe il catalizzatore ostacolando così la catalisi.

Quando la guaina è inserita per il 50% della sua lunghezza ed il terminale della stessa giunge alla sommità del castello, sull'apposita chiusura ermetica realizzata prima dell'impregnazione, vengono collegate le manichette ed una corda/banda di sicurezza.

Durante l'inserimento, in ogni pozzetto, tra condotta e guaina vengono inserite delle termocoppie per il controllo del ciclo di riscaldamento.

Inoltre in uno o più pozzetti, la guaina viene fatta passare all'interno di un elemento tubolare indeformabile dello stesso diametro esterno della condotta.

8. Polimerizzazione della resina e raffreddamento

Al termine dell'inserimento, le manichette sono collegate ad un boiler da 1.5 milioni di Kcal. ed attraverso un sistema pompante, l'acqua contenuta nella guaina viene fatta circolare, rispettando un ciclo prestabilito, fino al raggiungimento della temperatura di catalisi della resina.

Solo quando tutte le termocoppie installate hanno raggiunto la temperatura di specifica, la catalisi è terminata.

Le temperature rilevate durante la fase di riscaldamento sono registrate su appositi moduli e su richiesta sono rilasciati alla Committente.

Il raffreddamento dell'acqua e del risanamento viene anch'esso effettuato, secondo un ciclo prestabilito, fino al raggiungimento della temperatura di 20° C.

9. Metodo dell'inversione ad aria

Questa metodologia è normalmente utilizzata per il risanamento con guaina di condotte di piccolo diametro e di limitata lunghezza, in particolare quando si opera all'interno di impianti di produzione in quanto le limitate dimensioni delle attrezzature utilizzate e la semplicità delle operazioni consentono di operare in tempi più brevi e spazi più ridotti, a parità di risultato qualitativo ottenuto.

Sinteticamente le fasi di cui si compone tale metodologia si riassumono in:

- posizionamento sul pozzetto d'ingresso della condotta, della macchina invertitrice all'interno della quale è inserita la guaina impregnata della lunghezza necessaria (l'inserimento della guaina nell'invertitrice è eseguito fuori dall'impianto)
- inserimento, con aria, del preliner all'interno della condotta
- inserimento della guaina, mediante la spinta prodotta da un flusso di aria proveniente da un compressore direttamente nell'invertitrice
- polimerizzazione della resina con graduale riscaldamento con un flusso di aria e vapore, miscelatesi all'interno dell'invertitrice. Il vapore a bassa pressione verrà generalmente prodotto da apposita attrezzatura (le quantità di vapore necessarie per polimerizzare i tratti più lunghi non superano generalmente i 100 Kg/h)
- raffreddamento controllato con aria fino a temperatura ambiente.
-

10. Taglio dei terminali del tratto risanato all'interno dei pozzetti

Dopo lo svuotamento dell'acqua contenuta nel tratto appena risanato, si procede al taglio dello stesso all'interno dei pozzetti intermedi e nei pozzetti di arrivo e partenza della guaina.

Il taglio avviene con seghe pneumatiche e viene rifinito con mole ad aria.

Generalmente il taglio è fatto a circa 10 cm dalla parete dei pozzetti.

L'elemento tubolare indeformabile, inserito all'interno di un pozzetto, viene prelevato e dal suo interno è tolta la guaina polimerizzata che ha le stesse caratteristiche meccaniche del risanamento presente all'interno della condotta.

Dopo aver prelevato un campione, vengono effettuate, da un laboratorio specializzato, tutte le prove tecnologiche necessarie a verificare che i valori ottenuti siano paragonabili a quelli di specifica adottati per progettare lo spessore del risanamento.

Su richiesta del Committente detti certificati vengono forniti in copia.

11. Sigillatura dei terminali del risanamento all'interno dei pozzetti

La sigillatura delle estremità del risanamento alle pareti dei pozzetti è realizzata utilizzando particolari stucchi, catalizzanti a temperatura ambiente, formati a base di particolare resine epossidiche miscelate opportunamente con catalizzatori e polveri tixotropiche.

12. Prova di tenuta del tratto risanato

Per ciascun tratto di condotta fognaria risanata viene effettuata la prova di tenuta secondo quanto previsto dalle norme UNI EN 1610 tenendo in pressione il tratto, dopo isolamento con palloni otturatori, a 0.5 Bar per 30 minuti o con un battente minimo di 1mt. sopra l'estradosso della condotta, ovvero secondo previsto dalla norma ASTM F 1216-05.

13. Ispezione televisiva di collaudo del tratto rivestito

Al fine di verificare la qualità del risanamento viene effettuata l'ispezione televisiva con registrazioni delle immagini su nastro magnetico con le stesse modalità di quella preliminare sopra descritta.

14. Impermeabilizzazione dei pozzetti

Il risanamento delle camerette e dei pozzetti d'ispezione è un naturale proseguimento del lavoro di bonifica di una rete fognaria e si sviluppa nel seguente modo:

- ◆ Idropulitura e/o sabbiatura delle superfici da trattare con getti ad alta pressione per asportazione di limo, muschio, parti in cls o mattoni o intonaci in fase di degrado e distacco;
- ◆ ravvivamento manuale delle zone degradate, pulizia di eventuali ferri di armatura arrugginiti e loro trattamento con appositi prodotti protettivi.
- ◆ risanamento delle zone più cariate ed erose a mezzo di malta espansiva;
- ◆ sigillatura delle fessure in cls o nella muratura a mezzo di mastice idroespansivo, previa formazione di incasso pulito ed asciugato per maggior presa del sigillante e compensazione dell'eventuale movimento della crepa;
- ◆ sigillatura delle eventuali infiltrazioni d'acqua a mezzo iniezione di resine acriliche o poliuretaniche e sigillatura di tutte le parti che presentano qualche problematica di infiltrazione localizzate (trasudamenti ,ecc.) a mezzo di cementi idraulici a presa rapida;
- ◆ intonacatura delle superfici preparate, con malte espansive premiscelate opportunamente armate con fibre sintetiche (ove occorra con rete elettrosaldata) atte a realizzare un intonaco protettivo impermeabile, antiusura ed imputrescibile
- ◆ Applicazione di idoneo strato protettivo

15. Prova di tenuta dei pozzetti

La prova di tenuta dei pozzetti impermeabilizzati sarà condotta, dopo otturazione di tutti gli innesti con palloni, riempiendoli fino a filo terreno e valutando il comportamento del livello in 30 minuti.

16. Riposizionamento passi d'uomo/piastre di copertura dei pozzetti

Questa operazione sarà fatta, per motivi di sicurezza, con il by-pass ancora in marcia.

17. Rimozione del by-pass

Quando tutte le fasi sopra elencate sono terminate, i palloni otturatori o le ture in muratura sono rimossi e le pompe vengono spente.

Successivamente sono rimossi tutti i tubi del by-pass e chiusi i passi d'uomo dei pozzetti di partenza e di arrivo dello stesso.

- I RISCHI DI UNA SCARSA QUALITA' DEI MATERIALI E DELLA POSA IN OPERA



Frattura longitudinale verificatasi su condotta in pressione risanata con tubolare non idoneo

E' importante, anche se in un certo qual modo scomodo, citare brevemente quelli che possono essere i rischi ai quali va incontro un progettista o una committente qualora progetti o assegni lavori con tecnologie CIPP senza il supporto di un progetto accurato o senza determinare con esattezza e consapevolezza i parametri qualitativi attesi per il caso da affrontare.

Occorre premettere innanzitutto che nel mondo e anche nel nostro paese vengono effettuati ogni anno centinaia di applicazioni CIPP portate a termine con successo e che la

percentuale dei buoni lavori risulta molto vicina alla totalità, ma per contro è bene sottolineare che un vizio progettuale iniziale o un qualche errore in fase di esecuzione possono compromettere seriamente l'intero risultato di un cantiere.

Un accenno alla difettologia di sistema può quindi essere utile a comprendere quali debbano essere i semplici presupposti necessari a evitare anche quella seppur minima percentuale residua di rischi realizzativi.

I vizi progettuali, di fornitura o costruttivi possono essenzialmente essere i seguenti:

- Spessore della guaina insufficiente a garantire la dovuta resistenza ai carichi statici, all'abrasione e ai movimenti di assestamento della condotta ospitante
- Composizione delle resine non idonea a sopportare a medio-lungo termine il contatto con le caratteristiche chimico-fisiche dei fluidi trasportati
- Spessore e composizione del film plastico interno alla guaina deputato a garantire l'impermeabilità dall'interno verso l'esterno e viceversa
- Eccessiva o insufficiente elasticità del complesso finito guaina+resina tale da determinare modifiche dello spessore durante la posa in opera o punti deboli in corrispondenza di curve, disassamenti, corpi penetranti della condotta ospitante
- Errato calcolo della resistenza alle tensioni circonferenziali positive (sovrapressioni) o negative (depressioni istantanee o pressioni esterne di acqua di falda) che la guaina dovrà

soportare in opera, tali da determinare lo scoppio o l'implosione del tubolare al verificarsi dei suddetti fenomeni legati al normale esercizio delle condotte non a gravità

I vizi legati ad una errata o poco accurata posa in opera possono essere i seguenti:

- Esplosione del tubolare prima del termoindurimento a causa di errata applicazione delle pressioni e delle temperature di estroflessione
- Frattura assiale o elicoidale in fase di termoindurimento a causa di anomalo scarico delle tensioni meccaniche
- Distacco o mancata adesione del tubolare alle pareti interne della condotta/manufatto esistente a causa di errori di confezionamento della guaina o di misurazione del diametro interno della condotta ospitante
- Eccessiva grinzatura della parete interna del tubolare a causa dei problemi di cui al punto precedente
- Infiltrazioni di fluidi tra corpo tubolare e pareti interne della condotta/manufatto ospitante a causa di impregnazione del feltro in difetto di resina o di solubilizzazione delle resine in acque non bypassate
- Parziali collassi della guaina a causa di pressioni esterne alla condotta/manufatto ospitante non correttamente controbilanciate in fase di estroflessione o di termoindurimento
- Consolidamento anticipato della guaina precedentemente o in fase di inversione dovuto ad errato dosaggio dei catalizzatori delle resine o ad errata gestione delle temperature in fase di



Campioni di condotta metallica rivestita con guaina di spessore insufficiente ed impregnata in difetto di resina



Esiti di iniezioni di resina successivi alla applicazione CIPP resisi necessari a seguito di mancata adesione del tubolare alle pareti interne della condotta ospitante

trasporto o di lavorazione del tubolare impregnato.

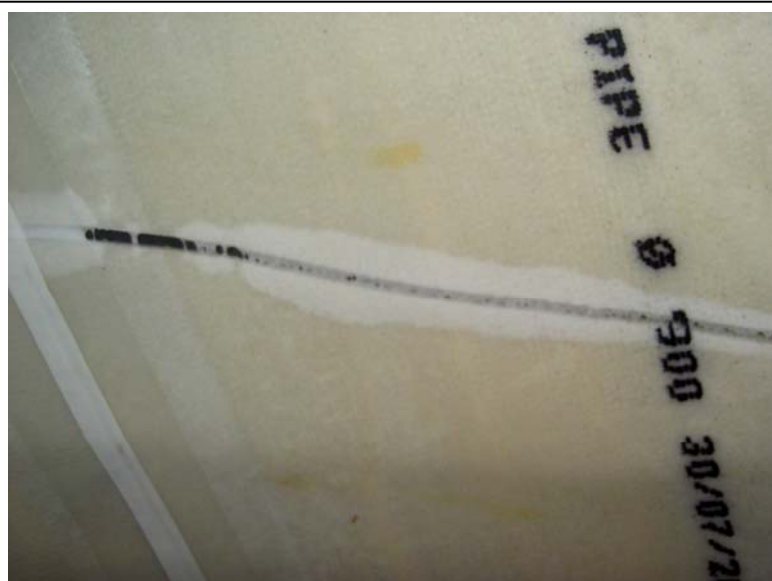
Il vero problema è che a tutti questi difetti, che per fortuna raramente accadono ma che è comunque possibile che si verifichino, difficilmente si può porre rimedio.

Un tubolare collassato o abraso precocemente deve essere sostituito.

Un tubolare fratturato difficilmente può essere ripristinato con garanzia di successo.

E le operazioni di estrazione del tubolare sono di gran lunga più costose e laboriose della stessa messa in opera.

Per cui riteniamo che occorra, fin dalla prima progettazione dell'intervento, effettuare una giusta riflessione sull'importanza della qualità dei materiali e della posa in opera dei tubolari CIPP.



Particolare di frattura elicoidale verificatasi a causa dello scarico di tensioni accumulate durante la fase di termoidurimento

- CONCLUSIONI

Come abbiamo potuto osservare e come si può verificare giornalmente durante la realizzazione dei



“pezze” su grinze fratturate verificatesi a seguito di non corretta procedura di posa in opera

molteplici casi progettuali portati a termine in Italia (controvalore indicativo di ca 20 milioni di € nel 2005), le tecniche di risanamento delle condotte denominate Cured In Place Pipe presentano grandi vantaggi e consentono di intervenire in economia e con enormi riduzioni dei costi sociali. Nel contempo però, se le stesse non sono progettate con riferimento a precisi parametri di qualità delle materie prime impiegate, delle procedure di messa in opera e di performances del prodotto finito misurate dopo determinati periodi di esercizio, già dalla fase di

messa in opera o poco tempo dopo dalla messa in esercizio, potrebbero riservare amare sorprese sia agli Enti deputati a gestirle che alle imprese esecutrici del relining.

Una accurata e consapevole progettazione non può quindi prescindere dal rispetto dei parametri qualitativi idonei ad installazioni di tale strategicità per l'ambiente urbano ed industriale e diviene un presupposto irrinunciabile, degno della massima attenzione da parte della committenza e delle ditte appaltatrici.

Ci auguriamo quindi che questa brava trattazione possa aver contribuito a fare chiarezza su quei requisiti minimi che devono essere richiesti e che, se richiesti e controllati, possono essere ottenuti, garantendo così la dovuta resa tecnico-economica dell'investimento al committente dei lavori e la necessaria professionalità del progettista delle opere.

Riferimenti:

Carlo Torre



IREN ACQUA GAS S.p.A.
Divisione Saster Pipe
via Piacenza, 54
16138 Genova - Italia
Tel. +39. 010. 5586.494
Fax +39. 010. 5586.448
www.sasterpipe.it
e-mail:saster.pipe@irenacquagas.it

