

No-Dig e reti idriche interrattate

Renzo Chirulli
ingegnere

Le reti idriche rappresentano un esempio caratteristico di rete primaria soggetta molto spesso ad interventi di riparazione, con conseguente manomissione della sede stradale. Le tecnologie No-Dig offrono spunti di grande interesse per la riabilitazione e la sostituzione di tubazioni interrattate. L'articolo approfondisce due tecnologie di recente introduzione: il loose-fit lining con tubolari armati con fibre aramidiche, interessante soprattutto per la rapidità esecutiva, e il relining sostitutivo per le condotte in cemento-amianto.

abbia come effetto interventi su tali reti, ed in particolare sulle tubazioni di cui esse sono costituite, si traduce tradizionalmente in una manomissione con conseguente manutenzione straordinaria o ricostruzione delle strade.

Ciò spinge il proprietario o il gestore della strada ad un'attenzione sempre maggiore verso quelle tecnologie esecutive, che permettono una riduzione delle manomissioni della piattaforma stradale. Questo si può tuttavia attuare, solamente quando si riescono ad orientare le scelte esecutive dei gestori delle reti di servizi, verso tali tecnologie.

“Orientare” può significare ad esempio costruire un complesso di norme tecniche che regolamentino le modalità di intervento lungo le strade, finalizzate ad una limitazione della manomissione delle sedi stradali e delle interferenze con il traffico veicolare. Ma “orientare” può anche significare che per determinati tronchi stradali, particolarmente critici, la possibilità di aprire scavi a cielo aperto non venga contemplata affatto.

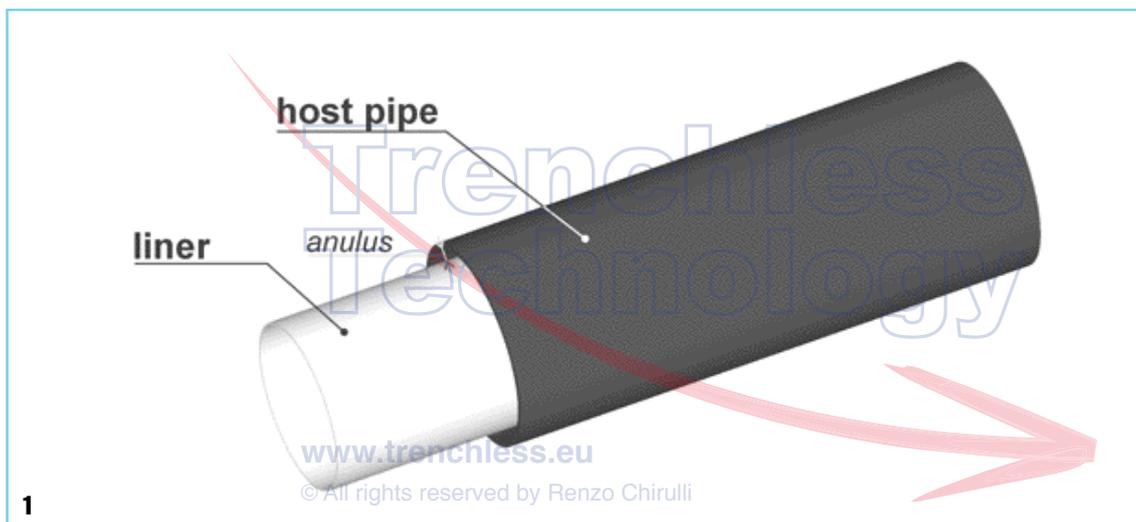
Una grossa limitazione a tale approccio è data dalla mancanza so-

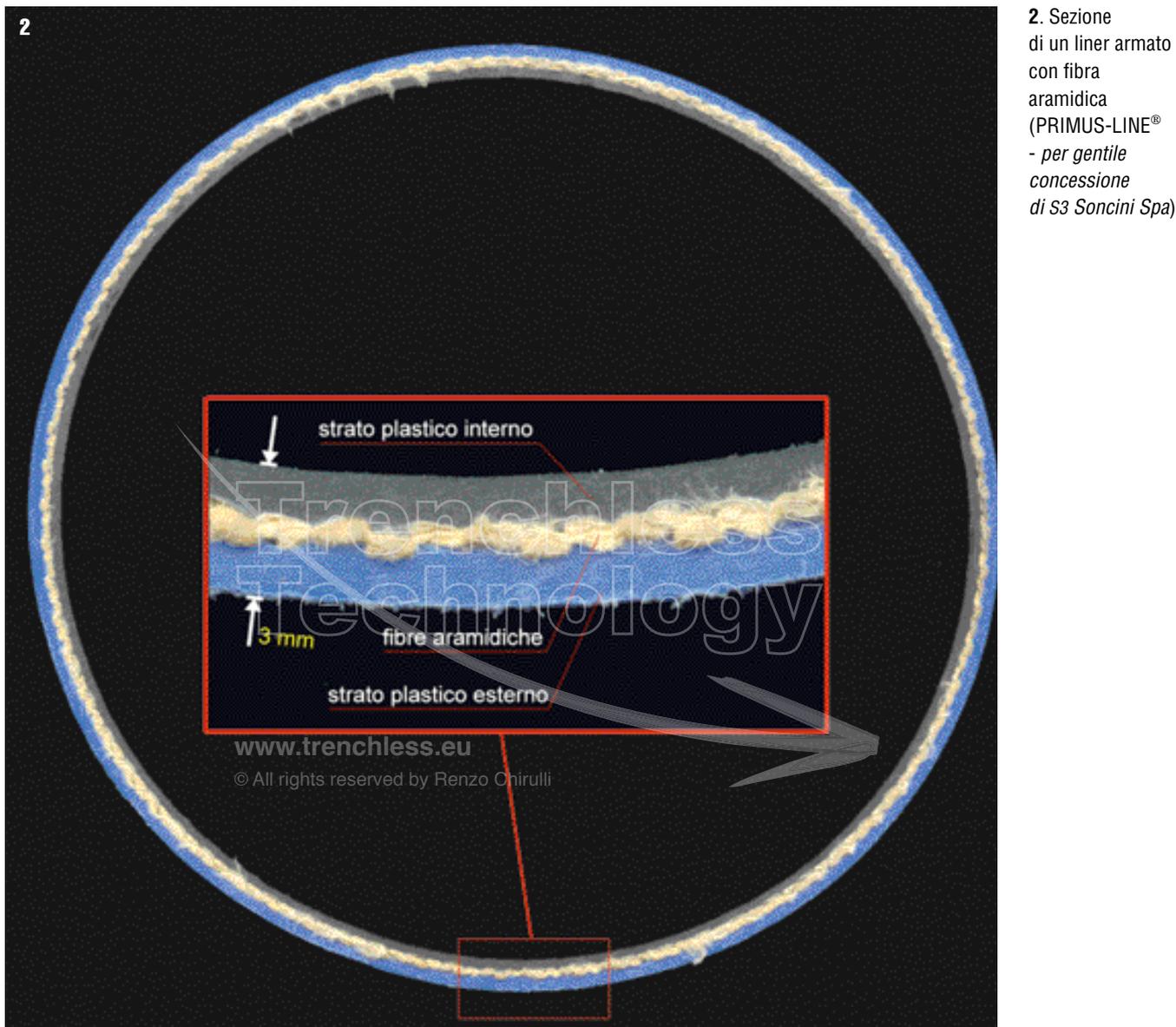
Nel primo articolo di questa serie dedicata alle tecnologie No-Dig, pubblicato nel fascicolo di Gennaio-Febbraio 2005, abbiamo evidenziato come il recupero funzionale di condotte fognarie interrattate possa rappresentare un risparmio sia in termini di minori costi di costruzione, sia in termini di minori disturbi per le strade lungo le quali tali condotte si sviluppano.

Abbiamo chiarito più volte che per “disturbi” intendiamo tanto l'irreversibile perdita delle caratteristiche originarie dell'infrastruttura viaria, che deriva dall'apertura di scavi a cielo aperto, quanto quel complesso di costi che si generano quando si vanno inevitabilmente a creare interferenze tra cantiere e flussi veicolari.

Qualsiasi problematica che si legghi alle reti di servizi interrattate e che

1. Schema esecutivo dello loose-fit lining: una tubazione nuova di diametro più piccolo viene inserita nella tubazione da riabilitare lasciando uno spazio vuoto anulare che viene detto anulus





stanziale, da parte dei gestori, di una programmazione degli interventi sulle proprie reti, che abbatta drasticamente la necessità di intervenire sistematicamente in regime di emergenza.

In altri termini ciò che oggi accade è che la gran parte degli interventi sulle reti, specie su quelle idriche (di cui parleremo più in dettaglio nel presente articolo), avvengono in regime di intervento di emergenza perché si è verificata una rottura, e non in regime di sostituzione preventiva programmata.

L'auspicabile programmazione, peraltro sancita anche attraverso talune norme nazionali, regionali o locali (direttiva 3/3/99, LR 26/2003

Lombardia, e vari regolamenti del sottosuolo comunali), fallisce sostanzialmente di fronte alla complessità del problema della gestione delle reti.

Pertanto quel principio secondo il quale attraverso un'opportuna programmazione degli interventi si dovrebbero limitare le manomissioni delle sedi stradali, rimane a tutt'oggi disatteso.

Il caso delle reti idriche è significativo perché rappresenta un esempio caratteristico di rete primaria che, per carenze ancor oggi esistenti nelle metodiche di gestione e programmazione in uso presso gli enti gestori, è soggetta a frequenti interventi per la riparazione di rottu-

re sulla rete, che hanno come conseguenza (derivante dal ricorso a tecnologie di intervento tradizionali con scavo a cielo aperto) la manomissione delle sedi stradali.

In un autorevole seminario tenutosi lo scorso 22 settembre 2005, presso L'Università degli studi di Perugia, ed organizzato dal Prof. Bruno Brunone (esperto di fama internazionale in materia di perdite nelle reti idriche) si è discusso appunto delle differenti problematiche che attengono alla ricerca delle perdite ed alla gestione delle reti di acquedotto.

Non deve meravigliare un dato (fonte ISTAT 2003) che conferma come negli acquedotti italiani le per-

3. Applicazione del PRIMUS-LINE® nella riabilitazione di una condotta in acciaio: il liner arriva in cantiere avvolto su una bobina che può contenere sino a 1.800 metri di prodotto (per gentile concessione di S3 Soncini SpA)

dite lungo le reti idriche variano in un intervallo che oscilla tra il 20% ed il 60%, con punte anche maggiori in casi specifici, e con una media, a livello nazionale, che si attesta intorno al 40%.

Naturalmente non si tratta solo di perdite dovute all'esistenza di rotture lungo le tubazioni (che tuttavia rappresentano la parte più consistente) ma anche di quantitativi non fatturati o di allacci abusivi.

Dall'esame di alcuni casi reali, illustrati da gruppi di lavoro provenienti da varie università italiane, è emerso che le rotture si concentrano su distretti o addirittura su singoli tronchi specifici di una rete. E poiché ad ogni rottura segnalata corrisponde un intervento in regime di emergenza, si scopre, at-

traverso le suggestive immagini rese dalla referenziazione cartografica degli interventi, come certe strade siano sistematicamente e frequentemente oggetto di manutenzione più di altre.

Un altro dato interessante è che, all'interno di una rete, hanno una maggiore probabilità di andare soggette a rottura quelle tubazioni che presentano una maggiore età, un minor diametro o che sono costituiti con specifici materiali (come ad esempio il cemento-amianto).

Dall'esame di alcune reti italiane è altresì emerso che, nelle condizioni attuali, ed in particolare esaminando il rapporto tra l'ammontare delle perdite reali e quelle considerate "fisiologiche", nel nostro paese si è ancora piuttosto lontani dal

poter considerare remunerative le attività legate alla gestione delle reti idriche. In altri termini così com'è lo stato fisico attuale delle reti idriche italiane, queste, da un punto di vista economico, sono ancora lontane dall'essere remunerative.

Un ultimo ma non meno importante fatto che emerge assistendo a confronti autorevoli come quello che si è tenuto a Perugia, è che oggi esistono le metodologie e le tecnologie per controllare, gestire e programmare efficacemente la manutenzione di reti come quelle idriche.

Dal punto di vista del proprietario o del gestore della strada, e naturalmente dal nostro punto di vista di tecnologi del No-Dig, alla luce di tali argomenti la domanda che sorge è tuttavia un'altra, e cioè: dimostrato che la fallanza delle reti idriche nel nostro paese è piuttosto elevata e che tanto in regime di emergenza (riparazioni) quanto in regime di interventi di sostituzione o riabilitazione preventivi programmati, una gran parte delle reti idriche è e sarà oggetto di intervento, perché allora accanto alla cultura ed ai sofisticati strumenti emergenti per il controllo e la gestione delle reti idriche non si associano anche metodi e tecnologie altrettanto evolute per realizzare i conseguenti interventi esecutivi, in modo da minimizzare anche le esternalità che si legano a tali interventi?

In altre parole, se la finalità connessa con i nuovi strumenti di controllo e gestione delle reti idriche è in ultima analisi quella di abbattere i costi, rendere economicamente più remunerativa la gestione delle reti e migliorare il servizio, come è possibile che poi all'atto esecutivo, per concretizzare tali obiettivi si continui ad operare con sistemi impattanti come gli scavi a cielo aperto?

Su questo piano le tecnologie No-Dig offrono un'ampia serie di possibilità applicative che consentono di realizzare l'installazione, la riabilitazione o la sostituzione di reti idriche con un limitato ricorso agli scavi a cielo aperto.

Da questo punto di vista sarebbe possibile citare le tante tecnolo-





4. Applicazione del PRIMUS-LINE® nella riabilitazione di una condotta in acciaio: il liner viene inserito nella condotta ospite (per gentile concessione di S3 Soncini SpA)

gie che abbiamo già avuto modo di esaminare nei molti articoli pubblicati quest'anno nelle pagine di *Le Strade*, come ad esempio il directional drilling, il microtunnelling, il CIPP (Cured In Place Pipe), o anche esaminare tecnologie di cui non abbiamo ancora parlato come quelle di close-fit o di loose-fit lining, o di pipe-replacement come il pipe-bursting o il pipe splitting.

Tra i tanti temi che possono porre in relazione le problematiche inerenti le reti idriche e le tecnologie No-Dig, di grande interesse sono quello della riabilitazione e della sostituzione di tubazioni interrato.

All'interno di questi due temi più generali proponiamo due diversi punti di approfondimento.

Il primo riguarda una tecnologia di loose-fit lining di recente introduzione, interessante soprattutto per la rapidità esecutiva degli interventi di riabilitazione.

Il secondo punto di approfondimento, è invece relativo ad una metodica di sostituzione ancora in fase di studio, che tuttavia potrebbe sollecitare la riflessione e la collaborazione di vari soggetti coinvolti (come vedremo molti e di-

versificati), con l'obiettivo comune di trovare una soluzione tecnologica efficace ad un problema che investe migliaia di chilometri di reti idriche italiane: stiamo parlando di un metodo di relining sostitutivo per le condotte in cemento-amianto.

Loose-fit lining

Tra le molte tecnologie No-Dig dedicate alla riabilitazione di condotte interrate, le tecniche di loose-fit lining (ovvero riabilitazione con tubi nuovi non-aderenti alle pareti della condotta da riabilitare) rappresentano quelle concet-

5. Applicazione del PRIMUS-LINE® nella riabilitazione di una condotta in acciaio: la testata del liner all'arrivo nel pozzo di partenza (per gentile concessione di S3 Soncini Spa)



6. Applicazione del PRIMUS-LINE® nella riabilitazione di una condotta in acciaio: inserimento della flangia speciale per il collegamento dei terminali (per gentile concessione di S3 Soncini Spa)



tualmente più elementari.

La riabilitazione con loose-fit lining avviene sostanzialmente inserendo un nuovo tubo (di diametro più piccolo) dentro un vecchio tubo (quello da riabilitare). Perché questo possa avvenire, senza deformare temporaneamente il nuovo tubo (come avviene nelle tecniche di close-fit lining) è necessario che il diametro esterno del nuovo tubo sia inferiore al diametro interno del tubo ospite.

Questo nella pratica si traduce in una differenza apprezzabile tra diametro esterno del tubo nuovo e diametro interno del tubo ospite, con una conseguente sensibile riduzione di sezione utile.

Lo slip-lining è una classica applicazione di loose-fit lining, nella quale una tubazione nuova in polietilene (in genere PEAD) viene inserita nel tubo ospite (per spinta o molto più frequentemente per tiro). Terminato il posizionamento del nuovo tubo nel vecchio, l'anello risultante tra parete esterna del nuovo e parete interna del vecchio, viene intasato con iniezione di malta cementizia. I limiti del classico slip-lining sono rappresentati da:

- riduzione significativa della sezione trasversale utile
- limitata lunghezza di applicazione per singolo tronco (in genere non superiore ai 100 m)
- limitata classe di pressione conseguibile (ricordiamo che all'aumentare della classe di pressione per i tubi in PEAD, aumenta notevolmente lo spessore di parete, con ulteriore perdita di sezione utile)

La riduzione di sezione utile che si ha in generale nel loose-fit lining viene in genere compensata da un abbattimento della scabrezza delle pareti interne dei tubi e da un eventuale aumento della pressione di esercizio della condotta.

Da questo punto di vista una tecnologia di recente introduzione (nota con il nome di PRIMUS-LINE® e distribuita in Italia in licenza dalla S3 Soncini Spa) permette di realizzare interventi di loose-fit lining in maniera estremamente rapida, e con caratteristiche della nuova tubazione eccellenti da un punto di vista idraulico e meccanico.

La tecnologia si fonda sull'utilizzo di un tubo semirigido costituito da una matrice plastica armata con fibra aramidica (la più nota è il KEVLAR®).

Le fibre aramidiche sono dotate di caratteristiche chimico-fisiche molto particolari, quali: elevatissima resistenza alla trazione (3.600 MPa – da 3 a 5 volte la resistenza di un acciaio speciale), basso peso specifico (1,4 gr/cmc), elevata rigidità strutturale (basso allungamento sotto carico), bassa conduttività elettrica, elevata resistenza chimica, basso ritiro termico, elevata resilienza, elevata stabilità dimensionale, elevata resistenza al taglio, resistenza alla fiamma, autoestinguenza.

Trovano impiego in svariatissime applicazioni, come ad esempio nella fabbricazione di giubbotti antiproiettile o di cavi ad alta resistenza meccanica.

In questa nuova applicazione di tipo No-Dig le fibre aramidiche permettono di ottenere liner con pareti molto sottili dotati tuttavia di resistenze e quindi classi di pressione estremamente elevate. Ad esempio un liner con diametro nominale da 6" (150 mm) ha uno spessore nominale di soli 3 mm e può lavorare in esercizio continuo con una pressione di 32 bar, potendo resistere a sovrappressioni nei transitori sino a 140 bar. Nello stato di for-

nitura pre-installazione, il liner viene fornito in un tronco unico senza giunzioni, ripiegato ed avvolto su bobina. La lunghezza di liner che è possibile costruire è limitata solo dalla dimensione della bobina. Attualmente il liner da 6" può essere fornito in lunghezza massima avvolta in bobina, pari a 6.000 piedi (circa 1800 metri). L'installazione è estremamente veloce e può permettere la riabilitazione anche di 1.000 metri/giorno di condotta ospite.

L'applicazione è concettualmente semplice. Si taglia la condotta da riabilitare in due sezioni: una di partenza ed una di arrivo. Si procede ad una pulizia interna della condotta da riabilitare e quindi, dalla sezione iniziale di partenza, si inserisce un cavo di trazione in acciaio, che viene fatto emergere nella sezione di arrivo. In corrispondenza della sezione di arrivo si aggancia il liner, che viene fatto passare, prima di entrare in condotta, in una sezione di riformatura (costituita da una serie di rulli a doppio cono) nella quale man mano che il tubo scorre viene riportato, per semplice riformatura meccanica a freddo (che ha effetto sull'orientamento delle fibre di armatura), alla sua forma originaria circolare.

Un opportuno argano, posto in corrispondenza della sezione di partenza, riavvolge il cavo di trazione in acciaio sino a che l'estremità del liner non emerge nella sezione di partenza.

A questo punto sui due terminali liberi del liner si assemblano

delle speciali flange in acciaio, il tutto con operazioni a freddo che non richiedono particolari attrezzature di cantiere.

Le flange vengono fissate su opportune controflange preventivamente montate sulle testate terminali della tubazione ospite. Terminato il serraggio delle flange, la tubazione risanata può entrare immediatamente in esercizio. Con questa tecnologia oggi è possibile installare liner con diametro sino a 15" (380 mm).

Altre interessanti caratteristiche dei tubi armati con fibre aramidiche sono la bassissima scabrezza delle pareti interne ($e = 0.007$ mm), l'elevatissima resistenza all'abrasione (meno di 3/100 mm dopo 600.000 cicli) e la durata di vita utile (18.650 cicli di pressione che simulano una durata in servizio di oltre 50 anni).

Relining sostitutivo di condotte in cemento-amianto

Il relining sostitutivo implementa un concetto molto semplice nel No-Dig: distruggere una vecchia tubazione e contemporaneamente posare al suo posto una nuova condotta, senza scavare a cielo aperto.

Le tecnologie che si basano su questo concetto sono ben note ed utilizzate da anni. Parliamo ad esempio del pipe-bursting, del pipe-splitting o del pipe-reaming.

La prima, in particolare, si utilizza nel relining sostitutivo di tubazioni costruite con materiali fragili, come ad esempio il gres, la ghi-

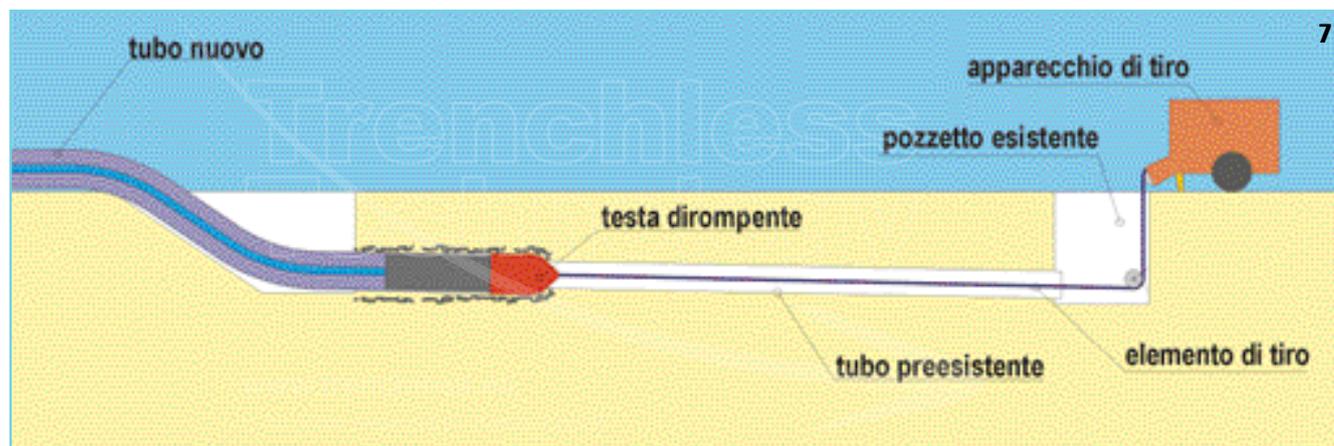
sa ed il cemento-amianto.

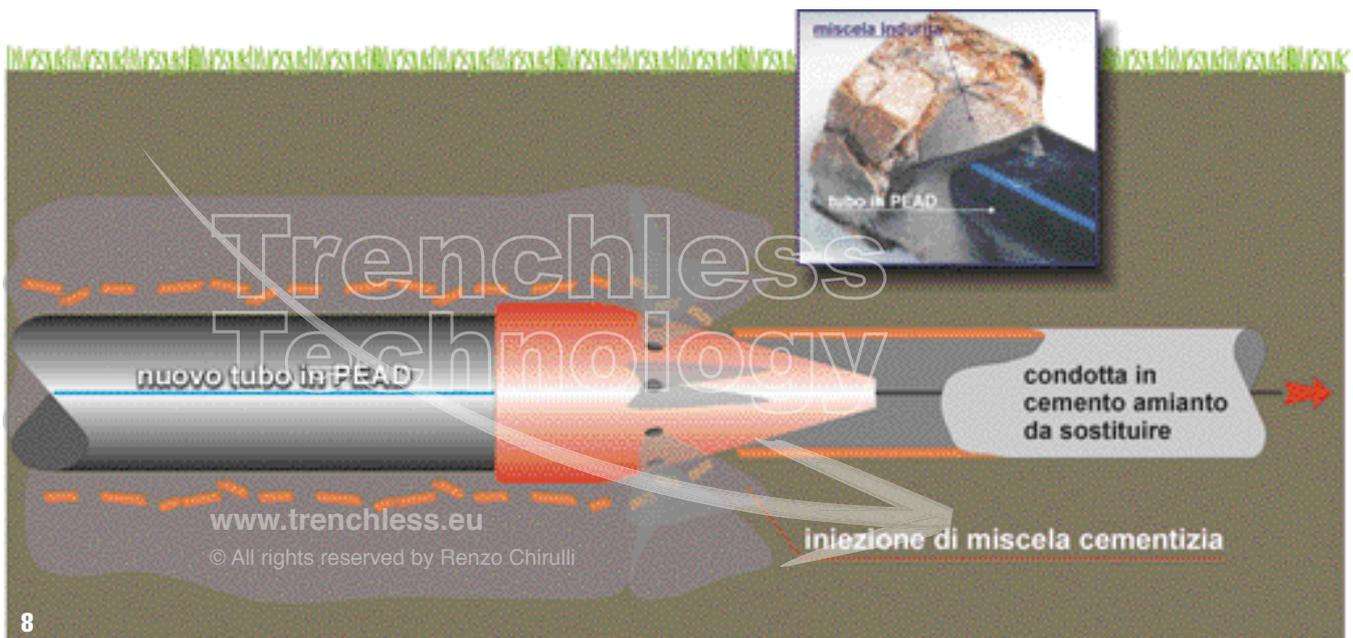
Nel nostro paese, e non solo in esso, esistono ancora migliaia di chilometri di tubazioni in cemento-amianto (o asbesto-cemento). Com'è noto questo materiale non può essere più prodotto né utilizzato, data la dimostrata nocività dell'amianto per l'uomo (le fibre di amianto sono infatti causa di malattie come l'asbestosi, o talune neoplasie a carico di quattro sedi: polmone, pleura, mediastino e peritoneo). Le tubazioni in cemento-amianto per acquedotto, molte delle quali ancora in esercizio, presentano una molteplicità di problematiche legate sia all'esercizio delle reti che alla rimozione e smaltimento delle tubazioni di cui esse sono costituite.

Queste tubazioni, infatti, anche in conseguenza della loro messa al bando, hanno un'età media piuttosto elevata. Se all'invecchiamento naturale delle condotte si aggiungono fenomeni concomitanti come l'intensificazione del traffico veicolare o l'intensificazione delle attività di costruzione e manutenzione di reti nel sottosuolo, si intuisce il perché le molte condotte superstiti costruite con questo materiale siano soggette a rottura con frequenze estremamente elevate.

La sostituzione delle tubazioni in cemento-amianto pone una doppia serie di problemi: innanzitutto la necessità di procedere allo scavo di molti chilometri di strade (con gli effetti ed i costi tipici di queste operazioni). Il secondo e grave problema si lega invece alla manipolazione

7. Schema esecutivo del pipe-bursting





8. Schema esecutivo del pipe-busting con grouting per la sostituzione senza scavo a cielo aperto di condotte in cemento-amianto.

ne ed allo smaltimento di un materiale nocivo per la salute umana, e per questo soggetto a delle regolamentazioni che rendono tale operazione molto critica e costosa.

Il pipe-bursting, applicato alla sostituzione senza scavo a cielo aperto di condotte in cemento-amianto, ha dato subito degli ottimi risultati, in quanto questo materiale si può frantumare molto bene ed in modo controllato costipando i frammenti nel terreno circostante senza danno per la nuova tubazione plastica che viene tirata man mano che la demolizione avviene.

A fronte di una provata convenienza del pipe-bursting nella sostituzione di tubazioni in cemento-amianto, in più occasioni è emersa la perplessità che i frammenti così creati possano costituire un inquinante nocivo per la salute.

In effetti, finché i frammenti della tubazione demolita restano sepolti nel terreno, e quindi non in contatto con l'aria, non vi è il pericolo che le fibre di amianto si disperdano nell'atmosfera. Tuttavia se si dovesse procedere a scavi in prossimità della condotta frantumata, si verrebbe effettivamente a creare il rischio che i frammenti possano venire in contatto con l'atmosfera, ponendo in essere la necessità di procedere ad una loro rimo-

zione e smaltimento secondo quanto prescritto dalla legge, con il problema reale ed ulteriore che durante scavi eseguiti a distanza di molti anni, potrebbe non essere nota la presenza di frammenti di tale natura, col conseguente rischio di manipolare e smaltire inconsapevolmente un materiale nocivo senza usare particolari precauzioni.

Una soluzione per rendere il pipe-bursting efficace e soprattutto sicuro nella sostituzione di condotte in cemento-amianto è quella di realizzare, contemporaneamente alla frantumazione del tubo vecchio ed alla posa del tubo nuovo, una terza operazione che conduca sostanzialmente alla inertizzazione del detrito prodotto durante la frantumazione del vecchio tubo.

Questo può essere ottenuto mediante una tecnica di grouting a media pressione eseguita contemporaneamente al passaggio del nuovo tubo in plastica. Si tratta in altri termini di iniettare malte cementizie o miscele ternarie acqua-cemento-bentonite che vanno a cementare un volume di terreno nel quale i frammenti della tubazione in cemento-amianto restano intimamente inglobati.

Il grouting, effettuato contemporaneamente all'installazione per tiro di tubi plastici interrati, è una

tecnica già da tempo utilizzata nel directional drilling ed in parte anche nel pipe-bursting, ed i risultati sono promettenti ed incoraggianti. Ciò che invece non è stato ancora tentato e che tuttavia aiuterebbe a risolvere efficacemente un problema significativo per molti gestori di rete idrica e naturalmente per la collettività, è quello di mettere insieme le competenze dei tecnologi del No-Dig, degli esperti di acquedotti, dei gestori di rete e degli enti preposti al controllo ambientale e sanitario per mettere a punto una tecnologia esecutiva affidabile e sicura. È dall'insieme e dalla cooperazione di questi soggetti che può realisticamente trovare soluzione un problema che interessa diverse migliaia di chilometri di tubazioni interrate per uso acquedottistico.

Il vantaggio quale sarebbe? Quello di disporre di una tecnologia estremamente economica e rapida per la sostituzione di condotte in cemento-amianto, che permetterebbe di evitare gli scavi a cielo aperto, garantendo la completa inertizzazione di un materiale nocivo per l'uomo.

Nel complesso quindi un significativo abbattimento dei costi e degli impatti ambientali nelle operazioni di sostituzione di condotte in cemento-amianto. ■