

Case study:

I FATTORI DEL SUCCESSO DEL NO-DIG

**Cronaca di un progetto T.O.T. di successo:
il caso della SP154-Ombrone di GEA Grosseto**

di Massimo Tiberi, Carlo Torre** e Marco Michelotti****



Si torna sull'argomento delle economie conseguibili con l'impiego delle tecnologie No-Dig utilizzate per la posa in opera ex-novo di condotte.

L'occasione è un progetto recentemente realizzato con successo a Grosseto, che ha fornito la conferma che col No-Dig non solo si riescono a ridurre drasticamente i costi di posa, ma è possibile anche raggiungere obiettivi di velocità operativa e di sicurezza complessiva del cantiere impensabili con le tecniche tradizionali.

Di seguito vi diamo un breve resoconto del progetto e delle attività di cantiere.

PREMESSA

In passato ci siamo trovati a trattare in più di un caso e in maniera più o meno approfondita, il tema dei costi di applicazione delle tecnologie No-Dig. Abbiamo toccato in più occasioni l'argomento su Servizi a Rete esaminando tecniche e costi dei sistemi per il risanamento delle grandi condotte in

pressione (Aprile-Marzo 2007) e delle condotte acquedottistiche di piccolo diametro (Maggio-Giugno 2005). Abbiamo poi ripreso l'argomento con la Case Study di un cantiere di TOT in quel di Lucca particolarmente interessante (Plastic Pipes & Fittings 2/2008).

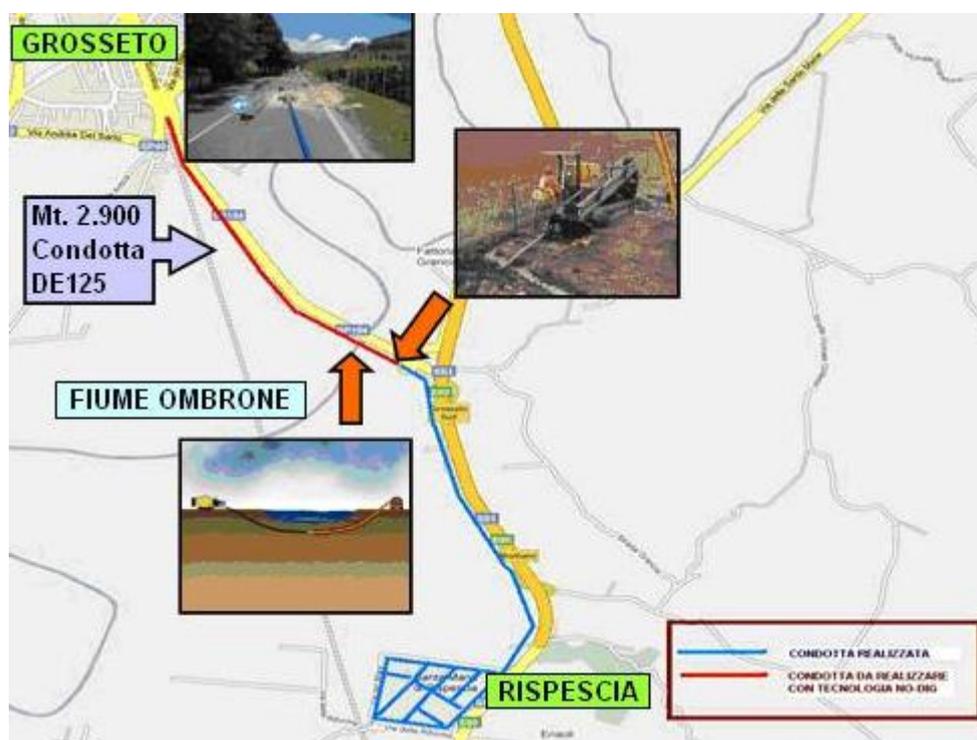
Vorremmo tornare ora sull'argomento per illustrare ai nostri lettori quali siano i vantaggi ottenibili nell'ambito di un progetto, precedentemente redatto secondo schemi e tecniche tradizionali, apportando la sola variazione della tecnica di posa, tramutando cioè quest'ultima da scavo tradizionale a cielo aperto a infissione della stessa condotta con tecnica di Trivellazione Orizzontale Teleguidata.

Vi anticipiamo che i risultati sono stati sorprendentemente positivi sotto tutti gli aspetti.

Parte prima: L'ESTENDIMENTO DELLA RETE GAS DI GROSSETO: IL PROGETTO DELLA S.P.154 "SPADINO"

Di Massimo Tiberi

* Responsabile Servizio Distribuzione di GEA SpA



Il punto di partenza dell'estensione gas di media pressione in località Quattro Strade in Grosseto città

Il progetto di cui trattasi è finalizzato al collegamento tra le reti gas di Grosseto e quella a servizio dell'abitato di Rispeccia.

In relazione al particolare contesto stradale e all'intenso traffico veicolare, effettuate tutte verifiche del caso (costi – benefici) GEA, l'Azienda che garantisce il servizio gas a Grosseto, ha deciso di applicare la Trivellazione Orizzontale Teleguidata (meglio nota come TOT), basata sull'azione di una "talpa" meccanica che consente di posare nel sottosuolo una tubazione di qualsiasi diametro operando da un solo scavo sulla superficie di dimensioni molto ridotte.

L'intero progetto prevedeva infatti la posa in opera circa 3.000 metri di condotta in media pressione (5 bar).

La scelta si è rivelata vincente in quanto sono state posate le suddette tubazioni effettuando solamente una decina di piccole fosse ad una distanza media di oltre 250 metri l'una dall'altra, intervenendo in maniera pressoché nulla sulla superficie viabile.



Una fase della battuta Georadar lungo il tracciato prefissato per la posa della condotta

I sottoservizi già presenti nel sottosuolo sono stati preventivamente segnalati dagli Enti proprietari, ma data la tecnica di posa “non a vista”, la loro posizione precisa è stata verificata nel dettaglio mediante il Georadar, altra tecnica di avanguardia che consente di “guardare” al di sotto dell’asfalto alla ricerca di tubazioni e manufatti occulti.

L’adozione da parte di GEA della tecnologia TOT, ci ha permesso di azzerare l’impatto ambientale e viabile, consentendoci di velocizzare enormemente le operazioni di posa diminuendo, nel contempo, i costi della stessa.

I tempi di realizzazione delle opere si attestano attorno al 50% in meno rispetto agli interventi tradizionali, rendendo quindi possibile una corrispondente riduzione dei disagi al traffico veicolare ed alle attività commerciali ed agricole insistenti lungo il tracciato.



Una fase intermedia della posa, appena fuori dell’abitato di Grosseto. Da sottolineare che un solo scavo è stato eseguito in campo stradale sull’intero sviluppo dei circa 3000 metri di posa

Anche i *saving* economici conseguibili grazie a tale particolare modalità di realizzazione del progetto risultano proporzionali alle riduzioni delle opere edili e dei tempi di esecuzione.

E’ però il sottopasso del fiume Ombrone che ha rappresentato il vero traguardo tecnico dell’intero progetto, un’operazione che è stata realizzata sempre con la tecnica della trivellazione teleguidata, Il foro pilota effettuato mediante un unico lancio della lunghezza di circa 280 metri, con un profilo di tracciato cosiddetto “ in corda molla” che ha avuto origine dal piano di campagna della zona golenica entro-argine, scendendo in subalveo fino alla profondità di circa otto metri al di sotto della sede di scorrimento del fiume, per poi riportarsi in superficie ed emergere al lato sud del fiume.

La scelta dei materiali tubolari plastici da impiegare nel progetto è caduta su prodotti tecnologicamente avanzati in quanto tubazioni fabbricate a partire da Polietilene di nuova concezione e ad altissima resistenza e formati con la tecnologia della coestrusione multistrato. La scelta di tale materiale particolare è stata effettuata con l'obiettivo di garantire una particolare resistenza agli stress di posa ed una durabilità nel tempo nettamente superiore ai materiali plastici standard.

Parte seconda: GLI INDICATORI NECESSARI A PREVEDERE IL SUCCESSO DI UN INTERVENTO NO-DIG

Di Carlo Torre

*** Responsabile divisione operativa Saster Pipe di Iride Acquagas SpA,*

Personalmente ho sempre sostenuto che valutare a priori la riuscita di un progetto che prevede l'impiego di nuove tecnologie è molto più complesso che fare la stessa cosa nel caso di un normale progetto di posa in opera di condotte o sottoservizi con scavi tradizionali.

Quando si è in procinto di programmare un intervento no-dig infatti, le variabili non note sono normalmente più numerose, anche se l'adozione di una tecnica senza scavo risolve di default tutta una serie di potenziali problematiche che normalmente insorgono in corso d'opera quando si procede con metodi tradizionali.

La conoscenza del sottosuolo



L'elemento cardine che rende efficace ed efficiente la progettazione di una posa ex novo con tecniche trenchless è la conoscenza più approfondita possibile della sottosuolo ove troverà sede la nuova condotta.

Nelle attività trenchless riunite sotto la denominazione comune di Relining, l'elemento della conoscenza del sottosuolo non riveste un ruolo di primaria importanza: le condotte da rinnovare, o da sostituire, già si trovano sotto terra, per cui il problema di dove installarle è già stato risolto da qualcuno prima di noi "risanatori".

Quando si tratta invece di installare una nuova canalizzazione al di sotto del piano stradale, sia essa un tubo a pressione, una fognatura o un cavidotto, se si giunge ad ottenere una buona conoscenza della composizione dei terreni e della posizione dei sottoservizi già esistenti, si può dire di essere ben al di là della classica metà dell'opera.

Ciò vale tanto nel mini quanto nel micro-trenching, ma nel TOT e nel Microtunneling, l'indagine preventiva assume un valore essenziale. Essa deve essere quindi sempre prevista ed effettuata nei modi e nelle quantità tali da assicurare il raggiungimento dell'obiettivo di posa in opera senza incorrere in imprevisti di natura geologica e/o interferenziale.

Le indagini preventive adottate nella nostra case study

Nel caso del collegamento tra Grosseto e Rispescia, i tipi di indagine preventiva sono risultati essere sostanzialmente tre:

- La conoscenza puntuale della stratigrafia geologica dell' subsuolo del fiume Ombrone
- L'individuazione preventiva longitudinale delle numerose infrastrutture, cavidotti e condotte presenti lungo il tracciato dei circa 2300 metri di posa in campo stradale
- La puntualizzazione sulle due dimensioni (longitudinale e profondità) della posizione delle infrastrutture e dei cavidotti presenti lungo il tracciato, già identificati a mezzo cartografia e indicazioni degli Enti gestori

Profondità (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Pec. macigno	Pec. macigno							
			0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	
0.00 - 1.40	Sabbia fine ghiaiosa, colore grigio-beige. Presenti localmente resti organici.	100								
1.40 - 2.80	Sabbia fine ghiaiosa da debolmente sabbiosa a limosa, colore marrone scuro. In base a 1.80 e 1.90 ciottoli magnetici (diametro $\approx 10\text{ cm}$), colore verde.	100	1.50	8	8	10	20	C		
2.80 - 3.00	Sabbia da fine a media ghiaiosa localmente debolmente limosa, colore marrone.	100								
3.00 - 4.00	Sabbia da fine a media ghiaiosa localmente debolmente limosa, colore marrone. Presenti rari ciottoli e, localmente, resti organici.	100	3.00	7	9	10	20	C		
4.00 - 4.50	Sabbia fine addensata debolmente ghiaiosa, colore grigio.	100								
4.50 - 5.50	Massa porosa da siltargilla ad argilla (diametro $\approx 1\text{ cm}$) sabbiosa. POLVERE-ARGILLA	100	4.50	5	14	18	30	C		



Per quanto riguarda il sottopasso fluviale, si è dato quindi seguito ad una accurata indagine geologica (che prevedeva carotaggi in campo e prove geomeccaniche sui reperti), con la produzione di una relazione finale che individuava gli strati compatibili per una trivellazione del tipo che si intendeva adottare.



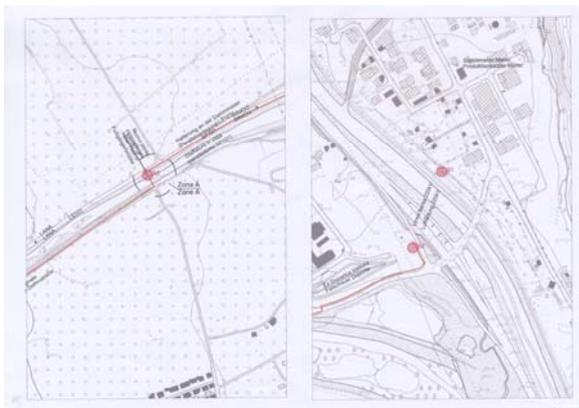
Per quanto riguarda la localizzazione dei sottoservizi stradali, si è adottato il metodo di rintracciamento iniziale da cartografia e indicazioni fisiche da parte degli Enti gestori dei servizi a rete. A questa, è seguita una verifica e puntualizzazione delle posizioni effettuata con georadar, che ha rivelato alcune discrasie che avrebbero potuto comportare delle potenziali, gravi interferenze (lungo il tracciato sono presenti i cavi della ASST che veicolano, tra le altre, le comunicazioni dell'aeroporto militare di Grosseto). Inoltre, grazie al georadar, è stato possibile puntualizzare la posizione delle preesistenti canalizzazioni fognarie e idriche costruite in materiali inerti (cemento, PVC e gres ceramico).

Il possesso dei risultati di tali indagini strumentali preventivamente all'avvio delle lavorazioni, ha consentito di conseguire gli obiettivi di posa nel rispetto dei costi e dei tempi di realizzazione, con addirittura un netto miglioramento di questi ultimi, e senza incorrere in alcun incidente di percorso.

I FATTORI DEL SUCCESSO DI UN PROGETTO NO-DIG

Dopo oltre quindici anni di esperienza in questo campo, e dopo aver visto nascere, eseguire e collaudare centinaia di progetti no-dig, per la maggior parte andati a buon fine (e meno male..) ma anche in piccola parte andati a male (minima parte, sottolineo..), le mie personali convinzioni in merito ai fattori del successo sono le seguenti:

1. Esperienza e capacità nella progettazione:



E' un fattore importantissimo, che i tecnici che vi si dedicano possono acquisire solo col tempo, accumulando nozioni e verificando sul campo gli effetti delle loro stesse decisioni in merito a tempi, metodi, tecnologie, indagini, materiali eccetera eccetera.

2. Team operativi affiatati e capaci:



Sono solito sostenere che le maestranze che compongono le squadre operative impiegate nei progetti no-dig devono divenire degli "specialisti di ciò che non si vede". Sembrerà magari una semplificazione scherzosa, ma in questa frase sta tutto il segreto di anni ed anni di lavoro a stretto

contatto tra tecnici e maestranze, con esperienze fatte di imprevisti da risolvere, di piccole invenzioni, magari anche di piccoli e grandi errori, ma spesso anche di successi.

3. La giusta attrezzatura:



Nel no-dig non si improvvisa. Questa è una verità che troppo spesso si impara a proprie spese. Un concetto di base del trenchless è che se, per quanto riguarda le procedure e il modo di fare le cose, a volte un po' di sana inventiva non guasta, per quanto riguarda le attrezzature invece, è indispensabile avere le idee ben chiare fin dal principio. Affrontare un lavoro con una macchina inidonea, mal mantenuta, sottodimensionata per potenza, o anche sovradimensionata, può rivelarsi un errore che si paga caro sia sul piano operativo che amministrativo. In questo frangente è importantissimo seguire le indicazioni dei fornitori (veri esperti della tecnologia applicata alla meccanica/elettronica) ma anche (e forse ancor di più) i suggerimenti del personale operativo al quale poi queste macchine vengono affidate.

4. materiali di qualità:



Anche in questo frangente, c'è ben poco da disquisire. La maggior parte delle tecniche No-Dig prevede l'impiego di materiali plastici, ovvero di materiali compositi plastico-tessili o plastico-metallici. In considerazione degli stress e delle "manipolazioni" che questi materiali sono destinati a subire, il fattore qualità diviene cruciale. Non sono ammissibili deroghe di alcun genere a tale elemento, anche perché il costo dei materiali, nell'ambito di un progetto va generalmente a ricoprire un massimo del 15-20% del valore complessivo dell'opera che si andrà a realizzare. Risparmiare un 10-20% sui materiali, derogando sulla loro qualità, si traduce in un misero 3-4% di risparmio sul valore complessivo. Ma questo modo di operare espone ad un rischio enorme di fallimento dell'opera o di richiamo in causa dell'impresa anche dopo il collaudo. Al di là della mera garanzia biennale sui materiali, non dimentichiamo mai che il codice civile, nel settore delle

costruzioni (a cui la posa di condotte è assimilabile) prevede una garanzia del costruttore sull'opera pari a 10 anni.



Alcune immagini del convegno di inaugurazione del sottopasso del fiume Ombrone e di presentazione del progetto da parte di GEA al Comune di Grosseto ed a una platea di tecnici intervenuti per l'occasione

In conclusione di questa parte a me delegata, dopo aver espresso tali concetti derivati dalla mia personale esperienza nel campo trenchless, devo con soddisfazione sottolineare che il progetto della sp154 di Grosseto ha visto realizzarsi tutte queste condizioni, nelle loro migliori modalità, portando ad un risultato finale molto vicino a quell'”optimus” che tutti noi sempre ci auguriamo ma che ben difficilmente poi si raggiunge nella realtà.

Per tale motivo, è mia intenzione ringraziare la direzione lavori di GEA SpA, nella persona dell'amministratore delegato Valter Cammelli e del responsabile servizio gas Massimo Tiberi, al direttore dei lavori Livio Ceccarelli. Un dovuto plauso va inoltre alle maestranze di Iride Acquagas Spa e alla ditta Edilvie Srl, nelle persone di Massimo e Paolo Cognigni, per aver contribuito con la loro professionalità alla perfetta riuscita dell'opera.

Parte terza: UN CANTIERE DI GRANDE EFFICACIA ED EFFICIENZA: LA PAROLA AI DATI



Il punto di partenza e di arrivo della posa della condotta gas ai due capi estremi del tracciato

Di Massimo Tiberi

** Responsabile Servizio Distribuzione di GEA SpA*

Il cantiere sulla SP 154 è partito il 29 Giugno e si è concluso il 28 Luglio.

Se consideriamo che, la prima settimana di lavoro è servita essenzialmente per stoccare le condotte in aree prestabilite lungo il tracciato, allestire il cantiere e ad individuare le infrastrutture presenti lungo il percorso con l'ausilio del georadar, balza subito all'occhio l'efficienza del cantiere in quanto in meno di 20 giorni lavorativi sono state posate 3000 ml di condotta del De 125 comprensivo dell'attraversamento del Fiume Ombrone.

Il materiale di risulta complessivo conferito a discarica è stato di metri cubi 36.25 contro i 1518 metri cubi. Che si sarebbero ottenuti con lo scavo tradizionale a cielo aperto.

Il materiale di riempimento utilizzato tra sabbia e ghiaia si attesta sui 40 metri cubi, contro i 1600 che sarebbero serviti con lo scavo tradizionale.

Altro dato importante è quello relativo al ripristino definitivo con bitume in quanto l'ente proprietario della strada imponeva il rifacimento di mezza carreggiata, pertanto a fine intervento sono stati realizzati soltanto 75 metri quadri di tappeto d'usura contro i 6900 metri quadri che si sarebbero dovuti realizzare se fosse stata adottata la tecnica tradizionale.

Tutto questo, oltre ad un risparmio sul costo dell'opera rispetto alla tecnica tradizionale ha permesso di ridurre al minimo l'impatto sociale in quanto il cantiere ha interferito in modo marginale con la viabilità e con le varie attività commerciali che si affacciavano sulla strada SP. 154.

Parte quarta: LA QUALITA' DELLA POSA DI RETI GAS IN MEDIA PRESSIONE (5BAR) CON TECNICHE DI T.O.T. RICHIEDE MATERIE PRIME E PRODOTTI TUBOLARI DI PARTICOLARE QUALITA'



Di Marco Michelotti – Idrotherm 2000 SpA

TUBI MULTISTRATO AD ALTA RESISTENZA: NUOVA FRONTIERA

FOTO D30_7535

La resistenza dei materiali plastici alla propagazione delle rotture fragili, innescate da intagli o abrasioni superficiali dovute alle asperità del sottosuolo o provocate dalle varie operazioni durante la posa di una condotta, costituisce un fattore chiave che ne condiziona l'applicazione in termini di affidabilità e sicurezza a lungo termine.

L'ottimizzazione di questo parametro è stato un obiettivo da sempre perseguito da parte dei gruppi di ricerca delle multinazionali produttrici di polimeri impiegati nella produzione di tubi per il trasporto di fluidi in pressione.

FIGURA 1

In questo specifico contesto, il più recente avanzamento è rappresentato dal polietilene ad elevatissima resistenza PE100 VRC (Very Resistant to Crack): questa macromolecola garantisce, infatti, una performance ineguagliabile nel caratteristico fenomeno della propagazione lenta della frattura, di oltre un ordine di grandezza superiore a quella dei tubi in polietilene standard, permettendo di ridurre drasticamente l'insorgere delle problematiche connesse alle attività di posa (costi di installazione e socio-ambientali), senza al tempo stesso penalizzare i fondamentali e caratteristici punti di forza che hanno decretato negli anni il successo del polietilene, quali la sua leggerezza e flessibilità nonché la semplicità di giunzione.

Coerentemente con la propria politica aziendale, Idrotherm 2000 ricopre oggi una posizione di leadership nel contesto nazionale dei produttori di tubi, anche in virtù del proprio impegno attivo e costante nel monitoraggio dell'evoluzione tecnologica dei materiali che consente di proporre con continuità al mercato le soluzioni più moderne ed efficaci per ogni contesto.

Nell'ambito del progetto dettagliatamente descritto in questo articolo, il ruolo giocato da Idrotherm 2000 si è concretizzato principalmente nel prospettare come soluzione ideale per l'installazione mediante trivellazione orizzontale teleguidata (TOT) sulla SP154 di Grosseto un tubo appartenente alla propria gamma di prodotti Renovation VRC®, realizzati con le resine di ultima generazione PE100 VRC. La valutazione del caso ha, infatti, preso principalmente in esame gli effetti connessi agli stress meccanici incontrati da parte della condotta nel corso della sua introduzione nel sottosuolo.

FOTO D30_4379

Il tubo, fornito in barre da 12 m, con caratteristiche dimensionali DN125 SDR11 per una pressione massima di esercizio di 5 bar e conforme ai requisiti tecnici definiti dallo standard EN 1555¹ e dai contenuti dei D.M. del 16 e 17 aprile 2008, è stato realizzato con una struttura multistrato costituita da una parete a tre strati coestrusi a base di PE100 VRC di colore arancio e nero (Figura 1) aventi le caratteristiche riassunte in tabella 1.

Tabella 1. Proprietà del tubo multistrato ad elevatissima resistenza Renovation VRC®

¹ EN 1555 - "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili"

Proprietà	Metodo di prova	Condizioni	Risultato
Indice di fluidità (MFI)	UNI EN ISO 1133	5 kg @ 190 °C	Strato interno: 0,30 g Strato intermedio: 0,29 g Strato esterno: 0,29 g
Tempo induzione ossidazione (OIT)	UNI EN 728	210 °C	Strato interno: 63 Strato intermedio: Strato esterno: 65
Densità	UNI EN ISO 1183	23 °C	Strato interno: 0,95 Strato intermedio: 0,95 Strato esterno: 0,95
Carico di snervamento	UNI EN ISO 6259	23 °C	24,3 MPa
Allungamento a rottura	UNI EN ISO 6259	23 °C	>640%
Indice di dispersione	ISO 18553	–	Strato interno: Strato intermedio: Strato esterno:
Resistenza alla pressione idrostatica	UNI EN ISO 1167	σ 5,4 MPa @ 80 °C	>>165 ore (interrotta senza r)
Resistenza alla pressione idrostatica	UNI EN ISO 1167	σ 12,4 MPa @ 20 °C	>>100 ore (interrotta senza r)

L'impiego di polimeri “speciali” così classificabili, alla base di tutta la gamma Renovation VRC® prodotta da Idrotherm 2000, rappresenta, infatti, la soluzione ottimale e più immediata per la risoluzione di tutti gli aspetti critici legati all'installazione, consentendo in particolare il superamento delle difficoltà connesse ai pericoli di danneggiamento per effetto di carichi locali e di incisione della superficie esterna, preservando tuttavia l'elevata resistenza meccanica caratteristica del polietilene.

FOTO D30_7513

Le principali variabili che definiscono il polietilene impiegato nella realizzazione di condotte per fluidi in pressione sono la resistenza alla pressione interna a lungo termine (MRS – Minimum Required Strength), la resistenza alla propagazione rapida della frattura (RCP – Rapid Crack Propagation) e la resistenza alla propagazione lenta della frattura (SCG – Slow Crack Growth), i cui valori determinano automaticamente il campo di utilizzo.

A differenza dei materiali da costruzione non polimerici, il polietilene presenta un comportamento viscoelastico, il cui effetto consiste in una deformazione progressiva sotto l'applicazione di un carico, dipendente dal tempo, dalla temperatura e dallo sforzo esercitato. L'effetto cumulato di questi fattori viene considerato nella determinazione della resistenza a lungo termine, impiegata per il calcolo della vita utile del tubo. Come nel caso del PE100 standard, anche con il PE100 VRC la classificazione di MRS prevede un valore di 10 MPa, pertanto il tubo RENOVATION VRC® DN125 SDR11 utilizzato in questo progetto, in considerazione del coefficiente di sicurezza 3,25 in vigore in Italia, può essere messo in esercizio ad una pressione operativa massima di 5 bar.

FOTO D30_4121

Gli urti accidentali subiti da una condotta, anche in presenza di sacche d'aria, soprattutto se favoriti dalla concomitanza di fattori diversi quali l'alta pressione operativa, la bassa temperatura di esercizio ed elevati spessori di parete, non costituiscono generalmente un fattore critico per un tubo in polietilene ben progettato. Tuttavia, poiché questo parametro può avere un'influenza anche determinante nell'esercizio delle reti gas, il tubo multistrato Renovation VRC® è stato sottoposto al test di verifica della resistenza alla propagazione rapida della frattura in scala ridotta², rilevando un arresto della propagazione di frattura coerentemente con quanto prescritto dallo standard EN 1555. Le resine impiegate per la produzione del tubo sono, infatti, contraddistinte in origine da valori della pressione critica superiori a 10 bar a 0 °C.

FOTO D30_7550 + D30_7524

La determinazione della resistenza del polietilene alla comparsa dei fenomeni di frattura fragile, che costituisce il vero e proprio elemento di forza del tubo Renovation VRC®, può richiedere tempi estremamente dilatati. Per tale scopo, è stato messo a punto il Notch Pipe Test³, una prova consistente nel sottoporre il tubo, preliminarmente intagliato sulla superficie esterna per il 20% della profondità del suo spessore, a temperatura e pressione elevate (80 °C e 9,2 bar rispettivamente). Sebbene lo standard di riferimento EN 1555 richieda soltanto il raggiungimento di un tempo minimo di 165 ore in queste condizioni sperimentali⁴, il tubo multistrato Renovation VRC® utilizzato in questo progetto è stato prodotto da Idrotherm 2000 selezionando resine contraddistinte dal netto superamento di oltre 5000 ore nel parametro SCG. Ciò comporta una resistenza nelle condizioni di stress termo-meccanico imposte dalla prova di intaglio nettamente amplificata rispetto a quella dei tubi in PE100 standard, evidenziando una elevatissima resistenza al caratteristico fenomeno di propagazione delle rotture fragili che possono essere innescate dagli ostacoli fisici presenti nel sottosuolo nel corso di un'installazione senza scavo, come nel caso dell'installazione mediante TOT.

FIGURA 2 + D30_7507

² UNI EN ISO 13477 - "Determinazione della resistenza alla propagazione rapida della frattura (RCP) – Prova a scala ridotta a stato costante (Prova S4).

³ UNI EN ISO 13479 - "Determinazione della resistenza alla propagazione della fessura (SCG) – Metodo di prova per la propagazione lenta della fessura di un tubo intagliato (prova dell'intaglio).

⁴ La norma EN 1555, attualmente in fase di revisione, prevede nella prossima versione il superamento di 500 ore a 9,2 bar ed 80 °C nel test di resistenza alla propagazione lenta della frattura.

Tuttavia, tecnicamente l'assoluta superiorità del PE100 VRC, in termini di resistenza alla propagazione delle fratture di tipo fragile, viene apprezzata attraverso l'esecuzione della prova denominata FNCT (Full Notch Creep Test). In questo caso, un campione di dimensioni standard, prelevato dalla superficie della tubazione ed intagliato superficialmente, viene immerso in una soluzione al 2% di un tensioattivo particolarmente aggressivo (Arkopal N100) a 80 °C e sotto l'applicazione di una deformazione assiale di 4 MPa, in modo da valutarne la resistenza intrinseca allo stress cracking localizzato (Figura 2).

La specifica tecnica PAS 1075 per le installazioni alternative dei tubi in polietilene (tra cui rientrano anche le varie tecniche no dig), pubblicata nell'aprile 2009 dall'ente normativo tedesco DIN (Deutsches Institut für Normung), prevede il superamento di un tempo limite di 3300 ore nelle condizioni di prova sopra indicate, affinché i tubi possano essere ritenuti adeguati all'utilizzo in tutte quelle condizioni che richiedono un'elevatissima resistenza ad intagli e carichi puntuali.

Solo il PE100 VRC permette il soddisfacimento di questo requisito, con valori di resistenza di un ordine di grandezza superiori a quelli osservati nei tubi a base di PE100 standard, come dimostrato dalla certificazione dei tubi Renovation VRC® conseguita con il superamento del test effettuato presso l'unico laboratorio accreditato in Europa per questa specifica prova. La messa a punto del tubo multistrato fornito a GEA per l'installazione TOT si è indirizzata, pertanto, verso l'impiego delle resine ad alta performance anche sulla base di questo ulteriore sostegno tecnico ed il conseguente attestato documentale.

Tabella 2. Requisiti di norma e confronto delle proprietà dei tubi in PE100 standard e ad elevatissima resistenza

Proprietà	Metodo di prova	Requisiti CEN/ISO	Reno Gas 100® (PE100)
Resistenza alla pressione interna a lungo termine (MRS)	UNI EN ISO 9080	≥10 MPa	>10 MPa
Resistenza alla propagazione rapida della frattura (RCP)	UNI EN ISO 13477 0 °C (test S4)	$P_c > 1,5 \text{ MOP}^*$ con $P_c = 3,6 P_{c,S4} + 2,6$	$P_c > 10 \text{ bar}$
Resistenza alla propagazione lenta della frattura (SCG)	UNI EN ISO 13479 80 °C – 9,2 bar	≥165 ore (CEN)** ≥500 ore (ISO)	1500-2000 ore
Full Notch Creep Test (FNCT)	ISO 16770 80 °C – 4 MPa Arkopal 2%	–	~1800 ore

*MOP = massima pressione operativa corrispondente a 5 bar per SDR11

**La revisione in corso di approvazione della norma EN 1555 prevede il requisito di 500 ore

A titolo riepilogativo, nella tabella 2 sono messe a confronto le caratteristiche del tubo gas Renovation VRC® con quelle di un analogo manufatto ottenuto attraverso il PE100 standard.

Il tubo multistrato Renovation VRC® è stato estruso su una linea tecnologicamente all'avanguardia, i cui stadi di lavorazione sono concatenati in un sistema automatico di gestione e di controllo in grado di supervisionare in continuo l'intero processo. Il monitoraggio costante delle temperature di

lavorazione attraverso opportuni sistemi di termoregolazione, dei parametri di raffreddamento e del grado di vuoto applicato durante la calibrazione hanno permesso di ottenere un omogeneo profilo termico lungo tutta la sezione. Il monitoraggio online delle caratteristiche dimensionali su tutta la superficie del tubo, attraverso un affidabilissimo dispositivo di misura ad ultrasuoni, ha inoltre permesso di raggiungere la massima garanzia di conformità del lotto prodotto ai requisiti dimensionali.

Per la valutazione dell' idoneità all'impiego del sistema in condizioni normali, in accordo a quanto previsto dalla parte 5 dello standard EN 1555, le giunzioni a saldatura di testa, eseguite direttamente sul cantiere, devono avere caratteristiche di resistenza a trazione e di resistenza alla pressione idrostatica rispettivamente in accordo a quanto riportato nella tabella 3.

Tabella 3. Caratteristiche per l' idoneità all'impiego del sistema nella saldatura testa-testa del tubo multistrato Renovation VRC®

Caratteristica	Requisito	Metodo di prova	Condizioni di prova	Risultato
Resistenza alla trazione per saldatura di testa	Prova di rottura: duttile: passa fragile: non passa	ISO 13953	23 °C	Rottura duttile
Resistenza alla pressione idrostatica	Nessuna rottura nel periodo di prova	UNI EN ISO 1167	σ 5,4 MPa @ 80 °C	Nessuna rottura (>165 h)

Test specifici, eseguiti all'interno del laboratorio di Idrotherm 2000 su campioni del tubo multistrato DN125 SDR11 saldati testa a testa, hanno confermato simultaneamente l' assoluta compatibilità nella coesione degli strati coestrusi oltre che nella giunzione testa-testa.

L'installazione di nuove condotte e la riabilitazione della funzionalità di tubazioni presenti nel sottosuolo comporta spesso onerosi investimenti economici e richiede interventi sull'ambiente sempre più difficilmente sostenibili. È in questo contesto, oggi sempre più sensibile verso la salvaguardia dell'ecosistema e la diminuzione dei rischi sul lavoro associati al cantiere, che le moderne tecniche di posa in opera di reti sotterranee possono trovare il supporto derivante dall'evoluzione nella ricerca di materiali innovativi per la produzione di tubazioni destinate non solo al trasporto di gas combustibili, come nel caso specifico, ma anche in acquedotti, fognature e cavidotti. Il successo del progetto realizzato sulla SP154-Ombrone costituisce una delle tante conferme in questo senso ed i tubi Renovation VRC® intendono proporsi come la soluzione più innovativa ed efficace a disposizione del futuro.



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

