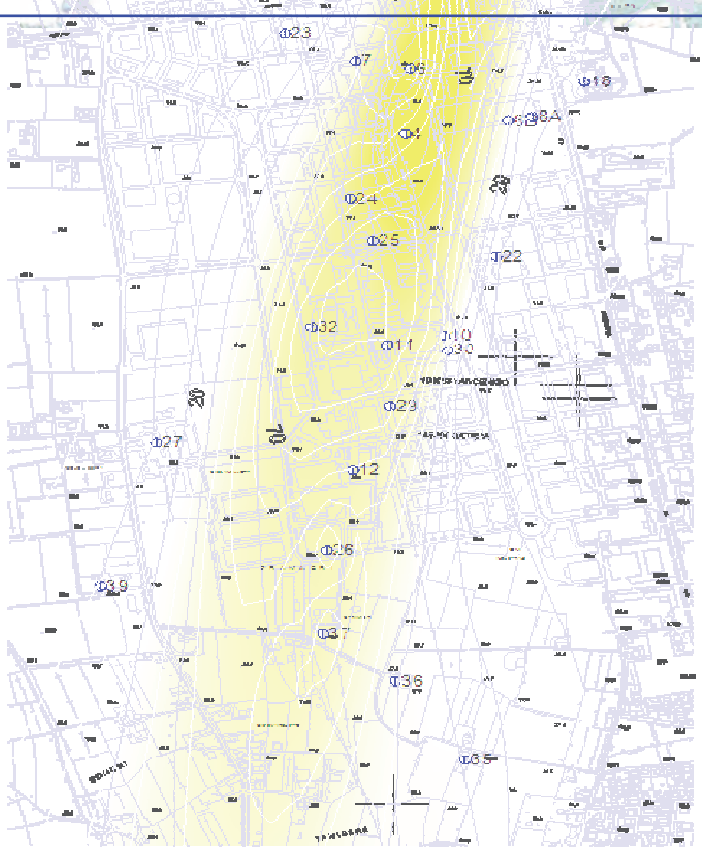
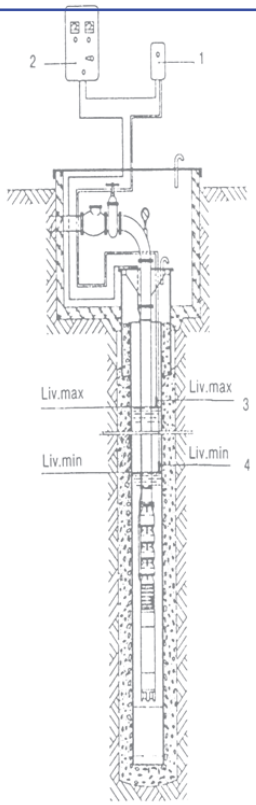
arpav
Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto

REGIONE DEL VENETO

STATO DELL'INQUINAMENTO DA SOSTANZE PERFLUOROALCHILICHE (PFAS) IN PROVINCIA DI VICENZA, PADOVA E VERONA

Aspetti geologici e idrogeologici, la rete idrografica, il sito potenzialmente inquinato e prima delimitazione dell'inquinamento al 30.09.2013





ARPAV

Direzione Tecnica
Direttore Paolo Rocca

Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio
Direttore Alberto Luchetta

Dipartimento Regionale Laboratori
Direttore Francesca Daprà

Dipartimento Provinciale di Vicenza
Direttore Vincenzo Restaino

Progetto e realizzazione
Vincenzo Restaino, Massimo Mazzola

Autori
Massimo Mazzola
Italo Saccardo (Capitolo 5.2)
Roberta Cappellin (Capitolo 6)

Via Matteotti, 27
35137 Padova Italy
Tel. +39 049 8239374
Fax +39 049 660966

30 settembre 2013

Riassunto

A seguito della comunicazione prot. n° 0060628 del 04/06/2013 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) che segnalava[1] *la presenza anomala di sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS*[2]*) in diversi corpi idrici superficiali e nei punti di erogazione pubblici delle acque della provincia di Vicenza e comuni limitrofi, il Dipartimento ARPAV di Vicenza in collaborazione con le altre strutture dell'Agenzia e della Regione iniziava le prime indagini necessarie alla delimitazione dell'inquinamento e all'individuazione delle relative fonti di immissione. Tale attività si è sviluppata contemporaneamente e a supporto alle iniziative di tutela della salute pubblica e delle acque di tutti gli Enti coinvolti attraverso la coordinazione della Direzione Prevenzione e della Direzione Tutela Ambiente della Regione del Veneto.*

Considerata la vastità del territorio interessato, i complessi rapporti tra acque superficiali e sotterranee e inoltre le molteplici fonti di approvvigionamento acquedottistiche presenti, l'indagine si è sviluppata a ritroso partendo dalle reti di distribuzione alle opere di presa risultate contaminate e, da quelle, i corpi idrici sotterranei e superficiali, fino all'area sorgente.

Dopo le prime indicazioni che interpretavano la zona di origine (leakage) del plume inquinante in un'area a nord ovest di Vicenza (media valle dell'Agno in comune di Trissino), un progressivo affinamento dei controlli nelle acque di falda, nei corsi d'acqua e negli scarichi ha permesso di individuare la possibile origine dell'inquinamento in un'area di pertinenza dello stabilimento chimico della Miteni S.p.A.

In questo primo rapporto di sintesi si espone un aggiornamento dello stato delle conoscenze relative alla distribuzione nell'ambiente della contaminazione, a una sua prima delimitazione, alle problematiche emerse e alle attività predisposte da ARPAV a tre mesi circa dall'inizio delle indagini.

[1] *Segnalazione basata sui risultati della ricerca del CNR "Rischio associato alla presenza di sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS) nelle acque potabili e nei corpi idrici recettori di aree industriali nella Provincia di Vicenza e aree limitrofe" - IRSA-CNR – Roma, 25 marzo 2013.*

[2] *Da questo punto in avanti, per brevità, si utilizzerà questo acronimo.*

INDICE

1. **PREMESSA** **7**

2. **INQUADRAMENTO GEOGRAFICO** **10**

3. **ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI** **12**

4. **IL DEFLUSSO SOTTERRANEO** **16**

5. **L'INQUINAMENTO** **19**

5.1. **ACQUE SOTTERRANEE** 23

5.2. **ACQUE SUPERFICIALI** 27

5.2.1. *RISULTATI DELLE MISURE EFFETTUATE* *28*

5.2.2. *TRATTO TOGNA- FRATTA – GORZONE* *29*

5.2.3. *TRATTO GUÀ – FRASSINE* *34*

5.2.4. *TRATTO RETRONE - BACCHIGLIONE* *36*

5.2.5. *SINTESI DEI RISULTATI SUI CARICHI STIMATI* *37*

6. IL SITO POTENZIALMENTE INQUINATO: SITUAZIONE AMBIENTALE E MESSA IN SICUREZZA 40

6.1. *ITER PROCEDIMENTO DI BONIFICA ART. 245 DEL D.LGS 152/2006* *40*

6.2. *POZZI E PIEZOMETRI PRESENTI NEL SITO* *41*

6.3. *CONTAMINAZIONE POTENZIALE RILEVATA* *42*

6.4. *MISURE DI MESSA IN SICUREZZA ATTUATE* *44*

7. **CONCLUSIONI** **47**

BIBLIOGRAFIA

ALLEGATI

OMISSIS

1 - PREMESSA

A partire degli anni settanta la falda freatica della media e bassa valle dell'Agno (Comuni di Trissino, Montecchio Maggiore, Arzignano) è stata soggetta a numerosi episodi d'inquinamento provenienti dalle numerose attività produttive esistenti nell'area con diffusione di alcune sostanze tra cui i trifluorobenzeni (BTFs) e i derivati azotati.

Tra tali composti fu rilevata la presenza di nitrobenzotrifluoruro (in seguito indicato anche come mononitro) per mezzo della spettrometria di massa eseguita dall'Istituto Superiore di Sanità che, essendo quantitativamente il più rilevante, assunse la funzione di tracciante. Tale inquinamento, datato 1977, fu rilevato per mezzo di controlli preventivi delle autorità sanitarie dell'epoca (Medico Provinciale) che segnalavano la presenza di nitrofluoroderivati in numerosi pozzi dei comuni di Altavilla Vicentina, Sovizzo, Montecchio Maggiore. Come fu successivamente accertato tale contaminazione proveniva dallo stessa area sorgente dell'inquinamento attuale e interessò un'estesa parte dell'area ora contaminata da PFAS.

La mancanza a quei tempi di elementi nella letteratura scientifica internazionale che permettessero di definire la tossicità acuta e cronica dei composti inquinanti e la conseguente impossibilità di valutare la pericolosità dell'inquinamento in un territorio in cui insistevano numerose fonti di approvvigionamento idrico potabile indussero la Regione ad intervenire con una serie di interventi di emergenza sia a breve che a lungo termine.

A breve termine l'intervento si concretizzò con la sostituzione delle fonti di approvvigionamento acquedottistiche di allora mentre nel medio termine si intraprese una serie di ricerche che consentirono di definire la dimensione, la portata e le caratteristiche del fenomeno. La sintesi di tali indagini è rappresentato dall'importante studio IRSEV "Studio geologico e chimico dell'inquinamento della falda acquifera nei Comuni di Montecchio M., Creazzo, Sovizzo e Altavilla V." datato giugno 1979.

Questo storico episodio si contraddistinse sensibilmente da altri eventi contemporanei registrati nell'area non soltanto per la geometria del plume inquinate ma soprattutto per la specie contaminate (nitrofluoroderivati) allora completamente sconosciuta.

La delimitazione di quella contaminazione, ottenuta con una serie di campagne di campionamento dell'estate-autunno 1977, formava un plume inquinante stretto lungo il fianco orientale della vallata dell'Agno fino a Montecchio Maggiore (Fig. 1 Ricostruzione della contaminazione del 1977) dove curvandosi, si apriva nella pianura di Sovizzo-Creazzo, chiudendosi poco prima di Vicenza.

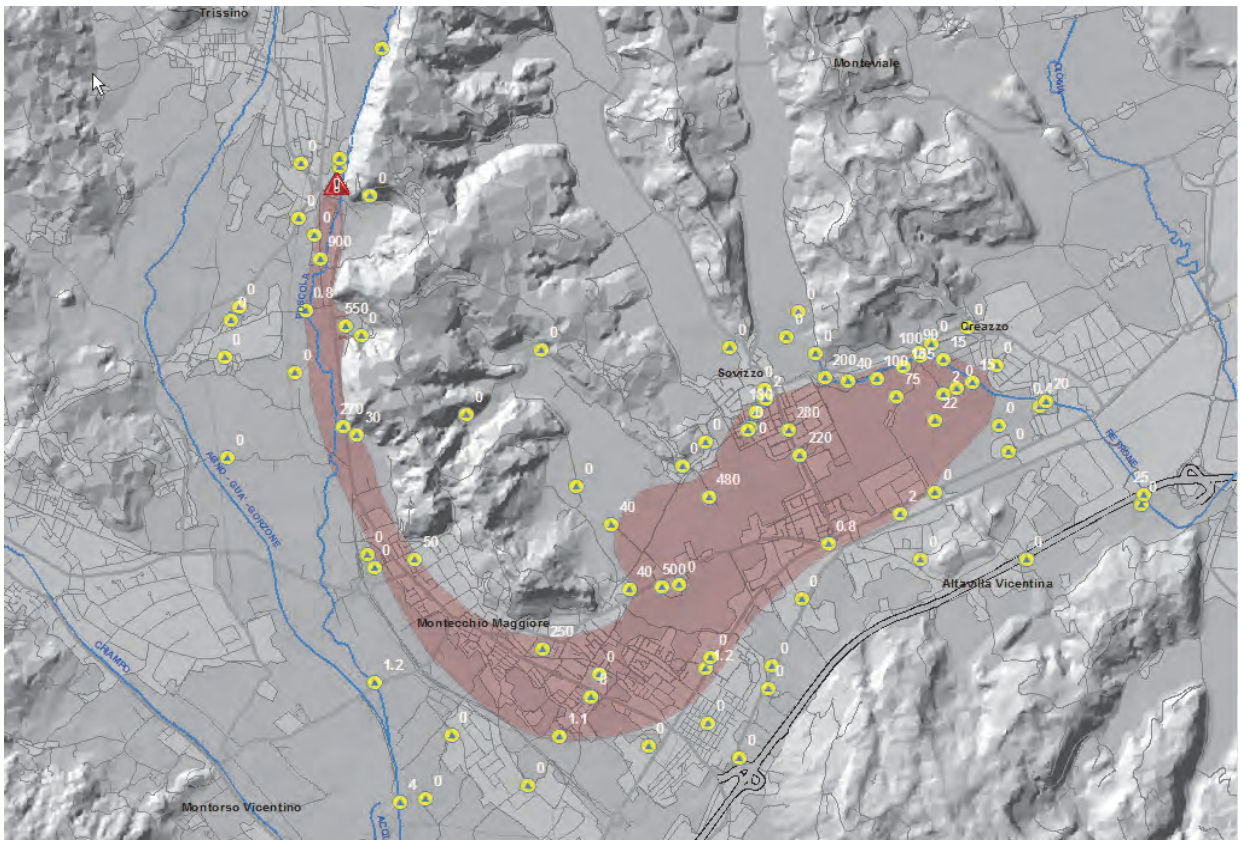


Figura 1: *Ricostruzione dell'area contaminata nell'episodio storico da inquinamento da nitrofluoroderivati degli anni '70 con evidenziati i punti della rete di controllo delle acque (sotterranee e superficiali) per i controlli periodici dell'epoca. L'etichetta in bianco riporta le relative concentrazioni rilevate nell'aprile '77 espresse in µg/l della specie inquinante.*

Tale delimitazione, benché ricostruita su diverse centinaia di analisi chimiche di acque di altrettanti pozzi che non lasciano alcun dubbio sulla validità dell'elaborazione, soffrì della limitata sensibilità strumentale dell'epoca con importanti conseguenze sia sulla reale delimitazione dell'inquinante sia sulle conclusioni circa le modalità di propagazione attraverso la dorsale rocciosa contornata dalla contaminazione e di cui si specificherà con maggiore dettaglio a seguire.

Più recentemente, a seguito della segnalazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) citata in apertura, ulteriori indagini hanno permesso di accertare un nuovo e più grave episodio di contaminazione caratterizzato dalla dispersione nelle acque sotterranee e superficiali di sostante perfluorate alchiliche (PFAS) in corrispondenza dell'area di pertinenza dello stabilimento chimico Miteni S.p.A. di Trissino in località Colombare (Fig. 2 Fotogrammetria aerea).

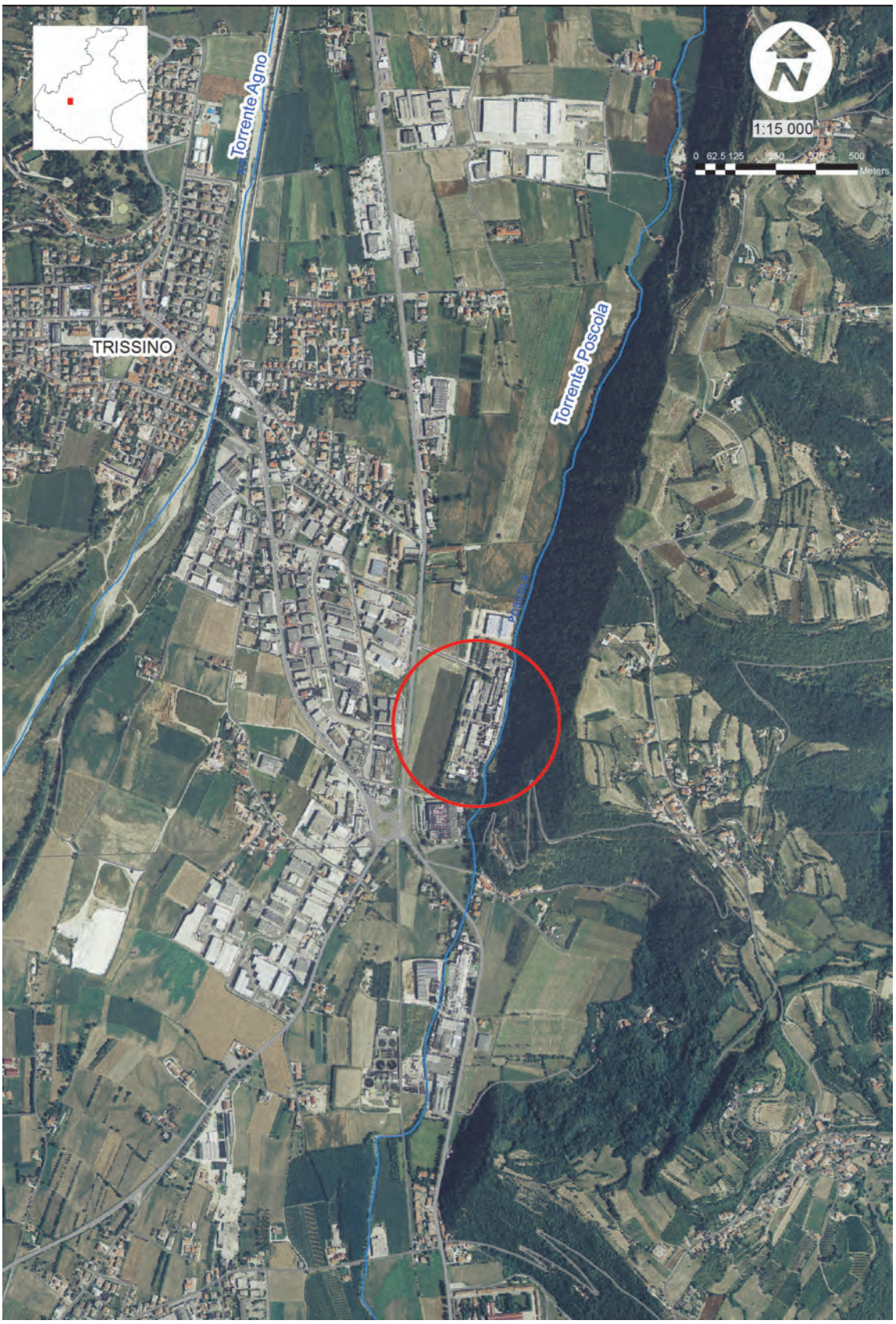


Figura 2: *Fotogrammetria area della zona individuata come origine dell'inquinamento da sostanze perfluorate alchiliche nella media valle del torrente Agno in comune di Trissino. In rosso, a ridosso del versante orientale della valle, viene evidenziata l'area dello stabilimento chimico della Miteni S.p.A, In azzurro sono invece tracciati i due principali corsi d'acqua dell'area: il torrente Agno che scorre in questo tratto di valle lungo il versante occidentale e il torrente Poscola che defluisce accanto allo stabilimento della Miteni S.p.A.*

2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Al momento della stesura di questa relazione l'area le cui acque sotterranee risultano interessate al fenomeno di contaminazione comprende un'estesa porzione di territorio che dalla media valle del torrente Agno nei monti Lessini orientali in provincia di Vicenza (Trissino) si estende fino alla città di Vicenza verso est e, contornando i Colli Berici verso sud, alla più ampia unità geografica della bassa pianura veneta della provincia di Vicenza, del margine orientale della provincia di Verona, fino a raggiunge e superare il comune di Montagnana in provincia di Padova nell'estremità più meridionale (Fig. 3 Inquadramento geografico).

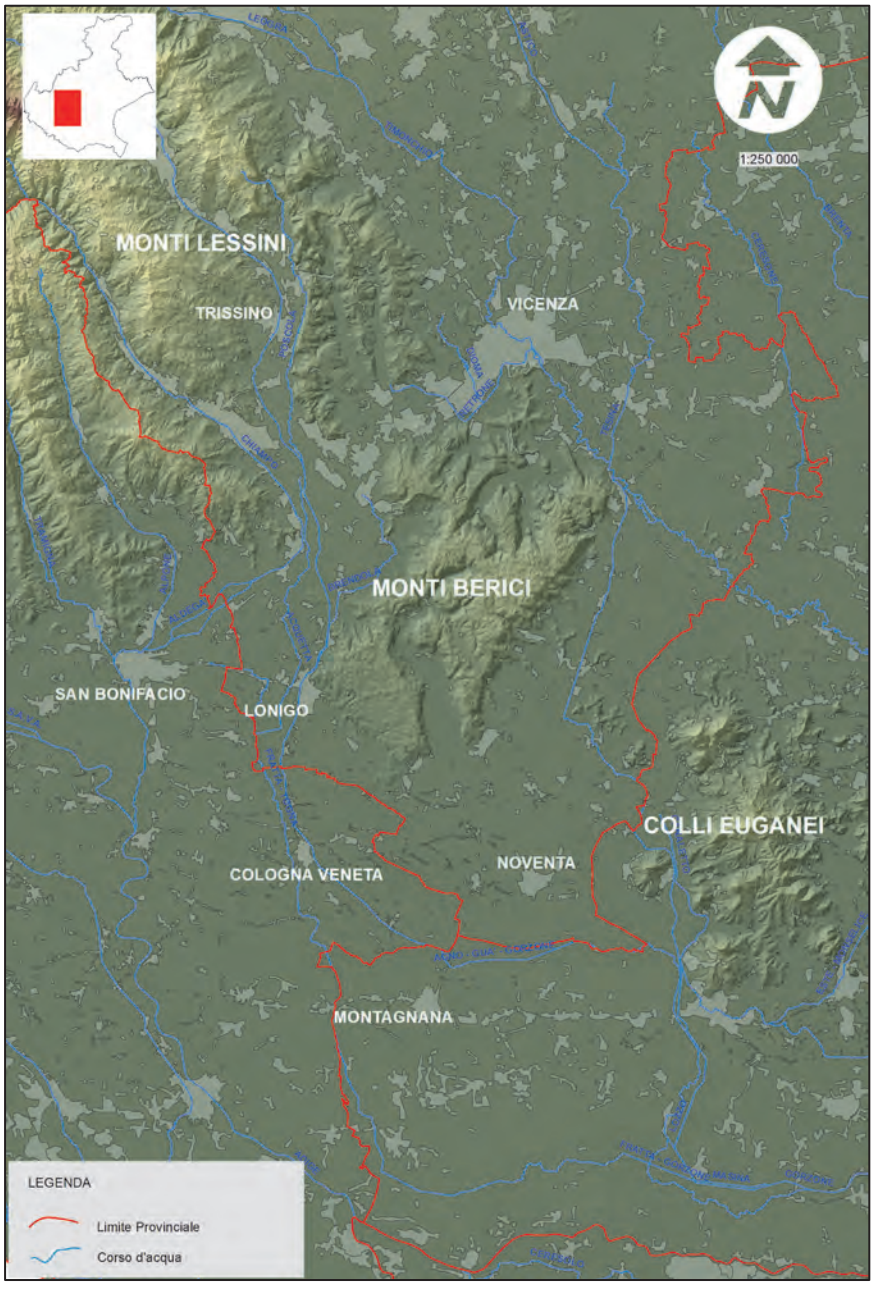


***Figura 3**: Inquadramento geografico dell'area.*

L'altimetria di questa estesa porzione di territorio descrive molto bene la struttura fisiografica ora delineata, con valori massimi di circa 350 m s.l.m. nelle dorsali collinari più a settentrione fino a valori di circa 10 m s.l.m. nel margine sud-orientale (Montagnana - Pd).

Il gradiente topografico della pianura interessata varia seguendo valori medi che spaziano con gradualità dall'2.5% dell'alta pianura intravalliva dell'Agno a valori inferiori allo 0.2 % nelle zone di bassa pianura in provincia di Padova.

Per quanto riguarda l'idrografia, il deflusso superficiale avviene attraverso una complessa e ramificata rete idrografica costituita dai numerosi corsi d'acqua principali e secondari e da una capillare rete irrigua e di bonifica sviluppata sull'intero territorio. L'articolazione dell'idrografia superficiale è sostanzialmente suddivisa dalla fascia delle risorgive in alta e bassa pianura, riflesso notevole della struttura idrogeologica che caratterizza l'intera pianura veneta. In questa zona centrale infatti, dove diventano preponderanti i processi di drenaggio, il territorio è caratterizzato dalla comparsa di corsi d'acqua minori originati dai numerosi sistemi di risorgiva caratteristici.

I corsi d'acqua principali nella parte settentrionale intravalliva sono il torrente Agno e il torrente Chiampo che defluiscono entrambi lungo le vallate omonime. Sempre nella valle dell'Agno in secondo ordine troviamo il torrente Poscola (il primo corso d'acqua ad essere interessato a questo fenomeno di inquinamento), tributario dell'Agno e importante esutore carsico dell'altopiano Faedo–Casaron.

Allo sbocco della valle in pianura si rileva il fiume Brendola mentre verso est troviamo il Retrone e a seguire il Bacchiglione, tutti originati dalle numerose polle di risorgiva presenti nell'area. Proseguendo verso sud, dopo l'immissione presso Lonigo del fiume Brendola, l'Agno prende il nume di Guà il quale defluisce prima verso sud e poi verso sud-est entra in provincia di Padova dove, dopo aver cambiato ancora nome in Frassine, confluisce nel Gorzone che a sua volta si unisce al Brenta a Brondolo. Sempre nella zona di Lonigo si trovano a scorrere assieme al Guà, per un lungo tratto quasi paralleli, il Fratta-Togna e il rio Acquetta che si immette nello stesso Fratta-Togna circa 3 km più a sud.

Si cita infine il fiume Adige il cui deflusso in provincia di Padova rappresenta, allo stato attuale, l'estremo limite meridionale dell'area considerata.

3 - ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI

La pianura sottesa dall'area di studio è, al pari di tutta la Pianura Veneta, costituita da una coltre di depositi alluvionali del periodo Quaternario senza soluzione di continuità, di origine essenzialmente fluviale - fluvioglaciale, poggiante sopra un basamento roccioso terziario. Sono questi grandi volumi di materiali ghiaiosi e sabbiosi permeabili, a contatto diretto con la superficie del suolo ed efficacemente alimentati da estesi bacini montani a costituire il serbatoio delle acque sotterranee.

Più in particolare l'estesa unità di sedimenti alluvionali che dalla media valle dell'Agno si sviluppa senza soluzione di continuità fino a Vicenza e, verso sud, fino in provincia di Padova si può suddividere in prima approssimazione in 3 zone correlabili alle caratteristiche regioni idrogeologiche dell'alta, media e bassa pianura veneta.

L'assetto idrogeologico si evolve quindi da un potente acquifero intravallivo indifferenziato posto a nord a un acquifero multi falde di media pianura tra i M.ti Lessini e i M.ti Berici infine a un complesso ed esteso acquifero differenziato nel settore più meridionale. Più in dettaglio si possono riconoscere:

1. **Complesso intravallivo indifferenziato** della media-bassa valle dell'Agno sede di un potente acquifero freatico;
2. **Complesso di media pianura** nell'area allo sbocco della valle in pianura caratterizzato da falde in pressione;
3. **Complesso differenziato di bassa pianura** costituito da una successione di acquiferi sovrapposti fino a notevole profondità;

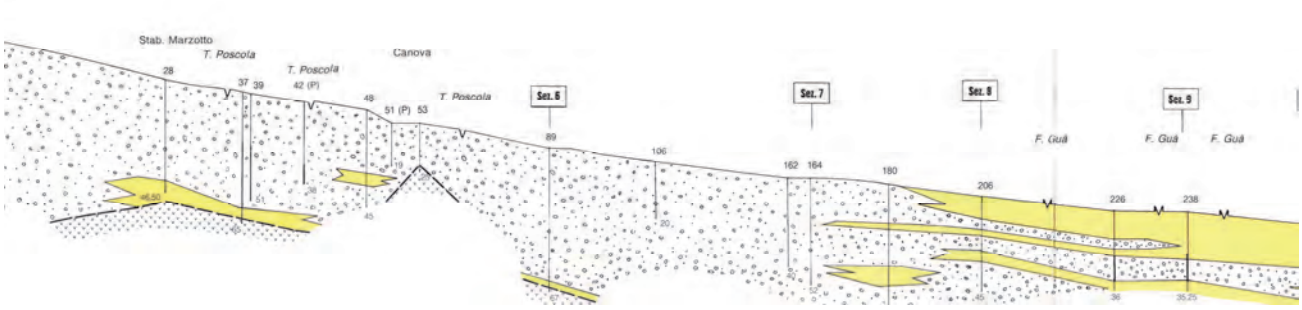


***Figura 4**: Sezione idrogeologica longitudinale del tratto terminale della valle dell'Agno. Si noti la comparsa dei depositi limo-argillosi (colorati in giallo) nel tratto più destra corrispondente allo sbocco in pianura della valle (da Antonelli et alii, 1993).*

I caratteri geolitologici e idrostrutturali dei complessi intravallivo e di media pianura sono noti da tempo nelle loro linee essenziali grazie a numerosi studi e ricerche che, a partire dai primi anni '70, sono stati svolti nella zona. Rimandando alla bibliografia specifica per maggiori dettagli, è importante

Ricordare, almeno per quanto riguarda la parte settentrionale, i seguenti lavori: Antonelli e Stella, 1979; Antonelli et alii, 1990; Antonelli e Mari, 1993; Bartolomei, 1986; Altissimo et alii 2010.

Il gran numero di dati raccolti negli studi ora ricordati, permette in questa parte settentrionale di territorio di giungere ad una buona definizione delle caratteristiche idrogeologiche e idrodinamiche delle falde e della loro geometria fino al punto d'interdigitazione degli acquiferi profondi.

Come si evince dalla sezione idrogeologica riportata in figura 4, questa fascia di pianura intravalliva si caratterizza da un materasso alluvionale a matrice prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (per lo più wurmiane-recenti) che dalla valle dell'Agno si estende fino al limite superiore della media pianura posto a sud. Su buona parte di quest'area lo spessore della copertura alluvionale arriva a superare al centro dell'asse vallivo i 100 m. Il substrato roccioso, segnalato da alcune perforazioni, si presenta inizialmente con una facies argillosa (Cfr. fig. 4).

I depositi costituenti si presentano di granulometria molto grossolana, di natura prevalentemente calcarea, contenenti sabbia e una frazione più abbondante di materiali grossolani, raramente accompagnati da sottili intercalazioni lentiformi limo-argillose comunque sempre subordinate alla granulometria dominante. I valori di permeabilità più frequentemente misurati in questa parte di pianura oscillano da 10^{-3} a 10^{-4} m/s, il che indica come questi acquiferi siano caratterizzati da un grado di permeabilità elevata con velocità di deflusso dell'ordine della decina di m/giorno (IRSEV "Studio Geologico e chimico dell'inquinamento della falda acquifera nei Comuni di Montecchio M., Creazzo, Sovizzo e Altavilla V.").

Lo sbocco della valle dell'Agno nella zona di pianura corrisponde alla zona di transizione in cui il complesso indifferenziato ghiaioso si diversifica interdigitandosi entro orizzonti limo-argillosi propri della bassa pianura. Questa zona, definita propriamente di media pianura, coincide con la fascia delle risorgive, importante lineamento idrogeologico, in cui la falda freatica, sostenuta e guidata dai primi orizzonti impermeabili, viene a giorno attraverso un capillare sistema di risorgive.

La transizione litologica caratterizzante questa pianura avviene con una certa gradualità attraverso una progressiva diminuzione della frazione grossolana e generando quella complessa struttura multistrato anche in pressione che contraddistingue l'intera pianura verso sud.

Assai meno approfondita e, sotto molti aspetti, insufficiente risulta invece la conoscenza idrogeologica nella parte meridionale dove l'estrema variabilità dei depositi congiuntamente ai pochi dati e studi disponibili fornisce un quadro conoscitivo sicuramente non adeguato al caso in studio. L'assetto idrogeologico di questa parte di pianura infatti è contraddistinto da una marcata eterogeneità verticale e orizzontale sia a piccola che a grande scala con notevoli riflessi sul deflusso delle acque sotterranee e quindi su un eventuale inquinante idrodisperso.

Studi dettagliati sulle caratteristiche granulometriche dei depositi alluvionali di bassa pianura evidenziano come la distribuzione dei litotipi si presenta complessa, variabile da zona a zona anche bruscamente, con improvvisi incrementi o diminuzioni verticali e orizzontali della frazione dominante e quindi della permeabilità. Ciò deriva sia dalla variabilità dell'agente di trasporto che originò il deposito (corsi d'acqua) sia dalla molteplicità dei sottoambienti così originati. A questo si deve aggiungere i vari fenomeni post-deposizionali che si sono sovraimpressi in modi e tempi variabili nello spazio.

La marcata anisotropia che caratterizza questi depositi, pur se parzialmente mascherata dalla pedogenesi, è ancora visibile in superficie dall'osservazione aerea in molte aree per gli evidenti influssi sull'umidità dei suoli e quindi sulle coltivazioni presenti. Tale osservazione, associata all'isorientazione delle particelle agrarie e al riconoscimento delle forme del microrilievo, rende riconoscibili antiche direttrici di divagazione fluviale e con esse le direzioni preferenziali di scorrimento delle acque sotterranee a varia scala (vedi Fig. 5 a e 5b).

Figura 5a: *Aerofotogrammetria di una zona di bassa pianura a sud di Montagnana (Padova) in cui si possono individuare antichi canali e ventagli di rotte fluviali. Queste articolate strutture deposizionali concorrono alla marcata anisotropia a grande scala dei depositi che si riscontra in bassa pianura.*

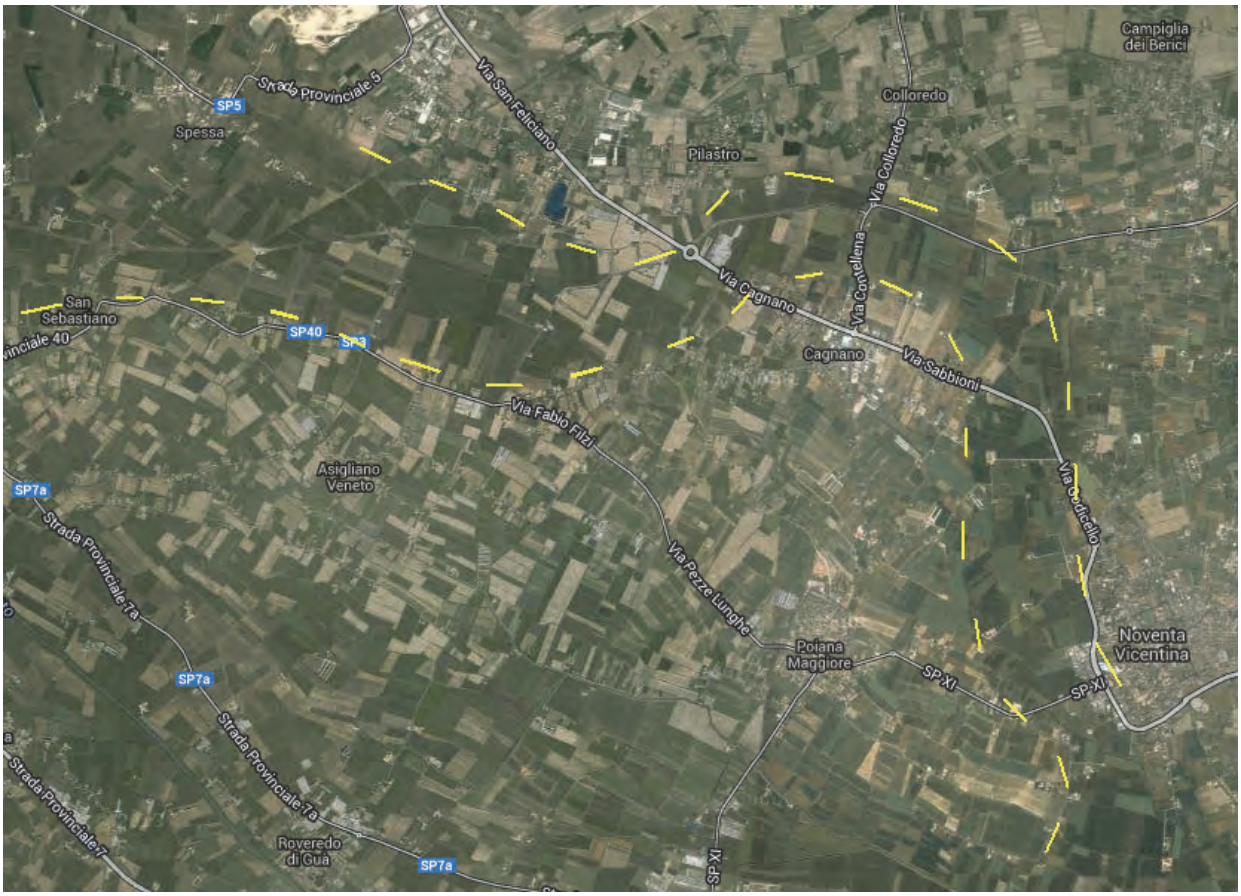


Figura 5b: *Immagine satellitare della zona di bassa pianura a nord-ovest di Noventa [Vicenza]. Anche a piccola scala sono evidenti i riflessi superficiali dei diversi materiali alluvionali deposti lungo le fasce di divagazione fluviale [paleo-alvei]. Evidenziato in giallo la delimitazione di un paleo alveo dell'Adige estratto dalla Carta delle Unità Gemorfologiche a scala 1:250.000, Regione del Veneto 1987. Questi lineamenti idrogeologici sovraimposti e complicati dalle eterogeneità a grande scala guidano e influenzano il deflusso sotterraneo in vaste aree del territorio considerato.*

4 - IL DEFLUSSO SOTTERRANEO

Il sistema freatico dell'area in esame è stato oggetto di numerosi studi nel recente passato alcuni dei quali già accennati nel precedente capitolo a cui si rimanda per brevità. Si riporta a seguire una sintesi non esaustiva che permette però di avere un quadro completo per i fini pratici di questa relazione.

Per quanto riguarda *il tratto intravallivo* (Fig. 6 Andamento delle isofreatiche), le linee isopotenziali pur presentando una diversione al centro e delle convergenze ai lati si sviluppano nel complesso ortogonalmente alla valle indicando un deflusso sotterraneo coincidente con l'asse della stessa (in questa zona da nord a sud). Le stesse non appaiono influenzate da particolari rapporti di interdipendenza tra acque di scorrimento superficiale o di sub-alveo e l'acquifero intravallivo (Antonelli et alii, 1990). In prossimità di Montecchio Maggiore il deflusso diverge seguendo la pianura di Sovizzo-Creazzo ad est e di Brendola-Lonigo verso sud.

I valori della soggiacenza variano con continuità da circa 10-15 m a nella media valle dell'Agno (Trissino) a valori inferiori al metro nella zona Creazzo verso est e di Brendola verso sud dove la falda viene a giorno in caratteristici sistemi di risorgiva.

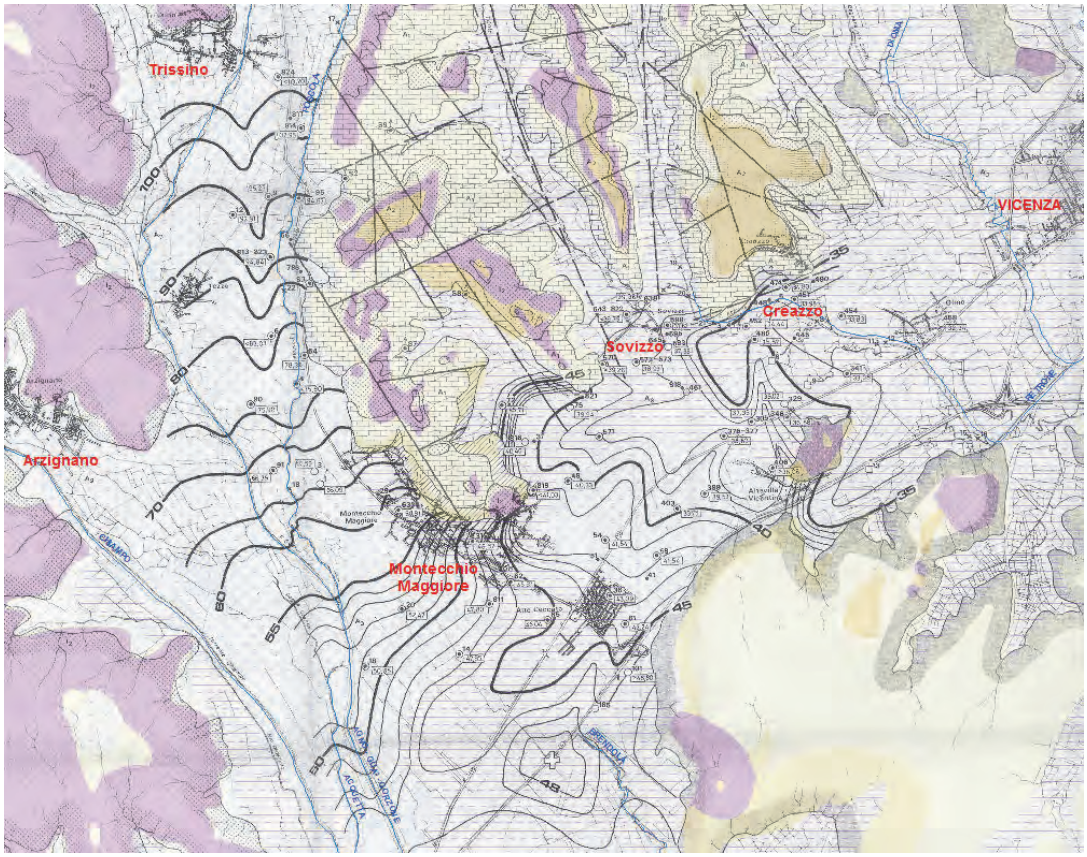


Figura 6: *Rappresentazione delle isofreatiche (linee nere in grassetto) nella media e bassa valle dell'Agno nel settembre 1978 estratte dallo studio IRSEV citato in precedenza con base la carta geologica regionale. Tale rappresentazione, elaborata utilizzando una fitta rete di pozzi di controllo opportunamente livellati, fornisce fondamentali indicazioni circa la dinamica del deflusso idrico sotterraneo dell'area e in particolare sulle direttrici preferenziali di deflusso.*

Più in dettaglio, il confronto delle principali ricostruzioni freatiche disponibili, evidenzia la presenza di due principali direttrici di deflusso: una prima si dirige verso sud lungo l'asse Agno-Guà mentre una seconda decorre lungo una stretta fascia di pianura al piede del versante orientale della valle inizialmente lungo il torrente Poscola per poi, curvando verso nord-est all'altezza di Montecchio Maggiore, entrare nella pianura di Sovizzo e Creazzo seguendo la linea dei colli. Questa ultima direttrice è importante per capire la geometria della propagazione dell'inquinamento nel tratto intravallivo come si avrà modo di spiegare più avanti.

L'andaménto di questi due assi preferenziali di scorrimento, come la stessa morfologia generale della superficie freatica, appare controllata dalle condizioni litostratigrafiche e, in particolare, dalla presenza di strutture paleoidrografiche sepolte che determinerebbero delle vie preferenziali di deflusso (Bartolomei, 1986). I dati dei monitoraggi periodici eseguiti sulla fine degli anni '70 e '00 mostrerebbero inoltre la stazionarietà di questa geometria generale di deflusso confermando la persistenza di queste principali direttrici e del relativo spartiacque idrodinamico.

Questa dettagliata ricostruzione freatica ora descritta non è disponibile nella parte più ad est (Vicenza) e in tutta la parte meridionale dell'area studiata. Tale mancanza è solo parzialmente compensata dalla ricostruzione regionale dei deflussi sotterranei a scala 1:200.000 della Regione del Veneto (fig. 7 Estratto della carta dei deflussi sotterranei regionale), sia per la piccola scala di realizzazione sia per la complessità del deflusso sotterraneo in questa parte di pianura.

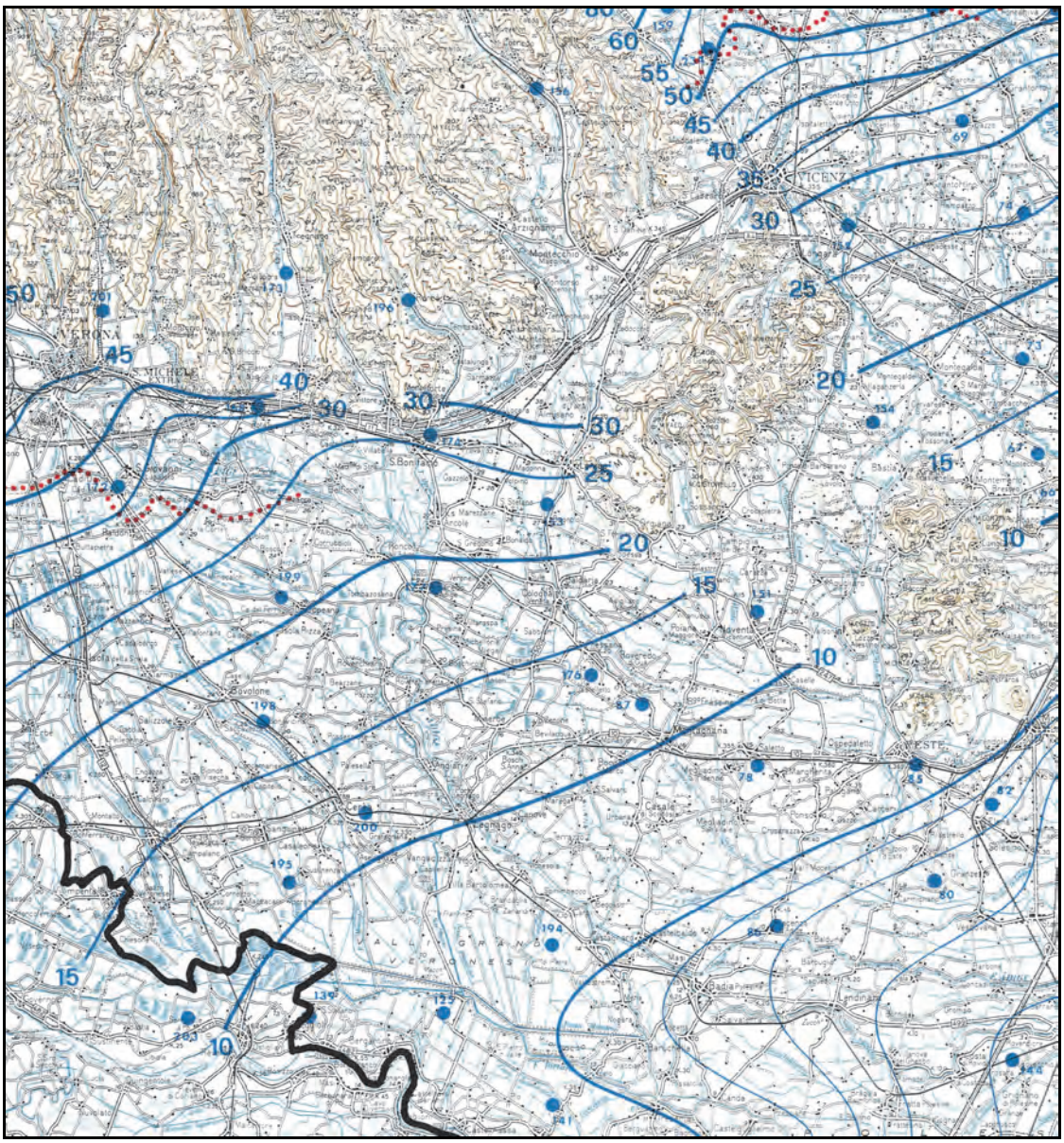


Figura 7: *Estratto della carta dei deflussi sotterranei regionale dell'area di studio (MARI, 1985). In azzurro sono rappresentate le isofreatiche rilevate nel dicembre 1983 con le rispettive quote sul livello medio del mare.*

5 - L'INQUINAMENTO

Attualmente in una vasta area di territorio vicentino e in zone limitrofe nella provincia di Verona e Padova è in atto un fenomeno di inquinamento diffuso nelle acque superficiali e sotterranee da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS). Con questo nome collettivo si indicano un vasto gruppo di composti fluorurati comprendenti oligomeri e polimeri, che includono composti neutri e composti attivi con superficie anionica e che sono dotati di un'elevata inerzia termica, chimica e biologica.

I composti perfluorurati sono in genere idrofobici, ma sono anche insolubili nei lipidi per cui non si accumulano nel tessuto adiposo come solitamente avviene per altri composti alogenati persistenti. Un importante sottogruppo è costituito dai surfattanti organici (per)fluorurati, cui appartengono il perfluorottano sulfonato (PFOS) e l'acido perfluoroottanoico (PFOA). Queste due sostanze sono note per essere *persistenti*, *bioaccumulabili* e *tossiche* (PBT). PFOS e PFOA hanno dimostrato in questa indagine di essere i composti dominanti in tutte le acque analizzate. L'acido perfluoroottanoico (PFOA) ha numerose applicazioni sia industriali che commerciali nel campo dei refrigeranti, tensioattivi e dei polimeri oltre che come componente di farmaci, ritardanti di fiamma, lubrificanti, adesivi, cosmetici, insetticidi, ecc...

Le principali caratteristiche chimico-fisiche[3] di queste due sostanze vengono di seguito riportate in una tabella di confronto:

Proprietà chimico-fisiche	PFOA	PFOS
punto di ebollizione (°C a 1 atm)	188	133 gradi C a 0.8 kPa
punto di fusione (°C)	54,3	>400
pressione di vapore (mm/Hg a 20° C)	0.017	$2.0\ 10^{-3}$
densità specifica g/ml (a 20 °C)	1,792	0.6 - 1.1
solubilità in acqua (g/l a 25°C)	9.5	0.5
Viscosità (mPa*s)	n.d.	5,72
Coefficiente di ritardo	1,6	2,5

I parametri chimico-fisici riportati influenzano una grandezza particolarmente significativa per le sostanze inquinanti: la mobilità. Questa grandezza cresce con solubilità e con una proporzionalità inversa al coefficiente di ritardo. Ne consegue perciò che PFOA e PFOS, avendo un'alta solubilità e bassi coefficienti di ritardo presentano una mobilità molto grande generando plume (distribuzione geometrica in falda dell'inquinamento) generalmente molto estesi (Figura 8 Confronto della lunghezza di plume di contaminazione).

[3] *Fonte dati European Chemicals Agency (ECHA); Environmental Protection Agency; National Center for Biotechnology Information.*

I PFAS fanno parte del gruppo di sostanze definite anche come contaminanti chimici emergenti ovvero contaminanti in grado di alterare gli equilibri ormonali (interferenti endocrini), e segnalati come prioritari da organismi nazionali e internazionali. Tali sostanze sono state comprese nella bozza dell'aggiornamento alla direttiva 2000/60/CE e 2008/15/CE inerente le sostanze prioritarie nelle acque.

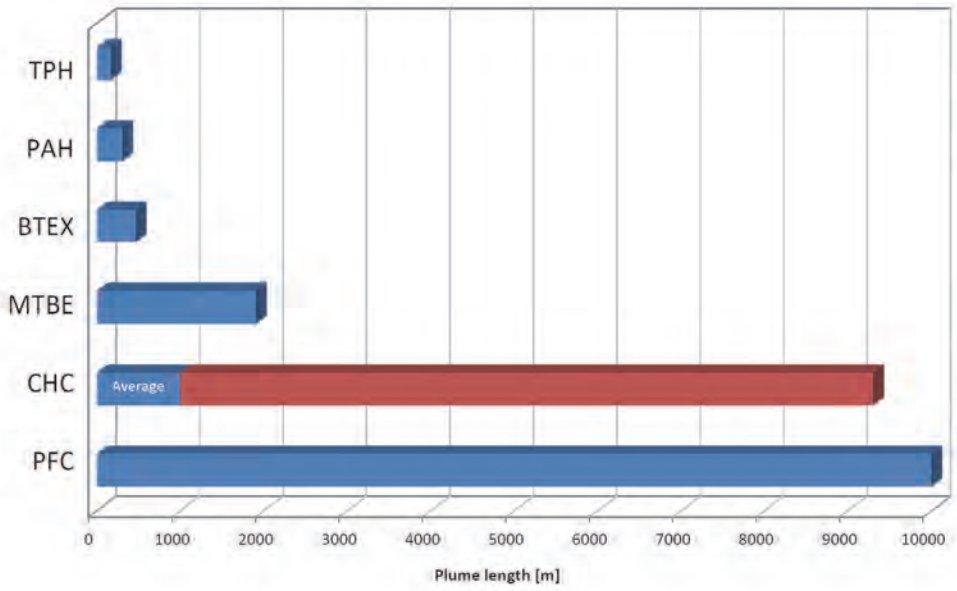


Figura 8: *Confronto della lunghezza di plume di contaminazione in relazione a varie specie di inquinanti (Arcadis, 2013). Con PFC si indicano le sostanze perfluoroalchiliche in esame.*

Queste trattazioni teoriche sulla diffusione dei PFAS nelle acque sotterranee trovano piena conferma nello specifico caso di studio come si evince dalla prima parziale delimitazione del plume inquinante riportata in figura 9 (Delimitazione provvisoria dell'inquinamento).

Tale rappresentazione, basata su un valore soglia di concentrazione di 500 ng/l di PFAS totali, è da considerarsi *parziale e provvisoria* in quanto frutto di una prima delimitazione geometrica ricostruita su dati analitici e idrogeologici ad oggi disponibili, quindi incompleti, e non ancora validata con strumenti geostatistici o di modellistica numerica. Queste opportune cautele sono rimarcate considerando l'intervallo di incertezza di cui soffre la metodica analitica disponibile (±30% sul valore di concentrazione rilevato) e la distribuzione non ottimale dei punti di controllo connessa all'urgenza di delimitare prioritariamente il fronte della contaminazione. Tali avvertenze vanno osservate soprattutto per il fronte sud del fenomeno dove questa delimitazione, per la mancanza di una ricostruzione idrogeologica dettagliata e i complessi rapporti tra acque superficiali e sotterranee, soffre di un margine di indeterminazione ancora maggiore.

Questa prima quanto ancora provvisoria delimitazione è stata possibile attraverso la predisposizione di una estesa *rete di controllo* riguardante non solo gli acquiferi ma, per le complesse relazioni di interscambio esistenti tra acque superficiali e sotterranee, anche i corsi d'acqua e i numerosi punti di scarico. Attualmente la rete conta più 250 punti (vedi Figura I e Tabella I in Allegato) ma, considerati i continui sviluppi di questa prima fase emergenziale, tale numero è destinato ad aumentare. La previsione è quindi di estendere il numero dei punti di controllo fino alla

completa delimitazione della contaminazione e alla sua definizione quantitativa che a tutt'ora rappresentano l'obiettivo primario di questa indagine.

Pur considerando le incertezze sopra descritte, da una prima sommaria analisi della diffusione e della geometria dell'inquinamento nelle diverse matrici ambientali, è possibile individuare alcune caratteristiche salienti:

1. L'area interessata dall'inquinamento, ormai superiore a 150 km^2, ha dimensioni tali da comprendere sia il dominio dell'acquifero intravallivo indifferenziati della media-bassa valle dell'Agno, sia il dominio degli acquiferi di media e bassa pianura delle provincie di Padova e Verona sia una parte considerevole della rete idrografica (Poscola; Agno-Guà-Frassine; Togna-Fratta-Gorzone; Retrone; Bacchiglione; ecc...) conferendo al fenomeno una valenza a scala europea (cfr. fig. 9);
2. Il flusso di propagazione in falda del contaminante dall'area sorgente individuata in figura 2, si sviluppa dal comune di Trissino in una stretta fascia a ridosso del versante orientale della valle dell'Agno verso sud per poi aprirsi in prossimità di Montecchio in due lobi divergenti: uno con vergenza a est mentre l'altro, molto più esteso, verso sud;
3. La specie inquinante ha dimostrato di avere caratteristiche chimico-fisiche che ne permettono una estrema diffusione nell'ambiente (l'estensione longitudinale dell'inquinamento nelle falde a sud ha superato i 35 km) dimostrando inoltre, per le sue specifiche proprietà di persistenza e bassa/nulla biodegradabilità, di essere un formidabile tracciante dei deflussi idrici sotterranei e superficiali;
4. Pur considerando le sue elevate caratteristiche idrodispersive, il ritrovamento dell'inquinamento in pozzi a distanza superiori di 50 km dalla sorgente deve introdurre meccanismi di propagazione diversi dalla semplice dispersione idrica sotterranea non ancora del tutto compresi con certezza;
5. I corsi d'acqua sono direttamente legati alla diffusione della contaminazione attraverso mutui e vicendevoli rapporti di scambio tra acque superficiali e sotterranee;
6. La dimensione temporale del fenomeno, valutando l'estensione longitudinale dalla contaminazione negli acquiferi e le loro caratteristiche idrodinamiche, può essere indicativamente stimata a scala pluridecennale;
7. Campioni di falda analizzati nell'acquifero intravallivo a nord dell'area della Miteni S.p.A. hanno riscontrato valori non nulli di PFAS indicando la presenza di una contaminazione di fondo (di minima entità) anche nel tratto vallivo più a monte;
8. Si ha l'evidenza analitica della propagazione dell'inquinamento anche attraverso la serie carbonatica del la dorsale rocciosa che separa la valle dall'Agno ad est dalle vallate dell'Onte e del Mezzaruolo;
9. Circa la sostanziale differenza della delimitazione dell'inquinamento attuale da quello storico del 1977 (Cfr. fig 1 e fig. 9), vista l'ottimale copertura della rete di monitoraggio di allora (distribuzione, profondità dei pozzi, ecc...) e considerato lo schema di immissione delle sostanze inquinanti, essa è da ascriversi fondamentalmente alla ridotta sensibilità analitica di quei anni (di circa 3 ordini di grandezza inferiore). Questo fattore fu decisivo per la mancata rilevazione della diffusione dell'inquinate a sud di Montecchio Maggiore (Brendola-Lonigo) e nelle valli secondarie di Valdimolino e Mezzaruolo (Fig. 10 Inquadramento geologico dell'area intravalliva) dove tutt'ora si registrano valori di concentrazione inferiori alla sensibilità strumentale dell'epoca.

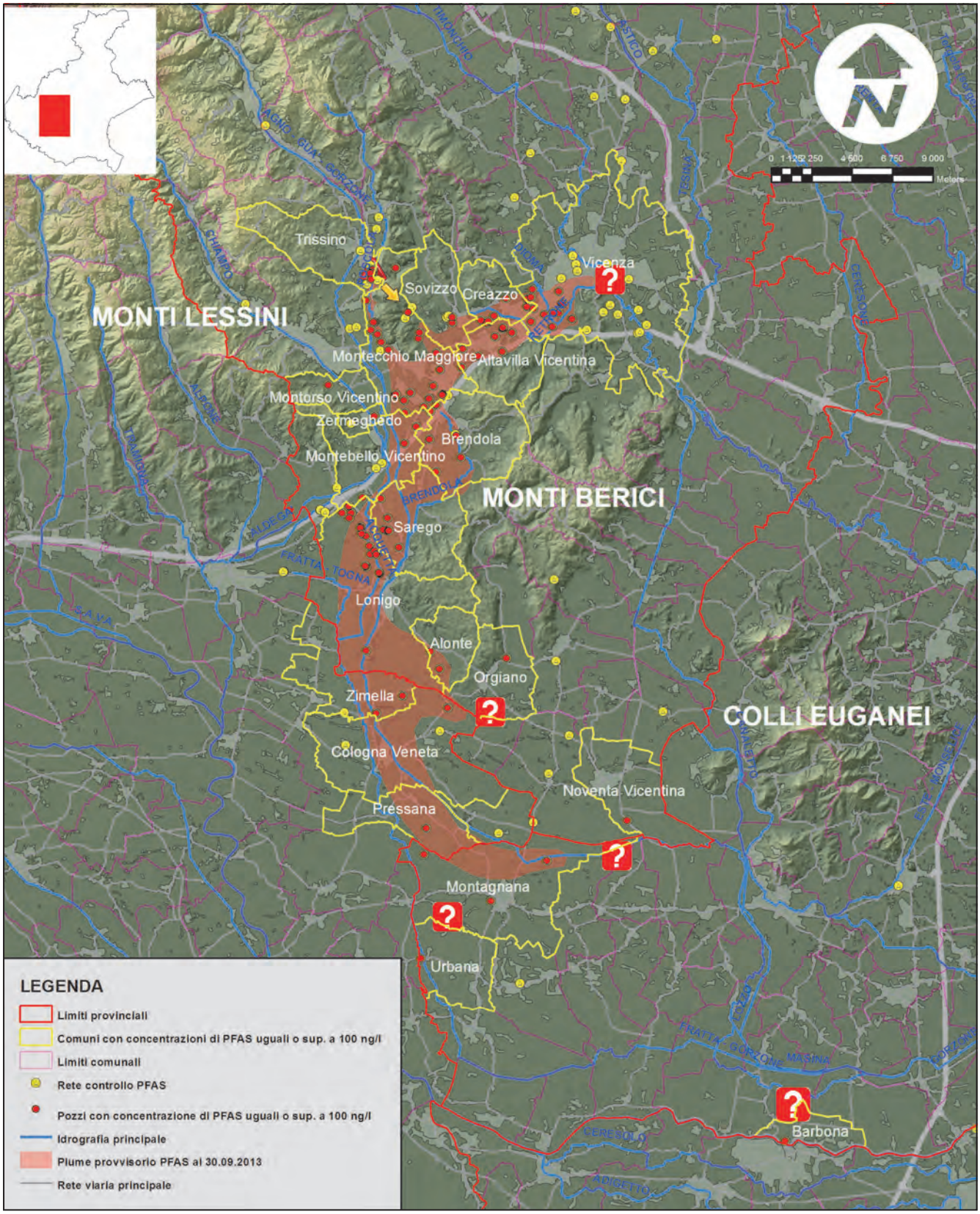


Figura 9: *Prima delimitazione parziale dell' inquinamento aggiornata al 30.09.2013. Con i punti interrogativi sono evidenziate le aree di cui le informazioni non permettono ancora una delimitazione omogenea dell'area inquinata mentre con la freccia gialla in alto viene indicata la migrazione della contaminazione attraverso il versante roccioso orientale della valle dell'Agno. Nella tabella in basso a sinistra viene riportato l'elenco dei comuni con almeno un pozzo con concentrazione di PFAS totali nelle acque sotterranee uguale o superiore a 100 ng/l. Il plume inquinate rappresentato con l'area arancione è invece ricostruito su un valore soglia di concentrazione di 500 ng/l di PFAS totali e deve considerarsi, come precisato, parziale e provvisorio.*

5.1 ACQUE SOTTERRANEE

Per quanto riguarda le acque sotterranee, la matrice ambientale più seriamente colpita dall'inquinamento, allo stato attuale i comuni rilevati con valori di contaminazione nelle acque sotterranee maggiori o uguali a 100 ng/l sono 21, dei quali 15 in provincia di Vicenza, 3 in provincia di Verona e 3 in provincia di Padova. Nella fattispecie:

COMUNE	PROVINCIA	COMUNE	PROVINCIA
Cologna Veneta	VR	Noventa Vicentina	VI
Pressana	VR	Orgiano	VI
Zimella	VR	Sarego	VI
Alonte	VI	Sovizzo	VI
Altavilla Vicentina	VI	Trissino	VI
Brendola	VI	Vicenza	VI
Creazzo	VI	Zermeghedo	VI
Lonigo	VI	Barbona	PD
Montebello Vicentino	VI	Montagnana	PD
Montecchio Maggiore	VI	Urbana	PD
Montorso Vicentino	VI	---	---

Tabella 1: *Elenco dei comuni con valori di contaminazione nelle acque sotterranee maggiori o uguali a 100 ng/l al 30.09.2013.*

Tale elenco in virtù di quanto detto circa la delimitazione provvisoria dell'inquinamento deve intendersi non definitivo.

Circa l'estrema diffusione della contaminazione è utile ricordare che il processo attraverso il quale una sostanza contaminante raggiunge la falda, dove viene idrodispersa, è complesso e influenzato da molte variabili spesso mai completamente conosciute. La prima fase di propagazione nel sottosuolo fino all'acquifero avviene attraverso un flusso polifasico in cui la presenza d'aria, dell'umidità del terreno e della falda stessa interferiscono con il fronte di infiltrazione del contaminante.

Una volta raggiunta la falda il trasporto della sostanza avviene attraverso il processo propriamente definito di *dispersione idrodinamica*. Il movimento può essere suddiviso in tre meccanismi principali: avvezione, diffusione e dispersione. Nei PFAS, che ricordiamo presentano un'alta miscibilità con l'acqua, sono attivi tutti i processi favorendo una elevata dispersione nell'ambiente. Guidate da questi fenomeni le particelle del contaminante vengono trasportate dalla massa idrica in movimento, soggetta a fenomeni di miscelazione meccanica longitudinale e trasversale nonché dalla dispersione geometrica operata dalla matrice fisica dell'acquifero.

Con questa premessa, appare chiara l'importanza di avere a disposizione un quadro esatto dell'idrodinamica sotterranea, la cui rappresentazione (data dalla carta delle isofreatiche e/o isopieziche) fornisce importanti indicazioni sulle modalità e sulle vie preferenziali di propagazione dell'inquinamento nelle falde. Lo stesso dicasi per i rapporti tra acque superficiali e sotterranee la cui definizione risulta tanto difficile quanto indispensabile per una piena comprensione del fenomeno.

Per quanto riguarda questo ultimo aspetto esso rappresenta uno dei punti chiave per capire la diffusione della contaminazione data la molteplicità dei processi di scambio esistenti nel vasto territorio considerato.

Tale quadro complessivo mette anche in evidenza due delle maggiori criticità di questa indagine ovvero:

1. *la carenza di una ricostruzione dettagliata del deflusso sotterrano nelle parti più vaste delle media e bassa pianura;*
2. *la completa definizione dei complessi rapporti tra acque superficiali e sotterranee in un territorio così vasto (si ricordi che l'inquinante si propaga dall'alta, alla media fino alla bassa pianura veneta).*

Un ulteriore elemento di analisi relativo agli stretti rapporti di connessione e vincoli tra acque superficiali e sotterranee riguarda la propagazione dell'inquinamento anche attraverso la serie carbonatica della dorsale rocciosa che separa la valle dall'Agno dalle vallate dell'Onte e del Mezzaruolo ad est. La migrazione attraverso l'acquifero in roccia è stata accertata dal ritrovamento di PFAS in campioni di acqua raccolti in pozzi e sorgenti nelle valli contigue ad est.

Tale evidenza trova spiegazione nel particolare assetto dell'area caratterizzato da più fattori concorrenti:

Geologico/strutturale: la dorsale rocciosa di separazione tra le valli è costituita da formazioni carbonatiche del Terziario fagliate e dislocate con immersione verso sud-est (Fig. 10 Inquadramento geologico dell'area intravalliva) la cui ossatura è costituita dalle Calcareniti di Castelgomberto caratterizzate da una notevole permeabilità in grande per fratturazione e carsismo poggianti sulla formazione impermeabile delle Marne di Priabona;

Idrogeologico: la presenza della potente falda alluvionale dell'Agno efficacemente alimentata dai corsi d'acqua presenti e in diretto contatto con l'acquifero roccioso permeabile del versante sinistro della valle favorisce processi di interscambio e alimentazione sostenuti da un livello impermeabile (acquiclude basale) e guidati dai gradienti idraulici esistenti tra le valli (Fig. 11 Sezione geologica della dorsale rocciosa di separazione tra la Valle dell'Agno e la Valle dell'Onte);

Topografico: la presenza delle valli dell'Onte e del Mezzaruolo con quote medie dei fondo valle inferiori di circa 40 m rispetto alla parallela adiacente valle dell'Agno rappresenta un fattore predisponente per la formazione di un gradiente idraulico verso le valli ad est.

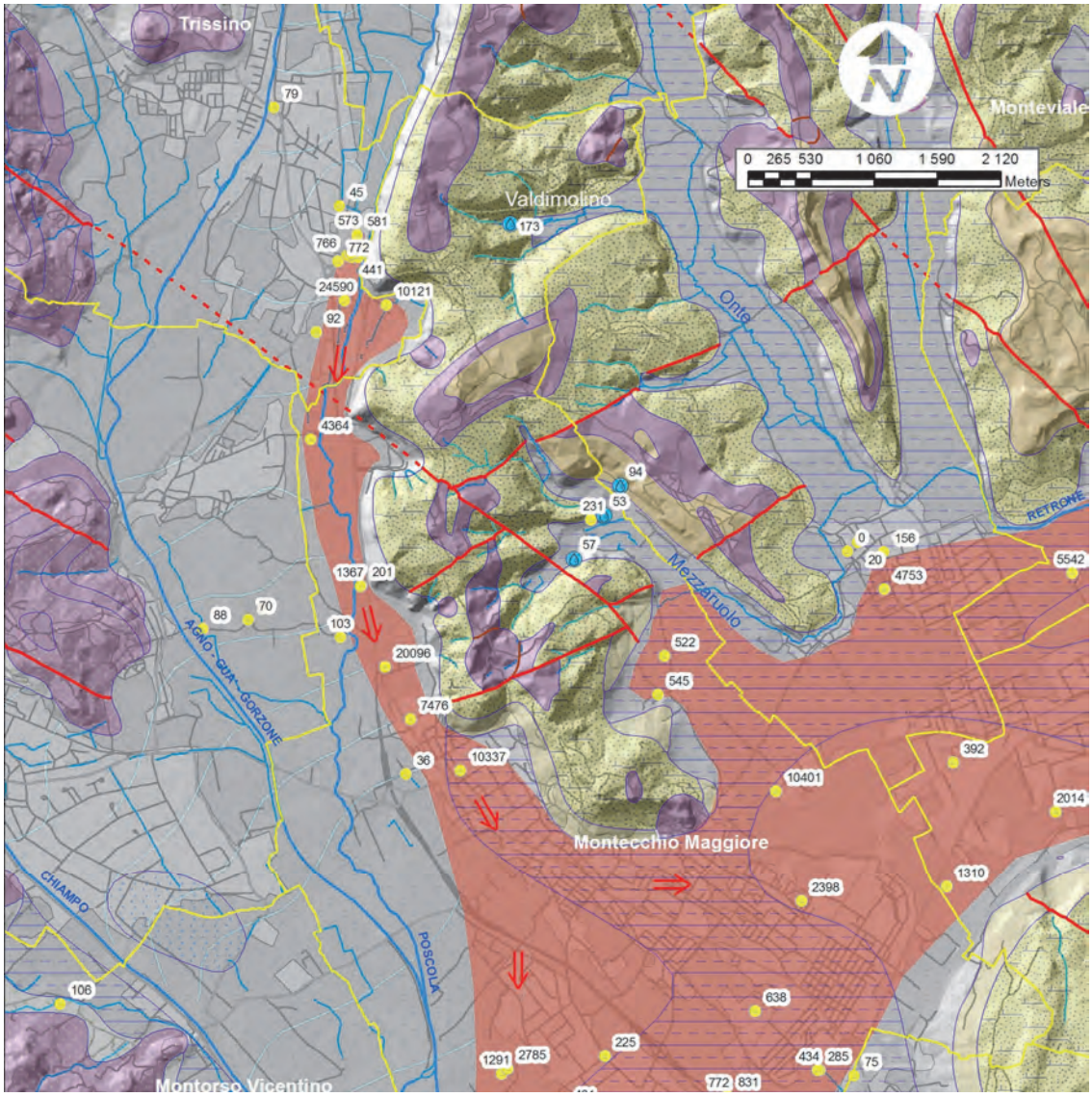


Figura 10: *Inquadramento geologico dell'area intravalliva. In verde oliva le formazioni permeabili del Terziario; in viola le vulcaniti basaltiche; in grigio-azzurro la copertura alluvionale-fluvioglacialie e detritica del Quaternario; in rosso le faglie certe (linea continua) e presunte (linea tratteggiata); con la simbologia gialla e azzurra rispettivamente i pozzi e le sorgenti analizzate con riportati i valori in ng/l di PFAS totali; con l'area arancio la ricostruzione della distribuzione in falda dell'inquinante con evidenziato (frecce rosse) la direzione di propagazione. In linea blu la rete idrografica principale, in azzurro la freatimetria e infine in giallo i limiti amministrativi comunali. Elaborazione su GIS della Carta geologica del Veneto a scala 1:250.000 del 1988.*

Lo schema di propagazione prevede quindi che i PFAS idrodispersi nell'acquifero freatico della valle dell'Agno si infiltrino nell'acquifero roccioso raggiungendo le valli orientali limitrofe grazie alla permeabilità in grande propria delle Calcareniti di Castelgomberto facilitati da direttrici preferenziali di scorrimento quali faglie e sistemi di frattura e dall'adiacenza del plume inquinate alla dorsale stessa. E' importante precisare che, vista la presenza di una contaminazione di fondo da PFAS anche a monte dell'area della Miteni S.p.A,, allo stato attuale delle indagini non si è ancora in grado di stabilire con certezza a quale altezza della valle dell'Agno inizi tale processo.

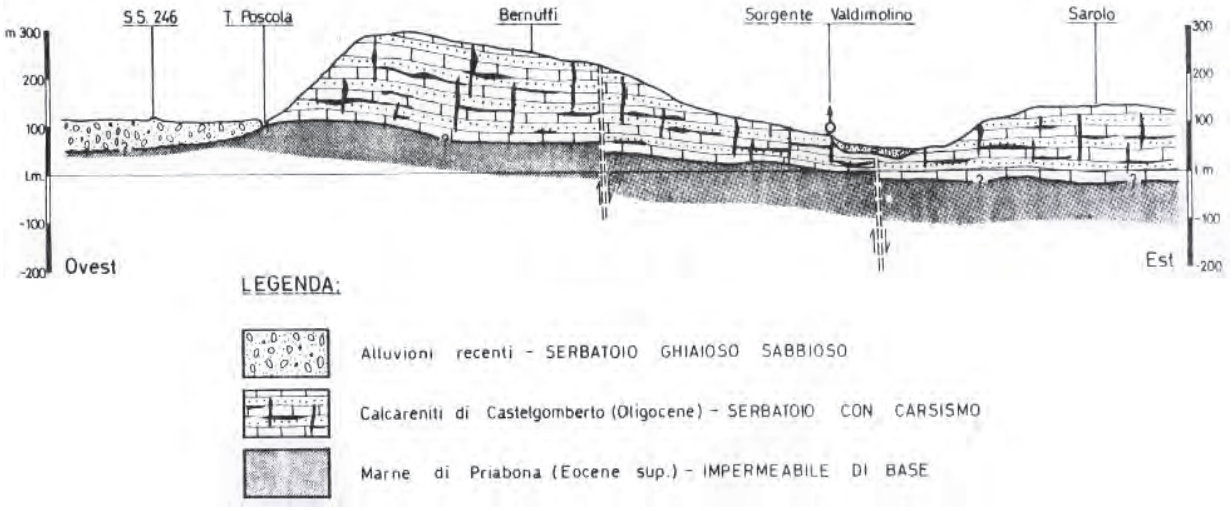


Figura 11: *Sezione geologica della dorsale rocciosa di separazione tra la Valle dell'Agno e la Valle dell'Onte ad est all'altezza dello stabilimento della Miteni. Immagine tratta dallo "Studio Geologico e chimico dell'inquinamento della falda acquifera nei Comuni di Montecchio M., Creazzo, Sovizzo E Altavilla V.", giugno 1979.*

Riguardo la distribuzione geometrica dell'inquinamento, l'estrema rastremazione del plume lungo la valle dell'Agno fino a Montecchio Maggiore (Cfr. fig. 10) rappresenta il riflesso notevole di una corrente freatica a maggiore velocità di scorrimento già evidenziata da studi passati (Bartolomei, 1986). Tale caratteristica ha sicuramente contribuito a disperdere con maggiore velocità l'inquinamento nella matrice sotterranea. Come prevedibile l'inquinamento maggiore si riscontra nella parte del plume a ridosso del punto sorgente con valori di concentrazione che superano i 24.590 ng/l. E' comunque nell'area di sorgente che il fenomeno si presenta nella sua gravità con valori di concentrazione di PFAS che arrivano a superare i 68.600 ng/l.

Allo sbocco in pianura la nube di contaminazione, in accordo con il deflusso sotterraneo, si separa seguendo due direzioni di deflusso divergenti, una con direzione verso Vicenza ad est mentre l'altra con vergenza verso Lonigo a sud.

Verso est l'inquinamento si diffonde in tutta la pianura tra i Monti Berici e i Lessini con concentrazione maggiore lungo la linea dei colli con valori dell'ordine delle migliaia di ng/l e un valore massimo particolarmente elevato di 24.522 ng/l nella zona di Creazzo.

Verso sud il plume contorna il margine occidentale dei M.ti Berici per diffondersi nella bassa pianura di Verona e Padova. In questo settore la concentrazione massima dei PFAS rilevata è di 10.032 ng/l in prossimità di Spessa (Cologna Veneta).

Circa la dispersione in profondità dei composti contaminanti, pur ricordando la percentuale di confidenza dei valori riportati nei referti analitici (imprecisione del 30%), vi sono alcune evidenze nella parte media e distale del plume inquinante in cui campionamenti eseguiti nella stessa verticale indicano un aumento della concentrazione in profondità in accordo con le caratteristiche idrolitiche del contaminante (pozzi Cartiera Burgo, pozzi Almisano, pozzi in via Gogna). Tale aspetto potrà essere confermato dopo ulteriori e più estese indagini.

5.2 ACQUE SUPERFICIALI

La contaminazione rilevata in molti corsi d'acqua è un fattore di notevole importanza per spiegare la grande diffusione nell'ambiente di questa contaminazione. La loro compromissione comporta infatti una serie di conseguenze notevoli sul meccanismo di propagazione e diffusione dell'inquinante sia in termine di velocità che di distribuzione. Infatti allo schema generico di lenta propagazione in falda bisogna sommare la veloce dinamica del corso d'acqua che diventa un nuovo e rapidissimo vettore di propagazione anche in aree potenzialmente non interessate alla propagazione diretta dell'inquinamento sotterraneo.

Queste considerazioni sono di importanza ancora maggiore se si pensa alla forte contaminazione del Poscola già dall'area sorgente. La contaminazione di questo corso d'acqua comporta infatti un modello concettuale di diffusione nell'ambiente dal sito sorgente che prevede, oltre alla componente legata all' infiltrazione dell'inquinante nel sottosuolo attraverso la zona insatura, anche la componente legata alla dinamica del corso d'acqua stesso che diventa un nuovo fattore propagazione dell'inquinamento variabile nel tempo e nello spazio in funzione del suo regime idraulico[4].

Allo scopo di disporre di una prima valutazione sia dell'estensione dei tratti fluviali interessati dal fenomeno e sia dei carichi in uscita dalla zona, nei giorni 9, 12 e 13 agosto 2013 sono state effettuate misure lungo i principali corsi d'acqua a valle della zona di maggior contaminazione dei PFAS. Le misure sono state effettuate in un periodo ben caratterizzabile dal punto di vista idrologico.

In questa sede si tralascia la descrizione degli aspetti idrogeologici di dettaglio, evidenziando soltanto che gli acquiferi maggiormente interessati dalla contaminazione risultano oggetto di scambi d'acqua con i corsi d'acqua più prossimi: Poscola, Retrone, Guà e Fratta.

Il fiume Poscola nel periodo considerato è sempre stato rilevato in asciutta si è deciso pertanto di effettuare misure lungo i seguenti tratti fluviali:

- Togna- Fratta- Gorzone: da monte scarico collettore ARICA a Stanghella;
- Guà-Frassine: da monte Lonigo a Brancaglia, a Valle del manufatto di scambio con il Bisatto;
- Retrone – Bacchiglione: da S. Agostino a Montegalda

Si è proceduto da monte verso valle, effettuando sia campionamenti di acque superficiali, sia contemporanee misure di portata. I campioni d'acqua sono poi stati analizzati dai Laboratori ARPAV.

[4] *Il torrente Poscola, essendo un esutore carsico dell'altopiano Faedo-Casaron, presenta caratteristiche idrauliche estremamente variabili con svariati mesi all'anno in completa asciutta.*

Nella presente nota non ci si sofferma sugli aspetti idrochimici relativi alle sostanze analizzate e neppure sulla storicità del fenomeno (ancora in via di approfondimento per quanto riguarda le quantità, le localizzazioni e le modalità di diffusione).

La conoscenza della storicità del fenomeno e di come questo possa essersi evoluto nelle acque sotterranee, non è però un aspetto trascurabile nell'analisi dei risultati, in particolare per i corsi d'acqua che attraversano territori soggetti a consistenti estrazioni per pompaggio dalla falda, come pure soggetti ad irrigazione e bonifica. In particolare nell'irrigazione vengono utilizzate sia acque superficiali, sia acque di falda e con la bonifica i terreni vengono drenati e le acque riconferite lungo i corsi d'acqua: c'è quindi la possibilità di un continuo riciclo e/o di accumulo dei PFAS in talune aree.

Nel seguito, tratto per tratto, si espongono i risultati delle misure effettuate e si cerca di fornire una prima interpretazione. I risultati ottenuti vengono confrontati anche con altre misure di concentrazione di PFAS effettuate da ARPAV su acque superficiali e di scarico nei mesi di luglio e agosto 2013, come pure con gli esiti dei prelievi di IRSA sui tratti monitorati nella campagna in oggetto.

L'elevata solubilità delle sostanze PFAS permette di effettuare bilanci di massa lungo i corsi d'acqua monitorati. In detta stima influisce moltissimo sia la variabilità dei carichi PFAS scaricati dal collettore ARICA, sia i tempi di propagazione delle sostanze veicolate lungo i tratti analizzati, in particolare per deflussi di magra per via delle velocità di deflusso dell'acqua più ridotte. Eventuali apprezzabili variazioni di concentrazione nelle falde e/o di livello, dovrebbero essere, come noto, fenomeni assai più lenti e quindi, in tal senso, non dovrebbero di per se influire molto nei bilanci di massa.

Per tale motivo risulta utile poter disporre del maggior numero di informazioni e dati riguardanti i deflussi della rete superficiali quali le portate scaricate da ARICA, le portate scambiate con il LEB, quelle derivate a scopo irriguo e quelle conferite per pompaggio dagli impianti idrovori di bonifica. Nel bilancio idraulico-idrologico da operare risultano utilissime le numerose informazioni idrologiche disponibili in ARPAV grazie alla rete di monitoraggio (piogge, livelli di falda, livelli dei fiumi, portate).

Nella comprensione dei dati disponibili risulta poi determinante la presenza di prelievi operati per pompaggio dalle falde e i conseguenti recapiti nella rete di acque superficiali.

RISULTATI DELLE MISURE EFFETTUATE

I risultati delle misure di portata effettuati il 9,12 e 13 agosto 2013 sono riportati in Tab. 2. Nei punti successivi si illustra la localizzazione dei siti di misura, tratto per tratto, e si analizzano sia i risultati delle misure di portata, sia i risultati delle analisi chimiche dei campionamenti effettuati (Tab. 3).

n°	Data	Ora media (solare)	Fiume	Stazione	Riferimento idrometrico	Hi (m)	Portata (m^3/s)
1	09/08/13	8.50	Togna	Cologna	asta idrometrica	0,080	0,391
2	09/08/13	9.35	Fratta	Cologna	rif. locale	-5,460	9,951
3	09/08/13	11.05	Fratta	S.Salvaro	teleidrometro	-2,160	12,487
4	09/08/13	14.15	Gorzone	Stanghella	teleidrometro	-2,835	25,628
5	12/08/13	8.15	Guà	Lonigo	teleidrometro	-0,100	0,471
6	12/08/13	9.23	Guà	Cologna-valle immiss. LEB	teleidrometro	0,895	21,098
7	12/08/13	11.30	Frassine	Borgofrassine	teleidrometro	-2,245	4,904
8	12/08/13	14.54	Frassine	Brancaglia-valle derivaz.	teleidrometro	3,105	2,447
9	13/08/13	8.45	Retrone	Vicenza-S.Agostino	teleidrometro	-0,120	2,656
10	13/08/13	10.20	Bacchiglione	Vicenza-valle Retrone	rif. locale	-7,400	15,297
11	13/08/13	12.00	Bacchiglione	Montegalda	teleidrometro	-0,050	13,618

Tabella 2: *Risultati delle misure di portata.*

Per quanto riguarda la valutazione dei carichi, si è utilizzato il dato fornito dalla somma dei PFAS (ultima colonna di Tab. 3: ΣPFAS) e della stima della portata eseguita contemporaneamente al prelievo.

Fiume	Localita'	Data / Ora legale	PFBA ng/l	PFPeA ng/l	PFBS ng/l	PFHxA ng/l	PFHpA ng/l	PFHxS ng/l	PFOA ng/l	PFNA ng/l	PFDeA ng/l	PFOS ng/l	PFUnA ng/l	PFDoA ng/l	Σ Somma ng/l
Togna	Monte collettore	09/08/2013 / 10:00	220	107	215	110	38	10	478	<10	<10	19	<10	<10	1.197
	Scarico ARICA	09/08/2013 / 10:30	5.050	160	3.535	746	1.020	80	11.190	<10	10	131	<10	<10	21.922
Fratta	Valle LEB	09/08/2013 / 10:55	217	11	296	23	29	<10	462	<10	<10	<10	<10	<10	1.038
Fratta	San Salvaro	09/08/2013 / 12:16	267	10	309	18	25	<10	436	<10	<10	<10	<10	<10	1.065
Gorzone	Stanghella	09/08/2013 / 14:50	256	<10	205	16	13	<10	320	<10	<10	<10	<10	<10	810
Guà	Lonigo	12/08/2013 / 9:30	200	120	204	89	24	<10	426	<10	<10	18	<10	<10	1.081
Guà	Cologna monte confluenza LEB	12/08/2013 / 11:05	139	48	145	80	12	<10	309	<10	<10	12	<10	<10	745
Guà	Cologna monte confluenza LEB	12/08/2013 / 10:40	133	48	122	55	11	<10	221	<10	<10	14	<10	<10	604
Guà	Cologna valle confluenza LEB	12/08/2013 / 10:10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Frassine	Borgo Frassine	12/08/2013 / 12:00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Frassine	Brancaglia	12/08/2013 / 15:20	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Retrone	S. Agostino	13/08/2013 / 9:10	203	90	457	161	56	17	1.050	<10	<10	107	<10	<10	2.241
Bacchiglione	Vicenza Via Stadio	13/08/2013 / 11:40	67	24	112	39	<10	<10	181	<10	<10	20	<10	<10	443
Bacchiglione	Ponti di Debba	13/08/2013 / 11:00	48	16	92	35	<10	<10	160	<10	<10	17	<10	<10	368
Bacchiglione	Montegalda	13/08/2013 / 12:45	45	16	59	27	<10	<10	116	<10	<10	16	<10	<10	279

Tabella 3 *– Risultati delle analisi sui campioni*

TRATTO TOGNA- FRATTA – GORZONE

Il corso d'acqua Togna – Fratta – Gorzone, è stato oggetto di monitoraggio nel tratto che va da monte scarico del collettore ARICA fino a Stanghella.

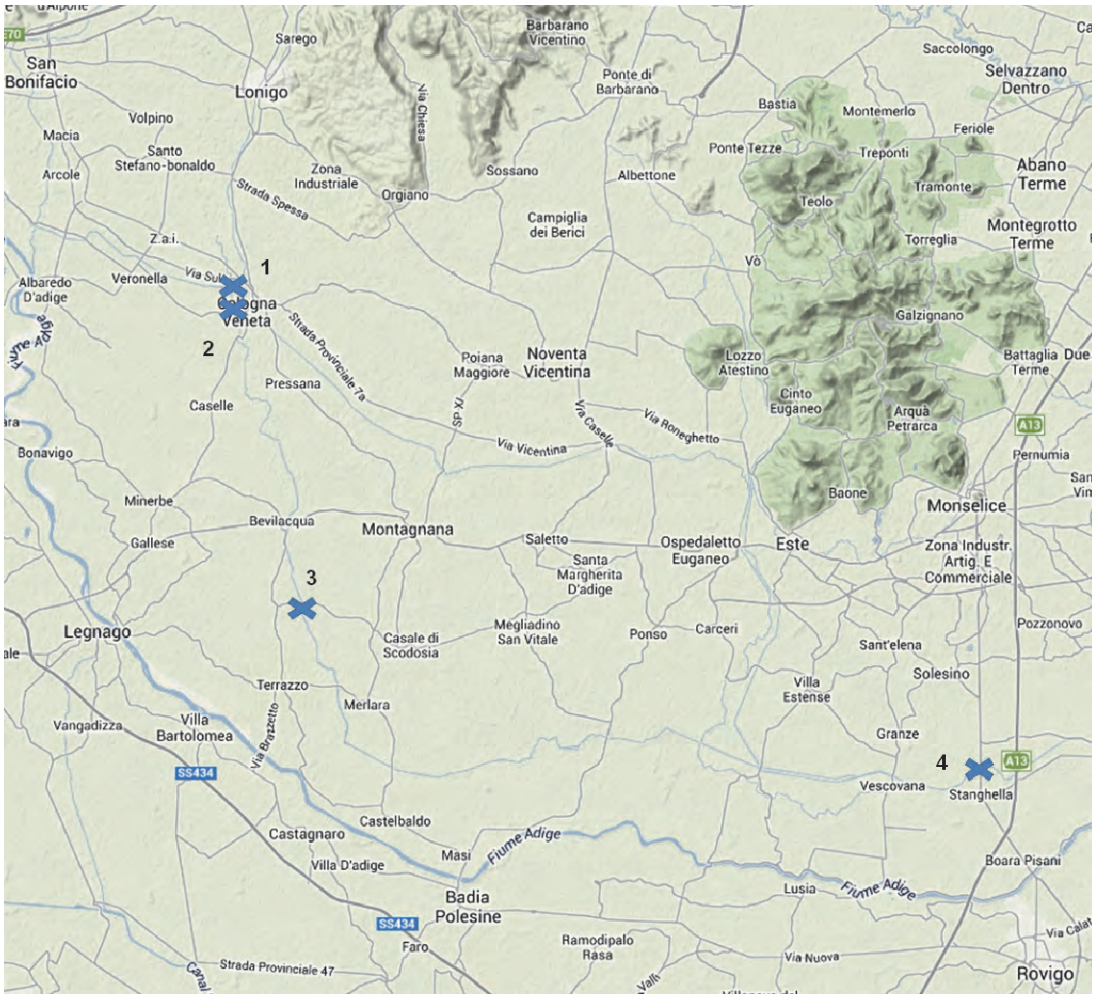


Figura 12: *Campionamenti e misure di portata sul Togna-Fratta-Gorzone.*

I campionamenti d'acqua e le misure di portata sono state effettuate il giorno venerdì 9 agosto 2013, procedendo da monte verso valle e hanno riguardato i seguenti punti/sezioni in riportati in figura 12 (Campionamenti e misure di portata sul Togna-Fratta-Gorzone):

1 Togna a Cologna all'altezza del primo ponte a monte dello scarico ARICA;
2 Fratta a Cologna a valle dello scarico LEB;
3 Fratta al ponte di San Salvaro, presso la stazione idrometrografica ARPAV;
4 Gorzone a Stanghella, presso la stazione idrometro grafica ARPAV.

A queste è stato aggiunto un campionamento dello scarico ARICA in Fratta, la cui portata al momento del prelievo è stata valutata da ARICA dell'ordine dei 0,350 m^3/s, mentre la portata media giornaliera è stata calcolata pari a 0,484 m^3/s.

Si riportano in figura 13 i risultati delle misure nel tratto interessato dallo scarico ARICA e dallo scarico del LEB. Per quanto riguarda i carichi di PFAS stimabili da questa campagna in uscita da questo tratto, questi risultano dell'ordine dei 700-800 g/die.

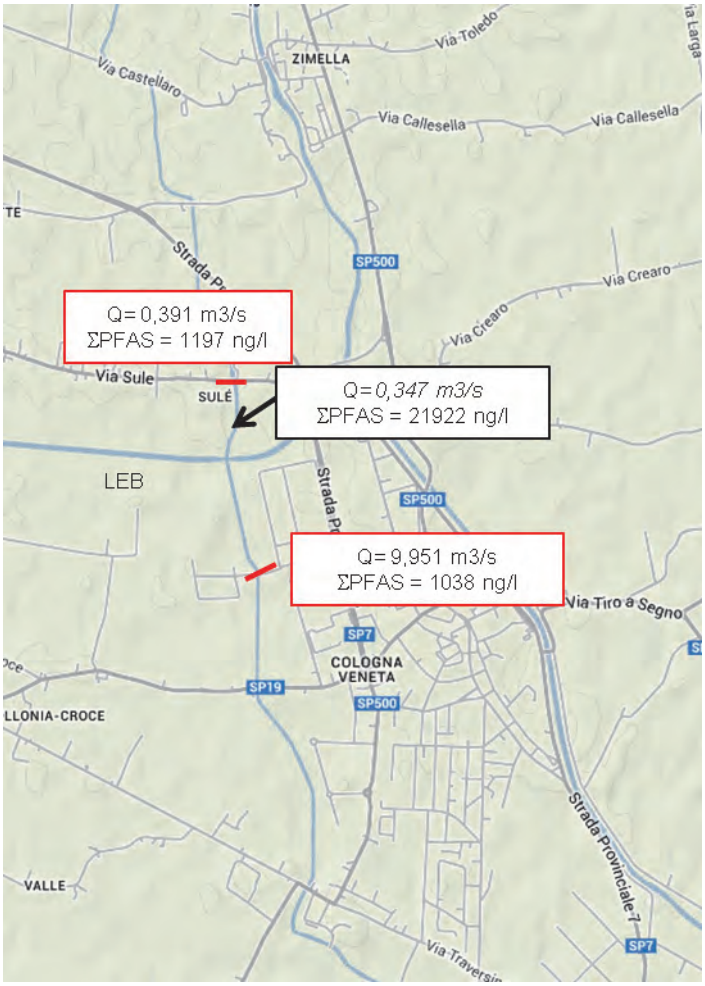


Figura 13: *Risultati delle misure nel tratto interessato dallo scarico ARICA.*

Le inevitabili differenze in questo tipo di misure sono da imputare alle incertezze insite sia nelle analisi chimiche, sia nelle misure di portata. In particolare potrebbe essere sottostimata, seppur di poco la portata scaricata dal collettore ARICA. Di particolare importanza risulta poi la portata del collettore ARICA utilizzata per la stima del carico in uscita dal tratto: se si prende in considerazione la portata media giornaliera si stima un carico maggiore di più di 250 g/die. La portata del collettore ha infatti anch'essa una variabilità non trascurabile nell'arco della giornata.

Dalle misure effettuate la portata del LEB in Fratta risulta stimabile in circa 8,61 m^3/s.

Per quanto riguarda il contributo delle acque superficiali a monte dello scarico ARICA, si conferma la congruità con l'ordine di grandezza della concentrazione dei PFAS riscontrata in un campione sul Rio Togna prelevato da ARPAV in data 29/07/2013, a monte della misura N.1, presso la Strada Comunale Risaie, pari a 1.571 ng/l. Nella stessa data sono stati misurati sul Togna, a monte della confluenza con il Rio Acquetta concentrazioni pari a 961 ng/l, in località Monte Rio Comparolo, e pari a 770 ng/l, in località Madonna Strada Albaria. Nel Rio Acquetta, in data 16/07/2013 sono state misurate concentrazioni pari a 684 ng/l, più a nord di Lonigo, in Via Pozzolo Almisano e pari a 1.800 ng/l all'altezza di Lonigo, a valle dello scarico della cartiera.

Pare quindi che la presenza di PFAS nelle acque superficiali di Togna-Acquetta, a monte dello scarico ARICA, sia imputabile allo scambio tra acque sotterrane di prima falda e superficiali e soprattutto al drenaggio di scarichi di acque di processo o irrigue, precedentemente captate da pozzi in falda, anche profonda.

Le concentrazioni rilevate da IRSA a monte del collettore ARICA, in data 05/05/2011, 24/10/2012 e 14/02/2013, sono risultate tendenzialmente maggiori, rispettivamente pari a 1.444 ng/l, 2.897 ng/l e 1.984 ng/l.

Per quanto riguarda lo scarico ARICA si dispongono di ulteriori misure di ΣPFAS effettuate da ARPAV in data 2/07/2013 e 11/09/2013 pari a 49.877 ng/l e 12.631 ng/l. Le concentrazioni rilevate da IRSA il 05/05/2011 sono state di 42.000 ng/l).

Si conferma quindi la notevole variabilità nelle concentrazioni scaricate in relazione a quanto già noto sulla principale fonte di contaminazione.

Per quanto riguarda lo scarico del collettore si dispone anche di misure di concentrazioni PFOS e di PFOA stimate da ARICA come media giornaliera. Si riportano in Tab. 4 i dati relativi ai campioni ARPAV (puntuali), a quelli ARICA (medi giornalieri) e alla portata media giornaliera del collettore. Si osserva che solo alcuni giorni prima delle misure effettuate il 9 agosto, i carichi che si stima possano essere stati recapitati in Fratta risultavano assai maggiori.

	ARICA	ARICA	ARPAV	ARICA	ARICA	ARPAV	ARPAV
	25/06/2013	28/06/2013	02/07/2013	03/07/2013	16/07/2013	09/08/2013	11/09/2013
Σ PFAS (ng/l)			49.877			21.922	12.631
PFOS (ng/l)	217	249	349	267	347	131	349
PFOA (ng/l)	21.000	16.500	28.667	26.800	13.900	11.190	5.370
PFOS+PFOA (ng/l)	21.217	16.749	29.016	27.067	14.247	11.321	5.719
Qmed (m^3/s)	1,163	1,242	1,065	1,099	1,114	0,484	1,005
Σ PFAS (g/d)	-	-	4.591	-	-	916	1.097
PFOS+PFOA (g/d)	2.133	1.798	2.671	2.571	1.371	473	497

n.b. nella tabella il carico stimato il 09/08/2013 si riferisce alla portata media giornaliera e non alla portata corrispondente al campionamento

Tabella 4 *– Risultati delle analisi su campioni allo scarico ARICA e stima dei relativi carichi.*

Anche per il Fratta a valle del LEB si dispone di altre misure di concentrazioni di ΣPFAS: in data 02/07/2013 6.081 ng/l, in data 11/09/2013 1.764 ng/l.

Le concentrazioni rilevate da IRSA, in data 05/05/2011, 24/10/2012, 14/02/2013 e 30/04/2013, erano risultate rispettivamente pari a 7.102 ng/l, 7.253 ng/l, 1.491 ng/l e 3.595 ng/l.

Le concentrazioni veicolate dal Fratta a valle del LEB dipendono quindi sia dallo scarico ARICA, sia dal contributo di acqua dell'Adige veicolata dal LEB. Dalle misure effettuate da IRSA il Fiume Adige nei diversi punti monitorati tra Zevio e Badia Polesine, risultano PFAS assenti.

Si riportano in figura 14 i risultati delle misure eseguite a San Salvaro e a Stanghella. Si osserva che il carico PFAS sul Gorzone a Stanghella più che raddoppia rispetto allo scarico del collettore ARICA (passando a circa 1.800 g/die)

Figura 14: *Risultati lungo il Fratta-Gorzone tra San Salvaro e Stanghella.*

A valle di Cavarzere IRSA ha rilevato in data 05/05/2011 e 24/10/2012, concentrazioni di PFAS pari rispettivamente a 2.526 ng/l e 3.579 ng/l.

Il Fratta-Gorzone in periodo irriguo è soggetto ad importanti derivazioni di acqua superficiale ad uso irriguo. Il Consorzio Adige Euganeo in data 09/08/2013 ha prelevato tra Bevilacqua e Stanghella più di 2 m^3/s, con concentrazioni di PFAS stimabili intorno ai 1.000 ng/l, pari quindi circa 173 g/die.

La rete idrografica superficiale del territorio a valle di Cologna Veneta e compreso tra il Guà-Frassine (a nord) e il Fratta-Gorzone (a sud) è quindi alimentata oltre che dagli scambi con le acque sotterranee anche dalle acque superficiali provenienti dai due corsi d'acqua. Tra le possibilità di scambio con le acque sotterranee si ricordano anche i prelievi da pozzo (in particolare in questa zona quelli irrigui).

La particolarità idraulica del sistema Fratta-Gorzone consiste poi nella presenza di numerose idrovore e nell'intersezione di canali e scoli mediante botti a sifone. L'azione delle idrovore consiste essenzialmente nel preservare i territori interessati da allagamenti nei periodi piovosi ma anche di mantenere un certo franco di sicurezza nei territori più depressi. Per tale motivo le idrovore devono poter funzionano anche in periodi con scarse precipitazioni, in particolare nelle aree oggetto di irrigazione.

Il Consorzio Adige Euganeo in data 09/08/2013 ha comunicato di aver scaricato in Fratta una portata media di poco meno di 2 m^3/s, ma con punte di funzionamento sino a 10-15 m^3/s.

L'aumento progressivo della portata del Fratta-Gorzone dallo scarico del LEB sino a Stanghella (che passa da 10 a 26 m^3/s) è motivato dai seguenti fattori:

- dall'apporto nella parte terminale del suo corso dei contributi del Frassine-S.Caterina e del Canale Scolo di Lozzo – Masina,
- dal funzionamento delle idrovore,
- dalle colature per gravità di affluenti e scarichi
- probabilmente anche dal contributo della falda superficiale.

L'aumento del carico di ΣPFAS dallo scarico ARICA a Stanghella è spiegabile con l'aumento progressivo delle portate ad una concentrazione intorno ai 1.000 ng/l. Ciò è motivato dai tempi di propagazione dei carichi dallo scarico ARICA a Stanghella e soprattutto dai tempi assai più lunghi di percorrenza nel reticolo superficiale (irriguo e di drenaggio), per cui è probabile che i carichi drenati siano quelli riferibili ai carichi più elevati consegnati in Fratta dal collettore anche diversi giorni prima del 9 agosto. Da quanto è possibile stimare anche dai dati di Tab. 4, solo 20-40 giorni prima delle misure, il carico di PFAS conferito dal collettore poteva essere più che doppio e le concentrazioni nelle acque derivate potevano essere quindi superiori ai 5.000-6.000 ng/l.

TRATTO GUÀ – FRASSINE

Il corso d'acqua Guà – Frassine è stato oggetto di monitoraggio nel tratto che va da Lonigo alla sezione di Brancaglia, ubicata subito a valle del manufatto di scambio con il Canale Bisatto. I campionamenti d'acqua e le misure di portata sono state effettuate il giorno lunedì 12 agosto 2013, procedendo da monte verso valle e hanno riguardato i seguenti punti/sezioni in Fig. 15:

- Lonigo, al ponte pedonale presso la stazione idrometrografica ARPAV;
- Cologna Veneta, poco a valle della confluenza del LEB nel Guà e a monte della opera di presa sul Guà per il LEB;
- Borgofrassine , al ponte presso la stazione idrometrografica ARPAV;
- Brancaglia, presso la stazione idrometrografica ARPAV, a valle del manufatto di scambio con il Canale Bisatto.

A queste misure sono stati aggiunti due campionamenti, eseguiti poco a monte dello scarico del LEB nel Guà. In Fig. 15 sono riportati i risultati delle misure effettuate.

I carichi di PFAS stimabili da questa campagna a Lonigo risultano dell'ordine dei 40 g/giorno a motivo della scarsa portata proveniente esclusivamente dal Brendola: il Guà a monte della confluenza con il Brendola a Lonigo risultava in secca.

Il 04/07/2013 è stato effettuato un campionamento sul Brendola, all'altezza della cantina sociale, con ΣPFAS pari a 1.355 ng/l, mentre il giorno 09/08/2013 è stata misurata una concentrazione pari a 493 ng/l alla sorgente che alimenta i laghetti sportivi di Brolo.

Pare quindi che anche la presenza di PFAS nelle acque superficiali di Guà-Brendola a monte di Lonigo, sia imputabile allo scambio tra acque sotterrane di prima falda e superficiali (es. sorgenti dei laghetti sportivi) e al drenaggio di scarichi di acque di processo o irrigue, precedentemente captate da pozzi in falda anche profonde.

A Bagnolo, a monte di Cologna Veneta, IRSA ha rilevato PFAS con concentrazioni totali pari a 2.797 ng/l in data 24/10/2012 e pari a 1.113 in data 12/02/2013.

A valle di Lonigo si rileva la presenza significativa di PFAS sul Guà, sino alla confluenza LEB, all'altezza di Cologna Veneta. Il LEB confluisce in Guà con circa 20 m^3/s di acqua dell'Adige e ciò crea un rigurgito che si estende per diverse centinaia di metri a monte e contribuisce in detto tratto a diluire le concentrazioni PFAS rilevate a Lonigo (come già detto anche IRSA non aveva trovato presenza di PFAS sul fiume Adige in prelievi effettuati in più occasioni).

Il Guà viene poi derivato a scopo irriguo, sempre dal LEB, alcune centinaia di metri a valle della confluenza delle acque dell'Adige, lasciando a valle un deflusso con concentrazioni di PFAS assenti (tecnicamente non rilevabili).

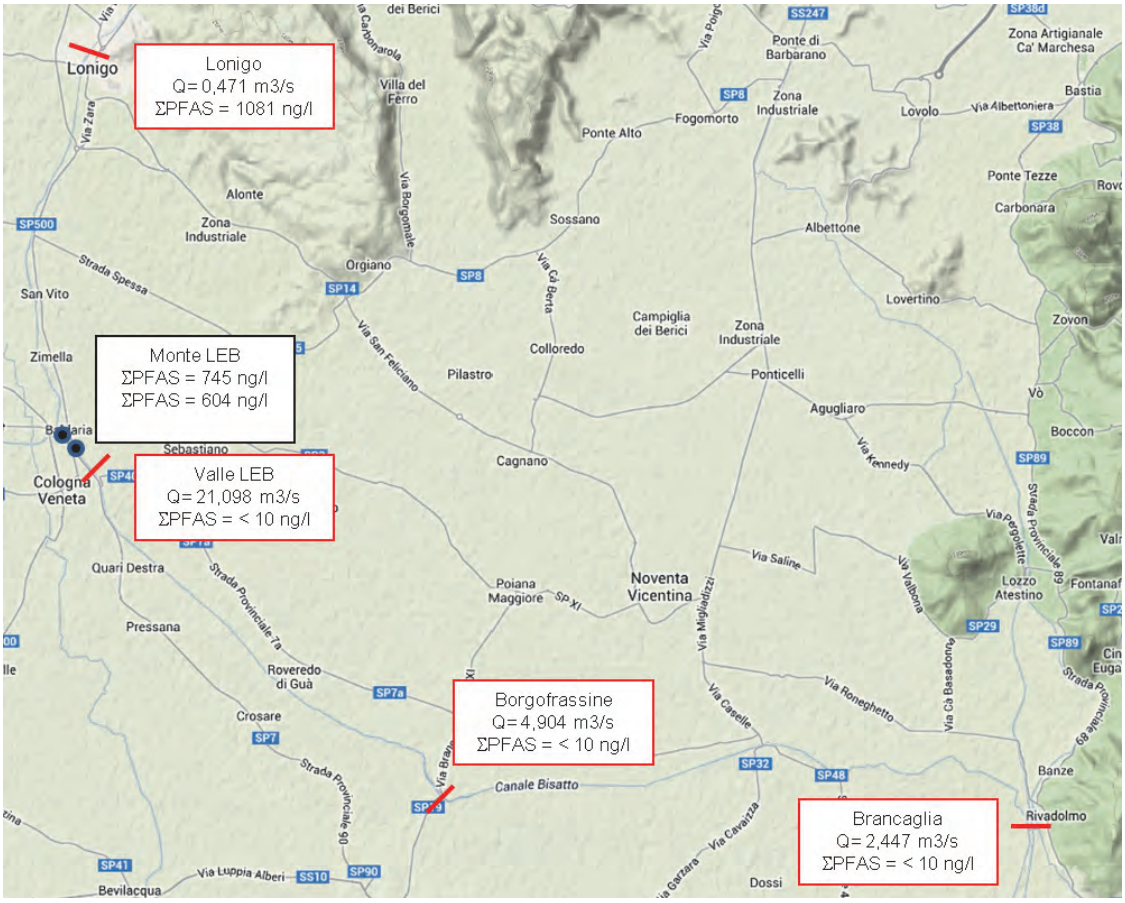


Figura 15: *Risultati lungo il Guà - Frassine tra Lonigo e Brancaglia. Con l'espressione <10 ng/l si intende un valore di concentrazione non rilevabile.*

Le misure effettuate da ARPAV il 12/08/2013 provano che il Guà–Frassine presenta ancora concentrazioni nulle di PFAS, almeno sino a Brancaglia. A Brancaglia le portate del Frassine risultano inoltre progressivamente ridotte, ad opera dalle numerose derivazioni irrigue del Consorzio di Bonifica Adige Euganeo. Lungo il Guà-Frassine, in data 12/08/2013, il Consorzio ha derivato in più di una decina di punti, tra Cologna e Borgofrassine, una portata di circa 1,6 m^3/s e tra Borgofrassine e Brancaglia una portata di circa 1,5 m^3/s in sette punti.

Di particolare interesse risultano i risultati dei prelievi IRSA sul Guà-Fratta, a valle del LEB, pari a 2.010 ng/l il 24/10/2012, a 1.099 ng/l a Borgofrassine il 14/02/2013 e a 519 ng/l sul Canale Santa Caterina. Ciò significa che in periodo non irriguo, quando cioè può non esserci il contributo dell'acqua dell'Adige al deflusso del Guà a valle di Cologna Veneta, è possibile ritrovare concentrazioni di PFAS lungo tutta l'asta Guà-Frassine-Santa Caterina.

TRATTO RETRONE - BACCHIGLIONE

E' stato oggetto di monitoraggio anche il Retrone ed il Fiume Bacchiglione da valle Retrone a Monteforte. I campionamenti d'acqua e le misure di portata sono state effettuate il giorno martedì 13 agosto 2013, procedendo da monte verso valle e hanno riguardato i seguenti punti/sezioni (Fig. 16):

- Retrone a S. Agostino al ponte di Via Maganza;
- Bacchiglione a Vicenza poco a valle della confluenza del Retrone;
- Bacchiglione a Montegalda, presso la stazione idrometrografica ARPAV;

A queste è stato aggiunto un campionamento, eseguito a monte della confluenza del Tesina. In Fig. 16 sono riportati i risultati delle misure effettuate.

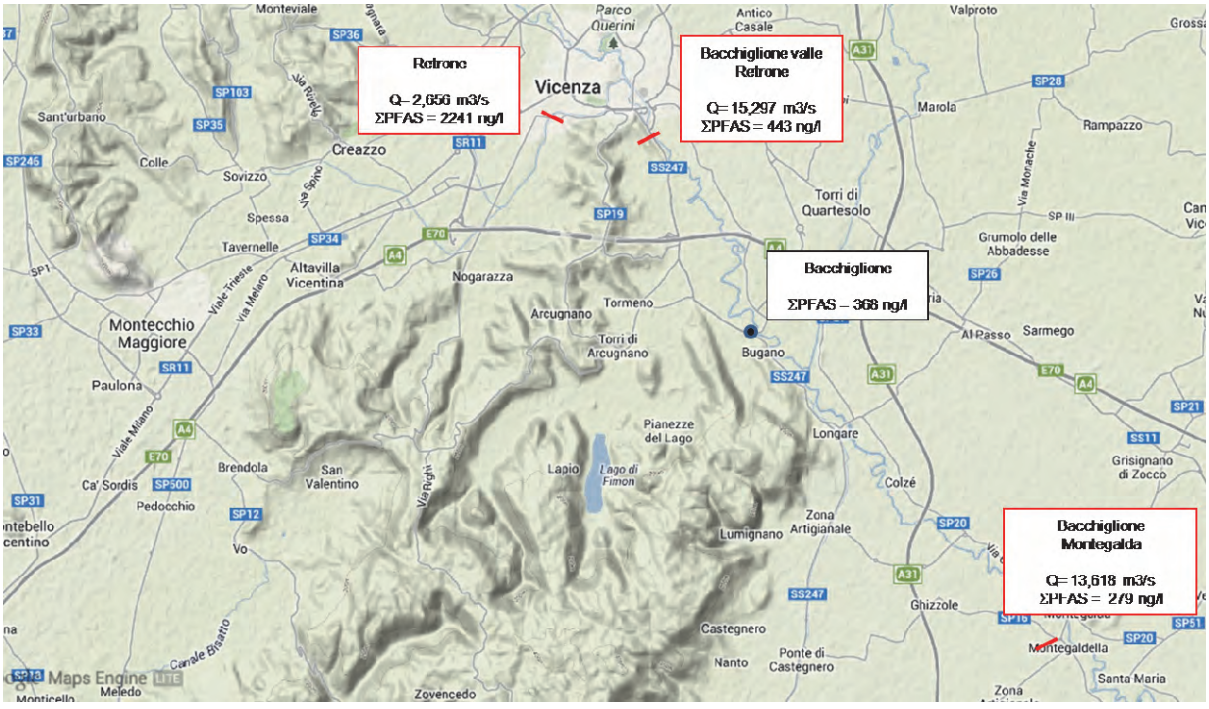


Figura 16: *Risultati lungo il Retrone - Bacchiglione tra S.Agostino e Montegalda.*

I carichi di PFAS stimabili da questa campagna convogliati dal Retrone risultano dell'ordine dei 500 - 600 g/die, mentre sul Bacchiglione a Montegalda si riducono a 300-350 g/die. Ciò probabilmente per via della derivazione del Canale Bisatto che il 14/08/2013 dovrebbe essere stato interessato da prelievi dell'ordine dei 2-3 m^3/s.

Lungo il Retrone, in più occasioni sono state misurate in luglio e agosto 2013, concentrazioni PFAS comprese tra 3.000 e 4.000 ng/l, mentre sul Bacchiglione a Vicenza, a monte del Retrone in data 23/07/2013 i PFAS sono risultati assenti.

Mettendo assieme i risultati delle analisi di ulteriori prelievi operati a luglio e agosto da ARPAV in alcuni affluenti che contribuiscono ai deflussi del Retrone, in scarichi di depuratori e soprattutto in diversi pozzi, appare chiaro che la presenza di PFAS nelle acque superficiali del Retrone sia da imputare allo scambio tra acque sotterrane di prima falda e superficiali e soprattutto, anche in questo caso, al drenaggio di scarichi di acque di processo o irrigue, precedentemente captate da pozzi in falda, anche profonde.

La concentrazione rilevata da IRSA sul Retrone in data 15/02/2013 è risultata pari a 2.086 ng/l, mentre sul Bacchiglione a Vicenza, a monte del Retrone sono stati rilevati quantitativi dell'ordine dei 30-40 ng/l.

Alla chiusura del Bacchiglione IRSA ha rilevato in data 24/10/2012 una concentrazione di PFAS pari a 167 ng/l, mentre sul Brenta poco a monte della confluenza del Bacchiglione una concentrazione di 32 ng/l.

SINTESI DEI RISULTATI SUI CARICHI STIMATI

In Tab. 5 e nelle Fig. 17 e 18 si riporta la sintesi dei risultati dei calcoli effettuati per valutare i carichi veicolati dai corsi d'acqua, nei giorni di misura, sia in relazione alla ΣPFAS, sia alla somma PFOS e PFOA. Le misure si riferiscono ai campionamenti effettuati e al concomitante rilievo delle portate.

Le campagne effettuate conducono a stimare un carico in uscita dall'area di maggior contaminazione di ΣPFAS intorno ai 1.300-1.400 g/die, di cui almeno il 50% veicolato dallo scarico del collettore ARICA.

Risulta di particolare interesse aver stimato sul Gorzone a Stanghella, il giorno 9 agosto 2013, un ulteriore apporto di più di 1.000 g/die, attribuibili principalmente al contributo del drenaggio delle falde e del territorio a sud del Guà-Frassine (Fig. 15), ovvero plausibilmente ai maggiori carichi del collettore ARICA veicolati nei giorni precedenti alla campagna di misura (Tab.4).

	Misura	Ipotesi	Misura	Ipotesi
	Σ PFAS (g/d)	Σ PFAS (g/d)	PFOS+PFOA (g/d)	PFOS+PFOA (g/d)
Fiume Togna monte ARICA	40		20	
Colettore ARICA	700		340	
lungo Fratta-Gorzone		1000		350
Gorzone a Stanghella	1800		710	
Gua-Brendola a Lonigo	40		18	
Frassine a Borgo Frassine	0		0	
Retrone	550		270	
lungo Bacchiglione		-220		-110
Bacchiglione a Montegalda	330		160	

Tabella 5: *Sintesi dei risultati sui carichi veicolati dai corsi d'acqua.*

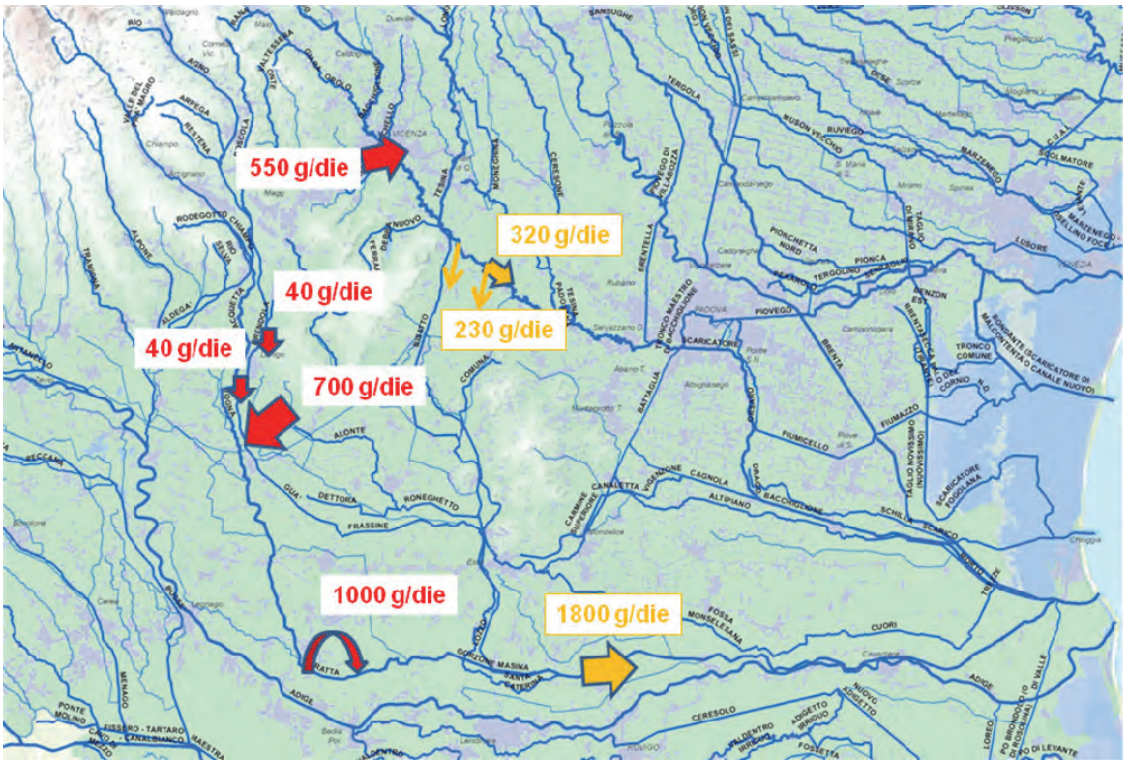


Figura 17: *Sintesi dei risultati dei carichi ΣPFAS veicolati dai corsi d'acqua nei giorni di misura.*

Per quanto riguarda PFOS+PFOA, si stima un carico in uscita dall'area di maggior contaminazione di circa 650 g/die nei giorni di misura (Fig. 18), di cui poco meno del 50% veicolato dallo scarico del collettore ARICA. Il contributo del drenaggio delle falde e del territorio a sud del Guà-Frassine è ipotizzabile in 350 g/die per PFOS+PFOA.

Pur tenendo conto dell'incertezza insita nelle analisi di laboratorio e delle misure di portata, si è constata una certa coerenza nei risultati ottenuti.

In una situazione idrograficamente e idrologicamente assai intricata e complessa, come appunto quella dei territori interessati dalla contaminazione PFAS, la sola valutazione delle concentrazioni rilevate lungo i corsi d'acqua superficiali non è spesso in grado di spiegarne

l'evoluzione. E' risultato invece molto utile poter ragionare in termini di "carico", grazie alle misure di portata effettuate.

Il confronto tra i risultati alle diverse sezioni è stato in questo caso facilitato da una situazione idrologica particolarmente favorevole, con modeste variazioni nei deflussi naturali lungo i corsi d'acqua, per via dell'assenza di precedenti precipitazioni significative.

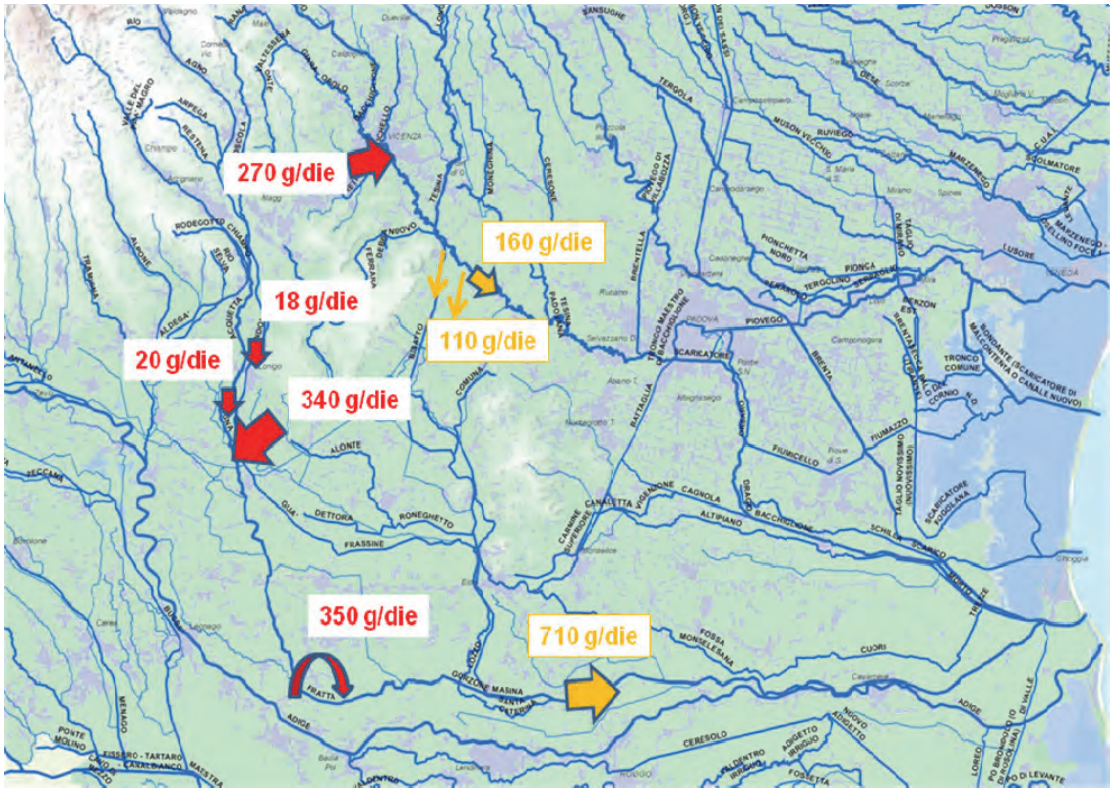


Figura 18: *Sintesi dei risultati dei carichi PFOS+PFOA veicolati dai corsi d'acqua nei giorni di misura.*

Anche nel prosieguo dell'attività risulta quindi indispensabile poter disporre delle seguenti informazioni e dati:

- Stima dei deflussi lungo i principali corsi d'acqua.
- Le portate scaricate dal collettore ARICA .
- Le portate dell'Adige scaricate dal LEB sul Fratta e sul Guà e quelle derivate dal Guà, (per via dell'importante diluizione operata da queste ultime).
- Stima delle portate derivate e di quelle scaricate dagli impianti idrovori.

7 - CONCLUSIONI

Questa nota rappresenta la sintesi di una prima fase di indagine idrogeologica redatta allo scopo di fornire lo stato conoscitivo dell'inquinamento e propedeutica a definire le future direttrici d'azione.

Oggi, a soli 3 mesi dall'inizio delle indagini svolte da ARPAV, è stato possibile individuare la possibile area sorgente e fornire una prima parziale delimitazione del vasto plume inquinate che caratterizza il fenomeno. A riguardo risulta necessario prevedere lo sviluppo di un'indagine ambientale ancora più approfondita che dovrà sviluppare e supplire quegli aspetti critici conoscitivi qui individuati in particolare:

1. Delimitare in modo definitivo l'estensione del fronte della contaminazione delle acque sotterranee sia verso est e sia nel vasto settore meridionale attraverso l'estensione della rete di monitoraggio.
2. Definire con maggiore dettaglio la delimitazione del plume inquinante sia arealmente che in profondità al fine di individuare e quantificare le aree vulnerate della contaminazione.

A tale scopo risulta indispensabile definire un idoneo *modello concettuale di diffusione e propagazione dell'inquinamento* nelle diverse matrici ambientali. Tale azione sarà possibile attraverso uno studio dettagliato nel sito inquinato e una dettagliata ricostruzione dell'idrodinamica sotterranea supportata da modellistica numerica in grado di definire e quantificare i meccanismi di trasporto e propagazione dell'inquinante nelle acque superficiali e sotterranee. L'implementazione di strumenti modellistici saranno inoltre indispensabili per capire l'evoluzione del fenomeno nel tempo e definire i possibili scenari di rischio.

.

BIBLIOGRAFIA

1. AA.VV. – "Processi di inquinamento chimico industriale delle acque sotterranee nella media e alta pianura veneta" – GNDCI, Linea ricerca VAZAR, Mem. Sci. Geol. V. 47, Padova 1995
2. AA.VV. - "Studio geologico e chimico dell'inquinamento della falda acquifera nei Comuni di Montecchio M., Creazzo, Sovizzo E Altavilla V." – IRSEV, Venezia 1979 (Inedito)
3. Altissimo L., Bertoldo S., Schiavo A., Sottani A., - "Progetto GIADA Fase 2 – Rapporto conclusivo" – Vicenza 2010
4. Antonelli R., Dal Prà A. – "Carta dei deflussi freatici dell'alta pianura veneta con note illustrative" - Quad. I.R.S.A.-C.N.R. n. 51, Roma 1980
5. Antonelli R., Dazzi R, Gatto G., Mari G.M., Mozzi G., Zambon G., - "Correlazioni litostratigrafiche e idrostrutturali nel complesso alluvionale della bassa valle del fiume Agno-Guà e nell'antistante pianura vicentina. (M. Lessini orientali, Vicenza)" - Boll. Serv. Geol. d'Italia, Roma 1993
6. Antonelli R., Mari G.M., – "Carta della vulnerabilità naturale con note illustrative - scala 1:25.000". Gruppo Nazionale – Venezia 1993
7. Antonelli R., Mari G.M. – "Considerazioni su uno studio idrogeologico di base per la realizzazione della carta della vulnerabilità nella pare basa della valle del fiume Agno-Guà" – Atti Conv. Naz. Prot. E Gest. Delle acque sotterranee, Modena 1990
8. Antonelli R., Stella L., - "Il chimismo delle acque freatiche della media e bassa valle del fiume Agno-Guà (Vicenza). St. Tren. Sc. Nat., vol. 56, Trento 1979
9. Bartolomei G. - "Il deflusso delle falde acquifere nella conoide Agno-Chiampo in base a due traccianti chimici" Mem. Acc. Olimpica di Vicenza 1983-1986.
10. Mari G.M. – "Carta isofreatica" – Santa Maria di Sala (Ve) 1985
11. Regione del Veneto – "Carta delle unità geomorfologiche" – S.E.L.C.A., Firenze 1987
12. Regione del Veneto, Servizio Geologico d'Italia, Univ. Studi di Padova – "Carta geologica del Veneto" – S.E.L.C.A., Firenze 1988

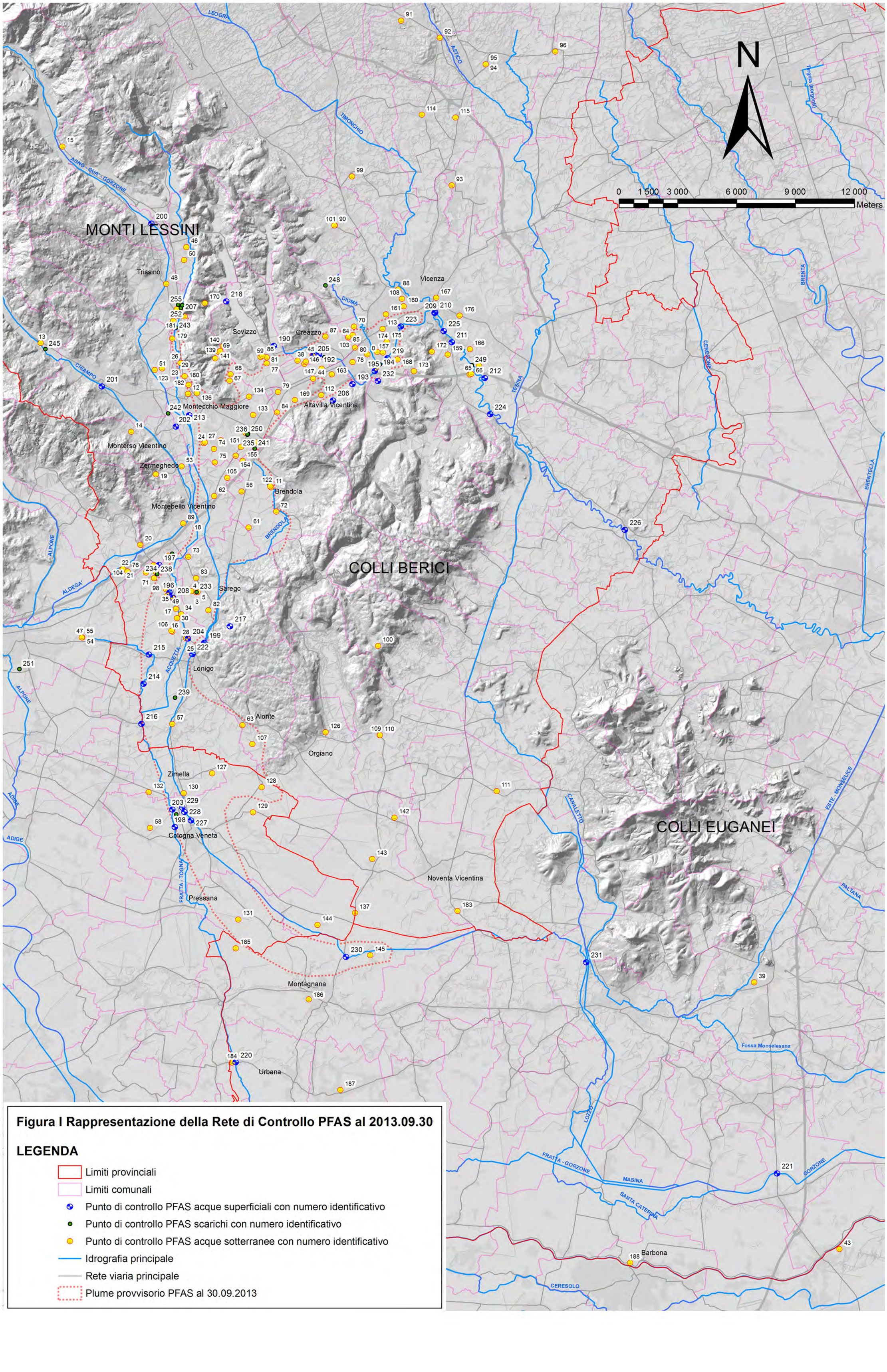


Figura I Rappresentazione della Rete di Controllo PFAS al 2013.09.30

LEGENDA

- Limiti provinciali
- Limiti comunali
- Punto di controllo PFAS acque superficiali con numero identificativo
- Punto di controllo PFAS scarichi con numero identificativo
- Punto di controllo PFAS acque sotterranee con numero identificativo
- Idrografia principale
- Rete viaria principale
- Plume provvisorio PFAS al 30.09.2013

TABELLA 1 - RETE CONTROLLO PFAS al 30.09.2013

ID	Feature	Coord EST	Coord NORD	LIMS	PFAS ng/l	PFOA+PFOS ng/l
0	pozzo	11.508012	45.526977	310046	1967	1147
1	pozzo	11.427023	45.492706	311610	638	147
2	pozzo	11.388482	45.420797	311607	1796	719
3	pozzo	11.391787	45.420364	311605	1632	654
4	pozzo	11.391760	45.420259	311603	2372	1006
5	pozzo	11.392629	45.420323	311606	2400	907
6	pozzo	11.364444	45.433285	311604	166	74
7	pozzo	11.386211	45.550645	311465	28320	19527
8	pozzo	11.385615	45.550818	311464	766	487
9	pozzo	11.384920	45.554572	311463	45	31
10	pozzo	11.410721	45.489652	311190	225	88
11	pozzo	11.442583	45.467321	nd	1422	633
12	pozzo	11.390296	45.511424	311180	36	36
13	pozzo	11.295083	45.536731	311155	34	12
14	pozzo	11.352417	45.494796	311159	106	34
15	pozzo	11.312817	45.626651	311609	24	24
16	pozzo	11.375452	45.402454	311231	4701	2134
17	pozzo	11.378210	45.412867	311246	2347	1032
18	pozzo	11.389003	45.454471	311705	73	18
19	pozzo	11.367717	45.474908	311717	75	19
20	pozzo	11.356301	45.442790	311711	60	16
21	pozzo	11.343931	45.431716	nd	74	33
22	pozzo	11.344424	45.431911	nd	50	23
23	pozzo	11.386127	45.525773	314100	201	166
24	pozzo	11.399614	45.488571	314115	1291	452
25	pozzo	11.384851	45.398992	314118	8920	3430
26	pozzo	11.385993	45.525765	314105	1367	675
27	pozzo	11.400279	45.488915	314113	2785	1155
28	pozzo	11.384293	45.399188	314117	9291	3841
29	pozzo	11.383660	45.521909	314119	103	77
30	pozzo	11.378700	45.408606	313798	3219	1604
31	pozzo	11.372931	45.422586	311236	862	391
32	pozzo	11.372684	45.422597	311233	807	365
33	pozzo	11.376096	45.417894	311245	1644	699
34	pozzo	11.381595	45.410342	311247	2683	1191
35	pozzo	11.372153	45.422078	311240	649	293
36	pozzo	11.478111	45.520614	313803	3274	1188
37	pozzo	11.477942	45.521143	313806	1442	663
38	pozzo	11.462471	45.525123	313810	5542	2700
39	pozzo	11.746552	45.232969	313924	0	0
40	pozzo	11.604760	44.890767	314127	0	0
41	pozzo	11.605811	44.890874	314126	0	0
42	pozzo	11.603633	44.891452	314129	0	0
43	pozzo	11.795980	45.109279	314128	0	0
44	pozzo	11.472226	45.516640	313807	189	36
45	pozzo	11.472157	45.527229	313812	1800	886
46	pozzo	11.392103	45.578807	310099	16	16
47	pozzo	11.316379	45.401026	311676	74	40
48	pozzo	11.378242	45.562175	310105	79	79
49	pozzo	11.373006	45.419201	nd	1152	482
50	pozzo	11.390309	45.572898	310633	79	69
51	pozzo	11.368924	45.522864	310634	88	75
52	pozzo	11.374395	45.437396	310636	182	102
53	pozzo	11.384647	45.478181	310635	169	92
54	pozzo	11.316669	45.400974	311667	0	0
55	pozzo	11.316422	45.401026	311670	0	0
56	pozzo	11.423233	45.465895	310637	338	210
57	pozzo	11.373607	45.360135	310638	3054	1892
58	pozzo	11.357189	45.312678	310639	0	0

TABELLA 1 - RETE CONTROLLO PFAS al 30.09.2013

ID	Feature	Coord EST	Coord NORD	LIMS	PFAS ng/l	PFOA+PFOS ng/l
59	pozzo	11.438436	45.527284	312711	0	0
60	pozzo	11.386760	45.550639	314487	29355	14710
61	pozzo	11.427195	45.449171	315188	1348	750
62	pozzo	11.405268	45.464138	315184	753	366
63	pozzo	11.419226	45.358614	315181	617	265
64	pozzo	11.495926	45.535081	314724	9759	5355
65	pozzo	11.574494	45.516324	315334	32	32
66	pozzo	11.575556	45.516602	315324	17	17
67	pozzo	11.417611	45.516858	315316	545	287
68	pozzo	11.418400	45.519774	315143	522	137
69	pozzo	11.410954	45.530253	315147	231	49
70	pozzo	11.499893	45.539974	314729	142	125
71	pozzo	11.359327	45.429946	315310	127	76
72	pozzo	11.445458	45.456135	315286	1988	1143
73	pozzo	11.387238	45.436654	315306	1466	800
74	pozzo	11.406134	45.485790	315171	461	262
75	pozzo	11.406448	45.479573	315174	245	115
76	pozzo	11.347353	45.430677	311714	69	28
77	pozzo	11.442239	45.524345	312726	4753	2562
78	pozzo	11.498255	45.523728	312723	1190	589
79	pozzo	11.449063	45.511039	312713	392	185
80	pozzo	11.500213	45.530316	312716	3596	1995
81	pozzo	11.442304	45.527141	312712	156	113
82	pozzo	11.399367	45.411753	312194	490	249
83	pozzo	11.391921	45.426709	312195	2307	902
84	pozzo	11.447952	45.501606	312714	1310	473
85	pozzo	11.495773	45.531286	312715	2854	1478
86	pozzo	11.439517	45.527949	313127	20	20
87	pozzo	11.480992	45.535776	313128	24522	13247
88	pozzo	11.529615	45.556342	312710	0	0
89	pozzo	11.384623	45.451961	311719	77	38
90	pozzo	11.489347	45.586719	313626	0	0
91	pozzo	11.537039	45.679695	313621	0	0
92	pozzo	11.562011	45.671284	313623	0	0
93	pozzo	11.566688	45.603365	313620	0	0
94	pozzo	11.591472	45.658489	313618	0	0
95	pozzo	11.591507	45.658476	313627	0	0
96	pozzo	11.637193	45.663232	313639	0	0
97	pozzo	11.365957	45.429871	313790	221	132
98	pozzo	11.364498	45.427266	313791	318	192
99	pozzo	11.501618	45.608881	312879	0	0
100	pozzo	11.509201	45.393035	312882	0	0
101	pozzo	11.489296	45.586661	312880	0	0
102	pozzo	11.382909	45.408454	313534	3003	1643
103	pozzo	11.498922	45.536039	314732	17040	10295
104	pozzo	11.347396	45.430692	311715	45	18
105	pozzo	11.414258	45.472365	315170	299	162
106	pozzo	11.374905	45.402887	315313	2375	1249
107	pozzo	11.425384	45.349770	315315	2827	810
108	pozzo	11.531868	45.551984	nd	0	0
109	pozzo	11.508415	45.352100	316082	0	0
110	pozzo	11.508565	45.352025	316083	0	0
111	pozzo	11.583361	45.324713	316087	0	0
112	pozzo	11.477172	45.509039	316105	1027	442
113	pozzo	11.518639	45.538504	316106	1494	854
114	pozzo	11.548578	45.636221	316109	0	0
115	pozzo	11.570615	45.634454	316113	0	0
116	pozzo	11.603386	44.891984	316255	17	17
117	pozzo	11.604395	44.891588	316256	50	27

TABELLA 1 - RETE CONTROLLO PFAS al 30.09.2013

ID	Feature	Coord EST	Coord NORD	LIMS	PFAS ng/l	PFOA+PFOS ng/l
118	pozzo	11.604910	44.891444	316257	0	0
119	pozzo	11.605092	44.891362	316258	18	18
120	pozzo	11.383145	45.408725	316253	2791	1324
121	pozzo	11.382791	45.408393	316254	4504	2007
122	pozzo	11.442003	45.467896	nd	0	0
123	pozzo	11.373811	45.523435	311149	70	70
124	pozzo	11.386793	45.552383	316615	573	354
125	pozzo	11.386728	45.552330	316608	581	368
126	pozzo	11.473224	45.354136	316247	142	79
127	pozzo	11.398528	45.336861	317988	1724	336
128	pozzo	11.430539	45.329878	317989	10032	3800
129	pozzo	11.424472	45.318470	317990	0	0
130	pozzo	11.379663	45.328191	317666	3916	2308
131	pozzo	11.412785	45.269459	317665	788	491
132	pozzo	11.356945	45.329099	317753	0	0
133	pozzo	11.432331	45.500839	318617	2398	956
134	pozzo	11.429971	45.509283	318618	10401	5577
135	pozzo	11.386077	45.551041	318621	15628	12687
136	pozzo	11.396143	45.511563	318824	10337	7344
137	pozzo	11.488738	45.270840	318147	0	0
138	pozzo	11.527641	45.524266	317090	1071	494
139	pozzo	11.412158	45.530576	317111	53	19
140	pozzo	11.413990	45.532793	317112	94	36
141	pozzo	11.408773	45.527351	317117	57	28
142	pozzo	11.516311	45.314012	319146	39	12
143	pozzo	11.501044	45.295351	319147	0	0
144	pozzo	11.464126	45.265879	319148	0	0
145	pozzo	11.497761	45.251175	319149	2819	1033
146	sorgente	11.466819	45.523546	317323	2385	1502
147	sorgente	11.467876	45.524604	317318	2606	1668
148	sorgente	11.433726	45.488114	317311	434	216
149	pozzo	11.437414	45.487589	317259	75	34
150	pozzo	11.423788	45.486350	317305	772	294
151	pozzo	11.423770	45.486361	317297	831	360
152	pozzo	11.428882	45.482988	317290	448	205
153	pozzo	11.433506	45.488099	317283	285	111
154	pozzo	11.420154	45.482316	317268	1728	939
155	pozzo	11.424507	45.479917	317263	1511	744
156	pozzo	11.386106	45.550966	318622	441	208
157	pozzo	11.518269	45.527644	320152	1416	626
158	pozzo	11.513409	45.520673	320153	1769	762
159	pozzo	11.560605	45.525794	320159	0	0
160	pozzo	11.532713	45.548564	319721	10	0
161	pozzo	11.521126	45.545108	319723	52	0
162	pozzo	11.514554	45.528062	319280	3820	1854
163	pozzo	11.484528	45.518405	318661	1240	347
164	pozzo	11.580778	45.520159	nd	0	0
165	pozzo	11.580778	45.520159	nd	0	0
166	pozzo	11.575127	45.527877	318669	0	0
167	pozzo	11.554132	45.551988	318675	0	0
168	pozzo	11.527700	45.524285	321706	715	215
169	pozzo	11.459910	45.507076	319278	2014	697
170	sorgente	11.403025	45.552852	321438	173	71
171	pozzo	11.555343	45.530794	320880	0	0
172	pozzo	11.550214	45.527321	320881	0	0
173	pozzo	11.538134	45.518617	321014	0	0
174	pozzo	11.520855	45.532287	321043	2569	1501
175	pozzo	11.521048	45.532547	321042	2163	1323
176	pozzo	11.569167	45.543460	321320	25	0

TABELLA 1 - RETE CONTROLLO PFAS al 30.09.2013

ID	Feature	Coord EST	Coord NORD	LIMS	PFAS ng/l	PFOA+PFOS ng/l
177	pozzo	11.382061	45.545072	321947	92	92
178	pozzo	11.384625	45.550399	321945	772	421
179	pozzo	11.381109	45.536975	321948	4364	3010
180	pozzo	11.388423	45.519564	321949	20096	14305
181	pozzo	11.385182	45.547416	322803	24590	16185
182	pozzo	11.390922	45.515557	322804	7476	4841
183	pozzo	11.555214	45.270266	323936	579	228
184	pozzo	11.405672	45.203925	322356	506	291
185	pozzo	11.410374	45.256291	322358	696	262
186	pozzo	11.456736	45.231811	322357	391	205
187	pozzo	11.475521	45.189805	322355	0	0
188	pozzo	11.659861	45.106271	322689	1700	1260
189	pozzo	11.389449	45.547012	325922	10121	4006
190	fiume	11.447132	45.532312	312725	104	56
191	fiume	11.482049	45.524961	312724	795	351
192	fiume	11.476242	45.527633	312730	5942	3165
193	fiume	11.497632	45.513663	312719	970	394
194	fiume	11.514828	45.522779	312718	233	160
195	fiume	11.512578	45.519323	311472	4336	2783
196	fiume	11.374189	45.420581	311828	445	181
197	sorgente	11.367942	45.433312	311821	57	22
198	fiume	11.373215	45.312842	310640	6081	3465
199	fiume	11.395966	45.397052	311468	1355	698
200	fiume	11.369466	45.590182	311469	0	0
201	fiume	11.334060	45.516068	311470	0	0
202	fiume	11.381519	45.496586	311471	0	0
203	fiume	11.371847	45.320907	310642	1682	844
204	fiume	11.385360	45.399124	313795	1800	863
205	laghetto	11.472548	45.527261	313812	1800	886
206	fiume	11.484581	45.506439	312719	970	394
207	fiume	11.386811	45.548323	314111	2304	324
208	fiume	11.376356	45.418098	313794	684	319
209	fiume	11.552693	45.545087	315150	3089	1563
210	fiume	11.553186	45.545418	315149	0	0
211	fiume	11.563411	45.531455	315148	520	273
212	fiume	11.584128	45.514535	314733	482	268
213	laghetto	11.390419	45.501700	316631	743	331
214	fiume	11.355540	45.379048	316607	961	336
215	fiume	11.359611	45.392314	316604	770	273
216	fiume	11.353405	45.360702	316605	1571	596
217	sorgente	11.413035	45.404228	318615	493	141
218	sorgente	11.416914	45.553453	318619	121	49
219	fiume	11.521048	45.525070	317085	3257	2118
220	fiume	11.408151	45.204016	318597	1065	436
221	fiume	11.757034	45.145064	318598	810	320
222	fiume	11.387959	45.391935	318793	1081	444
223	fiume	11.530304	45.539444	319069	2241	1157
224	fiume	11.586843	45.497863	319072	368	177
225	fiume	11.558336	45.536761	319073	443	201
226	fiume	11.672236	45.442775	319074	279	132
227	fiume	11.383832	45.315657	318794	0	0
228	fiume	11.379706	45.319644	318795	604	235
229	fiume	11.378379	45.321622	318799	745	321
230	fiume	11.481893	45.250869	318813	0	0
231	fiume	11.637788	45.244886	318813	0	0
232	fiume	11.514316	45.514738	321047	11	0
233	scarico	11.391808	45.420391	311460	2066	942
234	scarico	11.366252	45.429205	311459	174	75
235	scarico	11.428353	45.492239	311462	1738	1078

TABELLA 1 - RETE CONTROLLO PFAS al 30.09.2013

ID	Feature	Coord EST	Coord NORD	LIMS	PFAS ng/l	PFOA+PFOS ng/l
236	scarico	11.428034	45.491884	311461	461	167
237	scarico	11.386994	45.551015	310954	5406847	2954835
238	scarico	11.366483	45.429174	311458	146	40
239	scarico	11.375608	45.372207	310991	3527	1120
240	scarico	11.376565	45.438288	310989	1071	189
241	scarico	11.432487	45.485461	310985	812	189
242	scarico	11.376654	45.502858	310982	2544	211
243	scarico	11.383349	45.542160	310980	249057	122599
244	scarico	11.702693	45.738567	313385	491	21
245	scarico	11.297776	45.533935	313784	0	0
246	scarico	11.479734	45.526431	314728	2119	1310
247	scarico	11.515721	45.522326	314727	3600	500
248	scarico	11.481856	45.559332	314726	0	0
249	scarico	11.575813	45.520616	314725	0	0
250	scarico	11.428142	45.492074	316329	3031	2521
251	scarico	11.274920	45.387371	316970	28	14
252	scarico	11.388040	45.552349	318632	339	218
253	scarico	11.374178	45.318612	310641	49877	29016
254	scarico	11.702515	45.738593	321346	115	11
255	scarico	11.385322	45.552531	310976	9992	6306

ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale
Via Matteotti, 27
35131 Padova
Tel. +39 049 82 39301
Fax. +39 049 66 0966
E-mail urp@arpa.veneto.it
E-mail certificata: protocollo@arpav.it
www.arpa.veneto.it