

Piano per la riduzione dell'esposizione della popolazione alle sostanze PFAS

Revisione	Data Revisione	Descrizione modifica
0	23/05/2016	Prima emissione

INDICE

1. PREMESSE	3
2. CONSIDERAZIONI SULLO STATO DELLE FALDE NEL TERRITORIO VERONESE	4
2.1. Il modello strutturale degli acquedotti regionali (MoSAV)	4
2.2. Il Piano d'Ambito	4
2.3. Analisi delle recenti evoluzioni della qualità degli acquiferi	5
3. LA PROBLEMATICA PFAS	6
3.1. Comparsa della problematica	6
3.2. Composti Perfluoro-Alchilici (PFAS)	6
3.3. Coinvolgimento di Acque Veronesi	7
3.4. Approvvigionamento e falda acquifera	7
3.5. Popolazioni coinvolte	8
3.6. Logica di funzionamento della centrale	8
4. GESTIONE DELL'EMERGENZA	9
4.1. Azioni intraprese nell'immediato	9
4.2. Azione intraprese nei mesi successivi	9
4.3. Le sperimentazioni	10
5. INTERVENTI	11
5.1. Interventi di breve-medio termine	11
5.2. Interventi per la sostituzione delle fonti	13
5.3. Sintesi degli interventi proposti per l'area Veronese	16

1. PREMESSE

Nell'ambito di uno studio condotto dall'IRSA – CNR nel bacino del PO e nei principali bacini fluviali italiani in accordo con il Ministero dell'Ambiente per il rilevamento di sostanze chimiche contaminanti rare sui principali bacini idrici italiani, è emersa la presenza anomala di sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS), non comprese fra i parametri indicati dal D.Lgs. n. 31/2001, con specifico riferimento alle falde acquifere di Almisano.

In tale zona, e in particolare in località Madonna di Lonigo, è ubicata la centrale di produzione idrica in gestione alla società Acque Veronesi Scarl, che approvvigiona l'acqua e la distribuisce a 14 comuni di propria competenza e la rende disponibile ad ulteriori utilizzatori esterni al proprio territorio.

Questo documento, che accompagna il Programma degli Interventi 2016-19, è finalizzato a introdurre, elencare, descrivere le opere che si ritengono necessarie in funzione della problematica derivante dalla presenza delle sostanze perfluoro-alchiliche nella falda di Almisano.

Parte di tali opere sono già state realizzate o sono programmate all'interno del Programma degli Interventi 2016-19 come a carico della tariffa.

Per altre, per le quali non è stata prevista una pianificazione immediata, si ritiene auspicabile l'assegnazione di contributi pubblici – eventualmente anche attraverso la novazione dell'Accordo di Programma Quadro per la tutela delle risorse idriche del bacino del Fratta-Gorzone - così che il peso di un così importante evento non gravi completamente sulla tariffa pagata dagli utenti del servizio idrico integrato.

Il documento è redatto in base alle conoscenze attuali sull'argomento, il cui approfondimento è tutt'ora in divenire.

2. CONSIDERAZIONI SULLO STATO DELLE FALDE NEL TERRITORIO VERONESE

2.1. IL MODELLO STRUTTURALE DEGLI ACQUEDOTTI REGIONALI (MOSAV)

Il Modello Strutturale degli Acquedotti del Veneto è lo strumento di pianificazione in ambito acquedottistico di cui si è dotata la Regione Veneto con DGRV n. 1688 del 16.06.2000. Tra gli obiettivi principali vi è la realizzazione di interconnessioni lungo la direttrice est-ovest, essendo le linee esistenti per la gran parte poste in direzione nord-sud o nord-sudest.

Nel Modello strutturale le linee di interconnessione sono distinte in tre categorie:

- condotte prioritarie di adduzione nord-sud, necessarie per garantire l'approvvigionamento di base con acque di buona qualità anche nelle aree sfavorite;
- condotte di interconnessione nelle aree pedemontane caratterizzate da forte variabilità idrologica, necessarie per permettere l'esercizio delle diverse fonti sorgive o di subalveo in quota in modo coerente con le necessità di deflusso minimo vitale nei corsi d'acqua;
- linee secondarie opportune per l'incremento dell'affidabilità generale dei sistemi di produzione e adduzione.

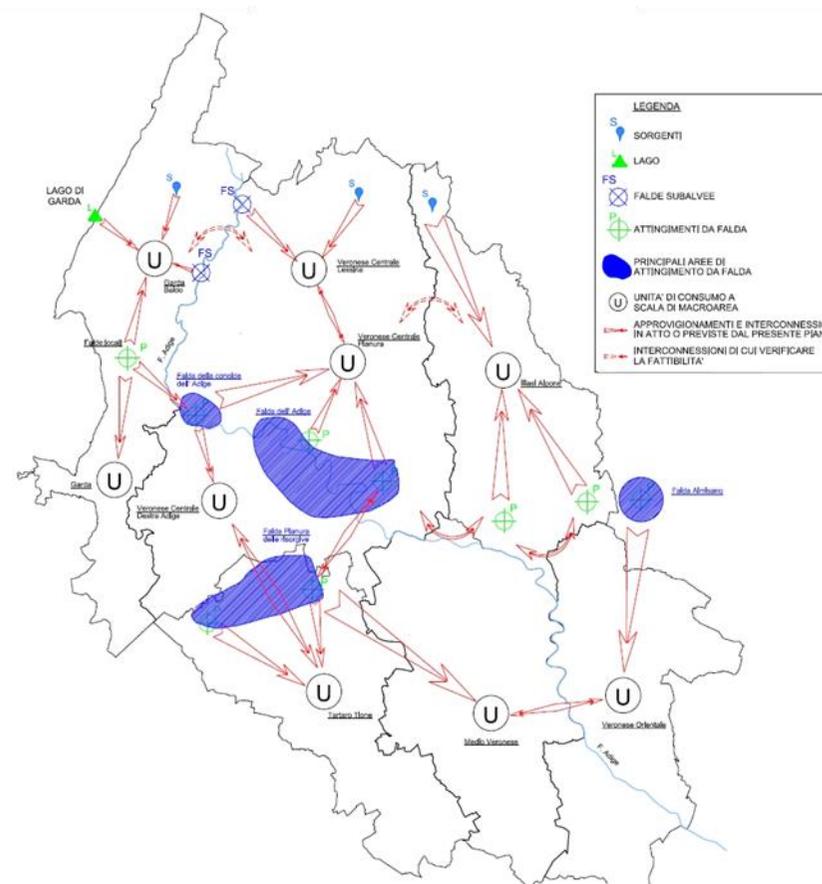
Nel modello venivano anche individuate le fonti di approvvigionamento idrico da salvaguardare, da potenziare e le nuove fonti da utilizzare.

2.2. IL PIANO D'AMBITO

Il Piano d'Ambito dell'ATO Veronese, approvato nel 2011, dopo un'analisi approfondita del territorio veronese ha individuato tra le altre, le principali aree di attingimento dalla falda, le interconnessioni da realizzare e quelle da verificare.

Tali informazioni sono sintetizzate nell'immagine seguente.

Lo stesso Piano ha evidenziato anche i rischi legati alla vulnerabilità degli acquiferi da cui attingere la risorsa.



In tale senso viene sottolineato l'elevato grado di vulnerabilità delle falde nelle zone dell'Alta pianura nelle quali ogni attività inquinante che si esercita sulla superficie di tali zone può provocare contaminazione delle acque sotterranee, che non sono adeguatamente protette da una copertura impermeabile.

Si cita: "Il fenomeno è esaltato dalla elevata permeabilità delle alluvioni ghiaiose, la quale consente una rapida e facile immissione negli acquiferi sotterranei degli agenti inquinanti dispersi sul piano di campagna.

Le azioni inquinanti attive nell'alta pianura possono contaminare anche le falde in pressione esistenti a valle poiché, come noto, esse sono contenute in livelli ghiaiosi direttamente collegati con il materasso alluvionale grossolano e indifferenziato posto a monte”.

attualmente valutabile in 180 km² (fonte ARPAV) ha inoltre contribuito a svalutare ulteriormente l'importanza di questa falda.

2.3. ANALISI DELLE RECENTI EVOLUZIONI DELLA QUALITÀ DEGLI ACQUIFERI

In piena coerenza a tali indicazioni sono le evidenze analitiche date dal monitoraggio delle fonti di approvvigionamento normalmente condotte dalla nostra azienda.

Risulta infatti che le falde acquifere del territorio sono frequentemente affette da contaminazioni dovute a:

- erbicidi (ad esempio l'atrazina e la terbutilazina, con i loro composti di degradazione, e più recentemente, l'emersione del glifosate) nella fascia pedemontana del territorio;
- nutrienti (ad esempio i nitrati): presenti soprattutto nella zona della Lessinia e della fascia pedemontana;
- inquinanti antropici (trieline e, ultima in ordine di tempo PFAS): con evidenze in zone varie della provincia e strettamente legati alla tipologia produttiva delle aziende insediate nei vari luoghi;
- inquinanti di origine naturale: l'esempio è quello dell'arsenico, il ferro, il manganese e l'ammoniaca, presenti soprattutto nelle falde di origine alluvionale della zona di bassa pianura del territorio.

Tali problematiche dimostrano la necessità di prevedere sistemi di trattamento e potabilizzazione delle acque efficienti e flessibili.

Confermano inoltre l'estrema importanza di prevedere delle dorsali di interconnessione tra i sistemi acquedottistici diversi, così da contribuire sia in caso di situazioni di temporanea careza idrica sia in caso di emersione di inquinamenti non previsti.

Già il Piano d'Ambito 2005 e 2011, con riferimento all'area di approvvigionamento di Almisano, a causa del progressivo depauperamento della risorsa che ha causato un rilevante abbassamento dei livelli di falda negli ultimi decenni e dei frequenti episodi di inquinamento registrati nel corso degli anni, considera questo acquifero non più strategicamente importante, ma lo relega a funzioni di risorsa di riserva.

L'emergenza della contaminazione da PFAS, evidenziata nel corso del 2013 e che interessa il territorio di 29 Comuni per un'area di estensione del *plume* di inquinamento

3. LA PROBLEMATICA PFAS

3.1. COMPARSA DELLA PROBLEMATICA

Con nota del 29/05/2013 (Prot. 0037869/TRI) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha evidenziato la presenza di sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS) nelle acque potabili e nelle acque superficiali della provincia di Vicenza e Comuni limitrofi a seguito di uno studio condotto dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e pubblicato lo stesso anno.

Il 07/06/2013 (con nota Prot. 0022264) l'Istituto Superiore di Sanità ha espresso le prime indicazioni sui composti perfluoro-alchilici, definendo gli elementi utili in merito alle sostanze inquinanti.

In data 11/06/2013 (Prot. 247377) la Regione Veneto ha inoltrato la nota del MATTM in cui si evidenzia la presenza di sostanze perfluoro-alchiliche in diversi corpi idrici superficiali ed in alcuni punti di erogazione pubblici delle acque potabili nella provincia di Vicenza e Comuni limitrofi. La comunicazione aveva lo scopo di portare a conoscenza della problematica i diversi Enti di controllo e di fornire ogni informazione concernente il riscontro della presenza di tali sostanze.

Già dal 03/07/2013 Acque Veronesi si è attivata per far fronte alla problematica attraverso una prima riunione di coordinamento interno. In tale sede si è deciso di sostituire il carbone attivo presente nei filtri con massa vergine (analizzando i pochi dati di letteratura presenti); l'inizio dell'intervento è fissato per il giorno successivo 04/07/2013 tramite ordine in somma urgenza. L'intervento è stato svolto dal giorno 04/07/2013 al giorno 09/07/2013 con la messa in esercizio del comparto di potabilizzazione.

In data 04/07/2013 (Prot. 286348) la Regione Veneto ha invitato i Gestori del Servizio Idrico Integrato a predisporre con la massima celerità tutte le procedure necessarie per acquisire le dotazioni tecnologiche ed impiantistiche atte a ridurre le sostanze segnalate, con il fine di ridurre le concentrazioni con l'unico criterio della maggior efficacia ottenibile.

Acque Veronesi risulta quindi essersi attivata ancora prima dell'arrivo della comunicazione formale inviata dalla Regione Veneto.

3.2. COMPOSTI PERFLUORO-ALCHILICI (PFAS)

3.2.1. Caratterizzazione

I PFAS sono un gruppo di composti di sintesi costituiti da una catena alchilica idrofoba interamente o parzialmente fluorurata e da un gruppo idrofilo alla fine, essi sono classificati come inquinanti chimici emergenti.

I composti sono utilizzati principalmente per rendere resistenti ai grassi e all'acqua vari materiali come tessuti, tappeti, carta, rivestimenti per contenitori di alimenti; sono ampiamente utilizzate in applicazioni civili ed industriali.

Tra le principali caratteristiche dei composti si cita: resistenza termica, inerzia chimica (dovuta ai legami C-F), inerzia biologica, idrofobicità e lipofobicità.

I PFAS sono composti dotati di elevata persistenza nell'ambiente e possono essere trasportati a distanza dall'acqua.

Si precisa che tali composti non sono presenti nella normativa nazionale relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano (D.Lgs 31/2001).

3.2.2. Definizione dei composti

Nel mese di Giugno 2013, Il laboratorio interno ad Acque Veronesi, in accordo con ARPAV, stila la metodica d'analisi e l'elenco dei composti ricercabili con le conoscenze e le tecnologie a disposizione, si riporta di seguito l'elenco dei composti che compongono il pacchetto d'analisi standard per la definizione della famiglia dei PFAS.

Acronimo	Nome	Formula
PFBA	Acido Perfluoro-butanoico	$C_4HF_7O_2$
PFPeA	Acido Perfluoro-pentanoico	$C_5HF_9O_2$
PFHxA	Acido Perfluoro-n-esanoico	$C_6HF_{11}O_2$
PFHpA	Acido Perfluoro-n-eptanoico	$C_7HF_{13}O_2$
PFOA	Acido Perfluoro-ottanoico o "C8"	$C_8HF_{15}O_2$
PFNA	Acido Perfluoro-n-nonanoico	$C_9HF_{17}O_2$
PFDeA	Acido Perfluoro-n-decanoico	$C_{10}HF_{19}O_2$
PFUnDA	Acido Perfluoro-n-undecanoico	$C_{11}HF_{21}O_2$
PFDoDA	Acido Perfluoro-dodecanoico	$C_{12}HF_{23}O_2$
PFBS	Acido Perfluoro-butansolfonico	$C_4HF_9O_3S$
PFHxS	Acido Perfluoro-esansolfonico	$C_6HF_{13}O_3S$
PFOS	Acido Perfluoro-ottansolfonico	$C_8HF_{17}O_3S$

3.2.3. Limiti di riferimento relativi alle concentrazioni dei composti

Dal mese di Maggio 2013 a Febbraio 2014, in assenza di altre indicazioni, Acque Veronesi in accordo con ULSS20 di Verona, adotta per le acque potabili i limiti di legge presenti nella normativa ambientale tedesca che corrispondono a PFOA+PFOS < 500 ng/L, come concentrazione che richiede provvedimenti precauzionali per la riduzione dell'assunzione di PFOA e PFOS nei neonati/lattanti e nelle donne in gravidanza.

In data 24/02/2014 (Prot. 15043) l'ULSS20 di Verona trasmette il parere dell'Istituto Superiore di Sanità in cui si definiscono i limiti di performance (obiettivo) da applicare per la distribuzione delle acque potabili e da valutare su base statistica, essi sono riportati nella tabella seguente.

Parametro	Limite [ng/L]	Nota
PFOA	500	-
PFOS	30	-
"Altri PFAS"	500	Il livello definito per "Altri PFAS" è riferito alla somma delle concentrazioni dei singoli PFAS - diversi da PFOA e PFOS - rilevati e quantificati nella procedura di controllo, comprendenti almeno i seguenti PFAS: PFBA, PFPeA, PFBS, PFHxA, PFHpA, PFHxS, PFNA, PFDeA, PFUnA, PFDoA.

Tabella 3-1. Limiti di performance (obiettivo).

3.3. COINVOLGIMENTO DI ACQUE VERONESI

Nell'ambito di gestione, Acque Veronesi si occupa della conduzione della centrale acquedottistica di Lonigo, il cui attingimento delle acque destinate ai pubblici acquedotti avviene dalla falda acquifera di Almisano, risultata essere interessata dall'inquinamento da composti della famiglia dei PFAS, come riportato nelle comunicazioni degli Enti Istituzionali.

Tale centrale soddisfa il fabbisogno idrico-potabile di 14 Comuni attualmente allacciati ed in gestione diretta (Veronese), consegna inoltre risorsa idrica ad altre 3 Società di gestione di Servizio Idrico Integrato (Vicentino e Padovano).

Sul totale dell'acqua potabile prelevata dall'ambiente e distribuita da Acque Veronesi, la Centrale di Madonna di Lonigo ha un valore pari a circa il 9% del totale (dato 2015).

L'importanza di tale impianto risulta quindi essere strategica per l'approvvigionamento idrico della popolazione e non vi è possibilità alcuna di approvvigionare i cittadini in altro modo in tempi brevi per tali ingenti portate.

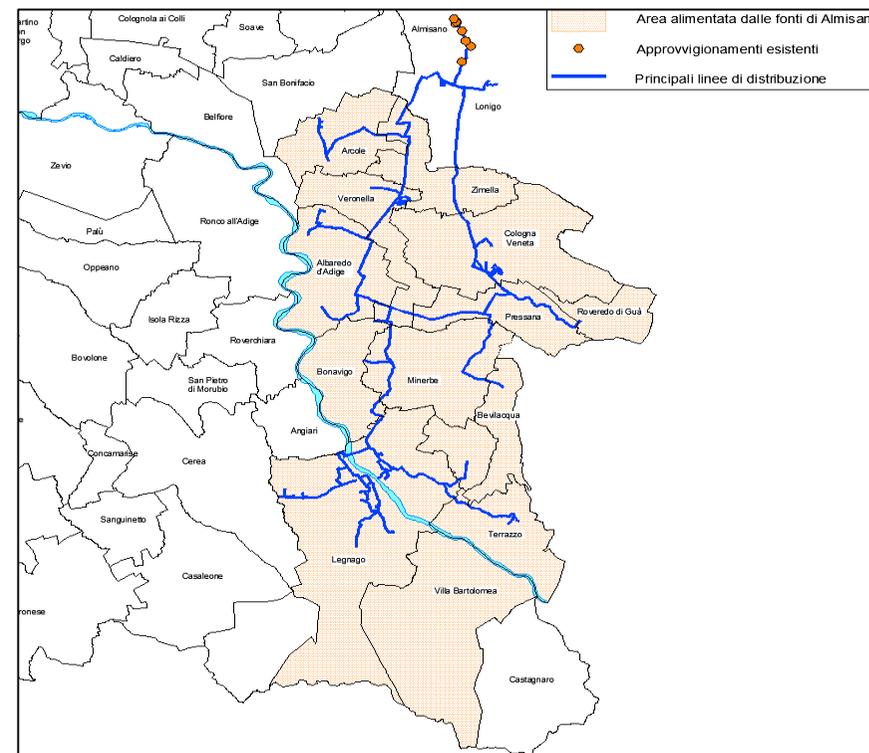
3.4. APPROVVIGIONAMENTO E FALDA ACQUIFERA

L'alimentazione idrica della centrale avviene tramite 6 pozzi artesiani in esercizio (oltre ad un ulteriore pozzo gestito direttamente dalla società Acque Potabili Spa).

La falda da cui si emunge è di tipo artesiano, i cui pozzi hanno portata e prevalenza spontanea. Dalla rielaborazione delle indagini idrogeologiche si evince che le finestre dei pozzi sono collocate dai 43 ai 103 metri dal piano campagna e sono poste in acquifero confinato.

La portata istantanea emunta complessivamente e rappresentativa di un giorno estivo è valutabile in circa 550 L/s.

Le portate dei pozzi sono convogliate in unica adduttrice di circa 5 km di lunghezza complessiva che alimenta la centrale di potabilizzazione, accumulo e distribuzione.



3.5. POPOLAZIONI COINVOLTE

Sono state calcolate le popolazioni approvvigionate dalla centrale acquedottistica in esame, in particolare si riportano gli abitanti suddivisi per Comune con l'aggiornamento dei dati al 31/12/2015. In seconda analisi, come richiesto dalla Regione Veneto, è stata ricostruita la filiera idro-potabile interessata dalla problematica PFAS, aggregando i dati in possesso dagli altri Gestori.

N. Comune	POPOLAZIONE RESIDENTE ISTAT al 30/09/2015	POPOLAZIONE SERVITA DA ACQUEDOTTO	PERCENTUALE DI COPERTURA DEL SERVIZIO
1 Albaredo d'Adige	5.280	3.672	69,5%
2 Arcole	6.209	4.855	78,2%
3 Bevilacqua	1.766	1.682	95,3%
4 Bonavigo	2.020	1.726	85,4%
5 Boschi Sant'Anna	1.439	1.114	77,4%
6 Cologna Veneta	8.668	7.663	88,4%
7 Legnago	25.352	18.536	73,1%
8 Minerbe	4.609	4.226	91,7%
9 Pressana	2.531	2.315	91,5%
10 Roveredo di Guà	1.566	1.260	80,5%
11 Terrazzo	2.231	530	23,8%
12 Veronella	5.022	4.605	91,7%
13 Zimella	4.928	4.179	84,8%
14 Villa Bartolomea	5.874	53	0,9%
SOMMA	77.495	56.415	72,8%

Tabella 3-2: popolazioni relative all'ambito di gestione di Acque Veronesi (dati 2015)

Si precisa che nel Comune di Villa Bartolomea i primi allacci alla rete acquedottistica sono avvenuti nell'anno 2015.

3.6. LOGICA DI FUNZIONAMENTO DELLA CENTRALE

La centrale ha subito nel biennio 2014-15 un potenziamento per adattarla alla problematica emersa.

Originalmente essa presentava una logica di funzionamento che prevedeva la parziale potabilizzazione delle acque provenienti dai pozzi miscelando con acqua tal quale, nel complesso di un bilancio idrico annuale circa il 50% veniva potabilizzato ed il rimanente accumulato nel serbatoio di accumulo senza trattamento tranne la sola disinfezione. Le acque così miscelate sono rese disponibili al comparto di pompaggio in rete di distribuzione.

La linea di potabilizzazione era composta da 2 filtri rapidi in pressione a sabbia e 4 filtri in pressione a Carbone Attivo Granulare (GAC) in grado di trattare una portata di progetto pari a circa 200 L/s a fronte di un tempo di contatto nelle colonne di carbone (EBCT) di 10 minuti. L'impianto di potabilizzazione è stato edificato nel 2005 ampliando la centrale in cui non era previsto alcun trattamento di potabilizzazione ed era stato progettato per abbattere Tri e Tetracloroetilene presenti al tempo nella falda di Almisano, la cui concentrazione attualmente è al di sotto dei limiti di legge contenuti nel D.Lgs. 31/01.

Le acque provenienti dal comparto di potabilizzazione e le rimanenti tal quali dei pozzi venivano accumulate in un unico serbatoio di accumulo con volume 1.000 m³, in esso veniva effettuata la disinfezione tramite ipoclorito di sodio.

La centrale infine prevede il pompaggio nelle reti di distribuzione tramite quattro linee distinte.

4. GESTIONE DELL'EMERGENZA

4.1. AZIONI INTRAPRESE NELL'IMMEDIATO

Alla comparsa della problematica e come comunicato dagli Enti di controllo, nell'immediato la Società si è attivata per l'analisi del sistema attuando diverse misure di contenimento del problema.

La prima riunione di coordinamento interna ha avuto luogo il 03/07/2013.

In primo luogo si è provveduto a:

- definire le portate emungibili dalle singole opere di presa da falda profonda svolgendo diverse prove in campo;
- definire le aree approvvigionate dalla centrale e la popolazione annessa;
- sostituire il carbone attivo granulare nei filtri con massa vergine di origine vegetale da noce di cocco altamente performante;
- ridefinire il piano di campionamenti implementandolo con le analisi relative ai PFAS dai pozzi all'immissione in rete di distribuzione;
- modificare le logiche di accensione delle pompe sommerse, prediligendo l'emungimento dai pozzi che presentano un minor grado di inquinamento, permettendo così di avere il minor carico di inquinante possibile in ingresso alla centrale e quindi ai filtri GAC.

Tali misure svolte nell'arco temporale di un mese, hanno permesso di trattare le acque con la minor concentrazione possibile di PFAS.

4.2. AZIONE INTRAPRESE NEI MESI SUCCESSIVI

Nei mesi successivi al Luglio 2013, si è provveduto ad affinare la conoscenza relativa ai composti PFAS, definendo l'impatto di tale problematica sulla gestione della centrale ed ampliando la strumentazione di laboratorio.

In particolare:

- è stato definito il tempo in cui il carbone attivo riesce a trattenere i composti;
- è stato calcolato il costo di gestione per far fronte alla problematica;
- è stata effettuata la modellazione matematica dell'intera centrale per permettere le simulazioni degli scenari alternativi;
- si è provveduto a potenziare il pompaggio da uno dei pozzi meno inquinati (tramite la sostituzione della pompa sommersa alloggiata nel pozzo);

- è stato implementato il parco strumenti di laboratorio per l'analisi dei composti.

Fin dalle prime analisi relative all'abbattimento dei composti, tramite la definizione delle concentrazioni all'interno dei filtri GAC, si è potuto notare che il profilo di abbattimento dei PFAS, se raffrontato con gli usuali inquinanti di natura antropica presenti nelle falde acquifere (come fitofarmaci ed organoalogenati), è quello di un carbone in via di esaurimento, ciò comporta che l'usura del letto non avviene a livello stratigrafico come normalmente accade, ma tutto il letto reagisce per alcuni dei composti della famiglia dei PFAS.

L'usura del letto come descritto, implica una veloce fuga di inquinanti dai filtri, che comporta necessariamente tempi brevi per la sostituzione delle masse. E' importante sottolineare che negli usuali dimensionamenti dei filtri a carboni attivi in pressione, il progettista calcola il quantitativo di inquinante da abbattere per garantire che il carbone nei filtri abbia un tempo di esaurimento almeno superiore ai 3 anni, in modo da assicurare una gestione ottimale delle centrali.

Dai calcoli effettuati per i PFAS si dimostra che i tempi di vita del carbone attivo sono diversi a seconda dei composti ed estremamente rapidi per alcuni di essi, per le condizioni al contorno che hanno caratterizzato la gestione negli ultimi tre anni per la centrale in esame, per abbattere il parametro PFOA si sono calcolati circa 240 giorni (8 mesi) in cui il carbone attivo riesce ad abbatterlo, mentre per il parametro PFBA il tempo medio in cui avviene la rimozione per 4 singole ricariche di carbone si attesta in circa 50 giorni.

E' bene ricordare che il parametro PFBA è contenuto nel limite "Altri PFAS", perciò sarà proprio questo parametro a dettare le sostituzioni del carbone nei filtri, infatti è stato effettuato un cambio completo dei carboni nel corso del 2013, 3 cambi nel corso del 2014 ed 1 nel 2015, per un totale di 5 cambi di carbone in meno di 3 anni.

Tra le attività svolte vi è anche la ricerca e la sperimentazione di alcune tecniche di abbattimento alternative, argomento che verrà meglio illustrato nel prossimo paragrafo.

4.3. LE SPERIMENTAZIONI

Visti i ridotti tempi di vita delle masse adsorbenti, in assenza di dati nella letteratura tecnica, la Società ha effettuato diverse sperimentazioni per ricercare nuove tecniche di abbattimento dei composti e in prima analisi definire la tipologia di carbone più performante. Sono state scelte sperimentazioni che, nel caso di esito positivo, fossero il più possibile integrabili con l'impianto in gestione.

Per quanto riguarda l'indagine sull'efficacia delle diverse tipologie di filtri GAC sono stati effettuati diversi test di abbattimento da parte di un'azienda produttrice di carbone, testando altre tipologie di carbone con matrici di origine diverse e con diversi indici specifici delle masse.

Da tali studi è emerso che il carbone attivo vegetale da noce di cocco è il più performante per abbattere tali composti.

4.3.1. Impianto pilota per il processo di ossidazione avanzata (AOP).

È stato installato presso la centrale un impianto pilota (con portata di circa 0,5 L/s) per verificare l'ossidazione dei composti tramite l'utilizzo della combinazione di Ozono con radiazioni UV.

Si è verificato se il processo fosse in grado di rompere le catene fluorurate, tramite la formazione del radicale ossidrilico OH^\bullet che possiede un potere ossidante più forte dell'ozono.

I vantaggi ipotizzati relativi a questa tecnica di potabilizzazione vertono principalmente nella possibile rimozione diretta dei composti, l'assenza di rifiuti secondari del processo e la compatibilità con il processo esistente a carboni attivi.

A sua volta gli svantaggi previsti riguardano la potenziale formazione di sottoprodotti non noti a priori sia nelle reazioni intermedie che nell'intero processo.

I risultati delle 9 singole prove effettuate variando i dosaggi di Ozono, risultano essere nulli, come riportato nei grafici in allegato. La sperimentazione dimostra quindi che tali composti non possono essere ossidati con le attuali conoscenze tecniche.

4.3.2. Utilizzo di carbone attivo in polvere

Si è provveduto a testare l'abbattimento dei PFAS tramite il carbone attivo in polvere (PAC) ipotizzando uno sviluppo impiantistico secondo la logica dell'abbattimento multi-barriera con le sezioni PAC-GAC in serie. Per l'esecuzione della sperimentazione sono state eseguite 68 prove di Jar Test, utilizzando diverse matrici grezze (miscela pozzi, pozzo più inquinato e acqua precedentemente trattata dai carboni attivi granulari). Si è inoltre provveduto a testare quattro distinte tipologie di carbone le cui principali differenze vertono negli indici specifici di qualità delle masse, sono stati variati i dosaggi per la ricerca di quello ottimale e nelle prime prove per la coagulazione sono stati utilizzati quattro reagenti (Cloruro Ferrico, Poliacrilammide, Bentonite e Policlorosolfato di Alluminio).

Per permettere le reazioni e valutarne i risultati, sono stati variati i tempi di contatto tra la massa adsorbente e l'acqua trattata con presenza di PFAS, infine per simulare il ciclo di filtrazione a sabbia, ogni campione è stato filtrato a $0,45 \mu\text{m}$ prima dell'analisi di laboratorio.

La sperimentazione ha dato molti risultati utili per la letteratura tecnica e per affinare la conoscenza della famiglia dei composti, ma nessun risultato è stato ottimale per permettere di potenziare l'impianto esistente inserendo tale comparto.

È stato possibile calcolare la correlazione tra l'abbattimento dei composti ed il dosaggio di PAC con diversi tempi di contatto, dimostrando quali tipologie di PAC si sono rivelate più performanti e definire il tempo di contatto ideale, dati necessari per i possibili futuri dimensionamenti del comparto in scala reale.

Un aspetto dimostrato dalle sperimentazioni è relativo alla correlazione tra i pesi molecolari dei composti ed il loro abbattimento, si è dimostrato che i composti definiti a "catena lunga" con 8 ed oltre atomi di carbonio, vengono rimossi quasi completamente, mentre i composti a "catena corta" con 6 o meno atomi di carbonio sono difficilmente trattiene.

Alla luce dei risultati, si è provveduto ad effettuare ulteriori test per definire se in assenza di composti a "catena lunga" sia possibile abbattere quelli a "catena corta", si sono riscontrati risultati a tal proposito, infatti l'Acido Perfluoro Butanoico, che concorre nel limite più restrittivo degli "Altri PFAS", presenta abbattimenti maggiori (massimo 20%) al decrescere del PFOA in ingresso, in definitiva l'abbattimento delle catene fluorurate corte cresce al decrescere della presenza di quelle lunghe, ma i risultati non sono stati tali da indurre alla progettazione ed esecuzione del comparto per lo stoccaggio, dosaggio e rimozione dalle acque di risulta del PAC.

Negli allegati si riportano i grafici dei risultati ottenuti.

5. INTERVENTI

Si elencano di seguito gli interventi di tipo infrastrutturale per il trattamento dell'emergenza PFAS.

5.1. INTERVENTI DI BREVE-MEDIO TERMINE

Gli interventi elencati di seguito corrispondono ad un impegno complessivo di euro 6.920.000, parzialmente già previsti nel PDI 2016-19.

5.1.1 Interventi sulla centrale di Lonigo

- Potenziamento del potabilizzatore di Lonigo (euro 1.400.000)
- Potenziamento del serbatoio di Lonigo (euro 1.400.000)

5.1.2 Intervento per il potenziamento delle portate disponibili

- Nuovo pozzo Belfiore (euro 220.000)

5.1.3 Interventi di ricerca perdite, manutenzione e piccola estensione reti

- Ricerca perdite di rete (euro 125.000)
- Interventi di adeguamento a livello minimo di esercizio delle infrastrutture acquedottistiche (euro 625.000)
- Interventi per risolvere situazioni di potenziale pericolo per la salute pubblica [...] (euro 250.000)

5.1.4 Estensione rete acquedottistica su comuni serviti

- Estensione rete acquedottistica in loc. S. Pietro nel Comune di Legnago (euro 1.000.000)
- Estensione rete acquedottistica nel Comune di Terrazzo (euro 225.000)
- Estensione rete acquedottistica nel Comune di Boschi Sant'Anna (euro 135.000)
- Estensione rete idrica nel Comune di Villa Bartolomea (euro 220.000)
- Estensione rete idrica a Locara nel Comune di San Bonifacio (euro 160.000)

5.1.5 Ulteriori interventi non previsti nel PDI 2016-19

- Ulteriori interventi di estensione rete (euro 1.160.000)

5.1.1. **Potenziamento della centrale di Madonna di Lonigo**

Per la risoluzione della fase di emergenza, è stato redatto un progetto di ampliamento della centrale acquedottistica, potenziando sia il comparto di potabilizzazione che quello di accumulo.

Il progetto di potenziamento è stato inviato in Regione Veneto il 15/11/2013 (prot. 18154).

Ad oggi i lavori sono in fase di ultimazione e si prevede l'avvio a regime dell'impianto entro il mese di Maggio 2016.

In particolare le opere di progetto hanno previsto l'installazione di altri 3 filtri rapidi a sabbia e 6 filtri con carboni attivi granulari in aggiunta agli esistenti, il potenziamento del comparto di potabilizzazione permetterà di trattare la totalità delle acque provenienti dai pozzi, con una portata complessiva di 500 L/s a fronte dei 10 minuti di tempo di contatto nelle colonne di carbone.

Parte essenziale del potenziamento verte inoltre nella messa in esercizio di un nuovo serbatoio di accumulo, con volume 4.000 m³ che integra quello esistente da 1.000 m³, ciò permetterà di avere maggiore disponibilità idrica prima dell'immissione in rete di distribuzione e conseguentemente sfruttare le opere di presa che presentano un minore grado di inquinamento da PFAS.

L'importo complessivo dell'opera è stato di € 2.800.000.

Tale intervento consente il pieno rispetto dei limiti di Legge attualmente indicati, a fronte però di costi gestionali importanti.

5.1.2. **Intervento per il potenziamento delle portate disponibili**

Nel Comune di Belfiore è inoltre prevista la realizzazione di un nuovo campo pozzi per un importo complessivo di euro 220.000 .

Questa infrastruttura viene ritenuta strategica per garantire la necessaria qualità e quantità di acqua alla nuova rete acquedottistica del Comune di Belfiore.

In aggiunta a questo obiettivo la stessa infrastruttura potrà garantire in questa fase l'approvvigionamento idrico al Comune di Arcole, eliminando il carico idrico connesso alle utenze di tale Comune dal sistema di approvvigionamento che afferisce alla centrale acquedottistica di Lonigo.

Si prevede di terebrare approssimativamente sino a 100m di profondità e di ottenere una portata di circa 25-50 l/s.

5.1.3. Interventi di ricerca perdite, manutenzione e piccola estensione reti

In aggiunta alle opere necessarie a garantire il rispetto dei limiti di Legge sull'acqua erogata dalla centrale di Lonigo e per ridurre il bacino dei Comuni serviti da tale centrale, il Programma degli Interventi 2016-2019 prevede alcuni interventi per la manutenzione ordinaria e straordinaria del sistema acquedottistico.

Tali interventi riconducibili in generale a tutta l'area di gestione possono essere considerati parzialmente funzionali anche all'area interessata dalla rete acquedottistica interessata dalla presenza di PFAS.

- Ricerca perdite acquedotto e riduzione acque parassite in fognatura: si tratta delle attività per la ricerca delle perdite nelle reti acquedottistiche e delle acque parassite nelle reti fognarie. La ricerca perdite sarà effettuata anche aumentando l'attuale livello di distrettualizzazione delle reti sul territorio.
- Adeguamenti a livello di esercizio minimo e ottimizzazione reti e impianti acquedotto/fognatura/depurazione: si tratta di interventi necessari per far fronte alla necessità di adeguare gli impianti alle normative tecniche e di sicurezza vigenti, sono stati previsti essenzialmente investimenti per il rinnovo e l'adeguamento normativo degli impianti (richiesti per soddisfare le normative tecniche e di legge vigenti) e per l'adeguamento degli impianti necessari per garantire la sicurezza degli operatori.
- Situazioni di potenziale pericolo per la salute pubblica e danno all'ambiente: interventi acquedotto e fognatura: rientrano in questa categoria di opere tutti gli interventi di manutenzione ritenuti urgenti e prioritari su impianti e reti del servizio idrico a causa di problemi contingenti quali, ad esempio, presenza di arsenico nelle acque potabili, problemi allo scarico di depuratori segnalati dalle autorità competenti, carenze strutturali di reti ed impianti anche per sopperire a mancanza di acqua potabile, ecc.

5.1.4. Estensione rete acquedottistica su comuni serviti

Gli interventi descritti in questo paragrafo sono già previsti e programmati nel PDI 2016-19.

Nel comune di Boschi Sant'Anna è previsto l'intervento di "Estensione rete acquedottistica nelle vie Sabbioni e Boschetto" per un importo pari a 135.000 euro.

La finalità dell'opera è di estendere il servizio acquedottistico a via Boschetto e via Sabbioni (sino a via Cà Marcella), ove si stimano presenti circa 25-30 utenze. Il nuovo tratto da realizzare è lungo 980 m e insiste su una strada comunale. E' prevista la posa di una condotta in PEAD con diametro 110 mm e classe di pressione PN16.

Si stima di poter raggiungere complessivamente circa 70 abitanti residenti.

Nel comune di San Bonifacio è previsto l'intervento di "Estensione rete acquedottistica a Locara zona via Perarolo" per un importo di euro 160.000.

Nello specifico è prevista l'estensione della rete idrica esistente in Via Perarolo nei due punti di incrocio con Via Perarolo e Via Sant'Angela, prevedendo le sostituzioni delle saracinesche esistenti DN100 ed il prolungamento di rete prevedendo la chiusura ad anello in Via Padana Inferiore (Strada Regionale 11).

L'intervento è previsto completamente su strada pubblica e non necessiterà di servizi o acquisizione di terreni privati.

L'opera prevede di chiudere la maglia acquedottistica ad anello, assicurando un servizio migliore come gestione nel caso d'interruzione del servizio (per manutenzione), senza creare disservizio alle utenze e garantendo una migliore circolazione d'acqua evitando il ristagno.

Con tale intervento si stima di poter raggiungere complessivamente circa 200 abitanti residenti.

A Legnago sarà realizzata l'opera denominata "Interventi per risolvere il problema arsenico nell'acqua potabile: completamento rete di distribuzione idrica nel comune di Legnago: 1° stralcio" per un importo complessivo di euro 1.000.000.

Questo intervento prevede l'estensione della rete di approvvigionamento idrico per alcune aree attualmente non servite da rete idrica in loc. San Pietro di Legnago, oltre a consentire il collegamento tra alcuni rami di acquedotto esistenti.

Gli abitanti complessivi che sarà possibile allacciare alla conclusione dei lavori sono circa 400.

Nel comune di Terrazzo sarà realizzato l'intervento di "Estensione rete idrica in Via Maria Sambo" con importo complessivo di euro 225.000.

Tali opera prevede la fornitura e la posa di un tratto di rete acquedotto in PEAD DN 125 per una lunghezza di circa 850 m e consentirà l'allacciamento di circa 150 residenti nella zona.

A Villa Bartolomea sarà realizzata l'opera denominata "Estensione rete idrica" con un importo complessivo di euro 220.000.

Si prevede l'estensione della rete idrica lungo via Arzaron con la posa di una tubazione in ghisa sferoidale DN250 per un percorso di circa 870 m su strada comunale.

Gli abitanti complessivi che sarà possibile allacciare alla conclusione dei lavori sono circa 88.

5.1.5. Ulteriori interventi non previsti nel PDI 2016-19

In aggiunta agli interventi già espressamente previsti nel PDI 2016-19 altre aree del territorio necessitano di ulteriori opere per l'estensione della rete acquedottistica.

Ragionando in termini di priorità i comuni per i quali si ritiene più importante intervenire sono innanzi tutto quelli interessati dal flusso di inquinante nelle proprie falde.

In tali casi, infatti, i pozzi privati, unica alternativa all'approvvigionamento idrico tramite rete acquedottistica, sono potenzialmente contaminabili.

In base alle conoscenze odierne, i Comuni interessati dal *plume* di PFAS sono i seguenti:

- Arcole (marginalmente);
- Cologna Veneta;
- Pressana;
- Zimella.

Come precauzione inoltre nell'elenco viene inserito anche il Comune di San Bonifacio i cui confini sono vicini all'area interessata dalla presenza dei composti perfluoro-alchilici.



Per tali Comuni, a condizione di individuare idonea fonte di finanziamento, si ritiene auspicabile un intervento di estensione delle reti per un importo stimato di circa 1.160.000.

5.2. INTERVENTI PER LA SOSTITUZIONE DELLE FONTI

5.2.1. Nel territorio veronese

Dall'analisi delle problematiche da risolvere per fronteggiare la situazione di crisi innescata dall'inquinamento della falde nella zona di alta pianura compresa fra le provincie di Vicenza, Padova e Verona emerge che la soluzione potrebbe essere individuata in una struttura di interconnessione che consenta l'integrale sostituzione degli approvvigionamenti a rischio, in grado di approvvigionare ed addurre all'area di Lonigo una portata idrica dell'ordine di 900 l/s.

Dall'analisi ricognitiva condotta sulle strutture di acquedotto esistenti ad ovest dell'area critica si evince che una portata d'acqua così importante, pur mantenendo tutte le riserve determinate dalla parziale conoscenza degli acquiferi che si prevede sfruttare, può essere reperita solamente grazie all'apporto di più fonti diversificate.

La soluzione emersa dall'analisi delle diverse ipotesi considerate, prevede i seguenti interventi coordinati:

1. sfruttamento delle falde in Verona est per l'approvvigionamento della parte principale della portata necessaria;
2. contemporaneo sfruttamento delle falde in zona Caldierino e in zona Belfiore per l'integrazione degli approvvigionamenti da Verona est;
3. sfruttamento delle falde di Bussolengo per sopperire, almeno parzialmente, al minor apporto a Verona città con le distrazioni causate dall'intervento di cui al punto 1.

L'acquifero che al momento appare più interessante da sfruttare, sia in termini qualitativi che quantitativi, è quello ubicato in zona Verona est, dove attualmente attingono due importanti campi pozzi (Verona est e Montorio Veronese) che Acque Veronesi utilizza per l'alimentazione della città di Verona; la portata che si ritiene di poter approvvigionare da tali aree è stimata in via preliminare in 400-500 l/s.

Spostandosi verso est un secondo acquifero di interesse è certamente quello sfruttato dall'acquedotto di Caldiero in zona Caldierino (denominato Caldiero ZAI); specialmente i due pozzi profondi, che attingono dalle falde confinate poste alla profondità fra 160 e 200 m, permettono di ipotizzare la possibilità di ritrarre da tale area una portata di almeno 70-100 l/s.

Un'altra area che si ipotizza di sfruttare ai fini del nuovo approvvigionamento idrico è quella in comune di Belfiore, dove attualmente non esistono pozzi di utilizzo pubblico, ma che sulla base del quadro idrogeologico locale si prevede possa garantire una portata da 100 a 200 l/s.

I minori apporti alla città di Verona causati dalla distrazione delle falde di Verona est verrebbero in parte assorbiti dalle attuali fonti già attive in Verona città (circa il 50%), per il rimanente 50% (250 l/s) rimpiazzati da una nuova linea di approvvigionamento da pozzi da realizzare in zona Bussolengo.

Gli interventi descritti che determinano un importo complessivo di euro 53.800.000, e che ad oggi non trovano pianificazione esplicita nel Programma degli Interventi 2016-19, possono essere sintetizzati nella seguente tabella.

Interconnessione	Importo
Linea adduttrice Verona est - Lonigo e pozzi Verona est	43.000.000
Approvvigionamento da Belfiore	2.580.000
Collegamento campo pozzi Caldiero	2.500.000
Pozzi Bussolengo e adduttrice a Verona ovest	5.500.000

In aggiunta a tali opere, in seconda battuta, è possibile ipotizzare un ulteriore intervento che prevede:

- posa di una condotta di adduzione DN 1000 mm fra l'area di approvvigionamento di Bussolengo e Verona est con aggiramento sul lato sud della città di Verona; il tracciato presenta lunghezza circa 25 Km con tubazione DN 1000 mm;
- realizzazione, presso il campo pozzi a Bussolengo, di una centrale di sollevamento meccanico tramite elettropompe in grado di integrare fino a totale copertura la portata sottratta a Verona es, prevede la realizzazione delle seguenti opere:
 - Esecuzione di n. 4 pozzi di capacità nominale 60 l/s ciascuno, terebrati fino alla profondità di 90 m;
 - Costruzione, presso il campo pozzi, di una vasca di accumulo a terra, della capacità di 1.000 m³.

Complessivamente il costo complessivo connesso con la realizzazione di questo intervento è stimato in euro 36.300.000.

5.2.2. Interventi complementari al di fuori del territorio veronese

Solo per completezza di informazione si citano anche alcuni interventi che sono in fase di valutazione per l'interconnessione della centrale di Lonigo anche con le aree a nord e a sud est del territorio.

Intervento complementare 1 – Centro Veneto Servizi

E' prevista la realizzazione di una dorsale di interconnessione con diametri variabili da DN 500 a 1000, in grado di addurre verso Lonigo una portata media di 150 l/s e di punta pari a 225 l/s connettendo la rete del MoSAV, per un costo complessivo stimato di euro 21.000.000.

Intervento complementare 2 – Acque del Chiampo

E' prevista la realizzazione di una dorsale di interconnessione con diametri variabili da DN 300 a 600, in grado di addurre verso Lonigo una portata media di 50 l/s e di punta pari a 80 l/s, per un costo complessivo stimato di euro 19.000.000.

Si ipotizza in questo caso di utilizzare le fonti e i pozzi della medio-alta Valle dell'Agno.

5.3. SINTESI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI PER L'AREA VERONESE

Consiglio di Bacino	Ente Gestore	Intervento	Importo	Portata sostituiva fornita	Area beneficiaria dell'intervento	Cantierabilità
Veronese	Acque Veronesi	Intervento urgente per risoluzione fase di emergenza presenza PFAS nelle acque potabili prelevate ad Almisano	2.800.000		Intero bacino servito dalla centrale di Lonigo	PI 2016-2019 e finanziamento della Regione Veneto
Veronese	Acque Veronesi	Nuovo pozzo Belfiore	220.000	50 l/s	Veronese est	PI 2016-2019
Veronese	Acque Veronesi	Interventi di ricerca perdite, manutenzione e piccola estensione reti	1.000.000		Veronese est	PI 2016-2019
Veronese	Acque Veronesi	Estensioni rete immediatamente cantierabili	1.740.000		Veronese est	PI 2016-2019
Veronese	Acque Veronesi	Ulteriori interventi di estensione rete	1.160.000		Veronese est	subordinata al reperimento della fonte di finanziamento
Veronese	Acque Veronesi	Linea adduttrice Verona est - Lonigo e pozzi Verona est	43.000.000	500 l/s	Intero bacino servito dalla centrale di Lonigo	subordinata al reperimento della fonte di finanziamento
		Approvvigionamento da Belfiore	2.580.000			
		Collegamento campo pozzi Caldiero	2.500.000			
		Pozzi Bussolengo e adduttrice a Verona ovest	5.500.000			
Veronese	Acque Veronesi	Interconnessione Bussolengo - Verona Est	36.300.000	200 l/s	Intero bacino servito dalla centrale di Lonigo	subordinata al reperimento della fonte di finanziamento
totale Veronese			96.800.000			