

PROCEDURA ESEGUITA NELLE OPERAZIONI DI LAVAGGIO APPLICATE A TRATTI DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DI ACQUA POTABILE DI PIETRASANTA CONTAMINATA DA TALLIO VEICOLATO DALL'ACQUA DELLA SORGENTE MOLINI DI SANT'ANNA

PREMESSA

Nel presente documento è descritta la procedura delle operazioni di lavaggio applicata a tratti della rete di distribuzione di acqua potabile contaminata da tallio, veicolato dall'acqua emessa della sorgente Molini di Sant'Anna.

La procedura è stata sviluppata dall'Istituto Superiore di Sanità in collaborazione con il gestore acquedottistico GAIA S.p.A. nell'ambito delle azioni di prevenzione previste dai Piani di Sicurezza dell'Acqua (PSA) degli acquedotti di Valdicastello Carducci e Pietrasanta con l'obiettivo di risanare tratti di rete in cui le attività di monitoraggio abbiano evidenziato contaminazioni da tallio o nelle quali tale contaminazione sia plausibile data la contiguità con reti contaminate. Obiettivo del lavaggio è l'abbattimento del rischio di rilascio di tallio da parte della rete idrica sia in condizioni di utilizzo ordinario che in conseguenza di circostanze straordinarie (soprattutto per variazioni nella pressione, nel flusso e nella portata idrica)¹.

La procedura si basa sui seguenti trattamenti:

- a. immissione di una miscela acqua-aria ad elevate pressioni per un tempo sufficientemente elevato da assicurare l'ablazione meccanica di sedimenti contaminati da tallio, adesi e/o stratificati sulla superficie interna della tubazione;
- b. immissione di una miscela acqua-anidride carbonica ad elevate pressioni per un tempo sufficientemente elevato da garantire la migrazione di tallio (per scambio ionico e/o dissoluzione di ossidi/idrossidi di ferro nei quali il tallio è occluso) dalla superficie interna della tubazione precedentemente privata del sedimento.

Quest'ultimo trattamento viene omesso nel caso in cui si operi su tubazioni in materiale plastico.

La procedura, condivisa dal gruppo di lavoro costituito per la gestione dell'emergenza tallio nell'ambito dell'implementazione dei PSA per il Comune di Pietrasanta (centro storico, zone limitrofe e frazione di Valdicastello Carducci), si fonda sui principi illustrati nella norma tecnica europea EN 806-4:2010 concernente il flussaggio di impianti idrici con acqua o miscele acqua-aria e costituisce una variante di procedure correntemente usate per la mitigazione e prevenzione di contaminazioni riconducibili a cessione di elementi chimici dalla rete idrica².

Le condizioni operative adottate sono state ottimizzate elaborando matematicamente i dati acquisiti (portate, pressioni, concentrazioni del contaminante, torbidità, pH, conduttività elettrica) nel corso di prove preliminari effettuate su tratti di condotta terminali disconnessi dalla rete di distribuzione idrica e destinati alla completa sostituzione da parte del gestore idrico³. Nel corso delle attività di ottimizzazione è stata, tra l'altro, dimostrata una correlazione lineare tra la torbidità dell'effluente della tubazione sottoposta a

¹ Secondo le decisioni condivise nell'ambito del PSA, le operazioni di lavaggio rappresentano una possibile misura integrativa alla sostituzione di tratti di rete.

² Si veda, ad esempio: <http://www.health.utah.gov/enviroepi/appletree/Lehi/Traverse%20Mountain%20HC%20%28PC%29%2007-07-2014.pdf> // Discolouration in potable water distribution systems: A review. Water Research 41(3):519-29 · March 2007.

³ I risultati dello studio di ottimizzazione della procedura e delle successive prove di speciazione saranno oggetto di pubblicazione in riviste scientifiche del settore o nell'ambito di congressi scientifici internazionali o workshop organizzati da organismi sanitari (Organizzazione Mondiale della Sanità e Commissione Europea).

trattamento e la concentrazione totale di tallio. Tale risultanza ha permesso l'impiego della torbidità come parametro surrogato per la valutazione indiretta, in tempo reale, della concentrazione di tallio nell'effluente durante i trattamenti di pulizia delle condotte contaminate.

L'applicazione della procedura di lavaggio è in ogni caso presieduta dall'emissione di un'ordinanza di non potabilità per le aree interessate ed accompagnata dall'informazione alle utenze connesse ai tratti di rete oggetto dei trattamenti⁴. La revoca dell'ordinanza è subordinata al giudizio di idoneità al consumo umano delle acque, secondo le norme vigenti.

PROCEDURA DI LAVAGGIO DI TUBAZIONI IN ACCIAIO O ALTRE LEGHE FERROSE

Operazioni preliminari

Immediatamente prima di iniziare le operazioni di lavaggio, il tratto di condotta da sottoporre a trattamento viene parzialmente isolato dal resto della rete di distribuzione idrica chiudendo temporaneamente le valvole di intercettazione presenti sia alle utenze, a monte dei contatori d'acqua, che lungo la condotta, in corrispondenza di eventuali interconnessioni con altri rami della rete.

Una delle due estremità della condotta, alimentata in continuo con acqua potabile proveniente dalla rete idrica di distribuzione, viene collegata ad un sistema di introduzione di gas compresso (aria o anidride carbonica) costituito dai seguenti elementi collegati tra di loro mediante tubazioni in polietilene ad alta densità: una giunzione a T per l'immissione del gas nel flusso idrico, una serie di valvole di regolazione della portata del gas e dell'acqua, un manometro, un'elettrovalvola di intercettazione del gas gestita da un microcontrollore programmabile, un flussimetro per gas, un compressore d'aria completo di riduttore di pressione, un pacco bombole contenente anidride carbonica compressa, per uso alimentare, collegato ad un riduttore di pressione termoregolato e ad una serpentina di riscaldamento del gas. A monte della giunzione a T viene installato, lungo la rete di distribuzione idrica, un misuratore di portata dell'acqua ad ultrasuoni interfacciato con un sistema di acquisizione dati (Fig. 1).

⁴ Al febbraio 2016, i lavaggi condotti al febbraio 2016 sono stati eseguiti su aree già soggette ad ordinanze di non potabilità, nello specifico le zone sottoposte alle seguenti Ordinanze:

- Ordinanza n. 42 del 08/07/2015 del Comune di Pietrasanta (revocata parzialmente con Ordinanza 69 del 09/01/2016 e definitivamente con ordinanza n. 1 del 20/01/2016);
- Ordinanza n. 45 del 16/07/2015 del Comune di Pietrasanta (revocata parzialmente con Ordinanza 69 del 09/01/2016 e definitivamente con ordinanza n. 1 del 20/01/2016);
- Ordinanza n. 256 del 08/07/2015 del Comune di Camaiore (revocata con Ordinanza n. 20 del 20/01/2016)
- Ordinanza n. 46 del 24/07/2016 (revocata con ordinanza 69 del 09/01/2016).



Figura 1. Attrezzature allestite al punto di immissione della miscela acqua-gas. A: punto di immissione; B: compressore d'aria; C: pacco bombole; D: misuratore di portata dell'acqua.

All'uscita del tratto di condotta da sottoporre a trattamento vengono allestiti un allaccio temporaneo alla fognatura urbana e, in *by-pass* a quest'ultima, una connessione mobile ad un sistema di trasporto su gomma di reflui (automezzo abilitato alle operazioni di spurgo). Vengono altresì predisposti un sistema per il prelievo periodico di campioni ed una connessione idraulica ad un pH-metro e ad un misuratore *on-line* di torbidità, interfacciati ad un sistema di acquisizione dati (Fig. 2).



Figura 2. Attrezzature allestite al punto di uscita dell'effluente della condotta trattata. A: allaccio temporaneo alla fognatura urbana e, in *by-pass* a quest'ultima, ad un automezzo abilitato alle operazioni di spurgo; B: dettaglio della connessione temporanea; C: misuratore di torbidità.

Lavaggio della condotta con una miscela acqua-aria

La condotta in esame viene sottoposta ad un trattamento prolungato con acqua-aria ad elevate pressioni (5,0-6,5 bar), immessa inizialmente in modo continuo e successivamente sotto forma di impulsi ad onda quadra intervallati dal solo scorrimento di acqua. Il *duty cycle* di ciascun impulso e la durata complessiva delle due modalità operative è stabilita, caso per caso, applicando modelli cinetici di pseudo-secondo ordine all'andamento della torbidità dell'acqua all'uscita della condotta. In generale, l'immissione iniziale di acqua-aria in continuo viene sospesa quando il contenuto di solidi sospesi in acqua è tale da non causare l'ostruzione della condotta trattata (< 40-50 NTU); il successivo trattamento ad impulsi viene applicato fin quando la torbidità dell'acqua in uscita assume stabilmente, nel corso di ciascun impulso, un valore massimo di 8-10 NTU.

Il refluo derivante dal trattamento della condotta con la miscela acqua-aria viene inizialmente convogliato nella cisterna del mezzo adibito alle operazioni di autospurgo e recapitato ad idoneo impianto di trattamento/smaltimento dei rifiuti liquidi secondo quanto stabilito dalla normativa vigente (parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.). Cautelativamente, lo stoccaggio nella cisterna dura fin quando la torbidità del refluo supera il valore soglia di 100 NTU, limite in corrispondenza del quale la composizione chimica del refluo è risultata conforme ai dettami del D.Lgs. 152/2006 (Tab. 3, parte 5, All. III) e s.m.i. Raggiunta tale soglia l'effluente della condotta trattata viene smaltito direttamente in fognatura nera⁵.

Lavaggio della condotta con una miscela acqua-anidride carbonica

Successivamente al trattamento con acqua-aria, viene immessa in continuo una miscela di acqua-anidride carbonica ad elevate pressioni (4,5-6,5 bar) per un tempo non inferiore ad 1 ora, determinato in funzione della lunghezza della condotta applicando modelli cinetici di pseudo-primo ordine. La condotta viene quindi sottoposta a flussaggio con acqua per almeno 30 min.

Durante tutta questa fase di lavaggio, l'effluente viene smaltito direttamente in fognatura nera in quanto rispondente ai requisiti fissati nella Tab. 3 sopra citata.

Flussaggio finale della condotta trattata

La condotta, sottoposta ai trattamenti precedentemente illustrati, viene riconnessa alla rete di distribuzione idrica mediante riapertura delle valvole di intercettazione presenti a monte dei contatori d'acqua e in corrispondenza di eventuali interconnessioni con altri rami della rete.

Nei giorni successivi al lavaggio, quota parte dell'acqua in transito nella condotta trattata e nei rami di rete limitrofi viene sottoposta a "flussaggio", ovvero viene fatta defluire verso uno o più scarichi prossimali al fine di assicurare il rapido allontanamento di eventuali tracce di contaminazione accumulatisi in corrispondenza di zone stagnanti, quali valvole di intercettazione e/o interconnessioni temporaneamente chiuse durante le operazioni di lavaggio. Il trattamento di flussaggio viene monitorato con cadenza di almeno 3 volte a settimana, prelevando campioni di acqua agli scarichi e in alcuni siti rappresentativi del tratto di rete interessata fino al raggiungimento degli obiettivi di qualità (< 0,5 µg/l di tallio totale).

⁵ Le modalità di gestione dell'effluente prodotto durante le operazioni di lavaggio delle tubazioni contaminate da tallio sono state elaborate e condivise dal gruppo di lavoro per la gestione dell'emergenza tallio e l'implementazione dei PSA nel Comune di Pietrasanta sulla base dei dati acquisiti nel corso delle prove preliminari citate nella "Premessa", tenendo conto del fatto che la sospensione acquosa di sedimenti viene generata, nel corso delle operazioni di lavaggio, in quantità e per una durata che sono funzione del materiale costituente la tubazione oggetto del trattamento, della lunghezza di quest'ultima e dell'entità del sedimento ivi presente; in mancanza di norme nazionali di riferimento per quanto riguarda il tallio viene considerato il limite EPA per lo scarico di acque reflue in ambiente.

PROCEDURA DI LAVAGGIO DI TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ O ALTRI MATERIALI PLASTICI

Operazioni preliminari

Il tratto di condotta da sottoporre a trattamento viene parzialmente isolato dal resto della rete di distribuzione idrica secondo quanto descritto in precedenza per la pulizia di tubazioni in acciaio o altre leghe ferrose. Vengono altresì allestite tutte le attrezzature sopra elencate, necessarie all'espletamento delle operazioni di lavaggio con la miscela acqua-aria.

Lavaggio della condotta con una miscela acqua-aria

La condotta in esame viene sottoposta ad un unico trattamento con acqua-aria ad elevate pressioni (5,0-6,5 bar) immessa in modo continuo per un tempo non inferiore a 40-60 min. La durata complessiva del processo è stabilita, caso per caso, in funzione dell'andamento della torbidità dell'acqua all'uscita della condotta (il trattamento viene sospeso quando la torbidità dell'acqua scende al di sotto di 1 NTU).

Il refluo derivante dal trattamento della condotta con la miscela acqua-aria viene smaltito direttamente in fognatura in quanto rispondente ai requisiti fissati nella Tab. 3 sopra citata.

Al termine del lavaggio la condotta viene riconnessa alla rete di distribuzione idrica mediante riapertura delle valvole di intercettazione presenti a monte dei contatori d'acqua e in corrispondenza di eventuali interconnessioni con altri rami della rete.