Comportamento delle condotte fognarie durante la pulizia con lavaggio ad alta pressione

Introduzione

Le condotte fognarie sono opere destinate ad una lunga durata, i materiali impiegati devono quindi essere affidabili e resistere, con sufficiente sicurezza, alle sollecitazioni dovute all'esercizio.
Questo principio è applicabile sia per le nuove realizzazioni sia per quelle parti di condotte che sono state riparate per esempio negli interventi di relining.
Pur attuando una buona progettazione ed una accurata realizzazione non si può escludere, nel tempo, una manutenzione delle condotte di scarico.
Dal punto di vista economico non è quindi possibile realizzare gli impianti in modo da poter escludere lavori di riparazione a tempo illimitato.
Pertanto, durante l'esercizio, si deve garantire, mediante la pulizia dei canali, che i liquami defluiscano liberamente *evitando* in tal modo *il ristagno*.
Grandi amministrazioni impiegano a tal fine proprie squadre di lavoro che sorvegliano la rete di canali mediante *controlli periodici* ed eseguono i necessari lavori di pulizia. In piccole reti può essere opportuno affidare questi compiti a ditte private.
Esistono molti studi *sulle sollecitazioni chimiche, fisiche e meccaniche* esercitate nei canali dall'acqua di rifiuto (mediante corrosione, abrasione o sovrapressione), ma anche dal terreno e dall'acqua sotterranea.
Tuttavia, sono quasi inesistenti studi sulle *sollecitazioni derivanti dalla pulizia ad alta pressione*, questo metodo è praticamente l'unico procedimento di pulizia impiegato oggi.
L'ufficio di controllo degli impianti di fognatura della città di Zurigo ha pertanto studiato a fondo *le ripercussioni del getto di lavaggio su tubi* e raccorderia di diametro diverso e di materiali differenti.

Prove di lavaggio

L'attuale sistema di pulizia con apparecchi di lavaggio ad alta pressione è caratterizzato da una grande molteplicità di modelli e di condizioni di lavoro degli apparecchi (teste di lavaggio e veicoli).
I vari tipi di veicoli sono illustrati nella tabella 1. La tabella 2 dà una visione d'insieme sulle *teste di lavaggio impiegate*, nel corso delle prove, per quanto riguarda geometria, effetto e potenza idraulica.
I dati non pronosticano un comportamento uniforme. Pertanto è stato necessario, con una serie di prove, esaminare l'effetto di lavaggio da un lato e le ripercussioni sui tubi da pulire dall'altro.
Per quanto ne sappiamo, solo a Zurigo sono state fatte prove sistematiche su larga scala. Esse hanno reso possibile una prima visione d'insieme.
Mancano tuttavia procedimenti standardizzati per la valutazione del processo di lavaggio, dell'effetto di lavaggio e delle ripercussioni sulla tubazione.
Un primo passo in questo senso è la *norma* svizzera *SN 565012*, "controllo di sistemi e requisiti per tubi, raccorderia, giunti ed altri pezzi di tubazioni", del 1978.
Una norma della quale i colleghi in altri paesi non hanno finora purtroppo sufficientemente preso atto o sviluppato.
Questa norma vale solamente per le fognature di case, dove la standardizzazione di condizioni di prova è ancora relativamente semplice.
Tuttavia negli impianti urbani di fognatura mancano concetti per una valutazione unitaria del problema.
Questa relazione vuole informare sui risultati delle prove menzionate e vuole essere anche un impulso in questa direzione.

Tabella 1

VEICOLI PER IL LAVAGGIO AD ALTA PRESSIONE											
Numero veicoli	Veicoli con serbatoio d'acqua				Consumo d'acqua durante la prova	Pompa ad alta pressione			Durata della prova	Decibel	Tubo flessibile
	vuoto	pieno	carico utile	carico dopo la prova		portata	pressione di esercizio bar				
	kg	kg	kg	kg	I	l/min	veicolo	ugello	min	dB	Ø
1	9.640	16.300	6.660	13.460	2.840	284	117	90	10	74	1"
2	18.940	27.420	8.480	24.600	2.820	282	140	90	10	75	1"
3	10.880	18.360	7.480	16.100	2.260	226	123	100	10	78	1"
4	10.360	18.420	8.060	15.220	3.200	320	175	120	10	79	1"
5	9.440	17.700	8.260	15.540	2.160	216	112	100	10	82	1"
6	13.060	18.820	5.760	15.880	2.940	294	160	110	10	80	1"
7	14.140	21.720	7.580	18.860	2.860	286	155	100	10	83	1"

Tabella 2

RIEPILOGO DELLE TESTE DI LAVAGGIO ESAMINATE											
Ugello a getto d'acqua Nr.	Filettatura di raccordo per tubo flessibile	Pressione di lavoro nell'ugello a getto d'acqua	Portata		Lunghezza	Diametro	Angolo di uscita		Numero fori	Diametro fori	Rotante
		bar	l/min	l/s	mm	mm	indietro	avanti		mm	
1	G 1"	100	310	5.2	160	80	30°	-	6	3.0	-
2	G 1"	100	220	3.7	405	96	30°/40°	-	8	1.9/2.2	-
3	G 1"	100	220	3.7	96	60	45°	-	4	3/3.5	+
4	G 1"	100	250	4.2	96	60	20°	45°	12	2.1/2.8	+
5	G 1"	100	250	4.2	96	60	25°/90°	-	12	2.1/2.8	+
6	G 1"	100	215	3.6	185	100	50°	-	4	2.5/3.3	+
7	G 1"	100-180	140-210	2.3-3.5	196	70	35°	-	6	1.8/2.5	-
7.1	G 1"	100-150	186-215	3.1-3.6	300	207x68	7°/22°	-	8	2.0/2.5	-
7.2	G 1"	100	210	3.5	75	48	35°/42°	-	6	3.0	-
8	G 3/4"	100	85	1.4	66	40	40°	-	6	2.2	-
9	G 3/4"	100-145	145-186	2.4-3.1	66	40	40°	-	6	2.5	-
10	G 3/4"	100-165	186-225	3.1-3.7	66	40	40°	0°	6	2.5	-
11	G 3/4"	100-200	102-140	1.7-2.3	74	40	45°	-	4	1.5-2.0	+
11.1	G 3/4"	100-220	140-215	2.3-3.6	150	95x42	15°	-	2	4.0	-
11.2	G 3/4"	100	108	1.8	242	150x50	5°/18°	-	4	1.6/2.4	-
12	G 1/2"	100-140	125-155	2.1-2.6	74	40	30°/90°	-	7	1.5/2.0	+
13	G 1/2"	100-140	125-150	2.1-2.5	74	40	25°	45°	7	1.2/2.0	+
14	M 32x2	400	72	1.2	55	40	85°/90°	-	10	0.8	-
25	G 3/4"	300	111	1.85	67	40	35°	-	6	1.5	-

Condizioni di prova

A seguito dell'esperienza nella gestione di reti attuata dall'ufficio fognature del Comune di Zurigo sono stati esaminati i seguenti materiali:
- fibrocemento
- calcestruzzo
- vetroresina (PRFV)
- ghisa
- polietilene (HDPE)
- polivinilcloruro (PVC)
- grès

I tests sono stati attuati esaminando i seguenti diametri nominali:

Ø 150 mm
Ø 250 mm
Ø 400 mm
Ø 500 mm
Ø 1200 mm

I dati relativi dalle teste sono indicati nella tabella 2. La pressione di lavaggio è stata variata da 100 bar fino a 1000 bar. Le misure delle pressioni sono state verificate immediatamente prima dell'uscita dell'acqua dalla testa di lavaggio. Regolando il movimento della testa di lavaggio su una velocità non troppo elevata, sono state simulate condizioni *simili a quelle esistenti nella pratica* di norma 1 metro al secondo.
Per completare le prove sono state simulate anche le *condizioni di canali fortemente gravati da depositi*. Nelle tubazioni esaminate è stata introdotta una determinata quantità di detriti. Massa e composizione corrispondevano ad una *proposta dell'ufficio impianti urbani di fognatura* della città di Amburgo. Si tratta di un miscuglio di sabbia, ghiaia e pietrisco (con il 60% di sabbia, il 20% di ghiaia ed il 20% di pietrisco del tipo da spargere in inverno) con un'altezza totale di deposito pari a 100 mm. *La prova è stata* eseguita 30 volte.
Dopo ogni passata, il miscuglio di sabbia, ghiaia e pietrisco è stato rinnovato. Dopo la prova è stato valutato visualmente l'effetto sulla parete interna dei tubi.

Risultati delle prove di lavaggio con acqua

Le osservazioni effettuate durante le prove eseguite con acqua senza detriti, sono raggruppate nella tabella 3 e valutate nella tabella 4. Si possono costatare considerevoli differenze nel comportamento di diversi materiali, si rilevano inoltre anche una notevole ripercussione del modello di testa di lavaggio.
Il gres è il prodotto che meglio risponde alle sollecitazioni.
Gli alti valori delle pressioni di lavaggio impiegate sono giustificati dal fatto che durante le prove si è lavorato solamente con acqua senza detriti. Tale prova può essere eventualmente considerata come test più severo attuato su modello, dai cui risultati si possono dedurre i comportamenti in condizioni reali, cioè con detriti.

Risultati delle prove di lavaggio con acqua e detriti

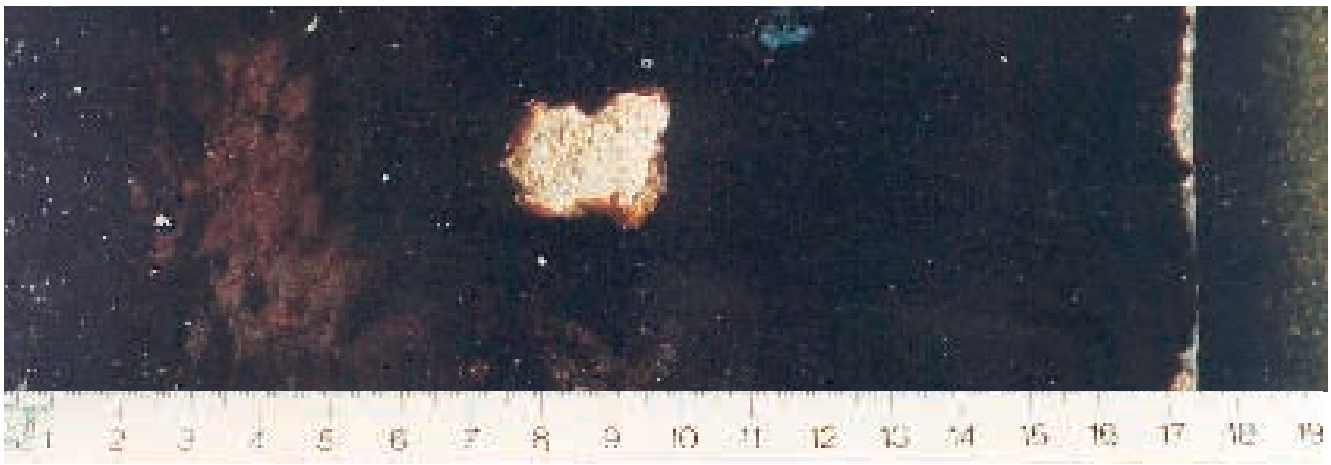
Per le prove in oggetto si è fatto riferimento, per quanto concerne l'acqua ed i detriti, alle specifiche dettate dalla municipalità di Amburgo.
Questo si è reso necessario in quanto si è operato in un settore estremamente nuovo nel quale non si hanno indicazioni di riferimento.
L'elevata numerosità delle prove attuate si è resa necessaria in quanto solo così è possibile simulare le condizioni reali a cui è soggetta una condotta nel tempo.
Un tronco fortemente gravato da depositi deve venir passato più volte. Le 30 ripetizioni del processo di lavaggio effettuate durante i tests rappresentano una sollecitazione che è senz'altro inferiore rispetto alla sollecitazione a cui è sottoposta una condotta nella realtà.
I risultati ottenuti dalle prove su tubi DN 250 in cemento-amianto, ghisa con rivestimento in malta di cemento, PVC, e grès con pressioni di lavaggio di 120 bar, sono sintetizzati nella tabella 5.
I dati mostrano che le differenze, in parte notevoli, rilevate per i diversi materiali nei tests con acqua pura, sono confermate anche nelle prove con acqua e detriti.
L'asportazione di materiale per usura misurata a seguito delle prove realizzate varia, tra uso di acqua pura o utilizzo di acque e detriti, in un rapporto da 1 a 4 per il gres e da 1 a 2 per tubazioni rivestite con malta di cemento.
In ogni caso anche nelle prove con acqua e detriti il gres risulta essere il materiale con il più elevato grado di resistenza.
Una definizione chiara del problema non è ancora possibile in quanto il numero delle prove ed il numero delle varianti prese in considerazione nelle teste di lavaggio non è ancora assolutamente sufficiente. Pertanto si consiglia vivamente di eseguire misurazioni analoghe anche altrove.

Riassunto

L'usura della superficie dei tubi di diverso materiale, in seguito alla pulizia con lavaggio ad alta pressione, non viene rilevata completamente da nessuno dei procedimenti di prova finora impiegati. Tuttavia per i materiali esaminati, i risultati mostrano una buona correlazione tra la resistenza alla sollecitazione derivante dalla pulizia ad alta pressione dei canali e la resistenza all'abrasione secondo EN 295, parte 3, paragrafo 12. Come primo passo per la valutazione del comportamento si deve consigliare di limitare l'abrasione misurata ad un massimo di 0,2 mm.
Inoltre i particolari effetti della pulizia con lavaggio ad alta pressione, con presenza contemporanea di detriti, sono attualmente rilevabili solo nella forma rappresentata. Nei tests si deve

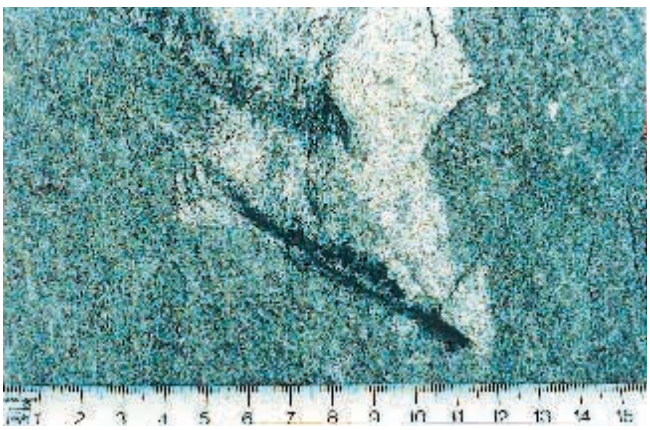
Tabella 3

RISULTATI DELLE PROVE CON ACQUA (SENZA DETRITI)				
Materiale	Ugello Nr./No	Pressione bar	Danneggiamento della condotta dopo	Tipo di danno rilevato
Fibrocemento (DN 400)	8	200	5.0 min	avvallamento
	8	300	4.5 min	avvallamento continuo
	8	400	4.0 min	avvallamento continuo
	11	300	5.0 min	avvallamento
	11	400	5.0 min	avvallamento
	14	200	5.0 min	avvallamento
	14	400	4.0 min	foro
	14	600	2.5 min	solco
	14	800	1.0 min	solchi continui
	14	1000	25 s	perforato
Calcestruzzo (DN 400)	8	300	5 min	avvallamento
	8	400	5 min	sfondamento
	11	300	5 min	avvallamento
	11	400	5 min	foro
	14	400	5 min	solco
	14	600	5 min	foro
	14	800	5 min	avvallamento continuo
Vetroresina (PRFV) (DN 500) (DN 1200)	1	80	1 min	sfaldamento
	1	100	1 min	foro
	1	150	1 min	solchi continui
	1	80	1 min	sfaldamento
	1	100	1 min	sfaldamento
	1	150	1 min	foro
Ghisa sferoidale rivestita con cemento (DN 250)	1	100	1 min	……
	25	100	1 min	……
	25	200	1 min	asportazione locale dello strato di cemento
Polietilene (Pe Hd) (DN 400)	8	300	5 min	avvallamento
	8	400	5 min	avvallamento
	11	400	5 min	avvallamento
	14	400	5 min	solco
	14	600	2.5 min	perforato
	14	800	20 s	solchi continui
PVC (DN 400)	8	300	5 min	foro
	8	400	1 min	foro
	14	400	5 min	conca
	14	600	10 s	foro
	14	800	12 s	solco
	14	1000	10 s	solchi continui
Grès (DN 400)	8	400	5 min	difetto della verniciatura
	14	600	5 min	sfaldamento
	14	800	5 min	asportazione
	14	1000	1 min	foro

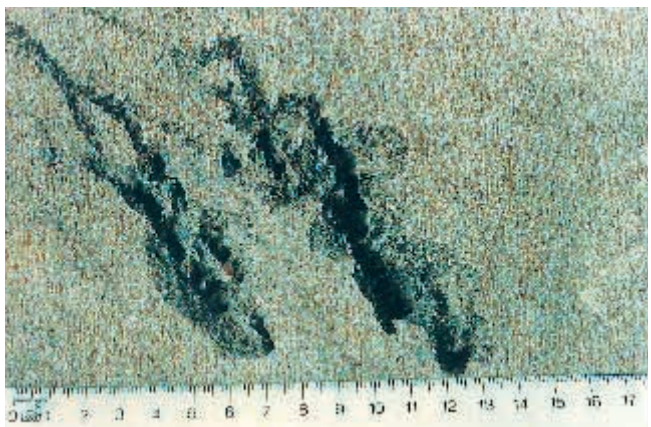


• *Particolare tubo in gres*

esigere che, con una pressione di lavaggio di 120 bar e con la descritta prescrizione di 30 passate, non si verifichino sfaldamenti, fessure o incavi e che un'asportazione superficiale, qualora si realizzi, venga anch'essa limitata ai suddetti 0,2 mm.



• *Particolare tubo in fibrocemento*



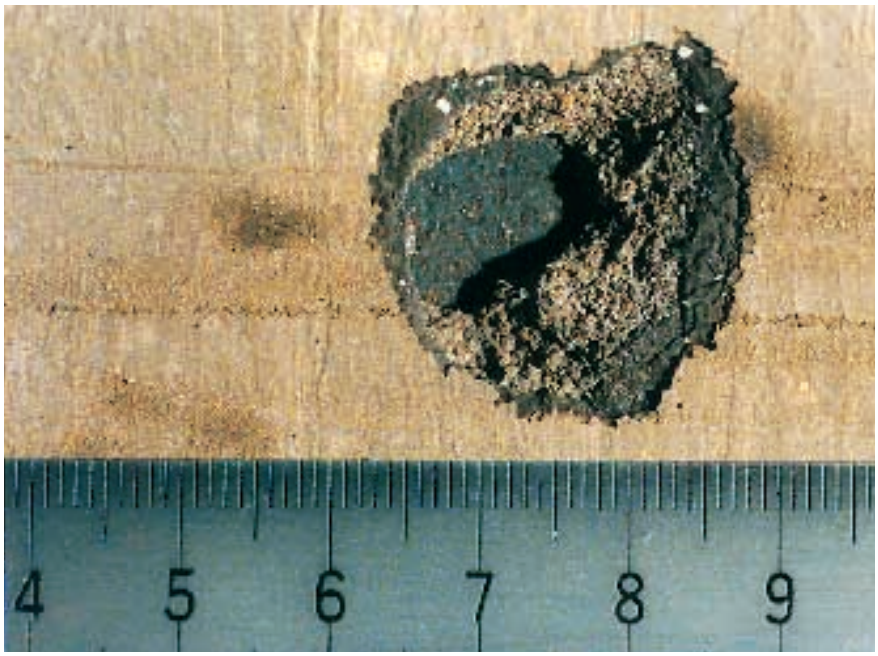
• *Particolare tubo in cemento*

In ulteriore serie di sperimentazioni dovrebbe venir stabilita una relazione tra la prova con depositi e la prova sicuramente più facile da realizzare e quindi più conveniente, con acqua e senza detriti.
Questa ulteriore fase di approfondimento servirebbe a rendere più facile la valutazione del grado di risposta dei differenti materiali in funzione delle teste di lavaggio utilizzate.
Le prove indicate sono dispendiose e l'Autore ne è consapevole ma, nell'ambito del processo di armonizzazione europea attualmente in corso, si dovrebbe dare impulso ad una ricerca mirata.
La sede potrebbe essere il TC (Comitato Tecnico) 165 -acque di scarico- del CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione).
Il primo passo in questa direzione potrebbe essere che la "Associazione controllo qualità per la costruzione e manutenzione di fognature" eseguisse la necessaria serie di prove. Questo nell'ambito delle procedure necessarie ad elaborare regole e tests per un "marchio di qualità" nel settore "ma-

Tabella 4

VALUTAZIONE DEI RISULTATI DELLE PROVE SECONDO LA TABELLA N. 3 **Sono indicati i valori di pressione fino ai quali non si manifesta alcun danneggiamento visibile sulla parete della tubazione.** **Prove eseguite con acqua e senza detriti.**	
Ugello Tipo di tubazione	Pressione del getto d'acqua **bar** 80 100 200 300 400 500 600
Ugello n. 8	
Fibro cemento	–180 →
calcestruzzo	–250 →
PEND	–280 →
PVC	–200 →
GRES	–350 →
Ugello n. 14	
Fibro cemento	–180 →
calcestruzzo	–300 →
PEND	–300 →
PVC	–300 →
GRES	–500 →
Ugello n. 1	
PRFV	–60 →
GHISA investita con cemento	–100 →
Ugello n. 25	
GHISA rivestita con cemento	–150 →

nutenzione". Successivamente nell'ambito dei requisiti necessari a valutare un materiale da condotta per il trasporto di acque di scarico, si dovrebbe includere il controllo del comportamento alle condizioni di pulizia.
Allo stesso tempo, si dovrebbe cercare di realizzare una tipizzazione delle tecniche di lavaggio, per esempio come quella deducibile dalla tabella n. 2.
Questo non per limitare lo sviluppo di tecniche e possibilità future, bensì per poter riunire le tipologie di lavaggio in funzione dell'effetto determinato sulle pareti della condotta.
Ai produttori di tubazioni per fognatura, è richiesta una sensibilizzazione ed uno sviluppo dei propri materiali che, oltre a considerare gli aspetti classici quale carichi di rotture, tenuta idraulica, resistenza chimica ecc. ecc., includa anche l'idoneità della tubazione nei confronti della manutenzione e della

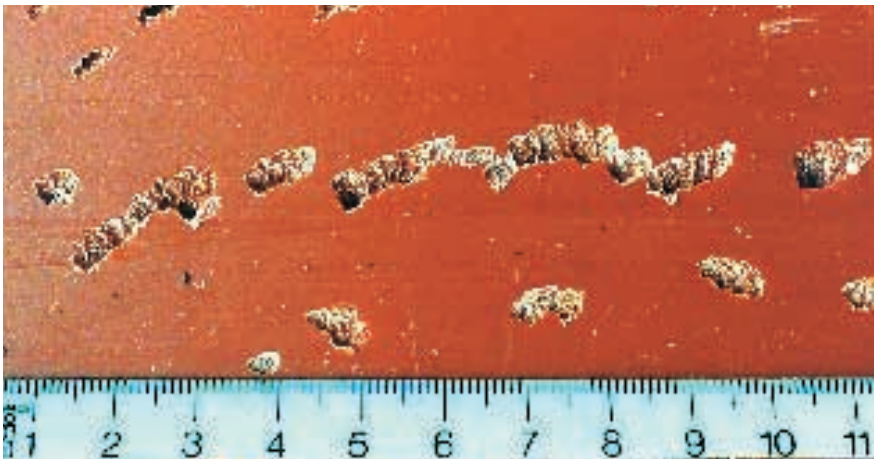


• *Particolare tubo in ghisa sferoidale*

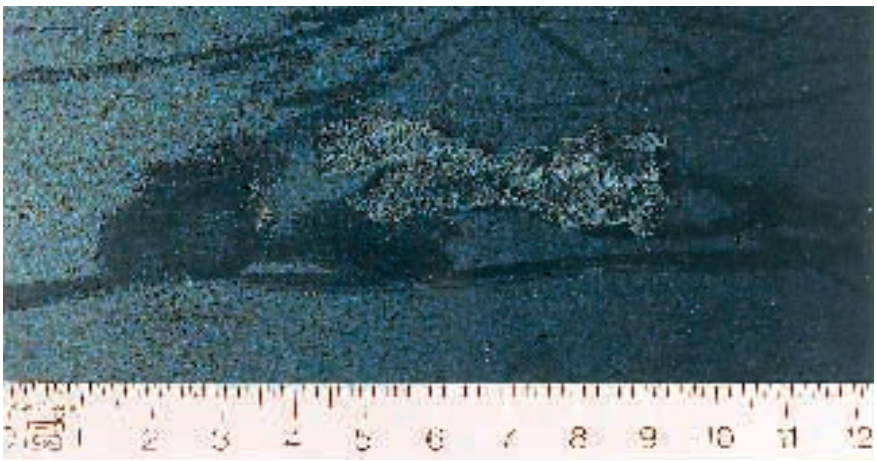
Tabella 5

RISULTATI DELLE PROVE CON ACQUA E DETRITI **Sono indicati i risultati delle prove, con ugello 1 a 120 bar, dopo 30 passate.**		
Tipo di tubazione	Pressione del getto d'acqua **bar** 80 120 200 300 400	tipo di danno rilevato
Fibro cemento (DN 250)	O	Asportazione
Ghisa sferoidale rivestita con cemento (DN 250)	O	Abrasione e sfaldamento del rivestimento in cemento
PVC (DN 250)	O	Superficie irruvidita con fessurazioni
GRES (DN 250)	+	Abrasione locale della vernice, nessun danno alla parete del tubo
O = negativo; + = positivo		

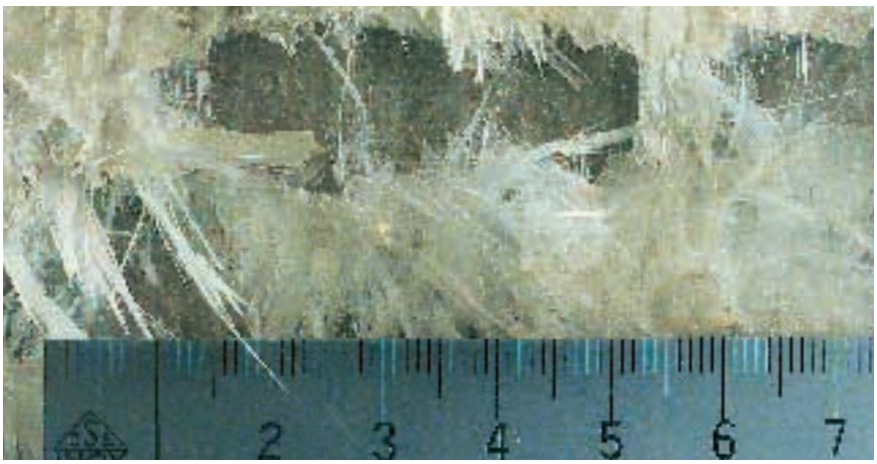
• *Particolare tubo in cemento*



• *Particolare tubo in PVC*



• *Particolare tubo in PEND*



• *Particolare tubo in PRFV*

pulizia. L'autore ha cercato di illustrare, in base alle ricerche svolte di propria iniziativa e sotto il proprio controllo, come reagiscono i materiali più usati all'azione di pulizia per effetto di getti ad alta pressione.
Resta tuttavia un ampio numero di quesiti senza risposta che dovranno essere affrontati da indagini future.

Ing. Hans Ruedi Steiner Chefadjunkt
Presidente Azienda
-Canalizzazione Urbana Zurigo-
Bändlistr. 108, CH 8064 Zürich
Convenor WG 2 - tubazioni in grès -
in TC 165 - tecnica acque di scarico -
del CEN.