ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

RAPPORTI ISTISAN 20|8

ISSN: 1123-3117 (cartaceo) • 2384-8936 (online)

Piani di Sicurezza dell'Acqua nella gestione di emergenze idropotabili: il caso del tallio a Pietrasanta e Valdicastello (Lucca)

L. Lucentini, E. Diddi, F. Di Martino, E. Ferretti,
V. Fuscoletti, F. Nigro Di Gregorio, E. Veschetti

AMBIENTE
E SALUTE

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

Piani di Sicurezza dell'Acqua nella gestione di emergenze idropotabili: il caso del tallio a Pietrasanta e Valdicastello (Lucca)

Luca Lucentini (a),
Elena Diddi (b), Francesco Di Martino (b),
Emanuele Ferretti (a), Valentina Fuscoletti (a),
Federica Nigro Di Gregorio (a), Enrico Veschetti (a)

(a) Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Roma
(b) Area Tecnica, GAIA SpA, Marina di Pietrasanta (Lucca)

ISSN: 1123-3117 (cartaceo) • 2384-8936 (online)

Rapporti ISTISAN
20/8

Istituto Superiore di Sanità
Piani di Sicurezza dell'Acqua nella gestione di emergenze idropotabili: il caso del tallio a Pietrasanta e Valdicastello (Lucca).
Luca Lucentini, Elena Diddi, Francesco Di Martino, Emanuele Ferretti, Valentina Fuscoletti, Federica Nigro Di Gregorio, Enrico Veschetti
2020, v, 64 p. Rapporti ISTISAN 20/8

La fornitura di acque potabili sicure costituisce uno degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile del Millennio, promulgati dalle Nazioni Unite nel 2015. L'applicazione dei Piani di Sicurezza dell'Acqua (PSA), recentemente entrati a far parte della legislazione italiana in materia di qualità delle acque potabili, rientra tra gli strumenti adatti al raggiungimento di tale obiettivo. L'applicazione di un PSA nella gestione di emergenze idropotabili rappresenta un esempio della versatilità di questo strumento nel panorama dell'analisi di rischio applicata alle acque potabili. Questo rapporto descrive passo dopo passo l'applicazione dei PSA da parte di un gestore idropotabile, GAIA SpA, nel fronteggiare un'estesa contaminazione da tallio delle acque destinate al consumo. Il caso riportato ricostruisce le diverse fasi di strutturazione di un PSA, esplicitandone la flessibilità di applicazione a sistemi idropotabili di diversa estensione e fattezze.
Parole chiave: Piani di Sicurezza dell'Acqua; Tallio; Emergenza idropotabile; Analisi di rischio

Istituto Superiore di Sanità
Water Safety Plan in the management of drinking water emergencies: the case of thallium in Pietrasanta and Valdicastello (Lucca, Italy).
Luca Lucentini, Elena Diddi, Francesco Di Martino, Emanuele Ferretti, Valentina Fuscoletti, Federica Nigro Di Gregorio, Enrico Veschetti
2020, v, 64 p. Rapporti ISTISAN 20/8 (in Italian)

The distribution of safe drinking water represents one of the Millennium Sustainable Development Goals, enacted by United Nations in 2015. The application of Water Safety Plans (WSP), recently embraced by Italian law related to drinking water quality, is one of the tools able to reach this objective. The application of a WSP during drinking water emergencies is an example of the versatility of this tool in the panorama of risk analysis applied to drinkable water. This Report describes step by step the application of WSP by GAIA SpA, a water supplier, during the management of a spread contamination by thallium of water intended for human consumption. The report depicts the different phases of structuring of a WSP, making clear its flexibility in the application to drinking water chain of various extension and characteristics.
Key words: Water Safety Plan; Thallium; Drinking water emergency; Risk analysis

Per informazioni su questo documento scrivere a: luca.lucentini@iss.it.

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: www.iss.it

Citare questo documento come segue:
Lucentini L, Diddi E, Di Martino F, Ferretti E, Fuscoletti V, Nigro Di Gregorio F, Veschetti E. *Piani di Sicurezza dell'Acqua nella gestione di emergenze idropotabili: il caso del tallio a Pietrasanta e Valdicastello (Lucca).* Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2020. (Rapporti ISTISAN 20/8).

Legale rappresentante dell'Istituto Superiore di Sanità: *Silvio Brusaferro*
Registro della Stampa - Tribunale di Roma n. 114 (cartaceo) e n. 115 (online) del 16 maggio 2014

Direttore responsabile della serie: *Paola De Castro*
Redazione*: Sandra Salinetti*
La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori, che dichiarano di non avere conflitti di interesse.

© *Istituto Superiore di Sanità 2020*
viale Regina Elena, 299 – 00161 Roma

INDICE

Acronimi iii

Premessa v

Piani di Sicurezza dell'Acqua nei territori interessati dall'emergenza tallio 1

Piani di Sicurezza dell'Acqua e linee guida nazionali 1
Caratteristiche del tallio, diffusione nell'ambiente e presenza in acque destinate a consumo umano 2
Contaminazione da tallio delle reti acquedottistiche di Pietrasanta e Valdicastello Carducci 3
Applicazione dei Piani di Sicurezza agli acquedotti Pietrasanta e Valdicastello 4

1. FASE 1 - Preparazione e pianificazione 5

1.1. Formazione del team 5

2. FASE 2 - Valutazione del sistema e dei rischi 7

2.1. Descrizione del sistema idrico 7
2.1.1. Descrizione dell'acquedotto Pietrasanta 8
2.1.2. Descrizione dell'acquedotto Valdicastello 12
2.2. Strutturazione del cloud 15
2.3. Matrice dei rischi 15
2.4. Identificazione di eventi pericolosi e pericoli 17
2.4.1. Acquedotto Pietrasanta 17
2.4.2. Acquedotto Valdicastello 18
2.5. Valutazione dei rischi 20
2.5.1. Prima valutazione dei rischi - acquedotto Pietrasanta 21
2.5.2. Prima valutazione dei rischi – acquedotto Valdicastello 21
2.6. Definizione di misure di controllo e monitoraggio 26
2.6.1. Strategie di early warning per il monitoraggio della qualità dell'acqua 27
2.6.2. Miglioramenti infrastrutturali e impiantistici 28
2.6.3. Misure di controllo straordinarie applicate alle reti di distribuzione 29
2.6.4. Ulteriori misure di controllo adottate 30
2.7. Rivalutazione dei rischi e definizione delle priorità d'azione 32

3. FASE 3 - Revisione del sistema per il controllo dei rischi 35

3.1. Strategie di monitoraggio operativo 35
3.1.1. Piano di manutenzione e calibrazione dei sistemi di monitoraggio online 35
3.1.2. Definizione di limiti operativi per i sistemi di monitoraggio online 36
3.1.3. Ispezioni e manutenzioni periodiche 37
3.2. Verifica dell'efficacia del PSA 37
3.3. Documentazione 37
3.4. Attività di supporto ai PSA 38
3.4.1. Quantificazione del livello di contaminazione della rete 38
3.4.2. Lavaggio delle condotte di rete 39
3.5. Formazione 40
3.6. Riesame del sistema e revisione del piano 41
3.7. Comunicazione 42

Considerazioni finali 44

Bibliografia 46

Glossario 47

Appendice A
Strumenti e documenti dei PSA 49
A1. Cronoprogramma del PSA Pietrasanta per il triennio 2015-2017 51
A2. Cronoprogramma del PSA Valdicastello per il triennio 2015-2017 52
A3. Composizione del team dei PSA Pietrasanta e Valdicastello 53
A4. Struttura del cloud dei PSA 55
A5. Matrice dei rischi 56

Appendice B
Piani di monitoraggio 59
B1. Piano di monitoraggio ordinario per la ricerca del tallio nelle reti di distribuzione 61
B1.1. Aggiornamento del piano 62
B1.2. Gestione dei superamenti 62
B2. Piano di monitoraggio straordinario per la ricerca del tallio nelle utenze private 63
B2.1. Procedura di campionamento 63
B2.2. Risultati del piano di monitoraggio straordinario 2017-2018 63

ACRONIMI

ARPAT	Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana
AUSL	Azienda Unità Sanitaria Locale
ICP-MS	*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*
MCL	*Maximum Contaminant Level*
PSA	Piano di Sicurezza dell'Acqua
TLC	Telecontrollo
WHO	*World Health Organization* (Organizzazione Mondiale della Sanità)

PREMESSA

In Italia la qualità delle acque destinate al consumo umano è garantita dall'applicazione del DL.vo 31/2001 e s.m.i., recepimento della Direttiva 98/83/CE.

Il decreto, recante i criteri di definizione dei punti di prelievo, i parametri da monitorare e i limiti entro i quali tali parametri sono accettati, prevede che i controlli vengano effettuati sia internamente, dai gestori del Servizio Idrico, che esternamente, dalle autorità sanitarie preposte al controllo (Aziende Unità Sanitarie Locali, AUSL), a favore di una sinergia volta alla maggiore garanzia della qualità dell'acqua erogata.

Benché la corretta applicazione del decreto abbia generalmente garantito la qualità delle acque potabili e la tutela della salute umana, l'evoluzione delle conoscenze e i dati raccolti ed elaborati dalla Commissione Europea hanno evidenziato che più di un terzo dei piccoli sistemi di gestione idrica presenti nel territorio europeo forniscono o hanno fornito acqua potabile non conforme agli standard di qualità richiesti[1] (1).

Le criticità più frequentemente riscontrate riguardano sia parametri microbiologici che chimici e indicatori, in particolare nitrati e pesticidi, fluoro, arsenico, ferro e manganese, torbidità, alluminio e cloruri.

Le cause sono in genere da ricondurre alla contaminazione delle risorse di origine, a trattamenti di disinfezione e/o potabilizzazione inadeguati e, più in generale, a criticità specifiche delle reti di distribuzione, in maggior misura generate da occasionali inefficienze nel controllo.

Queste evidenze hanno mostrato i limiti di una legislazione di stampo retrospettivo, orientata prevalentemente alla verifica di conformità del prodotto finito, l'acqua al punto di consegna.

[1] Vedi anche http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/small_supplies_en.html

PIANI DI SICUREZZA DELL'ACQUA NEI TERRITORI INTERESSATI DALL'EMERGENZA TALLIO

Piani di Sicurezza dell'Acqua e linee guida nazionali

Fin dal 2004 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organization, WHO) ha proposto di applicare un approccio diverso nella tutela delle acque potabili, basato sull'applicazione dei *Water Safety Plan* (Piani di Sicurezza dell'Acqua, PSA), mediante i quali ridefinire le strategie di controllo per le acque destinate al consumo umano indirizzando i gestori verso la realizzazione di un sistema preventivo globale di valutazione e gestione dei rischi.

I PSA rafforzano il sistema dei controlli ai punti di captazione, integrando elementi di analisi sito-specifica e di flessibilità, considerando cioè ogni evidenza e plausibilità di eventi pericolosi e pericoli di tipo chimico, microbiologico, fisico e radiologico anche rispetto a contaminanti non oggetto di controllo.

Tale approccio – descritto in Italia nelle "Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei *Water Safety Plans*" (Rapporto ISTISAN 14/21) (2) – è stato introdotto a livello normativo dalla Direttiva (UE) 2015/1787 che aggiorna i contenuti della politica europea in materia di acque potabili.

Il Decreto del Ministero della Salute del 14 giugno 2017, recependo le indicazioni comunitarie, introduce nel panorama legislativo nazionale i PSA e modifica drasticamente i criteri che presiedono alla sicurezza delle acque potabili, prevedendo l'applicazione nei sistemi di gestione acquedottistica di un modello di analisi dei rischi evidentemente connessi con la qualità ambientale sito-specifica, a sua volta correlata alle pressioni antropiche che interessano e hanno interessato le medesime aree.

L'applicazione di un PSA è un processo importante e impegnativo, di responsabilità del gestore idrico che sceglie di applicare un modello di valutazione e gestione dei rischi che, una volta implementato, costituirà la base dell'autocontrollo della filiera idrica.

Lo sviluppo e l'applicazione di un PSA richiedono conoscenze e competenze trasversali. Il gestore del servizio idrico è il *driver* e attore principale, ma il processo di identificazione di pericoli ed eventi pericolosi, la conseguente valutazione del rischio, nonché la scelta delle misure di controllo da adottare per operarne la riduzione, avviene in forza ad un gruppo di lavoro multidisciplinare opportunamente costituito e comprendente, come minimo, gli organismi di controllo e sorveglianza (AUSL e Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale), oltre che altri attori coinvolti nella gestione e tutela della qualità delle acque potabili (amministrazioni locali e regionali, Autorità d'Ambito). Il modello così costituito incentiva la collaborazione tra gli Enti, promuovendo azioni condivise a favore di una maggiore tutela della salute pubblica.

Sino all'entrata in vigore del DM 14 giugno 2017 l'applicazione dei PSA in Italia è stata a carattere volontario, spesso motivata dalla necessità di gestire problematiche particolari o a carattere emergenziale.

Un esempio in tal senso è costituito dall'applicazione dei PSA negli abitati di Pietrasanta e della sua frazione Valdicastello Carducci in provincia di Lucca: nel 2014 infatti, in seguito ad uno studio geologico del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa (3), è emersa una estesa contaminazione da tallio delle acque erogate dalle reti acquedottistiche del comune di Pietrasanta.

Caratteristiche del tallio, diffusione nell'ambiente e presenza in acque destinate a consumo umano

Il tallio, costituente chimico ubiquitario della crosta terrestre, è scarsamente rintracciabile nelle acque (4).

Le maggiori fonti di contaminazione antropogenica sono rappresentate dalle emissioni e dai rifiuti solidi provenienti dalla combustione del carbone e dalla fusione del ferro.

Il tallio è presente in molti reflui industriali e di estrazione mineraria (5).

Il tallio è stato anche considerato come impurezza potenzialmente presente in prodotti e materiali a contatto con le acque nella filiera idro-potabile (6).

Alcuni autori (7) hanno riscontrato concentrazioni di tallio di 0,04 µg/L, e 800 µg/L, in acque rispettivamente superficiali e profonde.

I casi di contaminazione da tallio delle acque potabili riportati in letteratura sono invece scarsamente documentati, e se ne registrano fino ad ora solo tre:

- Il primo caso è stato riscontrato in Cina nell'area rurale di Lanmuchang, nel sud-ovest della provincia di Ghizhou (8). Si ritiene che la popolazione sia stata esposta al contaminante a partire dagli anni Sessanta del secolo scorso, con una concentrazione variabile tra i 3,7 e i 40 µg/L. Sebbene si siano verificati casi di intossicazione da tallio non sono state adottate limitazioni d'uso, bensì sono stati presi provvedimenti atti a limitare l'accumulo di tallio negli ortaggi coltivati nella zona il cui consumo, essendo alla base dell'alimentazione locale, era determinante nei casi di intossicazione. Solo negli anni Novanta del secolo scorso la fonte contaminata è stata esclusa dalla captazione.
- Il secondo caso di contaminazione, probabilmente il più noto e documentato, è stato registrato negli Stati Uniti tra il 2010 e il 2012, a Traverse Mountain, Lehi, Utah County (9). I valori di concentrazione di tallio rilevati nelle acque, immesse in rete dal 2005, da un valore iniziale di 1,9 µg/L rilevato nel 2007, hanno raggiunto i 2,6 µg/L nel 2010, fino ad un massimo di 3,0 µg/L nel 2012. Negli Stati Uniti, l'agenzia per la protezione ambientale (US Environmental Protection Agency, US EPA) ha fissato per il tallio nelle acque potabili un valore limite pari a 2 µg/L già dal 1994. Tale valore, che rappresenta il livello massimo di contaminante (*Maximum Contaminant Level*, MCL) permesso nelle acque potabili, è stato proposto sulla base di uno studio di tossicità subcronica nel ratto (10). Il valore è stato ottenuto applicando alla dose senza effetto avverso osservabile (NOAEL, dall'inglese *No Observed Adverse Effect Level*), pari a 0,2 µg/kg, un ampio margine di incertezza (3000), assumendo come parametri dello scenario di esposizione un adulto di peso corporeo medio (70 kg) e un consumo giornaliero medio d'acqua (2 L/giorno). Anche in ragione dell'ampio margine di sicurezza utilizzato nel definire il valore MCL, si è continuato a monitorare la captazione senza imporre limitazioni d'uso e l'esclusione della fonte contaminata è avvenuta solo in seguito alla conferma del carattere non transitorio della contaminazione.
- Il terzo e ultimo caso documentato di contaminazione da tallio delle acque potabili, il primo in Europa, è stato riscontrato nel 2011 in Francia, a Calvados (11). I valori di tallio riscontrati per le captazioni, gli impianti di trattamento e la rete di distribuzione variavano rispettivamente da <0,1 a 55,0, da <0,1 a 14,6 e da <0,1 a 18,8 µg/L. In questo caso è stata disposta la non potabilità delle acque e si è provveduto ad escludere rapidamente la captazione, revocando comunque il provvedimento di non potabilità entro pochi giorni, al rientrare dei valori.

Contaminazione da tallio delle reti acquedottistiche di Pietrasanta e Valdicastello Carducci

In Italia, nel settembre del 2014, una segnalazione del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa ha rivelato, nelle acque distribuite nella frazione di Valdicastello Carducci, nel comune di Pietrasanta (in provincia di Lucca), la presenza di tallio in concentrazioni rilevanti, variabili da 1,7 a 10,1 µg/L. Anche l'acquedotto a servizio di Pietrasanta è stato interessato dalla contaminazione, essendo gli acquedotti di Pietrasanta e Valdicastello Carducci interconnessi. La presenza di tallio è stata riscontrata nel capoluogo comunale nel novembre del 2014, con concentrazioni variabili da 4,8 a 6,9 µg/L. In mancanza di un valore limite per la concentrazione di tallio nelle acque potabili nella normativa nazionale (il tallio non è tra i parametri regolamentati dal DL.vo 31/2001 e s.m.i.), è stata richiesta l'indicazione di un valore di riferimento all'Istituto Superiore di Sanità (ISS), che, in assenza di un valore guida fissato dalla WHO, sulla base di un'analisi di rischio circostanziata, ha ritenuto di poter adottare come valore limite provvisorio il *Maximum Contaminant Level* di 2 µg/L[2], proposto dalla US EPA (12).

L'unica origine della contaminazione, allo stato attuale delle conoscenze, risulta la sorgente Molini di Sant'Anna, che ha alimentato gli acquedotti Pietrasanta e Valdicastello per oltre 50 anni. Nei pressi del comune di Pietrasanta si è svolta sin dall'Ottocento un'intensa attività industriale mineraria, conclusasi nel 1989. Il tallio è da associare alla presenza di miniere di pirite, barite e solfuri di piombo, argento e zinco tra il comune di Stazzema e la frazione Valdicastello Carducci, all'interno del bacino idrografico del torrente Baccatoio. È probabile che lo stesso torrente, nel suo corso naturale verso il mare, abbia portato il tallio verso la pianura di Pietrasanta. Non è stata ancora identificata con certezza la causa della contaminazione delle acque profonde che alimentano la sorgente Molini di Sant'Anna, considerata la fonte di contaminazione primaria delle acque destinate ad uso potabile. Per risolvere l'emergenza il gestore idropotabile è intervenuto escludendo la fonte primaria di contaminazione, la sorgente Molini di Sant'Anna. L'intervento non è stato tuttavia risolutivo: l'immissione in rete di acque dalle caratteristiche chimico-fisiche diverse ha causato infatti il rilascio del tallio adsorbito dalle tubazioni, ed un conseguente forte incremento delle concentrazioni in rete. Il tallio infatti, se presente nelle acque distribuite dalla rete acquedottistica, viene assorbito significativamente dalle pareti delle condotte della rete di distribuzione, sia in materiale plastico che metallico, e tali materiali tendono poi a rilasciarlo nel tempo. Questo fenomeno ha rappresentato una fonte secondaria di contaminazione, difficile da individuare, che ha richiesto soluzioni strategicamente progettate.

Le dinamiche che hanno portato alla scoperta della contaminazione e le cause stesse della contaminazione, sono la prova della necessità di attuare una strategia preventiva più estesa alla catena di distribuzione delle acque potabili, che evidenzi tutti i potenziali pericoli, con una particolare attenzione a quelli che insistono nell'area di captazione. La complessità dell'emergenza e la necessità di coinvolgere prioritariamente diverse autorità locali per la sua gestione hanno suggerito la necessità di sviluppare un PSA per ognuna delle due filiere idropotabili interessate dalla contaminazione, nell'ambito di un progetto coordinato dal Ministero della Salute, e con il supporto dell'ISS, configurandolo come un sistema di sorveglianza e controllo, in grado di fornire soluzioni innovative per la gestione dell'emergenza e di garantire nel tempo la sicurezza delle acque.

Il rapporto che segue descrive tutte le attività svolte per la definizione dei PSA di Pietrasanta e Valdicastello Carducci.

[2] Il valore limite di concentrazione per il parametro tallio, pari a 2 µg/L, è stato proposto dall'Istituto Superiore di Sanità attraverso il parere prot. 0036239ISS del 05/11/2014, e adottato come limite normativo nel territorio ai sensi dell'art. 11 comma 1(b) del DL.vo 31/2001 e s.m.i.

Applicazione dei Piani di Sicurezza agli acquedotti Pietrasanta e Valdicastello

Gli acquedotti Pietrasanta e Valdicastello appartengono alla rete di acquedotti gestiti da GAIA SpA, gestore affidatario dal 2005 del Servizio Idrico Integrato in 46 Comuni della Regione Toscana.

I due acquedotti sono fra loro interconnessi, e sono rappresentativi delle due tipologie di sistema di gestione idrica richiamate nel Rapporto ISTISAN 14/21 "Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water Safety Plans" (2): il primo a servizio di una popolazione superiore a 5000 abitanti, il secondo – un piccolo sistema di gestione – a servizio di una popolazione inferiore. Sebbene siano stati sviluppati due Piani di Sicurezza distinti, uno per ognuno degli acquedotti interessati dalla contaminazione, essi sono strutturalmente interconnessi, e presentano pertanto aspetti comuni che sono stati affrontati da un unico gruppo di lavoro.

Nella maggior parte delle sezioni della trattazione che segue verranno pertanto affrontati come un unico sistema e, solo dove necessario, verrà specificato a quale dei due ci si riferisce.

I piani sono stati sviluppati in 3 fasi principali, secondo quanto suggerito nelle linee guida citate:

- *Fase 1 - Preparazione e pianificazione*
  In questa fase è stato composto il gruppo di lavoro (team), definito il team leader e, sulla base delle competenze di ogni membro del gruppo, assegnate le responsabilità all'interno del team.
- *Fase 2 - Valutazione dei sistemi e dei rischi*
  Nel corso di questa fase è stata approfondita la conoscenza dei due sistemi idropotabili e dell'area che occupano, anche in relazione alle attività produttive che vi insistono. Sono stati individuati i punti di interesse sanitario significativi, schematizzati in un diagramma di sistema funzionale alla successiva analisi di rischio. Sulla base di tale schema è stato anche organizzato il cloud, piattaforma informatica per la condivisione di dati e informazioni in seno al team. L'analisi di rischio estesa ai due sistemi è stata quindi condotta attraverso l'identificazione degli eventi pericolosi e dei pericoli potenzialmente correlati, e la successiva analisi semi-quantitativa dei rischi associati. Lo strumento operativo utilizzato nel corso dell'analisi di rischio è la Matrice dei Rischi, sviluppata dal team dei PSA.
- *Fase 3 - Revisione del sistema per il controllo dei rischi*
  Nel corso della terza fase sono state individuate e attuate le misure per il controllo o la mitigazione dei rischi correlati ai pericoli evidenziati nelle due filiere idropotabili, implementando le diverse misure in ordine di priorità e in punti strategici delle filiere, privilegiando l'installazione di sistemi di *early warning*, più efficaci nella prevenzione di svariati eventi pericolosi.

1. FASE 1 - PREPARAZIONE E PIANIFICAZIONE

La preparazione dei PSA di Pietrasanta e Valdicastello è iniziata con la definizione delle aree di intervento di ognuno dei due PSA. I territori interessati sono entrambi all'interno del comune di Pietrasanta, in provincia di Lucca (Figura 1).

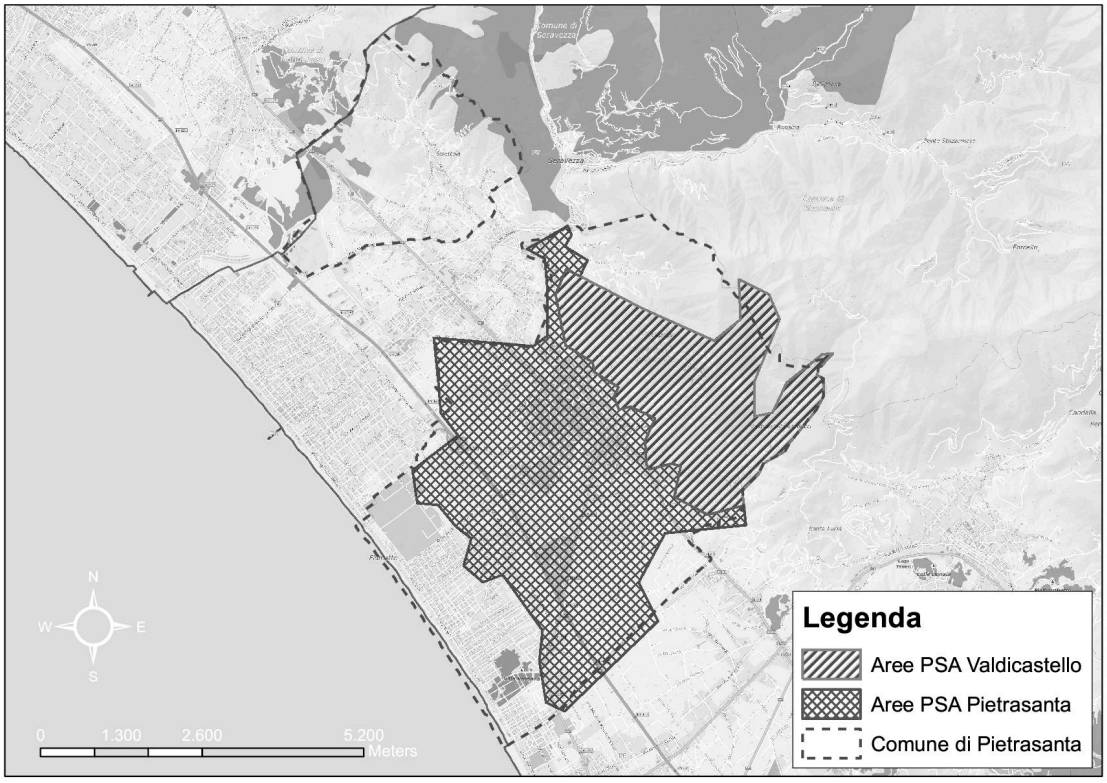

Figura 1. Aree interessate dai due PSA di Pietrasanta e Valdicastello (LU)

La problematica da affrontare ha richiesto l'adozione di misure strategiche per la gestione in emergenza e per la programmazione di interventi preventivi e protettivi contro potenziali fenomeni di ricontaminazione della rete idropotabile. Ad inizio attività il completamento di ogni PSA è stato stimato in un tempo presunto di circa un anno. Lo sviluppo dei due PSA ha poi richiesto complessivamente 30 mesi di attività (*vedi* Appendice A1 e A2), relative alle diverse fasi programmate e calendarizzate di volta in volta nel corso delle riunioni dei PSA (*vedi* sez. 3.3.).

1.1. Formazione del team

Nell'ambito dei lavori di preparazione e pianificazione si è proceduto con la costituzione del team di lavoro. Il team multidisciplinare è stato coordinato dal gestore idrico, GAIA Spa (da qui in avanti GAIA), responsabile dei Piani e portatore di tutte le conoscenze relative ai sistemi idrici

e alla risorsa idropotabile. Fra i membri del gestore partecipanti al team multidisciplinare è stato individuato il team leader dei PSA.

Il team ha visto la partecipazione di diversi enti e autorità competenti in materia, che hanno contribuito a vario titolo alle attività dei Piani.

Di seguito sono elencati in dettaglio i partecipanti al team di lavoro:

- GAIA, team leader e responsabile dei Piani.
- AUSL Toscana Nord-Ovest, competente in materia di salute pubblica.
- ARPAT (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana), competente in materia ambientale.
- Comune di Pietrasanta, in rappresentanza delle popolazioni locali.
- ISS, coordinatore dell'intero processo, ha supportato il team nell'analisi dei sistemi idrici, coadiuvandolo nelle diverse fasi di sviluppo nella scelta degli indirizzi da assumere.
- Autorità Idrica Toscana, ha cofinanziato alcuni degli interventi deliberati nei Piani e gli studi dell'Università di Pisa che, attraverso il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale, ha svolto attività di ricerca in materia di inquinanti emergenti nelle acque potabili.

In aggiunta, il Ministero della Salute ha preso parte ad alcune delle riunioni dei PSA in qualità di osservatore, anche in considerazione del suo ruolo di coordinatore del più ampio progetto del Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie (CCM) in cui sono inseriti i due PSA sviluppati. In appendice (*vedi* Appendice A3) è riportata la composizione dettagliata del team di lavoro, comprensiva delle funzioni e dei contributi di ogni singolo componente.

2. FASE 2 - VALUTAZIONE DEL SISTEMA E DEI RISCHI

Nella fase centrale dei due PSA è stata effettuata una descrizione accurata del sistema idrico, raccogliendo dati e informazioni per caratterizzare ogni segmento delle filiere in esame, individuando le infrastrutture di interesse sanitario – ai fini dell'analisi di rischio – presenti lungo la filiera; queste sono poi state schematizzate in unità funzionali, nodi e internodi, nei quali concentrare la successiva analisi dei rischi.

2.1. Descrizione del sistema idrico

Le reti di distribuzione dei sistemi idrici di Pietrasanta e Valdicastello si estendono in aree di circa 16 e 8 km^2 rispettivamente. Le caratteristiche principali delle due reti analizzate sono riassunte nella Tabella 1.

Tabella 1. Caratteristiche delle filiere idriche interessate dai PSA a Pietrasanta e Valdicastello Carducci

Caratteristica	PSA Pietrasanta	PSA Valdicastello
Area [km^2]	16	8
Abitanti serviti [n.]	14610	2197
Volume di acqua erogato [m^3/anno]	2144000	189000
Rete di adduzione [m]	5666	6315
Rete di distribuzione [m]	123191	32073

Il team ha reperito dati e informazioni relativi alle infrastrutture e ai processi identificabili nelle due filiere in esame, definendo una fotografia accurata del sistema. In questa fase di raccolta dati ogni ente ha lavorato in maniera autonoma sulle proprie banche dati e ha successivamente condiviso le informazioni nell'ambito delle riunioni dei PSA.

La descrizione dei due sistemi idrici è iniziata identificando le informazioni necessarie per la caratterizzazione dei singoli segmenti della filiera idropotabile: Captazione, Trattamento (suddiviso in Accumulo e Disinfezione) e Distribuzione. Il gestore ha avuto un ruolo principale nella fase di raccolta dei dati: sono state identificate le figure professionali necessarie a fornire le informazioni relative ai diversi ambiti di interesse, in gran parte già archiviate nel database infrastrutture del gestore (ubicazione, materiali, dimensioni e stato delle infrastrutture d'acquedotto), oltre a fattori di processo per i trattamenti delle acque e serie storiche di controlli analitici in captazione e in rete, come evidenziato in appendice (*vedi* Appendice A3). Il gestore è anche detentore di conoscenze in merito alle attività produttive della zona derivanti dal Masterplan Aziendale, lo strumento interno di pianificazione delle risorse e delle infrastrutture. L'apporto di dati e informazioni da parte degli altri enti partecipanti al team è stato del resto fondamentale, in particolar modo la raccolta dei dati di monitoraggio ambientale (forniti da ARPAT), le serie storiche dei controlli analitici esterni, l'individuazione delle utenze sensibili e la geolocalizzazione delle attività produttive (AUSL), nonché gli studi commissionati dall'amministrazione comunale per la caratterizzazione delle aree minerarie e dei terreni lungo l'asta del torrente Baccatoio. I dati raccolti hanno poi alimentato lo spazio *cloud* dei PSA (*vedi* sez. 2.2).

Le infrastrutture di acquedotto sono state schematizzate identificando nodi, interconnessioni e connessioni (le definizioni complete sono nel glossario):

- I *nodi*, individuati con numerazione progressiva, rappresentano le infrastrutture puntuali oggetto di analisi di rischio nel PSA. All'interno di ogni nodo possono essere presenti più infrastrutture (cartelle) attive, individuate dai centri di costo loro assegnati nel database aziendale. Ad esempio, il nodo 6 del PSA Valdicastello, "Monticolegno", è un serbatoio in cui avviene il dosaggio di disinfettante: il nodo è unico ma le cartelle attive due, la cartella dell'accumulo e quella della disinfezione, ognuna individuata nella codifica dalla lettera in sesta posizione del codice del centro di costo (composto da 8 caratteri alfanumerici). Nell'esempio, le lettere identificative sono, rispettivamente, la lettera "H" e la lettera "O" (*vedi* sez. 2.1.2.).
- Le *interconnessioni* (o internodi) rappresentano le infrastrutture lineari di collegamento tra nodi. Sono generalmente costituite da un'unica cartella attiva, di adduzione o distribuzione, individuate rispettivamente dalle lettere "A" ed "R", nella sesta posizione del centro di costo. La codifica è data dalla numerazione dei nodi interconnessi, in ordine numerico, preceduta dalla sigla "INT". Se ad esempio, il nodo 1 rappresenta un pozzo e il nodo 2 il relativo serbatoio di accumulo, la condotta di collegamento sarà codificata come "INT 1-2".
- Le *connessioni* (nodi-utenze e interconnessioni-utenze), rappresentano le reti di distribuzione e sono individuate dalla sigla "CON" e da un codice così costruito: numero del nodo o dell'interconnessione di monte + lettera "D" + numero della rete di distribuzione a valle (la rete di distribuzione è individuata dagli ultimi tre caratteri del centro di costo aziendale). Se ad esempio, a valle del nodo 2 si trova la rete di distribuzione "35A01R01", sarà definita la connessione "CON 2DR01". Nel caso in cui lo stesso nodo sia collegato alla stessa rete da più di una connessione, i due collegamenti saranno distinti anteponendo alla lettera "D" una ulteriore lettera, in ordine alfabetico (il nodo 1 dell'acquedotto Pietrasanta è ad esempio connesso alla rete di distribuzione "35A02R02" da due connessioni, da cui si originano le due codifiche "CON 1ADR01" e "CON 1BDR01").

Per ognuno dei due acquedotti è stato quindi predisposto un diagramma di flusso riportante i nodi, le interconnessioni e le connessioni in sovrapposizione allo schema funzionale, così da esplicitare le informazioni relative al flusso idrico e le cartelle attive (rappresentate in forma simbolica), con il riferimento al centro di costo. I diagrammi di flusso così definiti permettono una visione complessiva delle filiere in analisi e rappresentano la base delle procedure di archiviazione della documentazione (*vedi* sez. 2.2.), consentendo il collegamento tra le infrastrutture acquedottistiche reali, intese come parte del processo idropotabile, e le informazioni a disposizione del team.

Nei paragrafi che seguono è riportata la descrizione degli acquedotti Pietrasanta e Valdicastello prima degli interventi operati in seno ai Piani, che ne hanno ridefinito l'architettura. Si riportano inoltre i diagrammi di flusso relativi ai due acquedotti e le modifiche intervenute nel corso dello sviluppo dei Piani.

2.1.1. Descrizione dell'acquedotto Pietrasanta

L'acquedotto Pietrasanta, prima dell'attuazione del PSA, era alimentato da pozzi profondi e, in parte, dal serbatoio Valdicastello-Parigi, a servizio principalmente dell'omonimo acquedotto. Tale serbatoio raccoglieva le acque della sorgente Molini di Sant'Anna e le distribuiva a Valdicastello Carducci, raggiungendo poi i punti di interconnessione tra gli acquedotti Valdicastello e Pietrasanta, vale a dire il serbatoio di Monteregoli tramite adduttrice dedicata alimentata dall'acquedotto di Valdicastello, e un nodo di rete situato nella parte sud ovest del territorio in analisi, all'estremo nord dell'area denominata "Pollino" (Figura 2).

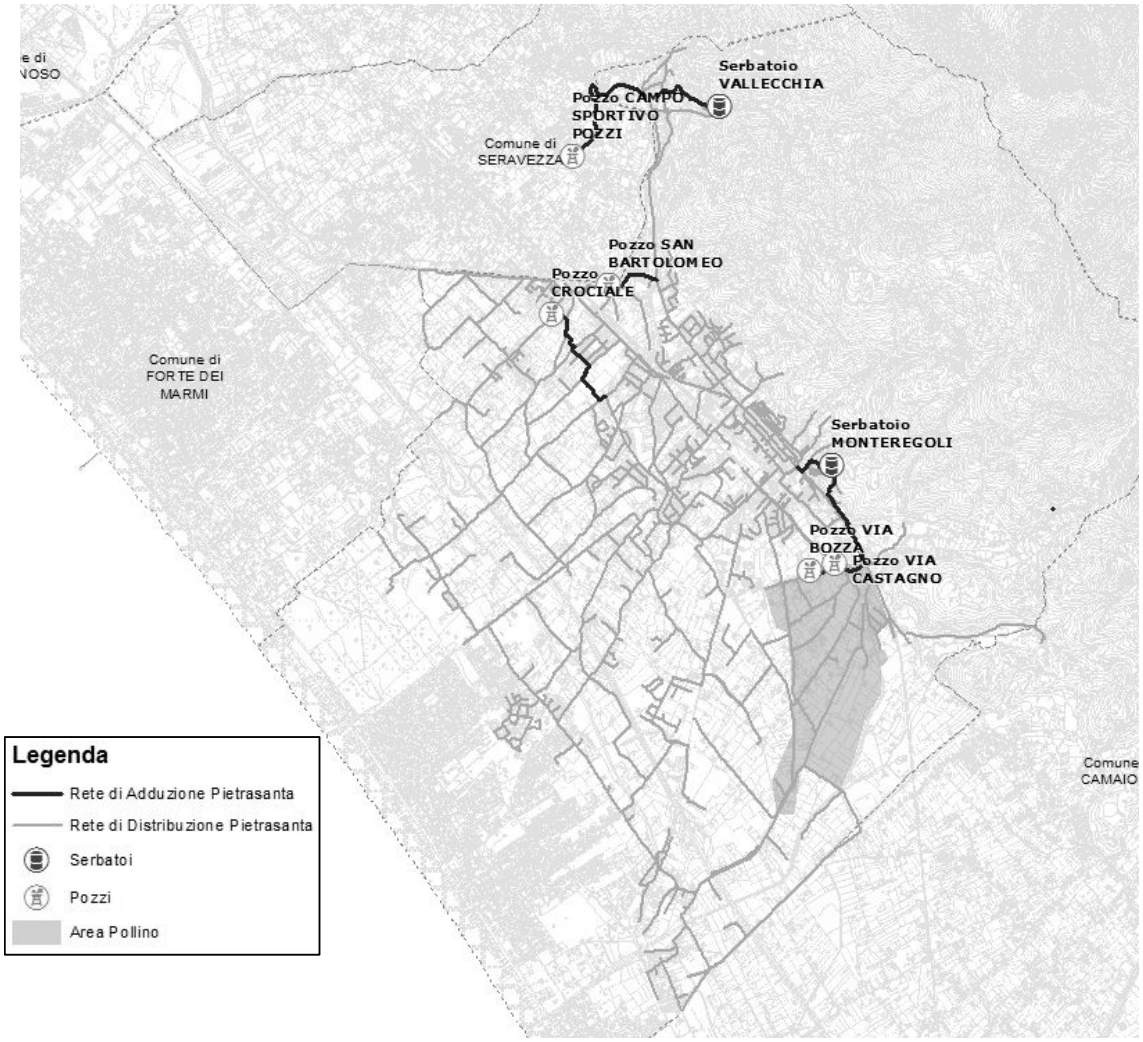

Figura 2. Area servita dall'acquedotto Pietrasanta (LU)

Questo assetto ha comportato, nel primo periodo di emergenza, un maggior livello di contaminazione da tallio nelle acque erogate nei pressi del serbatoio Monteregoli e nella distribuzione idraulicamente a valle. In seguito agli interventi realizzati, pianificati anche nell'ambito del PSA, allo stato attuale l'acquedotto di Pietrasanta è alimentato dai pozzi Bozza, Castagno, Crociale e San Bartolomeo, che servono tutti direttamente la rete. I pozzi Bozza e Castagno, inoltre, rilanciano l'acqua captata verso il serbatoio di Monteregoli, sostituendo l'alimentazione dismessa dal serbatoio Valdicastello-Parigi. L'approvvigionamento dell'acquedotto è poi parzialmente integrato dalle acque della sorgente Moresco, che sostituisce la sorgente Molini Sant'Anna (contaminata), ed è a servizio della frazione Valdicastello Carducci. Inoltre, risulta ulteriormente integrato dall'acquedotto Vallecchia-Solaio, e in particolare dalle acque captate dal pozzo Campo Sportivo.

Lo studio analitico del sistema idrico di Pietrasanta ha permesso di identificare 9 nodi, 2 interconnessioni e 6 connessioni, schematizzate nel diagramma di flusso riportato in sovrapposizione allo schema funzionale dell'acquedotto (Figura 3).

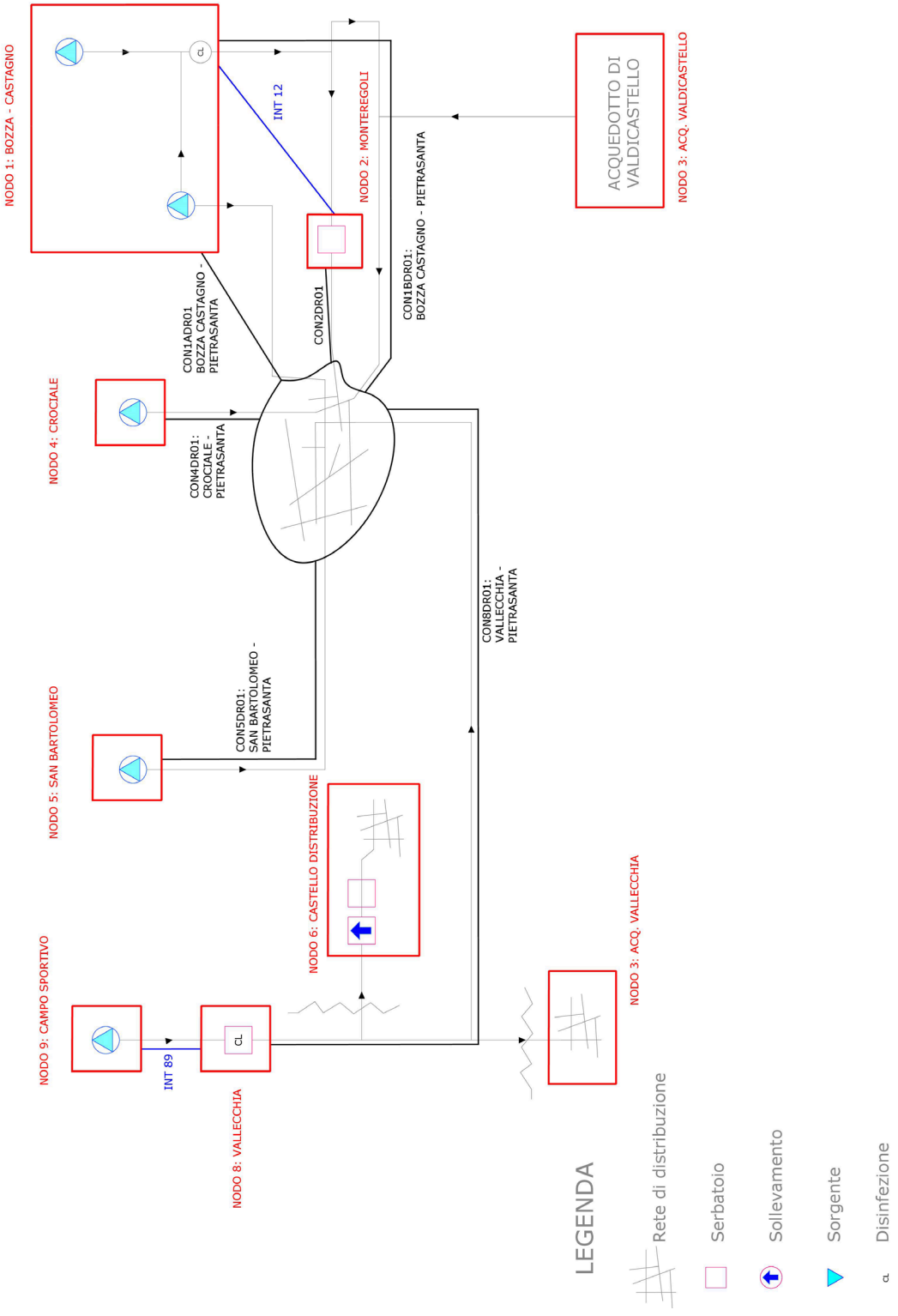

Figura 3. Diagramma di flusso dell'acquedotto Pietrasanta

Nella Tabella 2 i nodi e le connessioni riportate in corsivo rappresentano punti di collegamento ad altri sistemi idrici (come detto in precedenza i due sistemi idrici analizzati sono fra loro interconnessi e, allo stesso tempo, sono connessi ad altri sistemi che non sono oggetto dell'analisi di rischio qui riportata). In particolare, il nodo 3 costituisce il punto di interconnessione dell'acquedotto Pietrasanta con l'acquedotto Valdicastello. Si specifica che, mentre per l'analisi di rischio relativa al nodo 3 (Acquedotto Valdicastello) si rimanda alle sezioni specifiche di questo rapporto (*vedi* sez. 2.4.2., 2.5.2., 2.7) per gli altri nodi e connessioni in corsivo, riportati nella tabella per completezza d'informazione, l'analisi di rischio relativa non sarà oggetto di questo rapporto.

Tabella 2. Acquedotto PIETRASANTA: nodi, internodi e connessioni

Unità funzionali	Codice	Denominazione	Tipologia di infrastruttura (cartelle dell'unità)
Nodi	NODO 1	Castagno	Pozzo
		Via Bozza	Pozzo
		Castagno	Disinfezione
		Via Bozza - Castagno	Adduzione
		Castagno - Rotaio	Adduzione
	NODO 2	Monteregoli	Serbatoio
	NODO 3	*Acquedotto Valdicastello*	
	NODO 4	Crociale	Pozzo
	NODO 5	S. Bartolomeo	Pozzo
	NODO 6	*Altro acquedotto*	
	NODO 7	*Altro acquedotto*	
	NODO 8	Vallecchia	Serbatoio
		Vallecchia	Disinfezione
	NODO 9	Campo Sportivo	Pozzo
Interconnessioni	INT 1-2	Castagno Bozza Filippi-Monteregoli	Adduzione
		Nuova Adduzione	Adduzione
		Pietrasanta	Distribuzione
	INT 8-9	Pozzi - Vallecchia	Adduzione
		Pozzi - Vallecchia	Adduzione
Connessioni	*CON 1ADR 01*	*Connessione inattiva*	
	CON 1BDR 01	Bozza Castagno - Monteregoli	Adduzione
		Nuova Tubazione	Adduzione
	CON 2DR 01	Monteregoli - Pietrasanta	Adduzione
	CON 4DR 01	Crociale - Pietrasanta	Adduzione
		Nuova Pozzo Crociale	Adduzione
	CON 5DR 01	S. Bartolomeo - Pietrasanta Vallecchia	Adduzione
		Nuova Pozzo	Adduzione
	CON 8DR 01	Vallecchia	Distribuzione

2.1.2. Descrizione dell'acquedotto Valdicastello

L'acquedotto Valdicastello è costituito da due rami principali e interconnessi, il primo a servizio della frazione di Valdicastello, il secondo di altre due frazioni, Capriglia e Capezzano Monte. In seguito alla contaminazione delle acque potabili, è stato oggetto di numerosi interventi che ne hanno ridefinito l'architettura. Prima dello sviluppo del Piano, il ramo a servizio di Valdicastello era alimentato dalla sorgente contaminata Molini di Sant'Anna e dalla sorgente Moresco Galleria. La parte alta dell'abitato era l'unica raggiunta direttamente dall'acqua della sorgente Molini di Sant'Anna, distribuita a partire dal serbatoio Valdicastello-Parigi. Le stesse acque alimentavano anche il serbatoio Monteregoli. Nei momenti di maggiori portate, le acque della Molini Sant'Anna integravano le acque della sorgente Moresco Galleria, che riforniscono il serbatoio Filippi – posto ad altitudine intermedia della frazione. Il serbatoio Filippi distribuiva acqua nella parte bassa di Valdicastello, alla rete di distribuzione Filippi (interconnessa con la distribuzione di Pietrasanta). Il serbatoio Filippi alimentava anche il serbatoio Monticolegno, punto di connessione con il secondo ramo dell'acquedotto, che serviva la distribuzione della frazione Capriglia e integrava le acque delle sorgenti Corsinelli e Quattro Metati, raccolte nel serbatoio Foce delle Picche. Di qui l'acqua era distribuita alle frazioni Capriglia e Capezzano Monte. Allo stato attuale l'acquedotto è alimentato completamente dalla sorgente Moresco Galleria, le cui acque continuano ad essere raccolte nel serbatoio Filippi. Di qui vengono pompate verso il secondo ramo dell'acquedotto, ma anche verso il serbatoio Valdicastello-Parigi, alimentando così anche la parte alta dell'abitato. Tutte le infrastrutture dell'acquedotto di Valdicastello sono state bonificate intervenendo con *relining* o sostituzione delle condotte di adduzione e distribuzione in materiale metallico, con lavaggi delle tubazioni recenti in materiale plastico, e con lavaggi o installazione di rivestimenti per le vasche dei serbatoi. È stata mantenuta l'alimentazione della rete di Valdicastello bassa dal serbatoio Filippi, mentre è stato abbandonato il collegamento con Monteregoli (Figura 4).

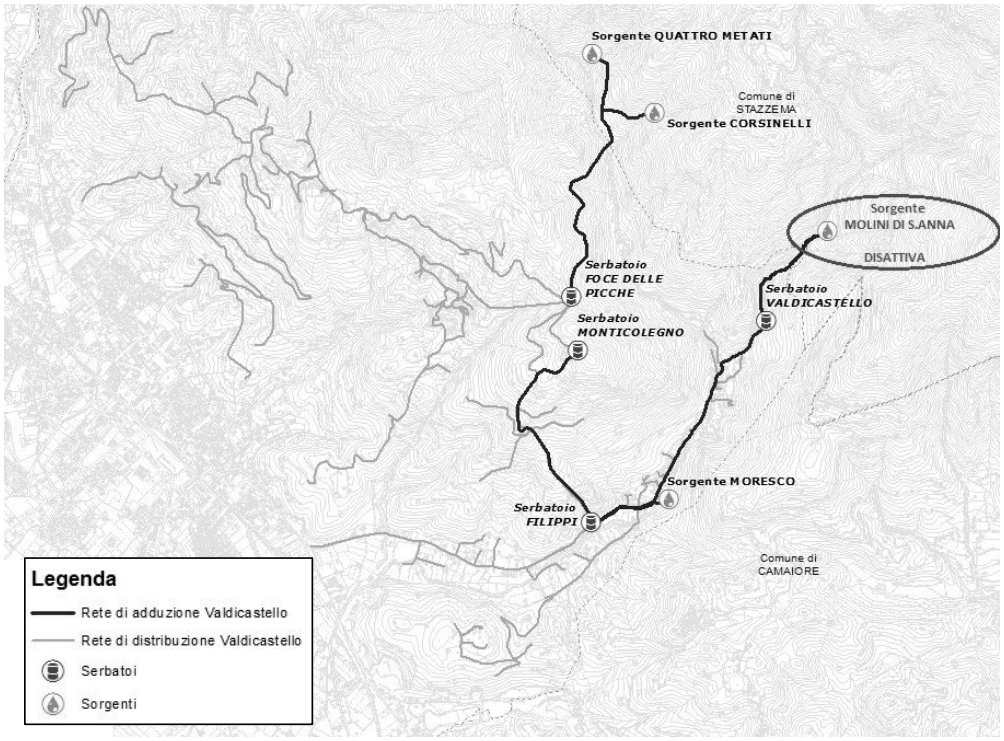

Figura 4. Rete Valdicastello – dopo l'attuazione del PSA

L'analisi dell'acquedotto ha permesso di identificare 8 nodi, 8 interconnessioni e 4 connessioni schematizzati nel diagramma di flusso riportato in sovrapposizione allo schema funzionale di acquedotto (Figura 5) e riportati in Tabella 3.

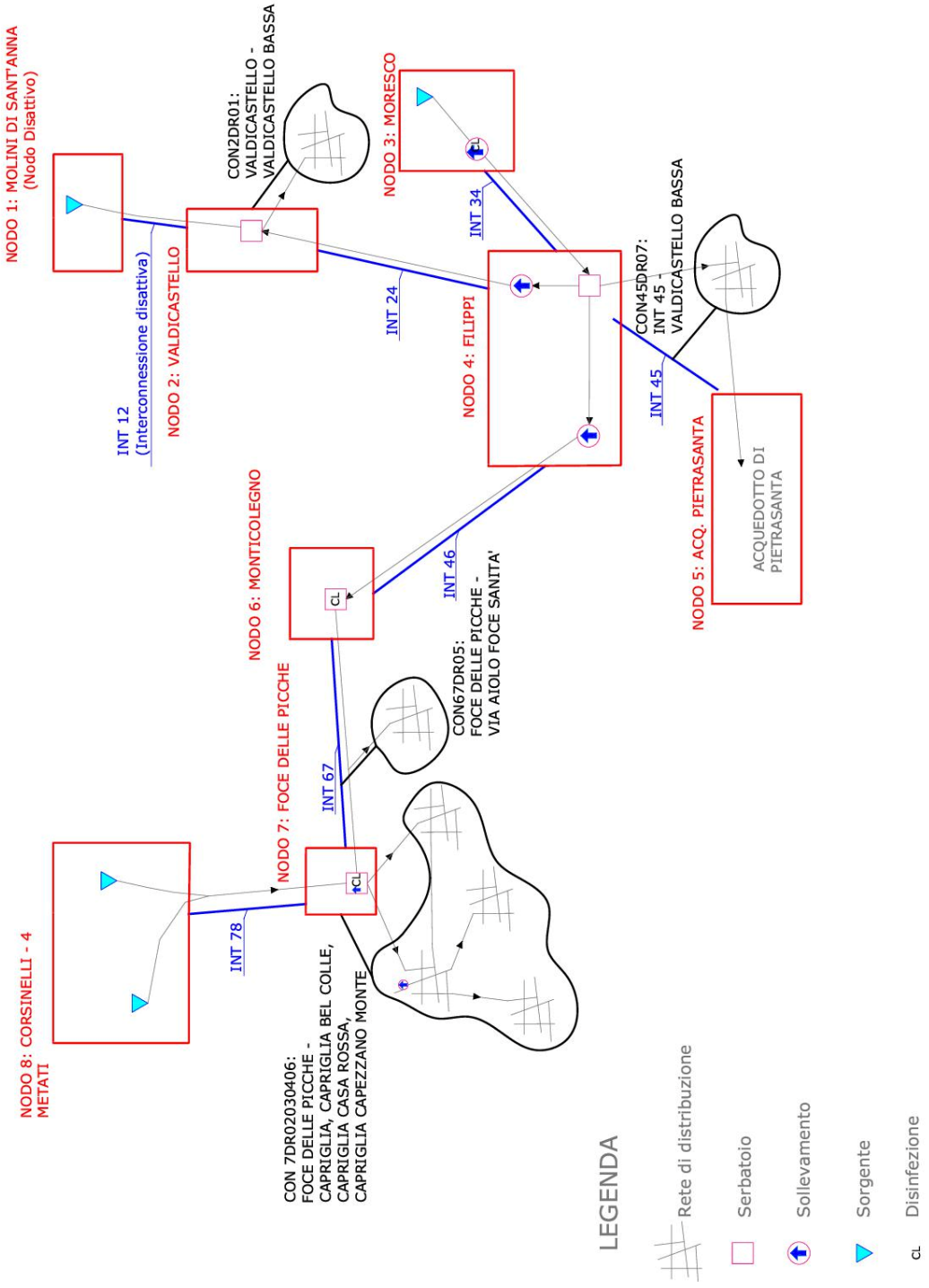

Figura 5. Diagramma di flusso dell'acquedotto Valdicastello

In Tabella 3, il nodo 5 (Acquedotto Pietrasanta) costituisce il punto di interconnessione con l'acquedotto Pietrasanta, e la relativa analisi di rischio è nelle sezioni ad esso relative di questo rapporto (*vedi* sez. 2.4.1., 2.5.1., 2.7).

Tabella 3. Acquedotto VALDICASTELLO: nodi, internodi e connessioni

Unità funzionali	Codice	Denominazione	Tipologia di infrastruttura (cartelle dell'unità)
Nodi	NODO 1	Sant'anna	Sorgente
	NODO 2	Valdicastello	Serbatoio
		Valdicastello	Potabilizzazione
		Valdicastello	Disinfezione
	NODO 3	Moresco Galleria	Sorgente
		Moresco Sondaggio	Sorgente
		Moresco Alta	Sorgente
		Moresco	Disinfezione
	NODO 4	Filippi	Serbatoio
		Filippi	Disinfezione
	NODO 5	*Acquedotto Pietrasanta*	
	NODO 6	Monticolegno	Serbatoio
		Monticolegno	Disinfezione
	NODO 7	Foce Delle Picche	Serbatoio
		Foce Delle Picche	Disinfezione
	NODO 8	4 Metati	Sorgente
		Corsinelli	Sorgente
Interconnessioni	INT 1-2	Sant'anna-Valdicastello	Adduzione
	INT 2-4	Valdicastello-Filippi	Adduzione
	INT 3-4	Moresco-Filippi	Adduzione
	INT 4-5	Filippi - Acq.Pietrasanta	Distribuzione
	INT 4-6	Filippi-Monticolegno	Adduzione
	INT 6-7	Monticolegno-Foce Delle Picche	Distribuzione
	INT 7-8	Foce Delle Picche-Corsinelli/4 Metati	Adduzione
Connessioni	CON 2DR01	Valdicastello-Valdicastello bassa	Distribuzione
	CON 45DR07	INT 4-5-Valdicastello bassa	Distribuzione
	CON 67DR05	Foce Delle Picche-Via Aiolo Foce Sanità	Distribuzione
	CON 7DR02030406	Foce Delle Picche	Distribuzione

2.2. Strutturazione del *cloud*

Per condividere e archiviare dati e informazioni relativi ai due PSA è stato definito un *cloud*, unico, che ospita in sezioni distinte i dati relativi ai due sistemi idropotabili. Trattandosi di acquedotti interconnessi, è stata prevista anche una sezione di documentazione comune.

La struttura del *cloud*, costituita da cartelle e sotto-cartelle, è stata organizzata secondo lo schema dei diagrammi di flusso dei due acquedotti: tale schema deriva dall'analisi del sistema idrico e dalla identificazione di nodi e internodi (*vedi* sez. 2.1. e Appendice A4).

Ad ogni membro del team è stato assegnato un dominio utente, con propria username e password, e uno spazio personale dove poter caricare i dati e la documentazione da condividere. Il flusso dei dati è stato definito in modo che la condivisione avvenisse sempre dal singolo membro all'amministratore del sistema, che provvedeva poi all'archiviazione nello spazio di visualizzazione comune. Si è optato per un sistema centralizzato di archiviazione, gestito unicamente dall'amministratore del sistema, che connotasse la documentazione secondo una codifica univoca e l'archiviasse in modo che la consultazione fosse rapida ed intuitiva. Infine, per facilitare l'utilizzo dello strumento adottato, anche le procedure di accesso al sistema *cloud* e condivisione, visualizzazione e download dei file sono state inserite in consultazione.

La consultazione dei dati contenuti nel *cloud* avviene tramite l'accesso ad uno spazio web nel quale ad ogni cartella corrisponde un elenco a tendina recante il materiale informativo relativo all'elemento stesso. Tutti i documenti risultano in questo modo accessibili in visualizzazione in anteprima o per il download.

2.3. Matrice dei rischi

Lo strumento principale utilizzato nel corso dell'implementazione dei PSA è la Matrice dei Rischi, che raccoglie e riassume in modo chiaro e schematico tutte le informazioni e valutazioni relative al sistema idrico in esame, alle misure di controllo applicate e alle misure integrative programmate. È uno strumento operativo adatto a svolgere uno studio sistematico e accurato dell'intero sistema idrico, dalla captazione al rubinetto, efficace per garantire l'immediata evidenza dell'intero processo di analisi di rischio.

Nei PSA di Pietrasanta e Valdicastello è stata utilizzata una matrice strutturata in quattro sezioni principali, descritte di seguito:

– *Descrizione del nodo/connessione*
  La sezione contiene tutte le informazioni utili a identificare il nodo o la connessione analizzati. In particolare, la sezione è articolata nei quattro campi elencati di seguito, dei quali si fornisce anche la descrizione del contenuto:
  - *Denominazione*. Nome del nodo o della connessione analizzati.
  - *Tipologia di infrastruttura*. Indicazione dell'infrastruttura analizzata all'interno del nodo (ad ogni nodo può corrispondere più di una infrastruttura)
  - *Centro di costo*. Codice identificativo dell'infrastruttura analizzata (per la definizione completa di centro di costo si veda il glossario).
  - *Attuale uso*. Il gestore indica se l'infrastruttura, al momento dell'analisi di rischio, è in uso o meno.

– *Valutazione del rischio*
  Questa sezione riassume le informazioni derivanti dall'identificazione degli eventi pericolosi e dei pericoli ad essi connessi (*vedi* sez. 2.4) e i risultati della valutazione dei

rischi ad essi correlati nelle condizioni di peggior scenario, cioè in assenza di misure di controllo (*vedi* sez. 2.5). In dettaglio, i campi che compongono la sezione sono:

- *Osservazioni rilevanti*. Elementi e informazioni utilizzati per l'identificazione di uno specifico evento pericoloso.
- *Evento pericoloso (potenziale o già riscontrato).* Descrizione chiara e completa dell'evento pericoloso individuato.
- *Pericolo*. Tipologia di pericolo correlato all'evento selezionato; le tipologie di pericolo prese in esame sono state le seguenti: contaminazione chimica, microbiologica, radiologica e interruzione di servizio.
- *Probabilità di accadimento (P1).* Valore numerico associato alla probabilità di accadimento dell'evento selezionato in assenza di misure di controllo, assegnato sulla base delle valutazioni condotte dal team di PSA (*vedi* sez. 2.5).
- *Gravità degli effetti (G).* Valore numerico associato alla gravità del pericolo, assegnato sulla base delle valutazioni condotte dal team di PSA (*vedi* sez. 2.5).
- *Rischio*. Valore numerico associato al rischio, risultato dell'operazione matematica P1xG.

– *Misure di controllo*

Questa sezione riepiloga le misure di controllo proposte per l'abbattimento o la riduzione dei rischi individuati. Le misure di controllo sono distinte, in base ai tempi di applicazione previsti, in misure di controllo di breve termine e di medio-lungo termine. Ad ognuna delle tipologie sono associati diversi campi di dettaglio, secondo lo schema che segue:

- *Misure di controllo a breve termine*. Descrizione della misura di controllo di breve termine proposta:
  - Ente. Responsabile dell'attuazione o implementazione della misura di controllo.
  - Costo in €. Costo stimato o preventivato per l'attuazione della misura di controllo.
  - Tempo. Scadenza entro la quale la misura di controllo dovrà essere attuata.
  - Verifica. Strategia adottata per assicurare il funzionamento della misura di controllo e la sua adeguatezza allo scopo, anche attraverso un monitoraggio operativo continuativo nel tempo.
  - Stato di realizzazione. Stato di avanzamento lavori per attuazione/ installazione/ miglioramento della misura di controllo.
- *Misure di controllo a medio-lungo termine*. Descrizione della misura di controllo di medio-lungo termine proposta.
  - Ente. Responsabile dell'attuazione o implementazione della misura di controllo.
  - Costo in €. Costo stimato o preventivato per l'attuazione della misura di controllo.
  - Tempo. Scadenza entro la quale la misura di controllo dovrà essere attuata.
  - Verifica. Strategia adottata per assicurare il funzionamento della misura di controllo e la sua adeguatezza allo scopo, anche attraverso un monitoraggio operativo continuativo nel tempo.
  - Stato di realizzazione. Stato di avanzamento lavori per attuazione/installazione/miglioramento della misura di controllo.
- *Note*. Osservazioni relative alla valutazione dei rischi o alle misure di controllo identificate, non correlabili a nessuno dei campi precedenti.

– *Rivalutazione del rischio*

La sezione contiene i risultati della seconda valutazione dei rischi (*vedi* sez. 2.5). La probabilità e la gravità dei diversi eventi pericolosi e pericoli identificati vengono rivalutate alla luce delle misure di controllo integrative previste. I campi della sezione sono:

- *Probabilità di accadimento rivalutata (P2).* Valore numerico associato alla probabilità di accadimento dell'evento selezionato, rivalutato in funzione della presenza della misura di controllo associata.
- *Rischio rivalutato*. Valore numerico associato al rischio, risultato dell'operazione matematica P2xG.

In Appendice A5 si fornisce lo schema della matrice e un esempio di matrice, suddivisa in sezioni, e compilata per uno dei nodi.

2.4. Identificazione di eventi pericolosi e pericoli

La descrizione accurata dei sistemi idrici e la suddivisione in nodi e internodi hanno costituito il punto di partenza per l'individuazione degli eventi pericolosi e dei relativi pericoli. Le definizioni di evento pericoloso e pericolo sono disponibili nel Glossario. Per ulteriori approfondimenti in merito alla classificazione di eventi pericolosi e pericoli si rimanda a quanto riportato nelle linee guida per l'implementazione dei PSA (2).

L'analisi condotta, agevolata dalla schematizzazione in unità puntuali riportata nei diagrammi di flusso, ha permesso di individuare molteplici eventi pericolosi con ripercussioni nei diversi segmenti della filiera idropotabile. Agli eventi individuati sono stati quindi associati i diversi pericoli potenzialmente riconducibili, classificati come contaminazioni chimiche, microbiologiche, o come interruzioni di servizio. Nella matrice, in questo caso, sono stati riportati anche i potenziali pericoli radiologici, per i quali la valutazione dei rischi segue comunque una specifica normativa di cui al decreto legislativo 15 febbraio 2016 n. 28, e indicazioni operative contenute nel Decreto del Ministero della Salute 2 agosto 2017. In termini generali si sottolinea che la valutazione dei rischi radiologici nell'ambito del PSA rappresenta una libera scelta del gestore ma non costituisce un requisito minimo per l'approvazione dello stesso, né in alcun modo può dar luogo a condizioni di deroga agli obblighi previsti dalla normativa specifica sopra citata.

I diversi nodi e connessioni analizzati sono stati elencati in una matrice dei rischi costruita secondo lo schema descritto nella precedente sezione (*vedi* sez. 2.3). Per ogni nodo o connessione, sono state poi elencate le diverse infrastrutture (cartelle attive) presenti e, per ognuna di esse, sono state indicate le osservazioni rilevanti in merito allo stato di manutenzione degli impianti e delle strutture, alle modalità di controllo dei processi eventualmente presenti, alla dotazione o meno di sistemi di protezione e anti-effrazione, al rispetto delle aree di salvaguardia e alle attività al loro interno e/o nelle vicinanze.

Sulla base di tali osservazioni sono stati identificati ed elencati i possibili eventi pericolosi, e i pericoli da essi derivanti, per i quali effettuare la valutazione dei rischi. L'insieme degli eventi pericolosi e dei pericoli identificati per i diversi segmenti delle due filiere idropotabili studiate sono riepilogati nelle sezioni seguenti, relative ai due acquedotti.

2.4.1. Acquedotto Pietrasanta

L'analisi estesa ai diversi segmenti della filiera ha permesso di identificare 21 eventi pericolosi, connessi a pericoli di varia natura, che costituiscono una potenziale minaccia per la qualità delle acque destinate al consumo umano erogate dalla rete acquedottistica (Tabella 4).

Tabella 4. Acquedotto PIETRASANTA: potenziali eventi pericolosi e pericoli rilevati

Evento pericoloso (pericolo associato[#])	Nodo							Connessione					
	NODO 1	NODO 2	*NODO 3*	NODO 4	NODO 5	NODO 8	NODO 9	CON1ADR01	CON1BDR01	CON2DR01	CON4DR01	CON5DR01	CON8DR01
Effrazione esterna (C, M, IS)	✓	✓	*Nodo trattato nel PSA Valdicastello*	✓	✓	✓	✓	*Connessione inattiva*					
Concentrazione inadeguata del disinfettante (M)		✓											
Attività non consentite sulle coperture (C, M, IS)		✓											
Dispersione di reflui biologici nell'area di rispetto (C, M)	✓			✓	✓		✓						
Emungimenti non autorizzati (C, M)	✓			✓	✓		✓						
Presenza di terreni agricoli nell'area di rispetto (C)	✓			✓	✓								
Vicinanza a fonderia artistica (C)	✓												
Vicinanza alla strada comunale (C, M)				✓			✓						
Vicinanza al campo sportivo di Seravezza (C)							✓						
Vicinanza a deposito di legname (C, M)					✓								
Disperisone di acque meteoriche (C, M)					✓								
Vicinanza ad una carrozzeria (C)					✓								
Vicinanza all'argine del fiume Versilia (C)					✓								
Malfunzionamento sistema di dosaggio reagente (M)	✓					✓							
Rottura impianto di pompaggio (C, IS)	✓			✓	✓		✓						
Interruzione di energia elettrica (C, IS)	✓			✓	✓		✓						
Contaminazione da inquinanti emergenti (C)	✓			✓	✓		✓						
Contaminazione da fonti naturali o antropiche di radionuclidi (R)*	✓			✓	✓		✓						
Rilascio di tallio solubile in rete (C)									✓	✓	✓	✓	✓
Rilascio di tallio solubile negli impianti interni (C)									✓	✓			
Rilascio di materiali in sospensione in rete (condiz. flusso-pressione eccezionali) (C)									✓	✓			

[#] Pericolo chimico (C), Pericolo microbiologico (M), Pericolo radiologico (R), Interruzione del servizio (IS)

* L'inserimento in matrice dei potenziali pericoli radiologici rappresenta una libera scelta del gestore. La valutazione dei rischi ad essi correlati nell'ambito del PSA non costituisce un requisito minimo per l'approvazione dello stesso, né in alcun modo può dar luogo a condizioni di deroga agli obblighi previsti dalla normativa specifica ((DL.vo 28/2016 e indicazioni operative contenute nel Decreto del Ministero della Salute 2 agosto 2017).

La maggior parte degli eventi pericolosi identificati, e dei pericoli ad essi correlati, sono relativi alle captazioni. Dopo l'esclusione della sorgente contaminata, la potenziale contaminazione residua da tallio ha riguardato prevalentemente le reti di distribuzione, essendo essa correlata al potenziale rilascio dell'elemento dalle pareti interne delle tubature.

2.4.2. Acquedotto Valdicastello

Sono stati identificati 27 eventi pericolosi, la maggior parte dei quali afferenti al nodo 3, costituito dalla sorgente Moresco (Tabella 5). Anche le reti di questa filiera, nonostante l'esclusione della sorgente contaminata Molini di Sant'Anna, sono potenzialmente minacciate dal rilascio di tallio dalle pareti interne delle tubature.

Tabella 5. Acquedotto VALDICASTELLO: potenziali eventi pericolosi e pericoli individuati

Evento pericoloso (pericolo associato[#])	**Nodo**								**Connessione**			
	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	*NODO 5*	NODO 6	NODO 7	NODO 8	CON2DR01	CON45DR07	CON67DR05	CON7DR02030406
Effrazione esterna (C, M, IS)	*Nodo inattivo*	✓	✓	✓	*Nodo trattato nel PSA Pietrasanta*	✓	✓	✓				
Concentrazione inadeguata del disinfettante (M)		✓		✓		✓	✓					
Prolungato ristagno di acqua in galleria (C, M)			✓									
Migrazione di contaminanti chimici dai materiali di cantiere non smaltiti (C)			✓									
Condizioni favorevoli alla crescita microbica (M)			✓									
Vulnerabilità intrinseca (C, M)			✓					✓				
Esondazione dei corsi d'acqua limitrofi (C, M)			✓					✓				
Crolli della galleria (C, M, IS)			✓									
Infiltrazioni da oliveti nei terreni sovrastanti (C)			✓									
Accesso di animali (M)			✓					✓				
Attività non consentite nella zona di tutela assoluta (C, M)			✓					✓				
Dispersione di reflui biologici nell'area di rispetto (C, M)			✓									
Emungimenti non autorizzati (C, M)			✓									
Contaminazione da fonti naturali o antropiche di radionuclidi (R)*			✓					✓				
Contaminazione da inquinanti emergenti (C)			✓					✓				
Malfunzionamento sistema di dosaggio reagente (M)			✓			✓	✓					
Interruzione del trattamento di disinfezione a seguito di blackout elettrico (M)			✓									
Contaminazione del reagente nel serbatoio (C)			✓			✓	✓					
Alterazione del titolo del reagente e formazione di sottoprodotti (C, M)			✓									
Interruzione di energia elettrica (IS)			✓	✓			✓					
Rottura impianto di pompaggio (IS)			✓	✓			✓					
Inquinamento da sorgenti pulsanti (C, M)								✓				
Ricambio insufficiente dall'acqua immagazzinata (M)				✓		✓	✓					
Contaminazione dall'area mineraria dismessa (in caso di esondazione) (C)								✓				
Presenza di animali selvatici nell'area di rispetto (M)								✓				
Possibile rilascio di tallio solubile in rete									✓	✓	✓	✓
Possibile rilascio di tallio solubile negli impianti interni									✓	✓		

[#] Pericolo chimico (C), Pericolo microbiologico (M), Pericolo radiologico (R), Interruzione del servizio (IS)

* L'inserimento in matrice dei potenziali pericoli radiologici rappresenta una libera scelta del gestore. La valutazione dei rischi ad essi correlati nell'ambito del PSA non costituisce un requisito minimo per l'approvazione dello stesso, né in alcun modo può dar luogo a condizioni di deroga agli obblighi previsti dalla normativa specifica (DL.vo 28/2016 e indicazioni operative contenute nel Decreto del Ministero della Salute 2 agosto 2017).

2.5. Valutazione dei rischi

È stato analizzato l'insieme degli eventi pericolosi e pericoli evidenziati valutando i potenziali rischi connessi mediante l'applicazione di un metodo semi-quantitativo[3].

Quantificare un rischio significa poter assegnare ad esso un valore numerico, che permetta in seguito una classificazione in ordine di priorità, per una gestione efficiente e razionale.

La valutazione dei rischi, come specificato nella sez. 3.2.3. delle linee guida per l'implementazione dei PSA (2), è stata effettuata in due momenti: una prima valutazione (riportata in questa sezione) fornisce l'analisi quantitativa dei rischi relativa al peggior scenario, scevro delle misure di controllo eventualmente presenti. I rischi risultanti vengono poi riconsiderati alla luce delle misure di controllo (*vedi* sez. 2.7).

Il team di lavoro operante nei PSA di Pietrasanta e Valdicastello ha adottato la matrice 5x5 proposta dalla WHO per la valutazione dei rischi per le filiere idropotabili e trasposta nelle linee guida citate (Tabella 6) (2).

Tabella 6. Matrice per la classificazione del rischio per la filiera idropotabile secondo la WHO

	Gravità delle conseguenze				
Grado di probabilità	**Insignificante** (senza impatto o con impatto insignificante)	**Minore** (impatto poco significativo)	**Moderata** (es. non conformità di tipo organolettico)	**Grave** (non conformità a valori di legge o di riferimento)	**Molto grave** (effetti gravi /catastrofici sulla salute)
Raro (es. 1 volta ogni 5 anni)	1	2	3	4	5
Improbabile (es. 1 volta all'anno)	2	4	6	8	10
Moderatamente probabile (es. 1 volta al mese)	3	6	9	12	15
Probabile (es. 1 volta a settimana)	4	8	12	16	20
Quasi certo (es. 1 volta al giorno)	5	10	15	20	25

Legenda del rischio				
Grado	<6	6-9	10-15	>15
Classificazione	*basso*	*medio*	*alto (significativo)*	*molto alto*

Fonte: Rapporti ISTISAN 14/21

[3] Le grandezze che caratterizzano un rischio sono il grado di probabilità di accadimento di un ipotetico evento pericoloso e la gravità delle conseguenze dovute al verificarsi del medesimo evento.
Il prodotto fra i valori di queste due grandezze permette di stimare il rischio.
Per maggiori dettagli relativamente all'utilizzo di metodi semi-quantitativi per la quantificazione dei rischi si rimanda a quanto riportato nelle linee guida ISS (2).

La probabilità di accadimento dei diversi eventi è stata stimata sulla base dei dati di ricorrenza storica degli eventi pericolosi individuati, considerando tuttavia che la frequenza di accadimento è influenzata dal variare delle condizioni. Un caso particolare è costituito dalla stima della probabilità di accadimento di eventi pericolosi mai occorsi ma plausibili: in questo caso la valutazione condotta in seno al team parte da considerazioni, anche in analogia con altri casi conosciuti, sulle possibili cause scatenanti dell'evento pericoloso considerato.

Un esempio a questo proposito è l'analisi condotta per determinare la probabilità di accadimento dell'evento "Esondazione dei corsi d'acqua limitrofi": a tal fine sono stati analizzati i dati storici relativi alle precipitazioni nel bacino del torrente Baccatoio, che scorre nelle vicinanze della sorgente Moresco Galleria, unica fonte di approvvigionamento per l'abitato di Valdicastello Carducci. Non sono state mai registrate piene del torrente tali da mettere in connessione idraulica le acque superficiali con quelle captate ma è stata comunque tenuta in considerazione quest'eventualità, inserendola nella matrice dei rischi. L'analisi statistica dei dati di piovosità a disposizione ha rilevato un intensificarsi degli eventi pluviometrici estremi negli ultimi anni sia come frequenza che come volumi di pioggia, probabilmente dovuta ai fenomeni di cambiamento climatico in corso. Tali risultanze hanno portato ad una rivalutazione della plausibilità dell'evento, e alla conseguente identificazione di misure di controllo integrative da implementare.

La gravità delle conseguenze di un evento pericoloso, cioè l'impatto dell'evento sulla salute umana e/o sulle condizioni igienico-sanitarie della popolazione, è stata valutata in funzione dei potenziali effetti legati al superamento di un valore parametrico, all'entità del superamento in termini di concentrazioni e tempo di esposizione, e in funzione della numerosità e tipologia di popolazione coinvolta (es. deve essere valutata la presenza di utenze sensibili), adottando la scala numerica proposta nelle linee guida (2).

Per ogni pericolo identificato la compilazione della matrice dei rischi, è proseguita riportando i punteggi delle due grandezze correlate, probabilità e gravità, ed il valore finale calcolato per i rischi associati. In appendice è riportata a titolo di esempio la matrice dei rischi compilata per uno dei nodi (*vedi* Appendice A5).

Di seguito sono riportati i risultati della prima valutazione dei rischi condotta per i due PSA.
Le tabelle riportano i rischi calcolati nelle condizioni di peggior scenario (assenza di misure di controllo). Nelle tabelle riepilogative, da qui in avanti, non vengono più riportati il nodo 3 e il nodo 5, perché punti d'interconnessione fra i due sistemi che rappresentano, rispettivamente, gli Acquedotti Valdicastello e Pietrasanta. I grafici mostrano invece la frequenza con cui gli eventi pericolosi (e i pericoli ad essi associati) sono stati identificati nei diversi segmenti delle due filiere idropotabili.

2.5.1. Prima valutazione dei rischi - acquedotto Pietrasanta

La Tabella 7 riporta la valutazione dei rischi associati agli eventi pericolosi identificati nell'acquedotto Pietrasanta prima dell'attuazione delle misure di controllo.

La Figura 6 mostra la frequenza di identificazione degli eventi pericolosi nei diversi segmenti dell'acquedotto Pietrasanta.

2.5.2. Prima valutazione dei rischi – acquedotto Valdicastello

La Tabella 8 riporta la valutazione dei rischi associati agli eventi pericolosi identificati nell'acquedotto Valdicastello prima dell'attuazione delle misure di controllo.

La Figura 7 mostra la frequenza di identificazione degli eventi pericolosi nei diversi segmenti dell'acquedotto Valdicastello.

Tabella 7. Acquedotto PIETRASANTA: valutazione dei rischi associati agli eventi pericolosi identificati prima dell'attuazione delle misure di controllo

Evento pericoloso (pericolo associato[#])	Nodo[§]						Connessione					
	NODO 1	NODO 2	NODO 4	NODO 5	NODO 8	NODO 9	CON1ADR01	CON1BDR01	CON2DR01	CON4DR01	CON5DR01	CON8DR01
Effrazione esterna (C, M, IS)	12	10	12	12	10	12	*Connessione inattiva*	-	-	-	-	-
Concentrazione inadeguata del disinfettante (M)	-	15	-	-	-	-		-	-	-	-	-
Attività non consentite sulle coperture (C, M, IS)	-	10	-	-	-	-		-	-	-	-	-
Dispersione di reflui biologici nell'area di rispetto (C, M)	4	-	4	4	-	4		-	-	-	-	-
Emungimenti non autorizzati (C, M)	4	-	4	4	-	4		-	-	-	-	-
Presenza di terreni agricoli nell'area di rispetto (C)	4	-	4	4	-	-		-	-	-	-	-
Vicinanza a fonderia artistica (C)	5	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
Vicinanza alla strada comunale (C, M)	-	-	4	-	-	4		-	-	-	-	-
Vicinanza al campo sportivo di Seravezza (C)	-	-	-	-	-	4		-	-	-	-	-
Vicinanza a deposito di legname (C, M)	-	-	-	4	-	-		-	-	-	-	-
Dispersione di acque meteoriche (C, M)	-	-	-	4	-	-		-	-	-	-	-
Vicinanza ad una carrozzeria (C)	-	-	-	10	-	-		-	-	-	-	-
Vicinanza all'argine del fiume Versilia (C)	-	-	-	4	-	-		-	-	-	-	-
Malfunzionamento sistema di dosaggio reagente (M)	12	-	-	-	12	-		-	-	-	-	-
Rottura impianto di pompaggio (C, IS)	4	-	4	4	-	4		-	-	-	-	-
Interruzione di energia elettrica (C, IS)	4	-	4	4	-	4		-	-	-	-	-
Contaminazione da inquinanti emergenti (C)	10	-	10	10	-	10		-	-	-	-	-
Contaminazione da fonti naturali o antropiche di radionuclidi (R)	*	-	*	*	-	*		-	-	-	-	-
Rilascio di tallio solubile in rete (C)	-	-	-	-	-	-		12	12	4	4	4
Rilascio di tallio solubile negli impianti interni (C)	-	-	-	-	-	-		8	8	-	-	-
Rilascio di materiali in sospensione in rete (condiz. flusso-pressione eccezionali) (C)	-	-	-	-	-	-		8	4	-	-	-

[§] Il risultato dell'analisi di rischio, per ogni nodo, viene riportato solo per gli eventi pericolosi identificati.

[#] Pericolo chimico (C), pericolo microbiologico (M), pericolo radiologico (R), interruzione del servizio (IS)

* Nella MdR la valutazione del rischio radiologico non viene effettuata, in quanto segue la normativa di cui al DL.vo 28/2016 e le indicazioni operative contenute nel Decreto 2 agosto 2017 del Ministero della Salute.

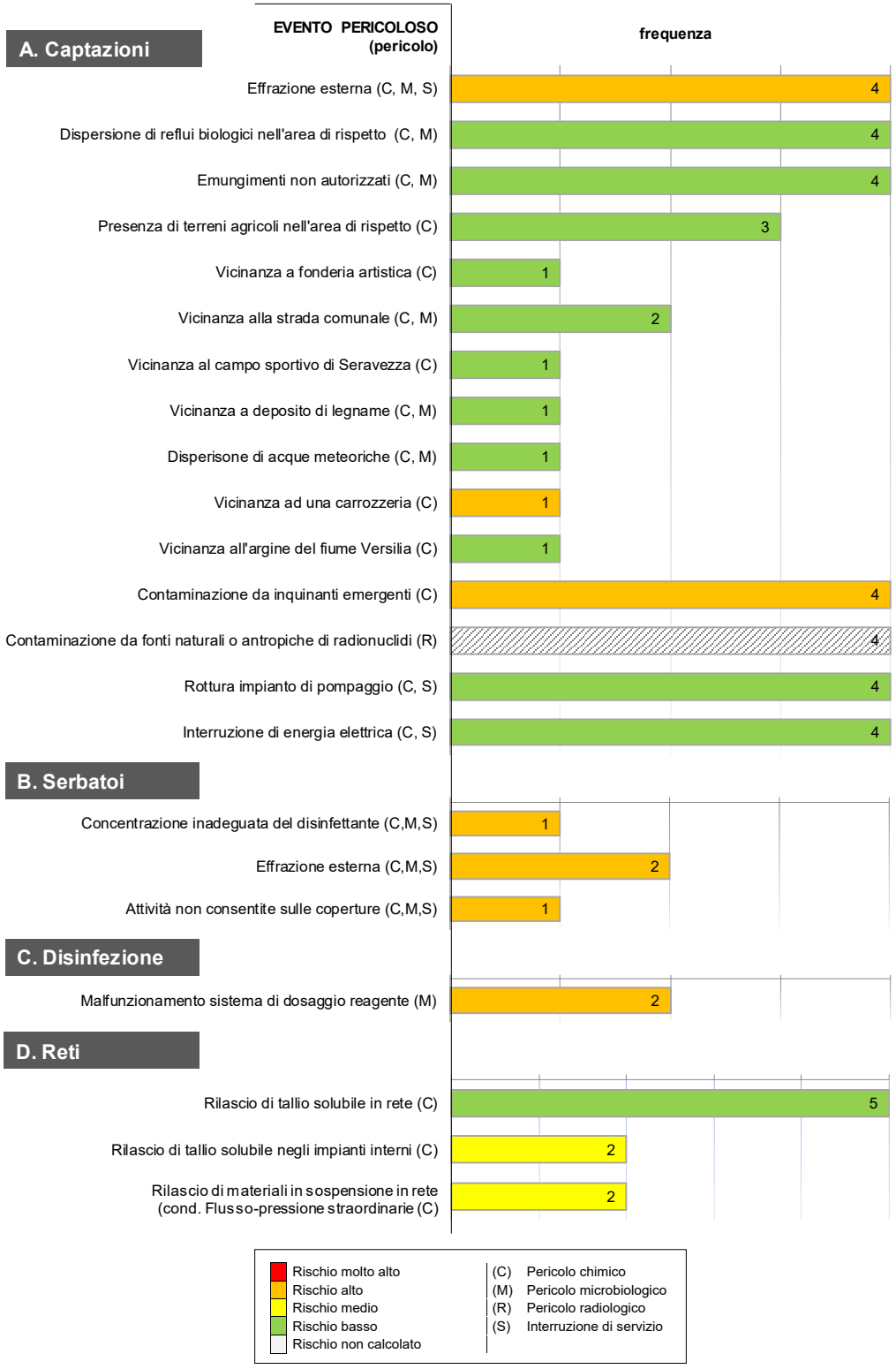

Figura 6. Acquedotto PIETRASANTA: frequenza di identificazione degli eventi pericolosi nei diversi segmenti

Tabella 8. Acquedotto VALDICASTELLO: valutazione dei rischi associati agli eventi pericolosi identificati prima dell'attuazione delle misure di controllo

Evento pericoloso (pericolo associato[#])	Nodo[§]							Connessione			
	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	NODO 6	NODO 7	NODO 8	CON2DR01	CON45DR07	CON67DR05	CON7DR02030406
Effrazione esterna (C, M, IS)	*Nodo inattivo*	10	12	10	12	12	-	-	-	-	-
Concentrazione inadeguata del disinfettante (M)		6	-	15	-	-	-	-	-	-	-
Prolungato ristagno di acqua in galleria (C, M)		-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Migrazione di contaminanti chimici dai materiali di cantiere non smaltiti (C)		-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Condizioni favorevoli alla crescita microbica (M)		-	8	-	-	-	10	-	-	-	-
Vulnerabilità intrinseca (C, M)		-	4	-	-	-	5	-	-	-	-
Esondazione dei corsi d'acqua limitrofi (C, M)		-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
Crolli della galleria (C, M, IS)		-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Infiltrazioni da oliveti nei terreni sovrastanti (C)		-	8	-	-	-	12	-	-	-	-
Accesso di animali (M)		-	8	-	-	-	8	-	-	-	-
Attività non consentite nella zona di tutela assoluta (C, M)		-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Dispersione di reflui biologici nell'area di rispetto (C, M)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Emungimenti non autorizzati (C, M)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Contaminazione da fonti naturali o antropiche di radionuclidi (R)		-	*	-	-	-	*	-	-	-	-
Contaminazione da inquinanti emergenti (C)		-	10	-	12	12	10	-	-	-	-
Malfunzionamento sistema di dosaggio reagente (M)		-	12	-	-	-	-	-	-	-	-
Interruzione del trattamento di disinfezione a seguito di black out elettrico (M)		-	8	-	12	12	-	-	-	-	-
Contaminazione del reagente nel serbatoio (C)		-	12	-	-	-	-	-	-	-	-
Alterazione del titolo del reagente e formazione di sottoprodotti (C, M)		-	12	-	-	1	-	-	-	-	-
Interruzione di energia elettrica (IS)		-	3	3	-	1	-	-	-	-	-
Rottura impianto di pompaggio (IS)		-	3	3	-	-	-	-	-	-	-
Inquinamento da sorgenti pulsanti (C, M)		-	-	-	4	4	10	-	-	-	-
Ricambio insufficiente dall'acqua immagazzinata (M)		-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Contaminazione dall'area mineraria dismessa (in caso di esondazione) (C)		-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
Presenza di animali selvatici nell'area di rispetto (M)		-	-	-	-	-	12	-	-	-	-
Rilascio di tallio solubile in rete (C)		-	-	-	-	-	-	8	8	8	8
Rilascio di tallio solubile negli impianti interni (C)		-	-	-	-	-	-	12	8	-	-

[§] Il risultato dell'analisi di rischio, per ogni nodo, viene riportato solo per gli eventi pericolosi identificati.

[#] Pericolo chimico (C), pericolo microbiologico (M), pericolo radiologico (R), interruzione del servizio (IS)

* Nella MdR la valutazione del rischio radiologico non viene effettuata, in quanto segue la normativa di cui al DL.vo 28/2016 e le indicazioni operative contenute nel Decreto 2 agosto 2017 del Ministero della Salute.

Figura 7. Acquedotto VALDICASTELLO: frequenza di identificazione degli eventi pericolosi nei diversi segmenti

2.6. Definizione di misure di controllo e monitoraggio

Il processo di analisi dei rischi prosegue attraverso l'identificazione delle misure di controllo e mitigazione esistenti nelle filiere idropotabili in esame. In caso di assenza, in questa fase si procede ad identificare le più idonee misure da applicare. Questo procedimento, eseguito in modo scolastico, assicura di non trascurare nessun aspetto critico della filiera idrica in esame.

Nei sistemi idropotabili di Pietrasanta e Valdicastello, primi esempi sperimentali di applicazione dei PSA, il gestore ha scelto di riportare nella matrice dei rischi le misure di controllo in modo aggregato, sia quelle già esistenti (ma ritenute inadeguate, per le quali era dunque necessario un miglioramento) che quelle da implementare. Sono state individuate diverse misure di controllo esistenti, in grado di ridurre la probabilità di accadimento e/o di mitigare le conseguenze di un evento pericoloso, diminuendo il relativo valore di rischio. Il numero di misure integrative individuate per i due sistemi è risultato relativamente basso, se confrontato con la lista degli eventi pericolosi e pericoli potenziali individuati, a conferma che l'applicazione di misure di controllo in punti strategici della filiera, selezionati sulla base del diagramma di flusso, permette di agire contemporaneamente su più pericoli e ottimizzare la gestione dei rischi ad essi correlati rendendo l'intero sistema più efficiente. Le diverse misure di controllo sono state inserite nella matrice dei rischi del sistema in esame, indicando, secondo lo schema riportato in precedenza (*vedi* sez. 2.3.): il responsabile dell'attuazione (Ente); i costi (Costo in €); la scadenza (Tempo); la strategia per verificarne il funzionamento, l'adeguatezza allo scopo e il monitoraggio operativo della efficienza nel tempo (Verifica); e lo stato di avanzamento lavori (Stato di realizzazione). La priorità con la quale avviare gli interventi è stata assegnata basandosi sui valori di rischio stimati nelle condizioni di peggior scenario (assenza di misure di controllo). Sulla base di tale ordine di priorità quindi le misure di controllo individuate risultano di breve o di medio-lungo termine.

Gli interventi prioritari sono quelli finalizzati al controllo della qualità dell'acqua in captazione e a valle dei trattamenti di disinfezione, lasciando le opere di tutela della sicurezza degli impianti a tempistiche più lunghe. Le misure di controllo, una volta attuate, sono state sottoposte a verifiche di funzionamento, al fine di definirne l'efficacia e l'adeguatezza per il pericolo associato. Tale processo costituisce la validazione delle misure di controllo. Per assicurare l'efficacia nel tempo delle misure di controllo selezionate, nella terza fase di sviluppo dei PSA sono state definite procedure di monitoraggio ad hoc (monitoraggio operativo), riportate nella sez. 3.1.

Le verifiche di funzionamento adottate e le strategie di monitoraggio operativo per ogni misura di controllo implementata nei PSA di Pietrasanta e Valdicastello sono inserite nella MdR. In questo particolare caso applicativo è stato inserito il campo "verifica" (vedi sez. 2.3.), inteso come "assicurazione del funzionamento e dell'adeguatezza allo scopo, anche attraverso un monitoraggio operativo continuativo nel tempo", che ricomprende sia le strategie di validazione che di monitoraggio operativo. Ricordiamo che l'applicazione dei PSA agli acquedotti Pietrasanta e Valdicastello rappresenta la prima esperienza di applicazione a livello nazionale, in condizioni di emergenza, del modello PSA proposto nelle linee guida ISS (2).

Il modello presentato nelle linee guida è orientato alle finalità applicative del sistema PSA, per favorirne l'implementazione in tutti i sistemi di gestione idropotabili. Esso non presenta tuttavia uno schema base di MdR da adottare. Sulla base delle successive esperienze applicative maturate sul territorio da parte dei diversi gestori che hanno deciso di applicare il modello prima che esso divenisse cogente, è stato sviluppato uno schema, flessibile, di MdR proposto nell'ambito del percorso nazionale di formazione per l'implementazione dei PSA, che differisce leggermente da quello adottato dal gestore e presentato in questo rapporto.

Di seguito sono riportate le misure di controllo individuate per i PSA di Pietrasanta e Valdicastello, raggruppate in tre macro-categorie.

2.6.1. Strategie di *early warning* per il monitoraggio della qualità dell'acqua

Vengono definiti strumenti di *early warning* quelli in grado di diramare un'allerta precoce, immediatamente dopo la rilevazione di un evento potenzialmente pericoloso, al fine di agire in modo mirato e strategico per eliminare o mitigarne le conseguenze. Nell'area oggetto di studio, l'applicazione di un monitoraggio esteso a parametri chimici non regolamentati e l'installazione di sistemi di monitoraggio online costituiscono a tutti gli effetti strumenti di *early warning* e, se strategicamente applicati, rappresentano misure di controllo adatte allo scopo di protezione e prevenzione della qualità delle acque distribuite. Tale monitoraggio non deve essere confuso con il monitoraggio della qualità delle acque, peraltro già previsto dalle normative vigenti nel settore (DL.vo 31/2001 e s.m.i. e DL.vo 152/2006 e s.m.i.), che non costituisce una misura di controllo in grado di prevenire il verificarsi di un evento pericoloso o di contrastare la presenza di un pericolo nelle acque destinate al consumo. Di seguito, si riportano le strategie di *early warning* elaborate come misure di controllo da applicare in diversi segmenti delle filiere idropotabili (captazioni, serbatoi e disinfezione).

Misure di controllo applicate alle captazioni

Per la mitigazione ed il controllo dei rischi relativi ai nodi del segmento captazione si è scelto di implementare un piano di monitoraggio straordinario per il controllo di elementi chimici non oggetto di ordinario controllo e di installare sonde multi-parametriche per il monitoraggio online, di parametri chimico-fisici caratteristici delle acque. Si riporta di seguito una breve descrizione delle singole misure applicate:

- *Controllo di elementi chimici di origine geogenica (analisi ICP-MS)*
  Generalmente la *facies* chimica di una captazione è soggetta a limitate variazioni nel tempo, quindi una caratterizzazione *una tantum* degli elementi chimici presenti nelle acque da destinare al consumo umano rappresenta una strategia adeguata per tenere sotto controllo eventuali eventi di contaminazione chimica (correlati alle pressioni antropiche presenti nell'intorno della captazione o dell'area di ricarica della falda, o dovuti ad atti vandalici deliberati). È comunque possibile che alterazioni del chimismo dell'acquifero (dovute ad esempio ad eventi sismici che portino a contatto minerali diversi con la fase acquosa) causino variazioni "naturali", richiedendo pertanto che il controllo venga ripetuto nel tempo con frequenza opportunamente progettata. L'applicazione di un monitoraggio straordinario finalizzato alla ricerca simultanea di più elementi chimici non oggetto di ordinario controllo rappresenta dunque, nel contesto sopra delineato, una misura di controllo preventiva per potenziali casi di contaminazione chimica. Tale monitoraggio può essere condotto attraverso l'applicazione della spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente, in grado di determinare l'eventuale presenza in acqua di tutti gli elementi della tavola periodica. L'analisi condotta è di tipo semi-quantitativo.
- *Monitoraggio online del pH, della conducibilità elettrica e della torbidità*
  L'installazione di sonde multi-parametriche per il monitoraggio simultaneo di diversi parametri fornisce un quadro complessivo della qualità delle acque captate. Eventuali variazioni anomale di questi parametri rispetto ai valori caratteristici della captazione in esame (desumibile dall'analisi dei dati storici), può essere indice di una contaminazione esterna. Il monitoraggio online di questi parametri rappresenta una misura di controllo per la potenziale contaminazione chimica e/o microbiologica e per prevenire potenziali interruzioni di servizio: i sistemi installati consentono il monitoraggio in tempo reale delle acque, e sono dotati di una tecnologia che prevede l'invio di un allarme in caso di variazioni relativamente prolungate dei segnali e non oggetto di errori istantanei di misura. La ricezione del segnale di allarme è gestita dalle centrali di controllo dell'acquedotto, con orario continuato.

– *Monitoraggio online della componente organica*
  La variazione anomala di questo parametro permette di valutare eventuali contaminazioni della falda profonda provocate da specifiche attività antropiche. L'attivazione di un segnale di allarme-variazione permette la gestione di eventuali problematiche da parte del servizio acquedotto, in orario ordinario e di reperibilità.

Misure di controllo applicate al segmento trattamento (accumuli e disinfezione)

Anche i rischi rilevati nei nodi relativi a questo segmento possono essere efficacemente controllati attraverso l'utilizzo di un monitoraggio online, specificamente, quello del disinfettante residuo. Questo monitoraggio permette di rilevare se il dosaggio del disinfettante è sufficiente ad abbattere l'eventuale carica batterica o, in caso di consumo anomalo del disinfettante, potrebbe indicare una contaminazione microbiologica in atto, con l'attivazione di un segnale di allarme in caso di variazione anomala e gestione dello stesso da parte del servizio acquedotto, in orario ordinario e di reperibilità. In questo caso si è agito su due livelli:

– Installazione di sonde per il monitoraggio online e in tempo reale (ove assenti).
– Collegamento delle sonde già presenti e dedicate alla determinazione automatica del dosaggio di disinfettante, al sistema di telecontrollo.

2.6.2. Miglioramenti infrastrutturali e impiantistici

La seconda delle macro-categorie di misure di controllo adottate nei sistemi di Pietrasanta e Valdicastello è rappresentata da interventi di natura infrastrutturale o impiantistica. Tali misure, che costituiscono in molti casi una barriera fisica alle possibili fonti di contaminazione, rappresentano soluzioni da applicare nel medio-lungo periodo. Le principali sono di seguito brevemente riassunte:

– *Installazione di recinzioni*
  presso le sorgenti e i pozzi non muniti di un adeguato sistema di protezione sono state predisposte recinzioni in grado di garantire la zona di tutela assoluta[4]. Al fine di limitare l'accesso da parte di estranei o di animali a luoghi sensibili, le recinzioni sono state installate anche presso alcuni serbatoi.
– *Installazione di sistemi di allarme telecontrollati agli accessi*
  per garantire la sicurezza da eventuali intrusioni, manomissioni delle strutture impiantistiche o atti di contaminazione volontaria, anche di natura terroristica, presso gli accessi dei siti di interesse sono stati installati sistemi di allarme. Tali sistemi, grazie alla loro inclusione nel sistema di telecontrollo aziendale consentono l'invio di un segnale di allarme intrusione non autorizzata in tempo reale.
– *Installazione di comignoli protettivi agli sfiati dei serbatoi*
  al fine di impedire l'accesso diretto alle vasche dei serbatoi e la contaminazione delle acque in esse contenute per sversamento volontario di agenti chimici e microbiologici, sono stati installati comignoli prefabbricati di protezione presso gli sfiati dei serbatoi.
– *Installazione di manufatti a protezione dei boccapozzi*
  per scongiurare l'accesso ai pozzi e all'acqua di falda captata, sono stati installati presso i boccapozzi dei manufatti di acciaio inox componibili e removibili per l'effettuazione di interventi di manutenzione alle colonne e alle pompe, anch'essi dotati del sistema di allarme precedentemente descritto.

[4] Area di raggio ≥ 10 metri, circostante le captazioni o derivazioni, come riportato dall'art. 94 del DL.vo 152/2006 e s.m.i.

– *Messa in sicurezza e adeguamento funzionale della sorgente Moresco Galleria*
la sorgente Moresco Galleria fa parte del gruppo delle tre sorgenti Moresco, poste in riva sinistra del torrente Baccatoio, noto per un rilevante fenomeno d'inquinamento da metalli pesanti. La sorgente Moresco Galleria, dopo la dismissione della sorgente Molini di Sant'Anna, costituisce l'unica fonte a servizio della frazione Valdicastello Carducci, potenzialmente vulnerabile sia per la sua ubicazione – in prossimità del Baccatoio – che per l'assenza di misure di stabilizzazione delle volte della galleria. La protezione della captazione avverrà con la realizzazione di un intervento specificatamente progettato, a seguito di studi di approfondimento effettuati sui percorsi di alimentazione della sorgente volti a confermare la sicurezza dell'acqua scaturente. Verosimilmente, oltre alla messa in sicurezza della galleria, il progetto consterà nell'intercettazione delle le scaturigini con singoli bottini di presa, prevedendo il collettamento delle acque captate e abbandonando la galleria a cielo aperto.

2.6.3. Misure di controllo straordinarie applicate alle reti di distribuzione

Il monitoraggio analitico condotto su campioni di acqua potabile al punto d'uso non ha generalmente carattere preventivo. Nei casi di seguito descritti, tuttavia, opportunamente pianificato per localizzazione e frequenza, è stato utilizzato come ultima *ratio* per eliminare o mitigare l'esposizione al tallio, grazie anche all'adozione di un valore obiettivo di qualità per la concentrazione del tallio nelle acque potabili (0,5 µg/L) inferiore al limite normativo[5] (2 µg/L).

Le strategie di monitoraggio principali, pianificate per la gestione della contaminazione da tallio, sono descritte brevemente di seguito e, in modo più esteso, in Appendice B:

– *Monitoraggio analitico del parametro tallio e limitazioni d'uso*
Avvio di una specifica campagna di monitoraggio dell'acqua erogata, finalizzata al controllo del potenziale rilascio di tallio delle tubazioni di rete e all'acquisizione di dati specifici a supporto della gestione della problematica e della programmazione degli interventi da operare sulla rete. La rete di monitoraggio, che ha interessato entrambi gli acquedotti, consta in totale di 350 punti di campionamento. Il piano di monitoraggio, riportato integralmente in Appendice B1, ha previsto l'effettuazione di prelievi con distribuzione spaziale e frequenze di campionamento variabili, ravvicinate nella fase emergenziale e ridotte man mano che i risultati analitici confermavano il rientrare della problematica. Nelle prime fasi dell'emergenza, il monitoraggio ha previsto il prelievo di campioni anche con frequenze bisettimanali; successivamente, fino al maggio 2018, esso si è sviluppato su circa 100 punti di prelievo, con una media di 17/18 campionamenti ogni due settimane. A seguito dell'evidenza della riduzione della concentrazione di tallio, il piano di monitoraggio è stato ancora revisionato: attualmente si estende su 27 punti di prelievo rappresentativi della rete di Pietrasanta e prevede il prelievo mensile, mediamente, di 10 campioni. Gli esiti analitici vengono gestiti secondo una specifica procedura che prevede, in caso di superamenti dell'obiettivo di qualità e del limite normativo, l'intervento degli enti preposti al controllo, anche ricorrendo all'adozione di limitazioni d'uso. Il piano di monitoraggio in vigore fino all'aprile 2018 e la procedura di gestione delle non conformità, sono riportati in Appendice B1.
– *Monitoraggio analitico del parametro tallio all'interno delle abitazioni e limitazioni d'uso*
Avvio di una specifica campagna di monitoraggio analitico nell'abitato di Valdicastello Carducci, finalizzato ad evidenziare il rilascio di tallio dalle tubazioni interne agli edifici (fonte di contaminazione secondaria). Sono stati condotti tre piani di monitoraggio straordinario delle utenze, rispettivamente nei periodi dicembre 2014 – gennaio 2015, nel

[5] Cfr. nota 2 a pag. 3

2016 e, da ultimo, il piano di monitoraggio straordinario 2017-2018. I primi due monitoraggi hanno ottenuto una rappresentatività quasi totale delle utenze e, nel corso del terzo, sono state tenute sotto controllo complessivamente 336 utenze sulle circa 500 complessive. I dettagli relativi alla pianificazione sono riportati in Appendice B2.

Le altre strategie d'intervento e misure di controllo applicate alla rete di distribuzione sono:

– *Bonifica delle reti mediante lavaggi secondo procedure ad hoc e/o sostituzione*
L'applicazione di questa misura di controllo ha richiesto l'attuazione di specifiche attività di ricerca a supporto dei PSA (*vedi* sez. 3.4.). In particolare, sono state sviluppate e applicate procedure di lavaggio per la bonifica delle reti d'acquedotto e degli impianti interni che rilasciano tallio solubile. In alternativa a tali procedure, o nei casi in cui esse non siano state risolutive, si è intervenuto con la sostituzione di tratti di rete. Alcuni dettagli relativi alla procedura di lavaggio sono riportati nella sezione relativa alle attività di supporto ai PSA (*vedi* sez. 3.4.2.). In aggiunta, il team ha deciso di programmare, per ragioni di tipo tecnico e funzionale, stante la vetustà di alcune condotte e l'evidenza della loro contaminazione, sebbene questa non influisse sulla qualità dell'acqua erogata, il rinnovamento di parte della rete di Pietrasanta.

– *Monitoraggio analitico straordinario per i metalli e limitazioni d'uso*
L'analisi dei rischi ha evidenziato nell'area Pollino il verificarsi in passato di sporadici episodi di aumento della torbidità presumibilmente da ricondurre a guasti e interventi sulla rete idrica. Tale evento pericoloso, dovuto nelle reti distribuzione prevalentemente alla movimentazione di sedimenti e/o incrostazioni presenti nelle condotte, può comportare il rilascio in rete di metalli anche in alte concentrazioni, se presenti all'interno dei sedimenti. Nell'area Pollino sono quindi stati definiti n. 9 punti di prelievo e un campionamento da effettuare tre volte a settimana per circa un mese per rivelare l'eventuale presenza di alte concentrazioni di metalli (con specifico riferimento ad antimonio, arsenico, boro, cadmio, cromo totale, ferro, mercurio, nichel, piombo, rame, selenio, tallio, vanadio) e valutare il livello di torbidità. A seguito del monitoraggio programmato non sono mai stati riscontrati superamenti dei limiti normativi per i metalli selezionati. Relativamente alla torbidità, i campioni prelevati non hanno mai superato 0,35-0,40 NTU. Per assicurare nel tempo la qualità delle acque distribuite dalla rete, è stato inoltre programmato un monitoraggio mensile delle acque dell'area Pollino presso due punti di prelievo condivisi con l'Azienda USL. Il riscontro di episodi di torbidità non transitori e i casi torbidità legati ad eventi sulla rete programmabili, potranno essere gestiti anche ricorrendo all'adozione di limitazioni d'uso.

2.6.4. Ulteriori misure di controllo adottate

Ulteriori misure di controllo adottate, che non possono essere ricomprese in nessuna delle tre macro-categorie (vedi 2.6.1.-2.6.3.) precedentemente descritte, sono:

– adozione di serbatoi di volume utile per i reagenti di disinfezione tali da evitarne il decadimento nel tempo e la contaminazione da agenti esterni;
– messa in sicurezza delle aree nei pressi delle infrastrutture in seguito ad opere manutentive o di ristrutturazione, con la rimozione dei materiali di risulta di eventuali cantieri.

Le Tabelle 9 e 10 riassumono le misure di controllo attuate in nodi e internodi degli acquedotti di Pietrasanta e Valdicastello. Le misure di controllo sono state raggruppate nelle Categorie (Cat.) corrispondenti alle tre macro-categorie fin qui elencate che, per brevità, vengono così indicate:

– Cat. 1 - Strategie di *early warning* per il monitoraggio della qualità dell'acqua;
– Cat. 2 - Miglioramenti infrastrutturali e impiantistici;
– Cat. 3 - Misure di controllo straordinarie applicate alle reti di distribuzione.

Tabella 9. Acquedotto PIETRASANTA: misure di controllo e mitigazione del rischio di breve e medio-lungo termine attuate nei nodi e nelle reti

Cat.	Misura di controllo	Nodi						Reti					
		NODO 1	NODO 2	NODO 4	NODO 5	NODO 8	NODO 9	CON1ADR01	CON1BDR01	CON2DR01	CON4DR01	CON5DR01	CON8DR01
Cat. 1	Monitoraggio elementi chimici (analisi ICP-MS)	✓		✓	✓		✓	*Connessione inattiva*					
	Installazione sonde telecontrollate per il controllo di pH e Conducibilità elettrica	✓		✓	✓		✓						
	Installazione sonda telecontrollata per il controllo della Sostanza Organica				✓								
	Collegamento al TLC della sonda di misura del disinfettante residuo	✓				✓							
Cat. 2	Installazione recinzione in copertura		✓										
	Installazione sistema di allarme telecontrollato agli accessi	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
	Installazione comignoli agli sfiati posti sulle vasche di accumulo		✓			✓							
	Installazione di manufatto allarmato e telecontrollato a protezione del boccapozzo	✓		✓	✓								
	Estensione recinzione				✓		✓						
Cat. 3	Piano di monitoraggio analitico in rete (Tl)								✓	✓	✓	✓	✓
	Piano di monitoraggio analitico in rete (metalli)								✓				
	Limitazioni d'uso								✓	✓			
	Bonifica tubazioni di rete con lavaggio								✓				
	Sostituzione tubazioni maggiormente contaminate ancora attive									✓			
	Monitoraggio utenze a campione								✓	✓			

Tabella 10. Acquedotto VALDICASTELLO: misure di controllo e mitigazione del rischio di breve e medio-lungo termine attuate nei nodi e nelle reti

Cat.	Misura di controllo	Nodi							Reti			
		NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	NODO 6	NODO 7	NODO 8	CON2DR01	CON45DR07	CON67DR05	CON7DR02030406
Cat. 1	Monitoraggio elementi chimici (analisi ICP-MS)	*Nodo inattivo*		✓				✓				
	Installazione sonde telecontrollate per il controllo pH, Conducibilità elettrica e Torbidità			✓			✓					
	Installazione di sonda telecontrollata per disinfettante residuo				✓		✓					
Cat. 2	Installazione recinzione in rete metallica							✓				
	Installazione di sistema di allarme telecontrollato agli accessi		✓	✓	✓	✓	✓					
	Installazione comignoli agli sfiati posti sulle vasche di accumulo		✓		✓	✓	✓					
	Rimozione materiali di risulta			✓								
	Adozione di serbatoio reagente dotato di tappo di sfiato			✓		✓						
	Adozione di serbatoio reagente di volumetria 10/20 litri			✓			✓					
	Messa in sicurezza e adeguamento funzionale della sorgente Moresco Galleria			✓								
Cat. 3	Piano di monitoraggio analitico in rete (parametro tallio)								✓	✓	✓	✓
	Limitazioni d'uso								✓	✓		
	Bonifica tubazioni di rete con lavaggio e/o sostituzione								✓	✓		
	Piano di monitoraggio analitico presso le utenze (parametro tallio)								✓	✓		
	Bonifica tubazioni domestiche con lavaggio e/o erogazione contributo spese per la sostituzione								✓			

2.7. Rivalutazione dei rischi e definizione delle priorità d'azione

Conclusa l'identificazione e validazione delle misure di controllo, si è passati alla seconda fase di valutazione dei rischi.

I rischi precedentemente individuati e quantificati vengono sottoposti ad un riesame, tenendo conto dell'efficacia delle misure di controllo applicate e di quelle previste a seguito dell'implementazione di uno o più piani di miglioramento. È bene ricordare che nella valutazione si deve tener conto sia delle prestazioni delle misure di controllo in condizioni standard che in situazioni di criticità di breve-periodo, in cui tale efficacia potrebbe risultare compromessa: un esempio in tal senso è rappresentato dall'inefficienza nell'approvvigionamento elettrico o di IT (*Information Technology*), se si sta valutando un sistema di disinfezione, anche se di breve durata, in mancanza di validato sistema alternativo, che potrebbe portare ad un rischio alto (2).

La quantificazione dei rischi segue le stesse modalità utilizzate in precedenza, ed è correlata alla variazione della probabilità di accadimento dei diversi eventi pericolosi in seguito all'applicazione di una specifica misura di controllo.

Le misure di mitigazione elencate nella sezione precedente, infatti, sono tutte finalizzate alla prevenzione degli eventi di contaminazione, pertanto agiscono modificando e riducendo la probabilità di accadimento degli eventi pericolosi, con conseguente diminuzione del rischio correlato. Una stessa misura di controllo può influire su più eventi pericolosi.

Alla luce di questa evidenza sono state valutate accuratamente le misure disponibili, selezionandole in modo da attuare, ove possibile, un numero di interventi ridotto ma teso a garantire il controllo e/o la mitigazione di diversi rischi.

Un esempio in tal senso è costituito dal monitoraggio online di parametri indicatori, che consente di tenere sotto controllo eventuali variazioni della qualità delle acque captate, e procedere eventualmente ai correttivi gestionali che si rendono via via necessari.

Si riportano di seguito le rivalutazioni dei rischi dei PSA di Pietrasanta (Tabella 11) e Valdicastello (Tabella 12).

In seguito all'applicazione delle misure precedentemente descritte, la maggior parte dei rischi residui risulta di livello basso. Nel PSA Valdicastello, specificamente nel nodo 3, resta alto il rischio di contaminazione chimica e microbiologica, entrambi pericoli correlati alla ipotetica esondazione del torrente Baccatoio. La misura di controllo prevista (l'intervento di ricaptazione della sorgente Moresco Galleria), ancora in corso di finalizzazione, rappresenta una misura di medio-lungo periodo che si integra con quelle di breve periodo (installazione di sonde e miglioramenti infrastrutturali) già efficaci a controllare il rischio. Tale intervento, programmato dal team e inserito nel Piano degli Investimenti di GAIA, ridurrà anche il permanente rischio medio di infiltrazioni in galleria dai terreni sovrastanti la stessa, che rappresentava un rischio medio per il nodo 3. Tale rischio, che nelle circostanze emergenziali è stato attentamente tenuto sotto controllo attraverso un monitoraggio di estensione e frequenza adeguate, e diverse misure di controllo quali sostituzioni di tratti di rete e lavaggi, ha progressivamente diminuito la probabilità di accadimento, secondo le attese basate su evidenze. Medio è anche il rischio di contaminazione delle acque distribuite per rilascio di tallio solubile da parte della rete a Pietrasanta e degli impianti interni a Valdicastello. Per le reti di distribuzione è previsto il proseguimento del piano di monitoraggio analitico in rete e la bonifica delle tubazioni metalliche nelle vicinanze del serbatoio di Monteregoli secondo un piano pluriennale di sostituzioni.

Rispetto agli impianti interni di Valdicastello, sebbene la responsabilità del gestore idrico sia limitata alla rete pubblica, ne è prevista la bonifica mediante lavaggi e/o sostituzione secondo specifiche procedure.

Tabella 11. Acquedotto PIETRASANTA: rivalutazione dei rischi a seguito dall'applicazione delle azioni correttive e/o dell'implementazione di misure di controllo

Evento pericoloso (pericolo associato[#])	Nodo[§]						Connessione					
	NODO 1	NODO 2	NODO 4	NODO 5	NODO 8	NODO 9	CON1ADR01	CON1BDR01	CON2DR01	CON4DR01	CON5DR01	CON8DR01
Effrazione esterna (C, M, IS)	4	5	4	4	5	4	*Connessione inattiva*	-	-	-	-	-
Concentrazione inadeguata del disinfettante (M)	-	5	-	-	-	-		-	-	-	-	-
Attività non consentite sulle coperture (C, M, IS)	-	5	-	-	-	-		-	-	-	-	-
Dispersione di reflui biologici nell'area di rispetto (C, M)	4	-	4	4	-	4		-	-	-	-	-
Emungimenti non autorizzati (C, M)	4	-	4	4	-	4		-	-	-	-	-
Presenza di terreni agricoli nell'area di rispetto (C)	4	-	4	4	-	-		-	-	-	-	-
Vicinanza a fonderia artistica (C)	5	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
Vicinanza alla strada comunale (C, M)	-	-	4	-	-	4		-	-	-	-	-
Vicinanza al campo sportivo di Seravezza (C)	-	-	-	-	-	4		-	-	-	-	-
Vicinanza a deposito di legname (C, M)	-	-	-	4	-	-		-	-	-	-	-
Dispersione di acque meteoriche (C, M)	-	-	-	4	-	-		-	-	-	-	-
Vicinanza ad una carrozzeria (C)	-	-	-	5	-	-		-	-	-	-	-
Vicinanza all'argine del fiume Versilia (C)	-	-	-	4	-	-		-	-	-	-	-
Malfunzionamento sistema di dosaggio reagente (M)	4	-	-	-	4	-		-	-	-	-	-
Rottura impianto di pompaggio (C, IS)	4	-	4	4	-	4		-	-	-	-	-
Interruzione di energia elettrica (C, IS)	4	-	4	4	-	4		-	-	-	-	-
Contaminazione da inquinanti emergenti (C)	5	-	5	5	-	5		-	-	-	-	-
Contaminazione da fonti naturali o antropiche di radionuclidi (R)	*	-	*	*	-	*		-	-	-	-	-
Rilascio di tallio solubile in rete (C)	-	-	-	-	-	-		8	8	4	4	4
Rilascio di tallio solubile negli impianti interni (C)	-	-	-	-	-	-		4	4	-	-	-
Rilascio di materiali in sospensione in rete (condiz. flusso-pressione eccezionali) (C)	-	-	-	-	-	-		4	4	-	-	-

[§] Il risultato dell'analisi di rischio, per ogni nodo, viene riportato solo per gli eventi pericolosi identificati.

[#] Pericolo chimico (C), pericolo microbiologico (M), pericolo radiologico (R), interruzione del servizio (IS)

* Nella MdR la valutazione del rischio radiologico non viene effettuata, in quanto segue la normativa di cui al DL.vo 28/2016 e le indicazioni operative contenute nel Decreto 2 agosto 2017 del Ministero della Salute.

Tabella 12. Acquedotto VALDICASTELLO: rivalutazione dei rischi a seguito dall'applicazione delle azioni correttive e/o dell'implementazione di misure di controllo

Evento pericoloso (pericolo associato[#])	**Nodo[§]**							**Connessione**			
	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	NODO 6	NODO 7	NODO 8	CON2DR01	CON45DR07	CON67DR05	CON7DR02030406
Effrazione esterna (C, M, IS)	*Nodo inattivo*	5	4	5	5	5	5	-	-	-	-
Concentrazione inadeguata del disinfettante (M)		3	-	5	4	4	-	-	-	-	-
Prolungato ristagno di acqua in galleria (C, M)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Migrazione di contaminanti chimici dai materiali di cantiere non smaltiti (C)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Condizioni favorevoli alla crescita microbica (M)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Vulnerabilità intrinseca (C, M)		-	4	-	-	-	5	-	-	-	-
Esondazione dei corsi d'acqua limitrofi (C, M)		-	10	-	-	-	5	-	-	-	-
Crolli della galleria (C, M, IS)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Infiltrazioni da oliveti nei terreni sovrastanti (C)		-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Accesso di animali (M)		-	4	-	-	-	4	-	-	-	-
Attività non consentite nella zona di tutela assoluta (C, M)		-	4	-	-	-	4	-	-	-	-
Dispersione di reflui biologici nell'area di rispetto (C, M)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Emungimenti non autorizzati (C, M)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Contaminazione da fonti naturali o antropiche di radionuclidi (R)		-	*	-	-	-	*	-	-	-	-
Contaminazione da inquinanti emergenti (C)		-	5	-	-	-	5	-	-	-	-
Malfunzionamento sistema di dosaggio reagente (M)		-	4	-	4	4	-	-	-	-	-
Interruzione del trattamento di disinfezione a seguito di black out elettrico (M)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Contaminazione del reagente nel serbatoio (C)		-	4	-	4	4	-	-	-	-	-
Alterazione del titolo del reagente e formazione di sottoprodotti (C, M)		-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Interruzione di energia elettrica (IS)		-	3	3	-	1	-	-	-	-	-
Rottura impianto di pompaggio (IS)		-	3	3	-	1	-	-	-	-	-
Inquinamento da sorgenti pulsanti (C, M)		-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
Ricambio insufficiente dall'acqua immagazzinata (M)		-	-	4	4	4	-	-	-	-	-
Contaminazione dall'area mineraria dismessa (in caso di esondazione) (C)		-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
Presenza di animali selvatici nell'area di rispetto (M)		-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
Rilascio di tallio solubile in rete (C)		-	-	-	-	-	-	4	4	4	4
Rilascio di tallio solubile negli impianti interni (C)		-	-	-	-	-	-	8	4	-	-

[§] Il risultato dell'analisi di rischio, per ogni nodo, viene riportato solo per gli eventi pericolosi identificati.

[#] Pericolo chimico (C), pericolo microbiologico (M), pericolo radiologico (R), interruzione del servizio (IS)

* Nella MdR la valutazione del rischio radiologico non viene effettuata, in quanto segue la normativa di cui al DL.vo 28/2016 e le indicazioni operative contenute nel Decreto 2 agosto 2017 del Ministero della Salute.

3. FASE 3 - REVISIONE DEL SISTEMA PER IL CONTROLLO DEI RISCHI

Le misure di controllo sono sistemi di protezione attivi. Solo assicurandone il funzionamento di routine il livello di sicurezza permane nel tempo confermando gli esiti della rivalutazione dei rischi. Lo strumento attraverso il quale assicurare nel tempo il funzionamento delle misure di controllo è definito monitoraggio operativo (2).

Le strategie impiegate per ogni misura di controllo implementata nei PSA di Pietrasanta e Valdicastello sono inserite nella MdR. Come detto in precedenza, in questo particolare caso applicativo il monitoraggio operativo è stato inserito nel campo "verifica" (*vedi* sez. 2.3.), intesa come assicurazione del funzionamento della misura di controllo e della sua adeguatezza allo scopo, anche attraverso un monitoraggio operativo continuativo nel tempo.

3.1. Strategie di monitoraggio operativo

Nei PSA di Pietrasanta e Valdicastello sono state adottate le strategie di monitoraggio operativo di seguito illustrate.

3.1.1. Piano di manutenzione e calibrazione dei sistemi di monitoraggio online

Per i sistemi di monitoraggio online delle captazioni, costituiti da sonde parametriche, è stato definito e sviluppato un piano di manutenzione e calibrazione in accordo alle indicazioni fornite dal produttore della strumentazione. Tutte le sonde installate sono state quindi censite ed inserite, unitamente al proprio piano di manutenzione, nel software aziendale di *asset management*, utilizzato per programmare e gestire i diversi interventi di manutenzione. Sono stati poi definiti specifici piani di calibrazione, integrabili nel software gestionale.

Le verifiche di funzionamento sono state previste nei piani di manutenzione, da effettuarsi normalmente visualizzando le misure tramite il sistema di telecontrollo. In caso di incertezza sulla correttezza della misura, le verifiche vengono effettuate *in situ* con misuratori portatili o presso il laboratorio analisi programmando il prelievo di appositi campioni: la calibrazione della strumentazione avviene ad opera di personale qualificato, in seguito al riscontro di misure discordanti, con un errore dello strumento online che superi in valore assoluto il 10% del valore misurato. L'errore viene valutato percentualmente in base alla misura dello strumento off-line.

In caso di anomalie nel sistema di misura, dovute a inadeguata alimentazione idrica della cella di flusso (anch'esse evidenziate da variazioni improvvise del dato restituito dal telecontrollo e caratterizzate da andamenti altalenanti), è possibile intervenire tempestivamente con aggiustamenti di tipo idraulico per garantire il giusto approvvigionamento alla cella stessa. Allo stesso modo, in caso di eventuale guasto ad una sonda parametrica, anche nel caso in cui sia necessario l'intervento di tecnici specializzati e più lunghi tempi di ripristino, è possibile mantenere inalterato il livello di rischio e non prevedere azioni correttive. Infatti, poiché presso ogni sito di controllo viene monitorata almeno una coppia di parametri, un'eventuale contaminazione può comportare alterazioni nelle rilevazioni di un parametro o dell'altro indistintamente, ed essere individuata comunque. La ridondanza degli indicatori monitorati, oltre

a dare un maggior numero di informazioni rispetto alla contaminazione in atto e al tipo di inquinante eventualmente presente, consente un più facile riconoscimento dei falsi positivi.

La temporanea interruzione di energia elettrica è stata anch'essa considerata, prevedendo l'installazione di batterie tampone a servizio dei sistemi di misura. Nelle valutazioni condotte è stato invece escluso il malfunzionamento contemporaneo di più sonde, in ragione delle azioni manutentive pianificate.

Un eventuale guasto del sistema di telecontrollo può essere facilmente identificato e il flusso di dati rapidamente ripristinato in seguito all'attivazione di un sistema di allarme che rilevi l'assenza del segnale in arrivo al sistema centrale dalle periferiche collegate alle sonde parametriche, permettendone la risoluzione nel breve periodo.

3.1.2. Definizione di limiti operativi per i sistemi di monitoraggio online

Sono stati definiti dei "limiti operativi" per i parametri rilevati dai sistemi di monitoraggio online delle captazioni, il cui superamento provoca l'invio di un allarme al personale reperibile del servizio acquedotto. I valori adottati sono stati definiti in base ad analisi statistiche dei dati registrati.

In parallelo sono state anche definite le eventuali azioni correttive da attuare in seguito al superamento di detti limiti (tra cui procedure predefinite di verifica di qualità chimica, fisica e microbiologica dell'acqua captata).

I "limiti operativi" fissati sono riportati nella Tabella 13.

Tabella 13. Limiti operativi per il monitoraggio operativo dei sistemi di monitoraggio online installati negli acquedotti Pietrasanta e Valdicastello

Parametro	Unità di misura	Valore di parametro (DL.vo 31/2001 e s.m.i.)	Limiti operativi
Conducibilità elettrica	µS/cm	2500	100-1000
pH	-	≥6,5 e ≤9,5	6,9-8,1
Torbidità	NTU	Accettabile per il consumatore, senza variazioni anomale	1,6 (max)
Disinfettante residuo	mg/L	Valore consigliato 0,2 (se impiegato)	0,1-0,2
Componente organica	abs/m	-	Variazione anomala

In caso di prossimità dei valori misurati ai limiti operativi vengono attuate procedure standardizzate e predefinite (es. esclusione temporanea, eventualmente automatica, della fonte di approvvigionamento in cui è in corso la contaminazione; adozione di opportune limitazioni d'uso se la contaminazione raggiunge la rete di distribuzione, ecc.), da valutare in fase di revisione dei piani, sulla base delle serie storiche dei dati di monitoraggio acquisiti e degli esiti delle verifiche di qualità attualmente disposte.

3.1.3. Ispezioni e manutenzioni periodiche

Per i miglioramenti infrastrutturali apportati presso i vari impianti è sufficiente una verifica visiva dell'integrità dei manufatti, da effettuare tramite la programmazione di ispezioni e attività di manutenzione ad intervalli di tempo predefiniti, coerenti con la programmazione di ispezioni e manutenzione disposti dal gestore idrico per i vari impianti d'acquedotto.

3.2. Verifica dell'efficacia del PSA

La verifica ha lo scopo di attestare il funzionamento dell'intero PSA. Le tre componenti chiave che caratterizzano tale valutazione sono:

- conformità dei dati di monitoraggio sulla qualità delle acque;
- verifiche interne ed esterne;
- verifiche della soddisfazione dei consumatori.

Il monitoraggio analitico costituisce lo strumento principale di controllo dell'efficacia del PSA. In particolare si effettua la verifica della conformità delle concentrazioni dei parametri individuati dalla normativa ai valori limite, controllando inoltre le concentrazioni dei contaminanti non normati ma individuati dai PSA come potenzialmente pericolosi.

Un altro indicatore da prendere in considerazione è costituito dalla variazione prolungata delle caratteristiche chimiche e organolettiche delle acque. Questo ultimo aspetto, non necessariamente correlato a una non conformità ai parametri di legge, deve tuttavia attivare il gestore affinché individui la causa delle variazioni e intraprenda le azioni necessarie a scongiurare un repentino peggioramento della qualità delle acque tale da comportare situazioni di non conformità. A questo scopo GAIA effettua controlli di routine e verifica presso entrambi gli acquedotti, analizzando le acque prelevate presso 9 e 16 punti di campionamento, rispettivamente per l'acquedotto di Valdicastello e per quello di Pietrasanta. Questi punti di campionamento, caratteristici della rete in esame, sono stati identificati e concordati insieme all' Azienda USL.

Nel corso di verifiche interne programmate sono stati analizzati i risultati dei monitoraggi analitici svolti in rete, ordinari per i parametri normati, straordinari per il parametro tallio. L'insieme di questi dati ha confermato la positività delle azioni intraprese nell'ambito dei PSA e li verificano positivamente.

La contaminazione da tallio ha rappresentato un evento straordinario e dalla gestione particolarmente complessa. Per questo, è stata trattata e condivisa dando riscontro quanto più possibile alle richieste pervenute dagli utenti e dai comitati cittadini. Il gestore a tal fine ha messo a disposizione numerose informazioni nel proprio sito istituzionale, come meglio dettagliato nella sezione del presente rapporto dedicata alla comunicazione (*vedi* sez. 3.7.)

3.3. Documentazione

Tutte le fasi di un PSA devono essere relazionate e documentate e la documentazione prodotta deve essere gestita e archiviata correttamente.

Nel *cloud* (*vedi* sez. 2.2.) è stata archiviata tutta la documentazione prodotta nei piani, comprese le due matrici dei rischi e i verbali degli incontri, relazionando in maniera ufficiale le attività svolte (analisi tecniche e sanitarie e indirizzi assunti).

Poiché ogni fase del processo di generazione dei piani deve poter essere ripercorribile, è stato predisposto un archivio della documentazione dedicato ai file obsoleti che durante le diverse riunioni sono stati oggetto di revisione.

Nel *cloud* sviluppato sono presenti, in aggiunta alla documentazione a supporto dell'analisi dei rischi, i seguenti documenti specificamente sviluppati nell'ambito dei PSA:

- elenco della documentazione presente nel *cloud*;
- procedura di gestione della documentazione;
- componenti del team e ruoli/attività principali svolti nel team;
- cronoprogramma;
- matrice dei rischi;
- verbali delle riunioni.

3.4. Attività di supporto ai PSA

In aggiunta alle misure di controllo individuate, sono state avviate anche due attività di supporto ai PSA, costituite da attività di ricerca e sperimentazione. La prima di queste consiste nella ricerca condotta da ISS e finalizzata ad individuare le condotte più contaminate, a supporto della definizione di un piano di interventi per la sostituzione delle reti.

L'ISS ha sviluppato una metodica innovativa per quantificare il tallio adsorbito nelle condotte, basata sull'analisi di tasselli di tubazione.

Gli esiti di tali analisi hanno dato input alla programmazione di un piano pluriennale di sostituzione delle condotte.

Una seconda attività di ricerca ha riguardato la messa a punto di una procedura di lavaggio ideata *ad hoc* da parte di GAIA e ISS per la bonifica delle reti idriche, basata sul lavaggio delle condotte con miscele acqua/gas ad alta pressione. La tecnica si fonda sui principi illustrati nella norma tecnica europea EN 806-4:2010 (13)[6], e costituisce una variante di procedure correntemente usate per la mitigazione e prevenzione di contaminazioni riconducibili a cessione di elementi chimici dalla rete idrica.

L'applicazione della procedura di lavaggio è sempre stata presieduta dall'emissione di un'ordinanza di non potabilità preventiva per le aree interessate ed accompagnata dall'informazione alle utenze connesse ai tratti di rete oggetto dei trattamenti.

Di seguito viene fornito un breve riassunto delle due tecniche sviluppate e applicate a supporto dei PSA.

3.4.1. Quantificazione del livello di contaminazione della rete

La quantificazione del tallio contenuto in tasselli di tubazione prelevati lungo tutta la rete interessata dalla contaminazione ha lo scopo di supportare la programmazione di un piano pluriennale di sostituzione delle condotte.

Per la messa a punto dei metodi analitici i ricercatori ISS si sono ispirati ad un protocollo messo a punto dal Joint Research Centre di Ispra (VA) per conto della Commissione Europea per l'analisi di sedimenti e lo ha adattato alle tubazioni in esame.

[6] La norma fornisce raccomandazioni e specifica i requisiti per l'installazione di impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano e di tubazioni all'esterno di edifici, ma all'interno delle proprietà. La norma contiene indicazioni relativamente al flussaggio di impianti idrici con acqua o miscele acqua-aria.

In base al protocollo individuato, ciascun provino viene sottoposto a quattro cicli estrattivi consecutivi utilizzando solventi diversi che simulano diverse condizioni di pH/aggressività dell'acqua circolante nelle condotte. Le prime tre frazioni rappresentano le quantità di tallio in grado di migrare in acqua in condizioni, rispettivamente, moderatamente acide, riducenti e ossidanti. L'ultima frazione indica la quota residua di tallio trattenuta fortemente dalla superficie del provino. Scopo di tale frazionamento è stato quello di ricavare informazioni utili dal punto di vista sanitario: la concentrazione totale di tallio non è infatti rappresentativa della quota-parte che potrebbe essere rilasciata in acqua. Allo stato attuale delle conoscenze, la frazione di sedimento estraibile in ambiente debolmente acido è verosimilmente quella che, in funzione delle condizioni dinamiche a cui sono sottoposte le tubazioni, potrebbe essere ceduta all'acqua in distribuzione, pertanto questa è la frazione quantificata.

3.4.2. Lavaggio delle condotte di rete

Il lavaggio delle condotte è stato utilizzato come misura di controllo innovativa nell'ambito dei PSA di Pietrasanta e Valdicastello, ed è finalizzato alla rimozione del tallio rilasciato dalla rete idrica sia in condizioni di utilizzo ordinario che in conseguenza di circostanze straordinarie (variazioni di pressione, flusso e portata idrica).

I trattamenti adottati sono:

- immissione di una miscela acqua-aria ad elevate pressioni per un tempo sufficiente ad assicurare l'ablazione meccanica di sedimenti contaminati da tallio, adesi e/o stratificati sulla superficie interna della tubazione;
- immissione di una miscela acqua-anidride carbonica ad elevate pressioni per un tempo sufficiente a 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 (trattamento omesso per tubazioni in materiale plastico).

Nel corso delle attività di ottimizzazione della procedura, è stata verificata l'esistenza di una correlazione lineare tra il valore di torbidità dell'eluente della tubazione sottoposta a trattamento e la concentrazione totale di tallio. Pertanto, per verificare l'efficacia del trattamento, è stato monitorato l'andamento della torbidità che rappresenta una valutazione indiretta, in tempo reale, della concentrazione di tallio nell'eluente durante i trattamenti.

Le principali fasi della tecnica sviluppata sono elencate di seguito:

- Il tratto di condotta da sottoporre a trattamento viene parzialmente isolato dal resto della rete di distribuzione idrica chiudendo le valvole di intercettazione presenti a monte dei contatori d'acqua e a valle, lungo la condotta, in corrispondenza di eventuali interconnessioni con altri rami della rete.
- Un'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). Attraverso una giunzione a T per l'immissione del gas nel flusso idrico. 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.
- 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 online di torbidità, interfacciati ad un sistema di acquisizione dati.

- La condotta viene sottoposta ad un trattamento prolungato con acqua/gas ad elevate pressioni (4,5-6,5 bar), immessa inizialmente in modo continuo e successivamente sotto forma di impulsi. L'immissione in continuo viene sospesa quando il contenuto di solidi sospesi in acqua è tale da non causare l'ostruzione della condotta trattata, mentre 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.
- La condotta viene a questo punto riconnessa alla rete di distribuzione idrica mediante riapertura delle valvole di intercettazione. 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 accumulatesi in corrispondenza di zone stagnanti (valvole di intercettazione e/o interconnessioni temporaneamente chiuse durante le operazioni di lavaggio).
- L'efficacia del trattamento viene successivamente monitorata con cadenza minima di 3 volte a settimana, prelevando campioni di acqua agli scarichi e in alcuni siti rappresentativi del tratto di rete interessata, fino al raggiungimento dell'obiettivo di qualità (< 0,5 µg/L di tallio totale).

3.5. Formazione

Lo sviluppo dei PSA ha rappresentato una grande novità dal punto di vista della gestione della sicurezza degli acquedotti.

Per questo, durante le varie fasi di sviluppo dei Piani, è stato portato avanti un processo di formazione continuo per tutti i membri del team, che affrontasse le problematiche contingenti che ogni fase proponeva. Di enorme supporto in questo senso è stata la partecipazione dell'ISS al tavolo di lavoro che ha coadiuvato il team nell'interpretazione delle linee guida e lo ha indirizzato verso le soluzioni ad esse più aderenti.

La formazione del personale interno al gestore coinvolto nei team di PSA è stata assicurata sia internamente che esternamente: nel primo caso, per quanto di competenza del gestore, attraverso giornate di formazione in azienda e diffusione di materiale informativo su tematiche relative all'aggiornamento delle modalità di controllo di qualità dell'acqua erogata e all'ingresso dei PSA nella legislazione nazionale. Nel secondo caso, promuovendo la partecipazione attiva del personale a workshop e giornate di studio e approfondimento relative, in particolare, a inquinanti emergenti e non oggetto di ordinario controllo.

Alcuni partecipanti al team, tra cui il team leader, hanno frequentato con esito positivo il "Corso di formazione nazionale per team leader e formatori di team leader per l'implementazione dei Piani di Sicurezza dell'Acqua (PSA) nella filiera idro-potabile". Tale corso, specifico per le diverse figure coinvolte nei PSA, fa parte del "Programma di Formazione Nazionale sui PSA" (elaborato dal Ministero della Salute con il supporto dell'ISS, e in condivisione con la WHO) e ha il fine di assicurare che il processo di implementazione dei PSA, da parte dei gestori idro-potabili, e quello di approvazione, da parte delle autorità sanitarie, risultino adeguati agli scopi di prevenzione sanitaria collettiva, sostenibile a livello dei sistemi di gestione idrica, degli enti di approvazione e controllo, e siano armonizzati e controllati in tutto il Paese.

Le prime tre edizioni del corso si sono svolte a Roma tra giugno e luglio 2018 (Figura 8). In seguito, sono state organizzate diverse edizioni su base regionale. Considerata la centralità della figura del team leader del PSA nell'implementazione del piano in ciascun sistema di gestione idro-potabile, la formazione di esso attraverso il programma di formazione nazionale sarà considerato un pre-requisito per l'approvazione del PSA da parte dell'autorità sanitaria centrale. Inoltre, la qualifica di "formatore di team leader" consentirà loro di contribuire ai corsi di formazione per team leader svolti in seguito su base regionale.

Figura 8. Locandina del Corso di Formazione Nazionale per Team leader e Formatori di team leader del 2018

3.6. Riesame del sistema e revisione del piano

L'efficacia dei PSA è strettamente connessa con il loro aggiornamento. Gli acquedotti non sono sistemi statici, ma necessitano in continuo di potenziamenti ed interventi gestionali atti a eliminare le criticità che possono verificarsi. Il riesame dei PSA è finalizzato ad assicurarne l'idoneità allo scopo in modo continuativo, l'efficacia ed adeguatezza alle modifiche che

necessariamente vengono apportate alle filiere, verificando inoltre nel tempo la capacità di risposta delle misure di controllo a potenziali eventi pericolosi.

I PSA di Pietrasanta e Valdicastello, per la particolarità del caso, sono stati sottoposti ad una prima revisione nel mese di ottobre 2018, quando il gruppo di lavoro ha sostanzialmente confermato l'analisi del rischio svolta nel corso della prima stesura dei piani e ha confermato la bontà degli interventi attuati nel breve periodo e di quelli ancora in corso, di più lungo termine. Ha inoltre disposto che i piani siano sottoposti riesame e revisionati con frequenza quinquennale.

3.7. Comunicazione

GAIA pubblica per ogni località servita dall'acquedotto le concentrazioni medie semestrali dei parametri richiesti. Inoltre, le stesse informazioni sono riportate in bolletta, in modo che ogni utente riceva informazioni personalizzate sulla qualità della propria acqua di casa.

La problematica tallio, è stata trattata e condivisa dando riscontro a tutte le specifiche richieste pervenute dagli utenti e dai comitati cittadini. GAIA a tal fine ha messo a disposizione numerose informazioni nel proprio sito istituzionale. In particolare, GAIA ha dedicato una sezione del proprio sito *web* alla tematica "Tallio a Pietrasanta" e ai "Piani di sicurezza dell'acqua" (Figura 9).

Figura 9. Alcuni elementi informativi tratti dal sito web dell'ente GAIA SpA: sezioni dedicate alla qualità dell'acqua, al tallio e ai PSA

La sezione dedicata ai PSA introduce i PSA di Pietrasanta e Valdicastello, riportando informazioni in merito alla composizione del team di lavoro, al piano delle attività e alle normative di riferimento. In questa sezione gli utenti sono informati anche rispetto a quanto discusso in ogni incontro del team di lavoro e alle decisioni intraprese. Sono poi presenti due ulteriori sezioni: la prima, denominata "Tallio a Pietrasanta: tutti gli aggiornamenti", riporta tutti gli esiti analitici dei prelievi effettuati internamente alle abitazioni e nella rete di distribuzione,

aggiornate in media ogni dieci giorni. La seconda sezione, “Tallio: analisi e mappe”, descrive con mappe tematiche gli interventi attuati da GAIA e finalizzati alla risoluzione del fenomeno, unitamente ad una tabella di sintesi degli esiti delle analisi svolte in rete secondo il piano di monitoraggio attivo.

GAIA, in collaborazione con gli enti costituenti il gruppo di lavoro, ha promosso anche due giornate di informazione sui Piani di Sicurezza di Pietrasanta e Valdicastello rivolte ai cittadini. La prima si è svolta a maggio 2015, a inizio lavori, nella quale sono stati introdotti i PSA, descrivendone le finalità e le modalità attuative; la seconda, a luglio 2017, al termine della prima revisione, è consistita nella condivisione delle valutazioni del rischio effettuate, ed è stata soprattutto mirata a fornire informazioni rispetto alle misure di controllo attuate, evidenziando così il maggior livello di sicurezza raggiunto.

CONSIDERAZIONI FINALI

Fino ad oggi la ricerca nelle acque potabili di parametri aggiuntivi, era demandata a richieste dell'autorità preposta al controllo, in seguito a valutazioni sito-specifiche, laddove se ne sospettasse la presenza e una potenziale minaccia per la salute. A seguito dell'evidenza di contaminazione da tallio delle acque potabili dei comuni di Pietrasanta e Valdicastello, e considerata la complessità dell'evento, è stata necessaria l'attuazione di misure straordinarie per la gestione e soluzione dell'emergenza.

Il tallio rappresenta un contaminante di prioritaria rilevanza tossicologica, la cui eventuale presenza nell'acqua destinata al consumo umano dovrebbe essere ridotta ai livelli più bassi raggiungibili attraverso pratiche e tecnologie ragionevolmente praticabili. Questo elemento tuttavia non rientra tra i parametri oggetto di ordinario controllo a norma del DL.vo 31/2001 e s.m.i., e rappresenta un limite della normativa sulle acque potabili, focalizzata sul rispetto della conformità ad un numero ristretto di parametri al punto d'uso.

Nelle aree impattate, con il supporto dell'ISS, sono stati avviati dal gestore idrico due PSA. Nel team dei Piani l'ISS ha svolto azione di supporto durante le diverse fasi dell'analisi di rischio, fornendo indirizzi nelle metodologie di valutazione dei rischi e nella disamina delle diverse misure di controllo attuabili.

I PSA hanno permesso la valutazione integrata delle reti idriche esaminate e la programmazione di interventi funzionali a tenere sotto controllo sia la contaminazione da tallio che ogni altro evento pericoloso per la filiera idro-potabile. L'analisi del sistema idrico nel suo complesso rappresenta la fondamentale novità dell'approccio PSA: la valutazione estesa all'intero sistema, dalle captazioni alle utenze finali, consente l'individuazione precoce di eventi pericolosi e pericoli e l'analisi critica dei rischi ad essi correlati alla luce di informazioni e dati di monitoraggio provenienti da diversi enti preposti ai controlli. Tale strategia è stata possibile anche grazie all'ausilio della matrice dei rischi, strumento di lavoro sviluppato nel corso dello sviluppo dei Piani, che ha permesso di tener traccia di ogni elemento di conoscenza utile all'analisi di rischio, evidenziare i punti deboli di alcune misure di controllo o denotare l'assenza di misure adatte a prevenire eventi pericolosi fino ad ora trascurati ed associare in modo puntuale strategie di miglioramento adatte a ridurre il rischio correlato ad ogni pericolo individuato.

Un importante contributo al successo dei PSA è stato fornito dalle azioni di supporto e ricerca messe in campo dal team dei PSA (in particolare l'elaborazione di procedure sperimentali di risanamento delle reti, e di una metodica innovativa per la quantificazione del tallio presente nelle condotte). Altre importanti azioni avviate sono state la ricerca finalizzata ad individuare una nuova risorsa idrica da destinare ad uso idropotabile, la modellazione idraulica della rete del centro storico di Pietrasanta, finalizzata all'analisi della contaminazione e alla determinazione dei flussi idrici prima e dopo gli interventi di risanamento implementati su gran parte della rete: tra questi, il gestore ha avviato la sostituzione del sistema di adduzione e della distribuzione, sulla base di un piano di interventi basato sul rischio e la predisposizione di adeguate procedure di lavaggio e manutenzione dei serbatoi.

Una misura particolarmente importante per far fronte alla grande variabilità spaziale e temporale del fenomeno di contaminazione da tallio della rete idrica di Pietrasanta e Valdicastello, è stata l'attivazione su tutto il territorio comunale di uno specifico piano di monitoraggio. Benché il monitoraggio analitico condotto su campioni di acqua potabile al punto d'uso non sia da annoverare tra le misure di controllo (che devono necessariamente avere carattere preventivo), per la gestione dell'emergenza tallio è stato utilizzato come *ultima ratio* per eliminare o mitigare l'esposizione al tallio, grazie anche all'adozione di un valore obiettivo di qualità per la

concentrazione del tallio nelle acque potabili inferiore al limite normativo. Le rilevazioni analitiche hanno permesso di comprendere meglio il problema e indirizzare gli interventi da eseguire. In particolare, è stato implementato un piano di monitoraggio analitico dedicato, opportunamente pianificato per localizzazione e frequenza, volto ad assicurare la qualità dell'acqua durante lo svolgimento delle fasi decisionali del piano, ma anche a indirizzare le decisioni stesse.

I PSA sono risultati funzionali alla soluzione della problematica in atto, rivelandosi uno strumento utile per la gestione in fase di emergenza e, soprattutto, un modello da applicare per la prevenzione nel tempo di possibili eventi futuri di contaminazione chimica, fisica, microbiologica e radiologica delle acque erogate dalla rete acquedottistica.

BIBLIOGRAFIA

1. European Commission. *Framework for Action for the management of small drinking water supplies.* Brussels: European Union; 2014.
2. Lucentini L, Achene L, Fuscoletti V, Nigro Di Gregorio F, Pettine P (Ed.). *Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water Safety Plans.* Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2014. (Rapporti ISTISAN 14/21).
3. Campanella B, Onor M, D'Ulivo A, Giannecchini R, D'Orazio M, Petrini R, Bramanti E. Human exposure to thallium through tap water: A study from Valdicastello Carducci and Pietrasanta (Northern Tuscany, Italy). *Sci Total Environ* 2016;548-549:33-42.
4. Karbowska B. Presence of thallium in the environment: sources of contaminations, distribution and monitoring methods. *Environmental Monitoring and Assessment* 2016;188(11):640.
5. MWTP (Mine Waste Treatment Program). *Issues Identification and technology Prioritization Report. Thallium. Activity I, EPA, MWTP-143*. Butte, MT: MSE-TA; 1999. Vol. 8, 76.
6. National Water Quality Management Strategy. *Australian Drinking Water Guidelines 6. 2011 Version 2.0 Updated December 2013.* Canberra: Commonwealth of Australia; 2011
7. Delvalls TA, Saenz V, Arias AM, Blasco J. Thallium in the marine environment: first ecotoxicological assessments in the Guadalquivir estuary and its potential adverse effect on the Donana European natural reserve after the Aznalcollar mining spill. *Ciencias Marinas* 1999;25(2):161-75.
8. Zhou DX, Liu DN. Chronic thallium poisoning in a rural area of Guizhou Province, China. *J Environ Health* 1985;48:14-8.
9. Utah Department of Health. *Health Consultation. Public comment version. Traverse mountain: thallium in drinking water Lehi, Utah*. Salt Lake City, UT: Utah Department of Health; 2014.
10. U.S. EPA. *Toxicological review of Thallium and compounds*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2009.
11. ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés à la présence de thallium dans les eaux destinées à la consommation humaine*. Maisons-Alfort: ANSES; 2013. (Avis de l'Anses Saisine 2012-SA-0100)
12. Office of Water. *Drinking water regulations and health advisories*. Washington, DC: U.S. EPA; 1993. (EPA 822/F-93-011).
13. UNI EN 806-4:2010 *Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 4: Installazione*. Milano: Ente Italiano di Unificazione; 2010.

GLOSSARIO

Centro di costo: Codice identificativo dell'infrastruttura in gestione, al quale sono associabili eventuali costi aziendali di gestione e investimento.

Connessioni (nodi-utenze e interconnessioni-utenze): Le reti di distribuzione all'utenza.

Evento pericoloso: Un evento pericoloso è una situazione o condizione o un incidente, che può portare alla presenza di un pericolo nell'acqua che viene utilizzata o consumata. Gli eventi pericolosi possono verificarsi naturalmente o possono essere provocati e la loro manifestazione può avvenire in ogni parte del sistema idrico, dalla captazione alla distribuzione al consumatore.

Internodo (interconnessione): Il sistema di condotte che collega i vari nodi fra loro, comprensivo della rete di distribuzione (es. tratte di rete di adduzione e di distribuzione, tronchi di rete idrica, ecc.). È un punto di interesse sanitario dove individuare possibili eventi pericolosi.

Limite critico: Criterio che separa l'accettabilità dalla non-accettabilità.

Limiti operativi: Limiti specifici per ogni parametro di monitoraggio, che delimitano il range di accettabilità. Tali limiti, dovrebbero essere precauzionalmente fissati a valori significativamente inferiori ai limiti normativi (se esistenti) o ai livelli di potenziale contaminazione.

Nodo: Uno o più ambiente(/i) infrastruttura(/e), fase(/i) o processo(/i) della filiera idropotabile oggetto di analisi di rischio puntuale del PSA (es. approvvigionamento, impianto di potabilizzazione, serbatoio, sollevamento, clorazioni di rete, ecc.). È un punto di interesse sanitario dove individuare possibili eventi pericolosi.

Pericolo: Agente biologico, chimico o fisico nell'acqua che può potenzialmente causare un effetto nocivo per la salute in seguito al consumo umano dell'acqua.

***Relining*:** Tecnica *no-dig* di risanamento delle reti idriche, che consiste nell'introduzione all'interno della tubazione in opera da bonificare di una guaina impermeabile. Tale guaina può avere funzione strutturale e/o offrire una protezione rispetto agli eventuali rilasci di materiale adeso/adsorbito dalle pareti della condotta ammalorata, evitando che questi interferiscano con la qualità dell'acqua. La guaina viene fatta aderire alle stesse pareti, diventando parte integrante della tubazione.

Rischio: Funzione della probabilità e della gravità di un effetto nocivo per la salute, conseguente alla presenza di un pericolo.

Software aziendale di *asset management*: Software di gestione degli *asset* infrastrutturali (reti e impianti idrici e fognari, impianti di depurazione) e non infrastrutturali (attrezzature e autoparco), che provvede alla programmazione e affidamento degli interventi sugli *asset*, siano questi di conduzione, emergenza e guasti, manutenzioni programmate, servizi all'utenza, rinnovi e ampliamenti, ai settori operativi.

APPENDICE A
Strumenti e documenti dei PSA

A1. Cronoprogramma del PSA Pietrasanta per il triennio 2015-2017

CRONOPROGRAMMA PSA PIETRASANTA									
ANNO	MESE	Formazione del team	Descrizione del sistema idrico	Identificazione eventi pericolosi e pericoli	Valutazione del rischio	Piani di azione per la gestione dei rischi prioritari e procedure di gestione	Monitoraggio operativo	Verifica dell' efficacia del piano e procedure di gestione	Comunicazione (Convegno)
2015	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
2016	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
2017	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								

A2. Cronoprogramma del PSA Valdicastello per il triennio 2015-2017

CRONOPROGRAMMA PSA VALDICASTELLO										
ANNO	MESE	Formazione del team	Descrizione del sistema idrico	Identificazione eventi pericolosi e pericoli	Valutazione del rischio	Piani di azione per la gestione dei rischi prioritari e procedure di gestione	Monitoraggio operativo	Verifica dell' efficacia del piano e procedure di gestione	Comunicazione (Convegno)
2015	3	■	■						
	4		■						
	5		■						■
	6		■	■					
	7			■	■				
	8				■	■			
	9					■			
	10					■			
	11					■			
	12					■			
2016	1					■			
	2					■	■		
	3					■	■		
	4					■	■		
	5					■	■		
	6					■	■		
	7					■	■		
	8					■	■		
	9					■	■		
	10					■	■		
	11					■	■		
	12					■	■		
2017	1					■	■		
	2					■	■		
	3					■	■		
	4					■	■	■	
	5							■	
	6							■	
	7							■	■

A3. Composizione del team dei PSA Pietrasanta e Valdicastello

Affiliazione	Ruolo nel team	Attività specifiche e possibili contributi	Componenti
GAIA SpA	Team leader	Costituzione del gruppo di lavoro	· Dirigente Acquedotto/area tecnica
		Coordinamento del gruppo, pianificazione dei lavori e delle riunioni	· Dirigente Acquedotto/area tecnica · Ingegnere servizi ingegneria · Ingegnere area tecnica
		Comunicazione interna	
		Organizzazione informatica dei dati (Cloud)	
	Condivisione di informazioni sul sistema idrico, mappe e fotografie	Reti di distribuzione (inclusi serbatoi, stazioni di pompaggio, tubazioni, ecc.)	· Capo servizio acquedotto Versilia Nord
		Sistemi di trattamento	
		Captazione	· Capo servizio acquedotto Versilia Nord · Geologo servizi ingegneria
	Condivisione dati di monitoraggio (controllo interno)	Dati analitici (online e laboratorio)	· Responsabile laboratorio analisi acque potabili
		Informazioni su sistemi di sorveglianza online (pH, conduttività elettrica, potenziale redox, cloro residuo)	· Capo servizio acquedotto Versilia Nord · Resp. laboratorio analisi acque potabili
	Identificazione dei pericoli ed eventi pericolosi e cassificazione dei rischi	Descrizione dei possibili pericoli ed eventi pericolosi associati alle diverse fasi del sistema	· Ingegnere servizi ingegneria · Ingegnere area tecnica · Capo servizio acquedotto Versilia Nord · Geologo servizi ingegneria
	Misure di controllo e monitoraggio	Identificazione delle misure di controllo già esistenti	· Capo servizio acquedotto Versilia Nord
	Misure di gestione del piano in condizioni ordinarie e in emergenza	Azioni di risposta, piani per la fornitura e la distribuzione dell'acqua in caso d'emergenza	· Ingegnere servizi ingegneria · Ingegnere area tecnica · Capo servizio acquedotto Versilia Nord
	Formazione del personale e comunicazione esterna	Piani di formazione del personale, comunicazione esterna	· Resp. formazione · Resp. comunicazione
Azienda USL Toscana Nord-Ovest	Supporto in materia sanitaria	Valutazione ed elaborazione dei dati del sistema idrico	· Direttore del Dipartimento di prevenzione · Personale del Dipartimento di prevenzione
		Valutazione dati di monitoraggio	
		Valutazione dei rischi delle misure di controllo adottate	
		Valutazione di altri dati rilevanti (popolazione servita, fasce sensibili, ecc.)	
ARPAT	Supporto in materia ambientale	Acquisizione ulteriori dati analitici	· Area vasta Toscana · Consulente esterno
		Valutazione di dati di qualità delle acque (serie di dati) ed altre informazioni rilevanti	· Area vasta Toscana
		Dati idrologici e loro valutazione	· Area vasta Toscana · Consulente esterno
Autorità Idrica Toscana	Supervisione e controllo	Controllo sulle attività svolte	· Resp.Pianificazione e Controllo area Vasta Costa

segue

continua

Affiliazione	**Ruolo nel team**	**Attività specifiche e possibili contributi**	**Componenti**
Comune di Pietrasanta	Apporto di conoscenze su territorio e popolazione	Elementi relativi agli aspetti idrogeologici del territorio	· Assessore ambiente · Resp. ufficio ambiente
		Dati sulla popolazione, edifici, aree di rispetto, ecc.	
		Possibili misure d'intevento sul territorio	
	Supporto in materia di comunicazione	Comunicazione esterna	
ISS	Supporto in materia di valutazione e gestione di rischi sanitari	Valutazione ed elaborazione dei dati del sistema idrico	· Direttore reparto igiene acque interne ISS · Personale del reparto igiene acque interne ISS
		Valutazione dati di monitoraggio	
		Valutazione dei rischi	
		Valutazione delle misure di controllo adottate	
	Supporto in materia di formazione e comunicazione	Piani di formazione del personale	

A4. Struttura del *cloud* dei PSA

Di seguito viene data la struttura del cloud che contiene parti comuni (in corsivo) e parti specifiche, che si ripetono identiche nella struttura per ogni acquedotto. Il cloud è costituito da cartelle e sottocartelle, contenenti al loro interno documentazione varia (file per elaborazione dati, file di testo, mappe, ecc.). Nella struttura vengono mostrate solo cartelle e sottocartelle. Le sezioni relative a nodi/internodi/connessioni si ripetono per ogni nodo/internodo/connessione identificata nella descrizione del sistema idrico (*vedi* sez. 2.1.).

Elenco della documentazione salvata
Procedure
Glossario
Piani di sicurezza dell'acqua
- *Informazioni generali*
- **Acquedotto Valdicastello/Pietrasanta**
  - Aspetti organizzativi
  - **Nodi**
    - NODO 1 → n
      - Stato di attivazione
      - Infrastruttura (1 → n)
      - Analisi
      - Documenti comuni al nodo
  - **Internodi**
    - INT 1-2 → n1-n2
      - Stato di attivazione
      - Dati Infrastrutture
      - Analisi
      - Documenti comuni all'interconnessione
  - **Connessioni nodi – utenze**
    - CON 1-2 → n1-n2
      - Stato di attivazione
      - Dati Infrastrutture
      - Analisi
      - Documenti comuni all'interconnessione
  - **Documenti comuni all'acquedotto**
  - **Documenti generati dal PSA**
    - Verbali delle riunioni
  - **Valutazione e gestione del rischio**
    - Matrice dei rischi dei nodi
    - Matrice dei rischi delle connessioni
  - **Revisione del sistema per il controllo dei rischi**
    - Piani di azione per la gestione dei rischi prioritari
    - Verifica dell'efficacia del PSA
  - **Riesame del sistema**
- *Studi, ricerche e altri documenti*

Riferimenti normativi
- *Europei*
- *Nazionali*
- *Territoriali*

Archivio

A5. Matrice dei rischi

DESCRIZIONE DEL NODO					VALUTAZIONE DEL RISCHIO						MISURE DI CONTROLLO[#]										RIVALUTAZIONE DEL RISCHIO		
Denominazione	Tipologia di infrastruttura	Centro di costo	Attuale uso	Osservazioni rilevanti	Evento pericoloso (potenziale o già riscontrato)	Pericolo (3)	Probabilità accadimento	Gravità effetti	Rischio	Misura di controllo A BREVE TERMINE (4)	Ente	Costo in €	Tempo	Verifica (5)	Stato di realizzazione	Misura di controllo A MEDIO-LUNGO TERMINE (4)	Ente	Costo in €	Tempo	Verifica (5)	Stato di realizzazione	Note	Probabilità accadimento rivalutata	Gravità effetti rivalutata	Rischio rivalutato
(1) Sorgente		(1)	in uso (potabile)	(2)	Ristagno di oltre 30 m in galleria	C, M	2	4	8	A				a		J				b			1	4	4
					Migrazione di contaminanti chimici dai materiali di cantiere non smaltiti	C	2	4	8	B				b		-				-			1	4	4
					Condizioni favorevoli alla crescita microbica	M	2	4	8	A				a		-				-			1	4	4
					Vulnerabilità intrinseca	C, M	1	4	4	-				-		-				-			1	4	4
					Esondazione a seguito di precipitazioni abbondanti	C, M	3	5	15	A C D				a - -		J - -				b			2	5	10
					Crolli della galleria, anche a seguito di eventi sismici	IS C, M	2 2	4 4	8 8	E A	(1)	(1)	(1)	b a	(1)	J -	(1)	(1)	(1)	b -	(1)	(7)	1 1	4 4	4 4
					Infiltrazioni da oliveti nei terreni sovrastanti	C	2	4	8	F				-		J				b			2	4	8
					Libero accesso di animali	M	2	4	8	A				a		-				-			1	4	4
					Attività non consentite	C, M	2	4	8	A				a		-				-			1	4	4
					Emungimenti non autorizzati	C, M	1	4	4	-				-		-				-			1	4	4
					Contaminazione da fonti naturali o antropiche di radionuclidi	R	*	*	*	-				-		-				-			*	*	*
					Possible contaminazione da contaminanti emergenti	C	2	5	10	G				c		-				-			1	5	5
					Effrazione esterna	C, M, IS	3	4	12	-				-		K				d			1	4	4
(1) Disinfezione		(1)	in uso (potabile)	(2)	Malfunzionamento sistema di dosaggio reagente	M	3	4	12	H	(1)	(1)	(1)	-	(1)	-	(1)	(1)	(1)	-	(1)	(7)	1	4	4
					Interruzione del trattamento di disinfezione a seguito di black out elettrico	M	2	4	8	H													1	4	4
					Alterazione del titolo del reagente e formazione di sottoprodotti	C, M	3	4	12	I				-		-				-			1	4	4
(1) Pompaggio		(1)	in uso (potabile)	(2)	Interruzione energia elettrica	IS (non immediata)	1	3	3	-	(1)	(1)	(1)	-	(1)	-	(1)	(1)	(1)	-	(1)	(7)	1	3	3
					Rottura impianto pompaggio	IS (non immediata)	1	3	3	-				-		-				-			1	3	3

LEGENDA

(1) Dato non riportato

(2) In questa sezione vengono riportati elementi e informazioni utilizzati per l'identificazione di uno specifico evento pericoloso.

(3) C: Contaminazione chimica; M: Contaminazione microbiologica; R: Contaminazione radiologica; IS: Interruzione del servizio

(4) Elenco misure di controllo:
- A. Installazione sonde di controllo pH, conduttività elettrica, torbidità e loro collegamento al tlc
- B. Rimozione materiali di risulta consolidamento
- C. Installazione porta di accesso stagna e a una quota più elevata
- D. Installazione muro di protezione (vasca di pompaggio)
- E. Consolidamento della galleria
- F. Impermeabilizzazione galleria
- G. Monitoraggio elementi chimici (analisi ICP-MS)
- H. Installazione sonda cloro residuo collegata al tlc
- I. Adozione di un serbatoio reagente di volume 20 L
- J. Ricaptazione delle scaturigini
- K. Sistema di allarme telecontrollato agli accessi

(5) Elenco verifiche di funzionamento e adeguatezza allo scopo, anche attraverso un monitoraggio operativo continuativo nel tempo:
- a. Verifica di funzionamento real time con misuratore off line e real time su tlc
- b. Ispezione
- c. Verifica risultati analisi
- d. Simulazione infrazione

(6) Ricaptazione delle scaturigini

(7) In questa sezione vengono inserite osservazioni relative alla valutazione dei rischi o alle misure di controllo identificate, non correlabili a nessuno dei campi precedenti.

APPENDICE B
Piani di monitoraggio

B1. Piano di monitoraggio ordinario per la ricerca del tallio nelle reti di distribuzione

Il piano di monitoraggio ha previsto 350 punti di campionamento distribuiti sugli acquedotti di Pietrasanta e Valdicastello, raggiungendo frequenze fino a 40 prelievi settimanali nel periodo di emergenza. I prelievi sono effettuati presso punti distribuiti lungo le reti interessate dalla contaminazione e individuati sulla base dei seguenti criteri e necessità:

- definizione di una rete di punti fissi su cui implementare con una frequenza prestabilita il monitoraggio;
- definizione, per ogni punto selezionato, di una frequenza di monitoraggio specifica;
- esigenze di approfondimento a seguito di valori anomali e/o non attesi rilevati durante il monitoraggio in corso, o di necessità intercorse.

Nella Tabella B1 vengono elencati i criteri d'identificazione dei punti fissi di monitoraggio e la rappresentatività dei punti identificati.

Tabella B1. Criteri d'identificazione dei punti fissi di monitoraggio

Tipo di punto	Criterio d'identificazione	Rappresentatività
a	Punti della rete di controlli ufficiali AUSL all'interno del sistema acquedottistico del comune di Pietrasanta	Tutta la filiera
b	Utenze sensibili	Scuole ed asili
c	Punti di rete	Tubazioni sottoposte a lavaggio
d	Punti di rete	Aree specifiche o tubazioni non sottoposte a lavaggio

La distribuzione spaziale dei punti di monitoraggio è stata definita in base alla rappresentatività delle aree interessate dalla contaminazione, tenendo anche conto degli interventi di sostituzione e risanamento operati.

La frequenza di monitoraggio con la quale sono stati effettuati i prelievi sui diversi punti individuati è funzione di:

- tipologia del punto;
- concentrazione di tallio rilevata a seguito delle analisi sul tassello di tubazione (se presente);
- valore massimo di concentrazione di tallio in acqua riscontrato dal 20/01/2016 (data di revoca dell'ultima ordinanza del sindaco di non potabilità emessa dall'Autorità Sanitaria);
- rappresentatività delle condotte sottoposte a procedura di lavaggio (*vedi* sez. 3.4.2).

Di seguito sono rappresentate le frequenze adottate per ogni singola tipologia di punto (Tabella B2). Nel 2017 i punti campionati sono stati 152 prelevando indicativamente 17-18 campioni ogni due settimane.

Tabella B2. Frequenze di campionamento associate ad ogni tipo di punto

Tipo di punto	Concentrazione di Tl nel tassello	Concentrazione massima di Tl (dopo il 20/01/2016) [µg/L]	Frequenza annua
a	-	0,5 ≤ Tl < 2	12
a	-	0,2 ≤ Tl < 0,5	6
a	-	Tl < 0,2	2
b	-	-	3
c	-	-	4
d	-	1 ≤ Tl < 2	12
d	-	0,5 ≤ Tl < 1	6
d (Rete Valdicastello)	-	0,2 ≤ Tl < 0,5	2
d (Rete Pietrasanta)	-	0,2 ≤ Tl < 0,5	6
d	Tl > 0,5 µg/cm^2	Tl < 0,2	6
d	Tl < 0,5 µg/cm^2	Tl < 0,2	0

B1.1. Aggiornamento del piano

È previsto che la frequenza di monitoraggio sia aggiornata periodicamente, dimezzandola laddove non si rilevino concentrazioni superiori a 0,5 µg/L. Allo stato attuale vengono monitorati 27 punti prelievo, prelevando mediamente 10 campioni ogni mese.

B1.2. Gestione dei superamenti

Eventuali superamenti dell'obiettivo di qualità e del limite normativo saranno gestiti come segue.

Superamenti del limite normativo di 2 µg/L[7]

In seguito alla rilevazione di concentrazioni di tallio superiori al limite normativo di 2 µg/L, il gestore provvederà a:

- darne comunicazione immediata al Comune di Pietrasanta e ad AUSL;
- ripetere il campione ed estendere il campionamento a punti di prelievo da individuare nelle aree limitrofe al fine di delimitare l'area contaminata;
- individuare le cause della contaminazione, identificando gli interventi necessari al ripristino della conformità delle acque erogate;
- comunicherà tempestivamente gli esiti analitici della ripetizione dei campionamenti al Comune di Pietrasanta e ad AUSL.

In caso di conferma degli esiti analitici dovranno essere comunicati al Comune di Pietrasanta e ad AUSL l'area soggetta a contaminazione e gli interventi di breve e lungo periodo per il ripristino della conformità delle acque erogate.

In caso di mancata conferma del caso di contaminazione, il gestore provvederà a monitorare il fenomeno, con frequenza di prelievo da valutare caso per caso. Valuterà l'attuazione degli interventi e dei correttivi gestionali di competenza in funzione del trend di concentrazioni seguenti la prima evidenza e della durata del fenomeno rilevato, nonché del tipo di punto di prelievo interessato.

Al termine della fase emergenziale e al ristabilirsi condizioni di qualità dell'acqua erogata, il punto di prelievo interessato dal superamento sarà riclassificato, con ridefinizione della frequenza di campionamento pari alla massima di Piano di Monitoraggio ordinario.

Superamento dell'obiettivo di qualità di 0,5 µg/L[8]

In seguito alla rilevazione di concentrazioni di tallio superiori all'obiettivo di qualità di 0,5 µg/L, il gestore provvederà a:

- ripetere il campione nell'ambito del Piano di Monitoraggio ordinario portando la frequenza di prelievo alla massima prevista al fine di valutare la durata temporale del fenomeno di contaminazione;
- estendere il campionamento a punti di prelievo da individuare nelle aree limitrofe al fine di delimitare l'estensione dello stesso;
- individuare le cause del superamento dell'obiettivo di qualità;
- identificare gli interventi necessari al ripristino della qualità delle acque erogate. L'attuazione di tali interventi sarà valutata in base al trend di concentrazioni seguenti la prima evidenza e alla durata del fenomeno rilevato, nonché al tipo di punto di prelievo interessato.

[7] Il valore limite di concentrazione per il parametro tallio, pari a 2 µg/L, è stato proposto dall'Istituto Superiore di Sanità attraverso il parere prot. 0036239ISS del 05/11/2014, e adottato come limite normativo nel territorio ai sensi dell'art. 11 comma 1(b) del DL.vo 31/2001 e s.m.i.

[8] *Vedi* sez. 2.6.3.

B.2. Piano di monitoraggio straordinario per la ricerca del tallio nelle utenze private

Nell'abitato di Valdicastello Carducci sono stati riscontrati alcuni casi di non conformità al rubinetto. I controlli a campione svolti in altre zone del comune di Pietrasanta non hanno mai individuato criticità.

Il primo piano di monitoraggio straordinario utenze è stato effettuato nei mesi di dicembre 2014 - gennaio 2015, contemporaneamente ai lavori di sostituzione della rete di distribuzione. L'abitato di Valdicastello è stato suddiviso in zone e, via via che la rete di distribuzione a servizio di ogni zona veniva sostituita, tutte le abitazioni della zona venivano monitorate al rubinetto di cucina. Presso le utenze per le quali le analisi mostravano concentrazioni oltre il limite di 2 µg/L, previa asportazione del contatore, si provvedeva a sottoporre a flussaggio l'impianto, fino al ristabilirsi della potabilità dell'acqua, riscontrata mediante analisi di verifica. Questo ha permesso, nel febbraio 2015, la revoca della non potabilità anche a tutti gli edifici della frazione.

Il secondo piano di monitoraggio straordinario utenze è stato effettuato nel 2016, a seguito di alcuni superamenti nelle acque prelevate in alcuni edifici privati. Sono stati effettuati 464 campionamenti presso abitazioni private, riscontrando 26 superamenti del limite normativo. La maggior parte di queste risulta a servizio di edifici non utilizzati o abitati solo saltuariamente. Agli intestatari di tali utenze è stata data comunicazione di non utilizzare l'acqua ai fini potabili ed è stato proposto di intervenire attuando le procedure di lavaggio in analogia con le modalità attuate sulle reti di distribuzione (*vedi* sez. 3.4.2.).

A seguito di tali procedure sono stati rilevati altri 2 casi di non conformità.

Anche il terzo piano di monitoraggio utenze (2017-2018) è attualmente terminato, ed è stato inserito come misura di controllo del rischio sanitario di esposizione a tallio eventualmente rilasciato dagli impianti interni per consumo di acqua potabile.

B2.1. Procedura di campionamento

Per il campionamento presso le abitazioni è stata adottata una procedura definita dalle autorità competenti per il controllo dei rischi correlati alla cessione di contaminanti nelle reti interne dei fabbricati (in particolare: piombo)[9]. Tale procedura, condivisa dal team PSA, prevede il prelievo di campioni istantanei del volume di 1 litro, ed è stata adeguata al contesto analizzato prevedendo:

- flussaggio di almeno 30 minuti per le case non abitate, per simulare il normale utilizzo dell'impianto;
- stagnazione di una notte;
- prelievo di 2 campioni istantanei successivi;
- analisi del secondo campione solo nel caso in cui il primo mostrasse concentrazioni di tallio superiori al valore obiettivo (0,5 µg/L).

B2.2. Risultati del piano di monitoraggio straordinario 2017-2018

Delle 508 utenze allacciate all'acquedotto di Valdicastello Carducci, è stato possibile contattarne 428 (l'84,3%). Di queste sono state monitorate le 336 utenze che si sono rese disponibili, relative a case abitate e non, per le quali l'uso dell'acqua era riconducibile a scopi potabili. I risultati sono così riassumibili:

- Case abitate: il secondo campione istantaneo è stato analizzato in 5 casi. In tutti i casi le concentrazioni sono risultate inferiori o confrontabili con quelle rilevate nel primo campione.
- Case non abitate (o saltuariamente abitate secondo quanto dichiarato dagli stessi utenti a partire dal 26/2/2018): sono stati prelevati 28 campioni, per i quali, in aggiunta al prelievo dei campioni

[9] Tale procedura è così brevemente riassumibile:
- flussaggio dell'acqua del rubinetto di cucina per non meno di 10 minuti la sera prima del prelievo;
- stagnazione dell'acqua nell'impianto per non meno di 4 ore, tempo sufficiente per la migrazione dei contaminanti, eventualmente presenti, dalle condutture all'acqua;
- prelievo di 3 campioni al rubinetto di cucina, di cui 2 istantanei e successivi, e 1 dopo un flussaggio di 10 minuti.

istantanei, è stato effettuato un prelievo dopo flussaggio di trenta minuti. Per i 10 campioni istantanei che mostravano concentrazioni di tallio superiori al limite normativo, i corrispondenti campioni prelevati dopo flussaggio di 30 minuti hanno tutti mostrato il rientro delle concentrazioni di tallio al di sotto del limite normativo.

Nella Tabella B3 vengono riepilogati gli esiti del monitoraggio.

Tabella B3. Esiti del Monitoraggio straordinario utenze Valdicastello Carducci 2017-2018

	Case abitate (o assimilate)	Case non abitate	
N. utenze	308	28	
Tipo campione	Istantaneo	Istantaneo	Dopo flussaggio di 30 min
Tl non rilevabile	291	11	24
Tl < 0,50 µg/L	12	2	3
0,50 ≤ Tl < 2,00 µg/L	4	5	1
Tl ≥ 2,00 µg/L	1*	10	0
Totale utenze	336		

* Abitazione non abitata dal 2016, di prossima ristrutturazione, monitorata prelevando due campioni istantanei con flussaggio la sera precedente secondo quanto dichiarato dall'utente.

Per i fabbricati che hanno mostrato concentrazioni di tallio oltre 2 µg/L, da parte dell'Azienda USL è stato richiesto un monitoraggio aggiuntivo, da estendere anche presso agli edifici non abitati che hanno mostrato il superamento dell'obiettivo di qualità di 0,5 µg/L. Tale monitoraggio è finalizzato all'acquisizione degli elementi conoscitivi necessari alla valutazione del rischio sanitario.

Serie Rapporti ISTISAN
numero di luglio 2020

Stampato in proprio
Servizio Comunicazione Scientifica – Istituto Superiore di Sanità

Roma, luglio 2020