

IL MONITORAGGIO DELLE SOSTANZE PERFLUOROALCHILICHE NELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE DELLA REGIONE UMBRIA (2018-2022)



**IL MONITORAGGIO DELLE SOSTANZE
PERFLUOROALCHILICHE NELLE ACQUE
SUPERFICIALI E SOTTERRANEE
DELLA REGIONE UMBRIA
(2018-2022)**

Autori

Fedra Charavgis – Alessandra Cingolani – Sonia Renzi

Coordinamento Tecnico Scientifico - Servizio Qualità acque interne regionali e depurazione

Visto

Paolo Stranieri

Responsabile Coordinamento Tecnico Scientifico e Progetti

Agosto 2023

Sommario

1.	PREMESSA	4
2.	INQUADRAMENTO NORMATIVO	5
3.	MONITORAGGIO DELLE SOSTANZE PERFLUOROALCHILICHE IN UMBRIA.....	6
3.1	Monitoraggio delle acque superficiali	6
3.2	Monitoraggio delle acque sotterranee.....	9
4.	CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI	17

1. PREMESSA

I composti perfluoroalchilici, indicati genericamente con la sigla PFAS, sono un gruppo di oltre 4.700 sostanze prevalentemente di sintesi, con una struttura chimica che conferisce loro particolare stabilità termica, impermeabilità all'acqua e ai grassi, elevata capacità lubrificante e ridotto coefficiente di attrito.

Si tratta per lo più di composti organici formati da una catena alchilica parzialmente o totalmente fluorurata di lunghezza variabile e da un gruppo funzionale idrofilico. I composti a catena lunga sono molto persistenti e stabili sotto il profilo chimico e termico e possono dare origine a fenomeni di bioaccumulo negli esseri viventi, con incremento delle concentrazioni lungo la catena alimentare; i composti a catena corta, invece, tendono ad accumularsi nell'ambiente a causa della loro persistenza e dell'elevata mobilità nell'aria e nell'acqua.

Grazie alle loro proprietà chimiche e fisiche, gli PFAS trovano impiego da anni in un'ampia gamma di prodotti di consumo e in molte applicazioni industriali: vengono infatti utilizzati nelle schiume antincendio, nei rivestimenti metallici antiaderenti per le padelle, negli imballaggi di carta per alimenti, nelle creme e nei cosmetici, nei tessuti per tappezzeria e abbigliamento outdoor, nelle vernici, nei materiali fotografici, perfino in alcuni pesticidi e farmaci.

Per molti anni gli PFAS più utilizzati sono stati quelli a catena lunga e in particolare l'acido perfluorooctanoico (PFOA) e l'acido perfluorooctansulfonico (PFOS). A causa della loro persistenza ambientale e a seguito delle restrizioni introdotte per limitarne la produzione (Regolamento UE n.757/2010), negli ultimi decenni sono state immesse sul mercato delle sostanze sostitutive perfluorate prevalentemente a catena corta o di nuova generazione, la cui pericolosità è tuttavia ancora in fase di valutazione.

I rischi associati alla salute umana e all'ambiente e le evidenze di contaminazione delle risorse idriche destinate ad usi potabili emerse in alcune aree del territorio europeo e nazionale hanno reso sempre più urgente l'integrazione dei sistemi di monitoraggio delle sostanze pericolose con la rilevazione sistematica di questi nuovi contaminanti emergenti.

Nel corso del 2017 il monitoraggio delle sostanze perfluoroalchiliche nelle acque interne è stato avviato anche in Umbria, su sollecitazione del Ministero dell'Ambiente, nell'ambito di una campagna di screening nazionale coordinata da ISPRA e volta all'individuazione delle potenziali fonti di emissione e alla ricerca di tali sostanze nella matrice acquosa. Dal 2018 il controllo degli PFAS nei corpi idrici superficiali e sotterranei viene effettuato regolarmente nell'ambito della valutazione della qualità ambientale ai sensi della Direttiva Quadro Acque e permette di disporre di un quadro aggiornato sulla presenza di questi composti nel territorio regionale, come illustrato nel presente rapporto.

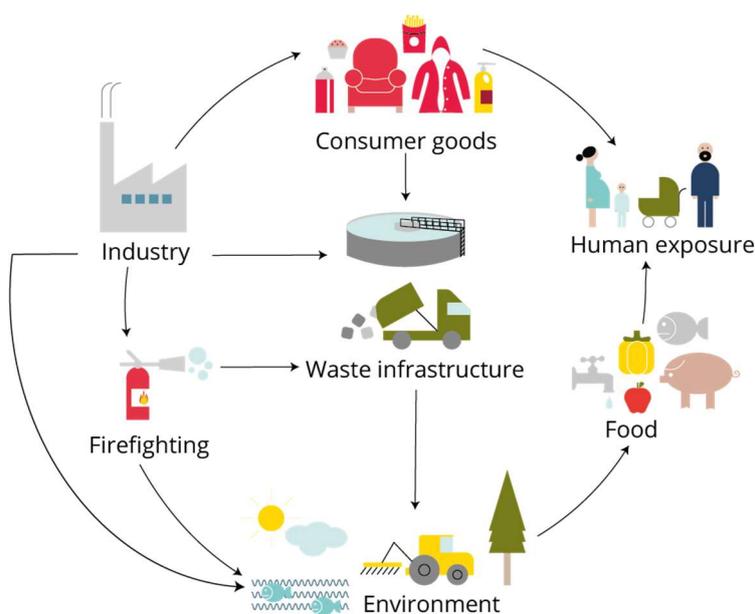


Fig. 1 - Tipiche vie di esposizione agli PFAS (Fonte: EEA - Emerging chemical risks in Europe — 'PFAS')

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Nel contesto normativo europeo, la problematica delle sostanze perfluoroalchiliche è stata affrontata per la prima volta dalla Commissione Europea con l'obiettivo di tutelare l'ambiente acquatico e gli ecosistemi ad esso connessi, attraverso l'emanazione della Direttiva 2013/39/UE, concernente il controllo delle sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. In tale ambito, l'acido perfluorooftansulfonico (PFOS) è stato incluso nella lista delle sostanze pericolose prioritarie da monitorare nelle acque superficiali e nel biota.

Successivamente, con il Regolamento UE n. 944/2013, l'acido perfluorooftanoico (PFOA) è stato inserito nella *Candidate List of Substances of Very High Concern for Authorisation (SVHC)* e classificato come tossico per la riproduzione.

Con la Direttiva 2014/80/UE, che modifica ed integra la Direttiva 2006/118/CE sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento, l'obbligo di monitoraggio degli PFAS è stato poi esteso alle acque sotterranee, con l'introduzione di valori limite per alcuni composti perfluoroalchilici.

In recepimento delle Direttive europee, a livello nazionale sono stati adottati per gli PFAS specifici standard di qualità ambientale (Tab. 1) ai fini della valutazione dello stato chimico (D.Lgs. 172/2015 - Tab. 1/A) ed ecologico (D.Lgs. 172/2015 - e Tab. 1/B) dei corpi idrici superficiali, nonché valori soglia (Tab. 2) per la valutazione dello stato chimico (DM 6 luglio 2016 – Tabella 3) dei corpi idrici sotterranei.

Tab. 1 - Valori limite PFAS per le acque superficiali interne – D.Lgs. 172/2015

Parametro	Tabella	SQA-CMA (ug/L)	SQA-MA (ug/L)	SQA biota (ug/L)
Acido perfluorooftansulfonico e suoi sali (PFOS)	1/A	36	$6,5 \cdot 10^{-4}$	9,1
Acido perfluorobutanoico (PFBA)	1/B	-	7	-
Acido perfluoropentanoico (PFPeA)	1/B	-	3	-
Acido perfluoroesanoico (PFHxA)	1/B	-	1	-
Acido perfluorobutansulfonico (PFBS)	1/B	-	3	-
Acido perfluorooftanoico (PFOA)	1/B	-	0,1	-

Tab. 2 - Valori limite PFAS per le acque sotterranee – Tabella 3 DM 6 luglio 2016

Parametro	Valore soglia (ug/L)	Valore soglia – interazione acque superficiali (ug/L)
Acido perfluoropentanoico (PFPeA)	3	-
Acido perfluoroesanoico (PFHxA)	1	-
Acido perfluorobutansulfonico (PFBS)	3	-
Acido perfluorooftanoico (PFOA)	0,5	0,1
Acido perfluorooftansulfonico e suoi sali (PFOS)	0,03	$6,5 \cdot 10^{-4}$

Nel 2020, al fine di tutelare le acque destinate al consumo umano, la Commissione Europea ha introdotto, con la Direttiva 2020/2184, valori limite specifici per gli PFAS anche nelle acque potabili, che sono stati recepiti dal D.Lgs. 18/2023 (Tab. 3).

Tab. 3 – Valori limite PFAS per le acque destinate al consumo umano – D.Lgs. 18/2023

Parametro	Valore limite	Nota
PFAS Totale	0,50 µg/l	Per «PFAS — totale» si intende la totalità delle sostanze per- e polifluoroalchiliche. Tale valore di parametro si applica esclusivamente dopo l'elaborazione di orientamenti tecnici per il monitoraggio di tale parametro in conformità dell'articolo 12, comma 9. Le Regioni e le province autonome possono quindi decidere di utilizzare uno o entrambi i parametri «PFAS — totale» o «Somma di PFAS». L'Autorità sanitaria locale preposta al controllo della qualità delle acque destinate al consumo umano, sentita l'autorità sanitaria regionale e l'ISS, può adottare valori più restrittivi in specifiche circostanze territoriali, tenuto conto in particolare dell'esposizione pregressa alle sostanze per- e polifluoroalchiliche della popolazione interessata.
Somma di PFAS	0,10 µg/l	Per «somma di PFAS» si intende la somma di tutte le sostanze per- e polifluoroalchiliche ritenute preoccupanti per quanto riguarda le acque destinate al consumo umano di cui all'allegato III, parte B, punto 3. Si tratta di un sottoinsieme di sostanze «PFAS — totale» contenenti un gruppo perfluoroalchilico con tre o più atomi di carbonio (vale a dire $-C_nF_{2n}-$, $n \geq 3$) o un gruppo perfluoroalchilitero con due o più atomi di carbonio (vale a dire $-C_nF_{2n}OC_mF_{2m}-$, n e $m \geq 1$). L'Autorità sanitaria locale preposta al controllo della qualità delle acque destinate al consumo umano, sentita l'autorità sanitaria regionale e l'ISS, può adottare valori più restrittivi in specifiche circostanze territoriali, tenuto conto in particolare dell'esposizione pregressa alle sostanze per- e polifluoroalchiliche della popolazione interessata.

Ad oggi, non sono invece ancora stati fissati a livello normativo nazionale obblighi inerenti il controllo degli PFAS nelle acque reflue.

3. MONITORAGGIO DELLE SOSTANZE PERFLUOROALCHILICHE IN UMBRIA

Come già anticipato, il monitoraggio delle sostanze perfluoroalchiliche nella Regione Umbria è stato avviato nel corso del 2017 nell'ambito di una campagna di screening nazionale coordinata da ISPRA e dal Ministero dell'Ambiente. In tale contesto, in attuazione delle indicazioni tecniche poi confluite nelle Linee Guida ISPRA n. 305/2019¹, sono state individuate le potenziali fonti di emissione per queste sostanze presenti nel territorio regionale e sono state progressivamente sviluppate, anche grazie al supporto analitico di ARPA Veneto, attività di controllo nei principali corpi idrici fluviali, nelle acque sotterranee e negli scarichi di acque reflue urbane e industriali più significativi².

Sulla base dei primi risultati ottenuti, è stata definita una rete di monitoraggio regionale che è stata nel tempo rivista e modificata, allo scopo di fornire un quadro costantemente aggiornato sulla presenza di tali sostanze nelle acque interne regionali e dare attuazione alle nuove richieste della Direttiva Quadro Acque. Di seguito vengono presentate in sintesi le attività di monitoraggio effettuate nelle acque superficiali e sotterranee nel periodo 2018-2022 e i relativi risultati ottenuti.

Per quanto riguarda le acque reflue, invece, la ricerca degli PFAS nelle acque di scarico, ad oggi non ancora normata, viene effettuata solo saltuariamente, in considerazione dell'onerosità delle attività di campionamento e analisi.

3.1 Monitoraggio delle acque superficiali

Sulla base dei risultati dello screening preliminare, è stata individuata la rete di monitoraggio delle acque superficiali, attualmente costituita da 6 stazioni di campionamento, selezionate tra quelle attive per la valutazione della qualità ambientale ai sensi della Direttiva Quadro Acque (Fig. 2 e Tab. 4) e tutte localizzate nei corpi idrici fluviali.

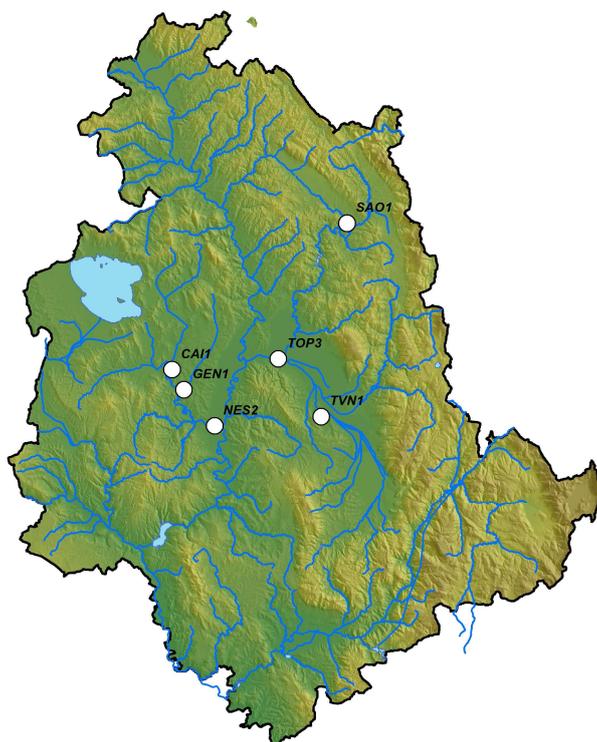


Fig. 2 – Rete di monitoraggio degli PFAS nelle acque superficiali

¹ "Indirizzi per la progettazione delle reti di monitoraggio delle sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nei corpi idrici superficiali e sotterranei", Linee Guida n. 305/2019 - ISPRA

² "Le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) in Umbria - Stato attuale e programmi di monitoraggio" (ARPA Umbria, 2018)
"Monitoraggio delle sostanze perfluoroalchiliche su acque superficiali, acque sotterranee e scarichi in Umbria" (ARPA Umbria, 2019)

Tab. 4 - Rete di monitoraggio degli PFAS nelle acque superficiali umbre

Codice stazione	Nome corpo idrico	Località	Coordinata X WGS84	Coordinata Y WGS84
CAI1	Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	Pieve Caina	276879,1	4764742,1
GEN1	Torrente Genna	Pian dei Fossi	279118,2	4760964,2
NES2	Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	Marsciano	284887,0	4754076,6
TOP3	Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	Passaggio di Bettona	296918,8	4766777,5
TVN1	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	Bevagna	305001,4	4755872,4
SAO1	Torrente Saonda	Serra Brunamonti	309839,4	4792690,0

Tutte le stazioni vengono monitorate dal 2018 con frequenza mensile per la rilevazione delle sostanze riportate in Tab. 5, la cui determinazione analitica è stata effettuata fino al 2022 presso il Laboratorio ARPAV di Venezia.

Tab. 5 – PFAS analizzati nel reticolo fluviale umbro nel periodo 2018-2022

Codice CAS	Sostanza	Metodo analitico	LOQ (ng/l)
	4:2-FTS (4:2-FluoroTelomerSulfonate)*	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
	6:2-FTS (6:2-FluoroTelomerSulfonate)*	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
	8:2-FTS (8:2-FluoroTelomerSulfonate)*	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
1190931-41-9	cC604*	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<40
	HFPO-DA (Perfluoro 2-Propoxy-Propanoic Acid)*	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
375-22-4	PFBA (PerfluoroButanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
45187-15-3	PFBS (PerfluoroButane Sulfonate)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
335-76-2	PFDA (PerfluoroDecanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
307-55-1	PFDoDA (PerfluoroDodecanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
375-85-9	PFHpA (PerfluoroHeptanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
146689-46-5	PFHpS (PerfluoroHeptane Sulfonate)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
307-24-4	PFHxA (PerfluoroHexanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
108427-53-8	PFHxS (PerfluoroHexane Sulfonate)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
375-95-1	PFNA (PerfluoroNonanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
335-67-1	PFOA (PerfluoroOctanoic Acid) Isomeri ramificati espressi come PFOA lineare	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
	PFOA (PerfluoroOctanoic Acid) Isomero lineare	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
45298-90-6	PFOS (PerfluoroOctane Sulfonate) Isomeri ramificati espressi come PFOS lineare	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<0,20
	PFOS (PerfluoroOctane Sulfonate) Isomero lineare	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	0,40
2706-90-3	PFPeA (PerfluoroPentanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
2058-94-8	PFUnA (PerfluoroUndecanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5

*Monitoraggio avviato nel 2021

Nel periodo 2018-2022 sono stati raccolti e analizzati 282 campioni per un totale di oltre 4.300 determinazioni analitiche (Tab. 6). In tutte le stazioni è stata rilevata almeno una positività per una o più sostanze perfluoroalchiliche; la presenza di tali composti ha riguardato l'88% dei campioni analizzati, con 528 determinazioni (12%) superiori ai limiti di rilevabilità.

Tab. 6 – Sintesi delle attività svolte e delle positività rilevate nelle acque superficiali nel periodo 2018-2022

Anno	ANALISI EFFETTUATE				ANALISI CON POSITIVITA'			
	Stazioni	Campioni	Analiti	Determinazioni	Stazioni	Campioni	Analiti	Determinazioni
2018	6	27	13	338	6 (100%)	26 (96%)	6	62 (18%)
2019	6	68	15	934	6 (100%)	52 (76%)	7	103 (11%)
2020	6	62	13	806	6 (100%)	59 (95%)	7	105 (13%)
2021	6	59	20	1.017	6 (100%)	53 (90%)	10	123 (12%)
2022	6	66	20	1.217	6 (100%)	59 (89%)	8	135 (11%)
2018-2022	6	282	20	4.312	6 (100%)	249 (88%)	12	528 (12%)

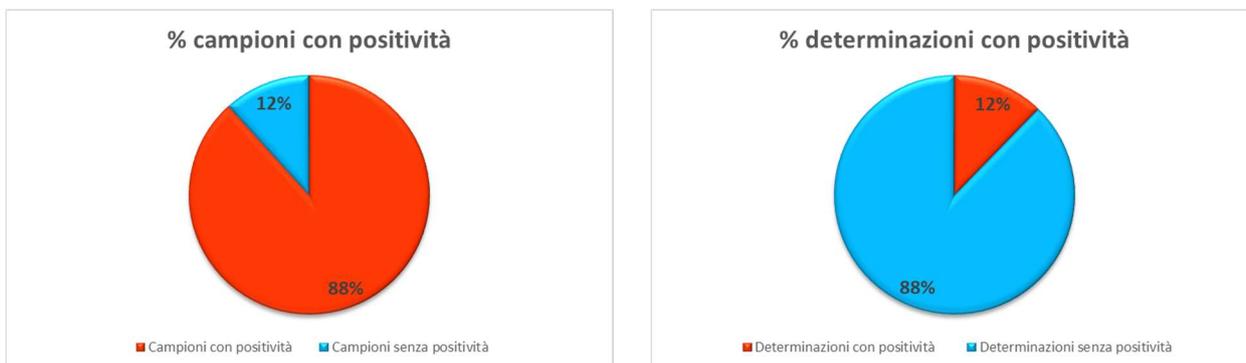


Fig. 3 – Percentuale di campioni e determinazioni che hanno presentato positività nelle acque superficiali nel periodo 2018-2022

Le elaborazioni effettuate (Tab. 7) mostrano come per i corpi idrici localizzati nel bacino del Fiume Nestore (Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore, Torrente Genna, Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere) e per il Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno le positività rappresentino una criticità costante (fino al 100% dei campioni analizzati), con valori dei singoli composti anche significativamente superiori al limite di rilevabilità.

Tab. 7 - Sintesi delle attività svolte e delle positività rilevate per corpo idrico superficiale nel periodo 2018-2022

Sito	Corpo idrico	ANALISI EFFETTUATE		ANALISI CON POSITIVITA'	
		Campioni	Determinazioni	Campioni	Determinazioni
CAI1	Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	49	745	49 (100%)	109 (15%)
GEN1	Torrente Genna	49	745	48 (98%)	134 (18%)
NES2	Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	47	719	45 (96%)	111 (15%)
SAO1	Torrente Saonda	44	682	32 (73%)	74 (11%)
TOP3	Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	43	663	30 (70%)	38 (6%)
TVN1	Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	50	758	45 (90%)	62 (8%)
TOTALE 2018-2022		282	4.312	249 (88%)	528 (12%)

Le positività hanno riguardato prevalentemente l'Acido perfluorooctansolfonico (PFOS lineare e ramificato), presente in 244 determinazioni sulle 336 effettuate, seguito dagli acidi perfluoropentanoico (PFPeA), perfluorooctanoico (PFOA lineare e ramificato) e perfluoroesanoico (PFHxA), mentre per diverse sostanze non è stata mai rilevata alcuna positività (Fig. 4).



Fig. 4 - Sintesi delle positività rilevate per sostanza nelle acque superficiali nel periodo 2018-2022 (*Monitoraggio avviato nel 2021)

Oltre all'analisi delle positività riscontrate, i dati raccolti sono stati elaborati anche ai fini della valutazione della conformità agli standard di qualità ambientale (SQA) previsti dalla norma nell'ambito della definizione dello stato chimico ed ecologico dei corpi idrici fluviali monitorati (cfr. par. 2), da cui emerge quanto segue:

- **le elevate concentrazioni rilevate per l'Acido perfluorooctansolfonico (PFOS), incluso nell'elenco delle sostanze prioritarie e pericolose che determinano lo stato chimico (Tab. 1/A del D.Lgs. 172/2015), hanno compromesso, anche ripetutamente, il raggiungimento del buono stato annuale nei 3 corpi idrici del bacino del Nestore (Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere, Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore, Torrente Genna) e nel Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno.**
- le positività riscontrate per gli acidi perfluorobutanoico (PFBA), perfluoropentanoico (PFPeA), perfluoroesanoico (PFHxA), perfluorobutansolfonico (PFBS) e perfluorottanoico (PFOA), inclusi nell'elenco delle sostanze non prioritarie a sostegno dello stato ecologico (Tab. 1/B del D.Lgs. 172/2015), sono invece risultate sempre conformi ai limiti normativi.

3.2 Monitoraggio delle acque sotterranee

Il monitoraggio degli PFAS nelle acque sotterranee, avviato nel 2018 sempre nell'ambito dello screening nazionale, viene effettuato attualmente sulla base di un programma di monitoraggio pluriennale che dovrebbe consentire di indagare nel tempo tutti i corpi idrici sotterranei significativi e, contemporaneamente, di monitorare l'andamento di eventuali contaminazioni nei corpi idrici in cui è stata riscontrata la presenza di PFAS. Gli elevati costi analitici e la consistenza della rete regionale di monitoraggio, costituita da 220 punti rappresentativi di 38 corpi idrici sotterranei, non consentono, infatti, di ricercare tali composti ovunque con frequenza annuale.

Per tale motivo, i risultati discussi di seguito vengono presentati con riferimento ai singoli anni di campionamento.

Analogamente alle acque superficiali, il set dei parametri analizzati nel periodo 2018-2022 comprende 20 composti, elencati in Tab. 8, e tutte le determinazioni analitiche sono state effettuate con la collaborazione del Laboratorio ARPAV.

Tab. 8 - PFAS analizzati nei corpi idrici sotterranei umbri nel periodo 2018-2022

Codice CAS	Sostanza	Metodo analitico	LOQ (ng/l)
	4:2-FTS (4:2-FluoroTelomerSulfonate)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
	6:2-FTS (6:2-FluoroTelomerSulfonate)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
	8:2-FTS (8:2-FluoroTelomerSulfonate)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
1190931-41-9	cC604	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<40
	HFPO-DA (Perfluoro 2-Propoxy-Propanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
375-22-4	PFBA (PerfluoroButanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
45187-15-3	PFBS (PerfluoroButane Sulfonate)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
335-76-2	PFDA (PerfluoroDecanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
307-55-1	PFDoDA (PerfluoroDodecanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
375-85-9	PFHpA (PerfluoroHeptanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
146689-46-5	PFHpS (PerfluoroHeptane Sulfonate)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
307-24-4	PFHxA (PerfluoroHexanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
108427-53-8	PFHxS (PerfluoroHexane Sulfonate)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
375-95-1	PFNA (PerfluoroNonanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
335-67-1	PFOA (PerfluoroOctanoic Acid) Isomeri ramificati espressi come PFOA lineare	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
	PFOA (PerfluoroOctanoic Acid) Isomero lineare	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
45298-90-6	PFOS (PerfluoroOctane Sulfonate) Isomeri ramificati espressi come PFOS lineare	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<0,20
	PFOS (PerfluoroOctane Sulfonate) Isomero lineare	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
2706-90-3	PFPeA (PerfluoroPentanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5
2058-94-8	PFUnA (PerfluoroUndecanoic Acid)	Rapporti ISTISAN 2019/7 pag. 151 ISS.CBA.052	<5

Lo screening iniziale è stato condotto in occasione della campagna autunnale 2018 e ha riguardato una consistente porzione del territorio regionale: sono stati infatti monitorati i principali acquiferi alluvionali (Valle Umbra, Media e Alta Valle del Tevere, Conca Eugubina e Conca Ternana) e il corpo idrico calcareo dei Massicci Perugini, in quanto caratterizzati da elevata vulnerabilità e sottoposti alle maggiori attività produttive e industriali, come emerso dall'analisi delle pressioni antropiche svolta ai sensi del D.Lgs. 152/06.

In questo contesto, sono state selezionate 48 stazioni di monitoraggio ricadenti in 13 corpi idrici e sono stati prelevati complessivamente 48 campioni, nei quali è stata riscontrata la presenza di 6 composti, per un totale di 40 positività. Come rappresentato in Fig. 5 e Tab. 9, le positività hanno riguardato 17 punti rappresentativi di quattro corpi idrici alluvionali: DQ0401 - Valle Umbra - Petrignano, DQ0403 - Valle Umbra - Foligno, DQ0601 - Conca Ternana - Area valliva e DQ0602 - Conca Ternana - Fascia pedemontana dei Monti Martani e Settore orientale.

Ai fini della valutazione dello stato chimico annuale dei corpi idrici, i dati raccolti sono stati confrontati con i valori soglia di cui alla Tabella 3 del DM 6 luglio 2016, da cui si evidenzia che tutte le concentrazioni rilevate sono risultate abbondantemente inferiori ai relativi limiti normativi.

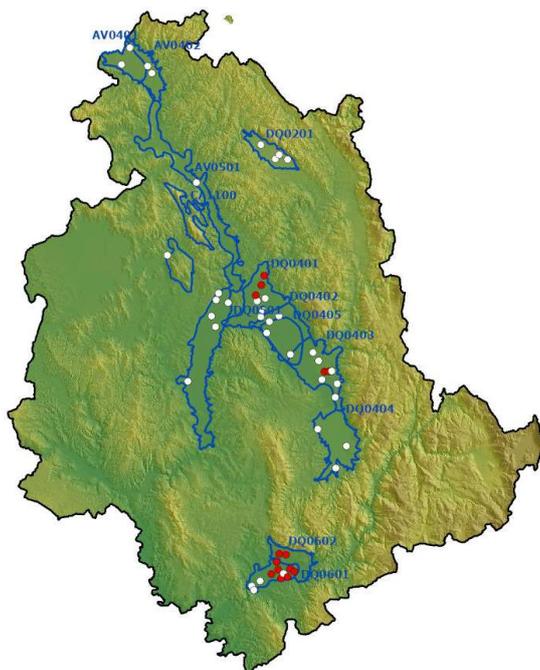


Fig. 5 – Monitoraggio degli PFAS nelle acque sotterranee – anno 2018 (in bianco i punti monitorati, in rosso i punti che hanno presentato positività)

Tab. 9 - Monitoraggio degli PFAS nelle acque sotterranee – anno 2018

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Numero stazioni monitorate	Numero campioni raccolti	Numero determinazioni effettuate	Numero determinazioni con positività	Composto rilevato
AV0401	Alta Valle del Tevere - Settore centrale	2	2	25	0	-
AV0402	Alta Valle del Tevere - Settore orientale e meridionale	2	2	26	0	-
AV0501	Media Valle del Tevere Nord e Valle del Tevere Città di Castello - Umbertide	1	1	13	0	-
CA1100	Massicci Perugini - M. Malbe e Massicci Perugini - Dorsale M. Tezio	1	1	12	0	-
DQ0201	Conca Eugubina	4	4	52	0	-
DQ0401	Valle Umbra - Petrignano	7	7	86	3	PFBA (2); PFHxS
DQ0402	Valle Umbra - Assisi Spello	3	3	45	0	-
DQ0403	Valle Umbra - Foligno	8	8	104	2	PFBA (2)
DQ0404	Valle Umbra - Spoleto	3	3	60	0	-
DQ0405	Valle Umbra confinato Cannara	1	1	12	0	-
DQ0501	Media Valle del Tevere Sud	6	6	77	0	-
DQ0601	Conca Ternana - Area valliva	11	11	143	33	PFPeA (7); PFHxA (7); PFOA (9); PFOS (2); PFBA (8)
DQ0602	Conca Ternana - Fascia pedemontana dei Monti Martani e Settore orientale	2	2	26	2	PFOA (2)
TOTALE		51	51	681	40	

In base a quanto emerso dallo screening preliminare, nel 2019 il monitoraggio è stato ripetuto nei quattro corpi idrici alluvionali della Conca Ternana (DQ0601 e DQ0602) e della Valle Umbra (DQ0401 e DQ0403) dove era stata rilevata presenza di PFAS. A questi corpi idrici è stata inoltre aggiunta la struttura calcarea di Monte Bove, Monte Tolentino - Monte Cavogna (CA0500) mai monitorata in precedenza.

Trattandosi di una porzione di territorio regionale sensibilmente più limitata rispetto a quella indagata nell'anno precedente, si è stabilito di estendere la ricerca a tutte le 53 stazioni individuate come rappresentative dei 5 corpi idrici. Il monitoraggio è stato articolato in due campagne semestrali, una primaverile ed una autunnale, anche allo scopo di osservare il comportamento dei composti perfluoroalchilici in falda nelle due diverse condizioni di morbida e di magra.

I dati raccolti hanno confermato la presenza di PFAS in tutti e quattro i corpi idrici alluvionali, mentre nel corpo idrico dei calcari non è emersa alcuna positività (Fig. 6 e Tab. 10).

Anche nel 2019 le concentrazioni delle sostanze perfluoroalchiliche sono risultate ovunque contenute, con oscillazioni tra il periodo primaverile e autunnale generalmente modeste. Tra i composti analizzati, il PFBA è quello che è stato rilevato più frequentemente in tracce e con concentrazioni più elevate.

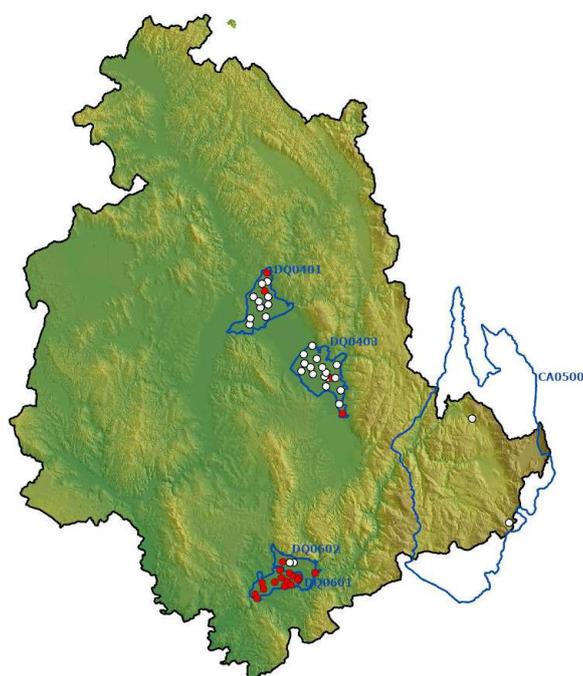


Fig. 6 - Monitoraggio degli PFAS nelle acque sotterranee – anno 2019 (in bianco i punti monitorati, in rosso i punti che hanno presentato positività)

Tab. 10 - Monitoraggio degli PFAS nelle acque sotterranee – anno 2019

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Numero stazioni monitorate	Numero campioni raccolti	Numero determinazioni effettuate	Numero determinazioni con positività	Composto rilevato
CA0500	Monte Bove, Monte Tolentino - Monte Cavogna	2	3	60	0	-
DQ0401	Valle Umbra - Petignano	14	28	560	6	PFBA (5); PFPeA
DQ0403	Valle Umbra - Foligno	17	30	600	4	PFBA (2); PFHxA; PFOA
DQ0601	Conca Ternana - Area valliva	15	29	580	71	PFBA (27); PFPeA (16); PFHxA (14); PFOS (4); PFBS (3); PFOA (3); PFOS isomeri ramificati (3); PFOA isomeri ramificati
DQ0602	Conca Ternana - Fascia pedemontana dei Monti Martani e Settore orientale	5	8	160	8	PFBA (4); PFPeA (2); PFHxA (2)
TOTALE		53	98	1.960	89	

Nell'anno 2020 è stato riproposto il programma di monitoraggio dell'anno precedente per i quattro corpi idrici alluvionali, mentre è stato sospeso il monitoraggio del corpo idrico CA0500 - *Monte Bove, Monte Tolentino - Monte Cavogna* che non aveva presentato positività (Fig. 7 e Tab. 11). Complessivamente sono stati raccolti 98 campioni e il quadro emerso dal monitoraggio conferma quanto evidenziato in precedenza, seppur con un aumento delle positività nell'Area Valliva della Conca Ternana (DQ0601).

Le concentrazioni rilevate sono risultate comunque in linea con quelle del periodo 2018-2019 e quindi ovunque largamente inferiori ai relativi valori limite.

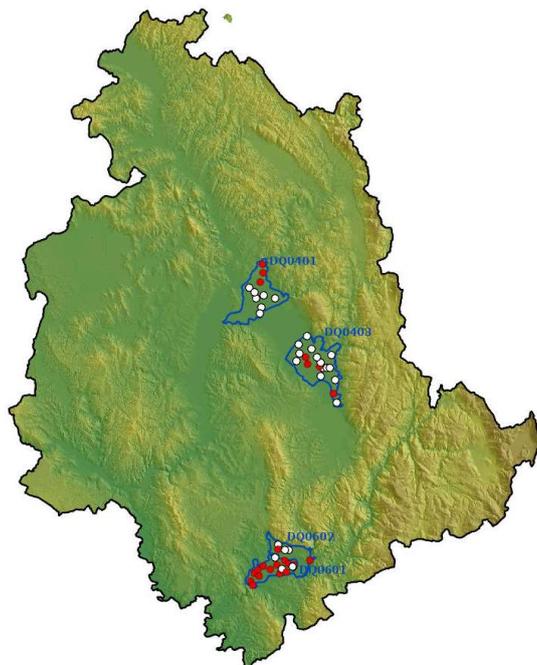


Fig. 7 - Monitoraggio degli PFAS nelle acque sotterranee – anno 2020 (in bianco i punti monitorati, in rosso i punti che hanno presentato positività)

Tab. 11 - Monitoraggio degli PFAS nelle acque sotterranee – anno 2020

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Numero stazioni monitorate	Numero campioni raccolti	Numero determinazioni effettuate	Numero determinazioni con positività	Composto rilevato
DQ0401	Valle Umbra - Petignano	14	27	435	4	PFBA (4)
DQ0403	Valle Umbra - Foligno	18	36	566	4	PFOA (4)
DQ0601	Conca Ternana - Area valliva	16	26	450	67	PFBA (21); PFPeA (16); PFHxA (11); PFOA (11); PFOS (4); PFOS isomeri ramificati (2); PFBS; PFHpA
DQ0602	Conca Ternana - Fascia pedemontana dei Monti Martani e Settore orientale	5	9	152	8	PFPeA (2); PFHxA (2); PFOA (2); PFBA (2)
TOTALE		53	98	1.603	83	

Nel 2021 sono proseguite le attività di controllo dei quattro corpi idrici alluvionali già indagati e parallelamente la ricerca degli PFAS è stata estesa ad ulteriori cinque corpi idrici carbonatici (*M. Cucco* - CA_CUCCO, *M. Maggio* - CA_MAGGIO_U, *Sistema Umbro-Marchigiano Meridionale* - CA_UM_SUD_U, *Monti di Gubbio* - CA1000 e *Monti di Narni-Amelia* - CA1300), al fine di investigare aree strategiche dal punto di vista delle risorse idropotabili regionali.

La rete di monitoraggio selezionata per il 2021 comprende tutte le stazioni rappresentative dei corpi idrici carbonatici (10 punti), nonché le stazioni della Conca Ternana e della Valle Umbra nelle quali era stata riscontrata almeno una positività negli anni precedenti (24 punti).

In virtù della ridotta variabilità stagionale osservata per questi composti nei corpi idrici alluvionali e in relazione agli elevati costi analitici e all'assenza di pressioni antropiche significative nei corpi idrici calcarei, gli PFAS sono stati determinati solamente in occasione della campagna primaverile.

Come riportato in Fig. 8 e Tab. 12, nel complesso dei calcari non sono state rilevate tracce di sostanze perfluoroalchiliche, mentre vengono nuovamente confermate le positività evidenziate per i corpi idrici alluvionali.

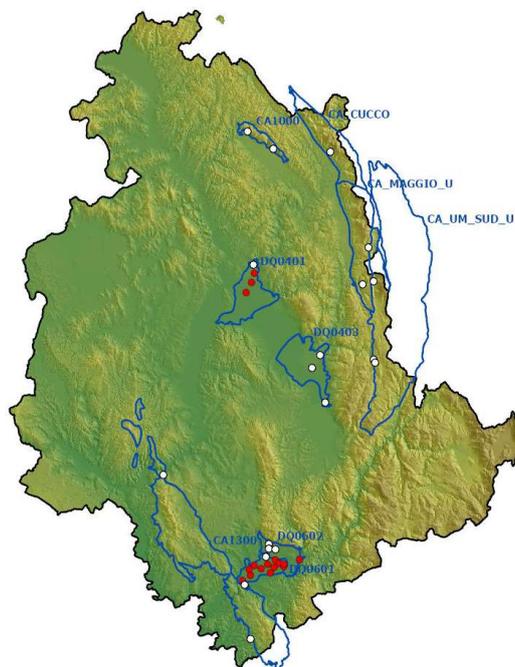


Fig. 8 - Monitoraggio degli PFAS nelle acque sotterranee – anno 2021 (in bianco i punti monitorati, in rosso i punti che hanno presentato positività)

Tab. 12 - Monitoraggio degli PFAS nelle acque sotterranee – anno 2021

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Numero stazioni monitorate	Numero campioni raccolti	Numero determinazioni effettuate	Numero determinazioni con positività	Composto rilevato
CA_CUCCO	M. Cucco	1	1	20	0	-
CA_MAGGIO_U	M. Maggio	2	2	40	0	-
CA_UM_SUD_U	Sistema Umbro-Marchigiano Meridionale	3	3	60	0	-
CA1000	Monti di Gubbio	2	2	40	0	-
CA1300	Monti di Narni-Amelia	2	2	40	0	-
DQ0401	Valle Umbra - Petrignano	4	4	80	7	PFBA (2); PFPeA; PFHxA; PFOA; PFHxS; PFOS isomeri ramificati
DQ0403	Valle Umbra - Foligno	3	3	60	0	-
DQ0601	Conca Ternana - Area valliva	13	13	260	30	PFBA (11); PFPeA (9); PFHxA (5); PFOA (2); PFOS isomeri ramificati (2); PFOS
DQ0602	Conca Ternana - Fascia pedemontana dei Monti Martani e Settore orientale	4	4	80	3	PFPeA; PFOA; PFBA
TOTALE		34	34	680	40	

Anche nel 2022 il monitoraggio degli PFAS è stato effettuato nei quattro corpi idrici alluvionali già indagati precedentemente. A questi è stato aggiunto il corpo idrico alluvionale AV0501 - *Media Valle del Tevere Nord e Valle del Tevere Città di Castello - Umbertide* già campionato nel 2018 e inoltre, sempre nell'ottica di investigare aree strategiche dal punto di vista delle risorse idropotabili, la ricerca è stata estesa ad ulteriori quattro corpi idrici mai monitorati, dei quali uno appartenente al complesso dei calcari (CA0400 - *Monte Aguzzo - Monte Matigge, Monte Faeto, Monte Santo Stefano - Monte Brunette, Monte Siliolo - Monte Carpegna - Monte Galemme*), due agli Acquiferi locali (LOC0100 - *Depositi riva destra e depositi riva sinistra dell'alta valle del Tevere, depositi riva sinistra della media valle del Tevere* e LOC0200_A - *Depositi di Gualdo Tadino, depositi di Gubbio, dorsale dell'Umbria Nord Orientale, dorsale di Gubbio, dorsale di Pietralunga, dorsale di Valfabbrica*) ed uno infine all'acquifero vulcanico Vulsino (VU0101 - *Orvietano*).

La rete di monitoraggio individuata risulta costituita da 35 stazioni totali, di cui 8, tutte ad uso idropotabile, mai monitorate in precedenza per questi composti.

Come nel 2021, gli PFAS sono stati ricercati solamente una volta in occasione della campagna primaverile in relazione alla ridotta variabilità stagionale già osservata nei corpi idrici monitorati precedentemente e in considerazione dell'assenza di rischi significativi negli altri corpi idrici.

I risultati del monitoraggio, rappresentati in Fig. 1 e sintetizzati in Tab. 13, evidenziano come non siano state rilevate tracce di sostanze perfluoroalchiliche nelle stazioni rappresentative dei quattro corpi idrici mai indagati in precedenza (CA0400, LOC0100, LOC0200_A e VU0101), mentre viene generalmente confermata la presenza di PFAS nei corpi idrici alluvionali già oggetto di monitoraggio, sempre comunque in concentrazioni decisamente inferiori ai limiti normativi.

In dettaglio, è stata rilevata la presenza di 7 diversi composti per un totale di 34 positività, per la maggior parte riconducibili, come già in precedenza, alla porzione valliva della Conca ternana.

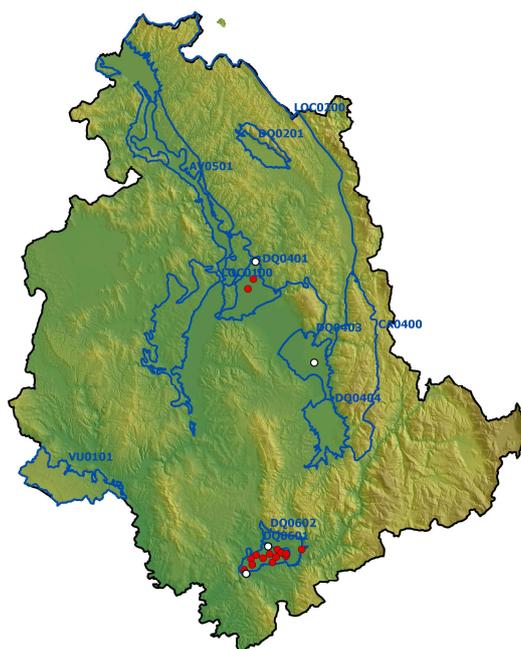


Fig. 9 - Monitoraggio degli PFAS nelle acque sotterranee – anno 2022 (in bianco i punti monitorati, in rosso i punti che hanno presentato positività)

Tab. 13 - Monitoraggio degli PFAS nelle acque sotterranee – anno 2022

Codice corpo idrico	Nome corpo idrico	Numero stazioni monitorate	Numero campioni raccolti	Determinazioni effettuate	Numero determinazioni con positività	Composto rilevato
AV0501	Media Valle del Tevere Nord e Valle del Tevere Città di Castello - Umbertide	2	2	40	0	-
CA0400	Monte Aguzzo - Monte Matigge, Monte Faeto, Monte Santo Stefano - Monte Brunette, Monte Siliolo - Monte Carpegna - Monte Galemme	1	1	20	0	-
DQ0201	Conca Eugubina	1	1	20	1	PFBA
DQ0401	Valle Umbra - Petrignano	4	4	79	3	PFBA (3)
DQ0403	Valle Umbra - Foligno	5	5	100	1	cC604
DQ0404	Valle Umbra - Spoleto	1	1	20	0	-
DQ0601	Conca Ternana - Area valliva	15	15	299	26	PFBA (13); PFHxA (5); PFPeA (5); PFHxS; PFOS; PFOS isomeri ramificati
DQ0602	Conca Ternana - Fascia pedemontana dei Monti Martani e Settore orientale	1	1	20	3	PFPeA; PFHxA; PFBA
LOC0100	Depositi riva destra e depositi riva sinistra dell'alta valle del Tevere, depositi riva sinistra della media valle del Tevere	1	1	20	0	-
LOC0200_A	Depositi di Gualdo Tadino, depositi di Gubbio, dorsale dell'Umbria Nord Orientale, dorsale di Gubbio, dorsale di Pietralunga, dorsale di Valfabbrica	3	3	60	0	-
VU0101	Orvietano	1	1	20	0	-
TOTALE		35	35	698	34	

Volendo analizzare complessivamente i dati raccolti nelle acque sotterranee nell'intero periodo 2018-2022 (Tab. 14), si osserva come la ricerca degli PFAS è stata effettuata in un totale di 100 stazioni, pari a circa la metà della rete regionale di monitoraggio, e sono stati raccolti 317 campioni per oltre 5.600 determinazioni analitiche.

Le positività hanno riguardato circa un terzo delle stazioni campionate, per un totale di 286 determinazioni superiori al limite di rilevabilità (5% delle analisi effettuate).

Tab. 14 - Sintesi delle attività svolte e delle positività rilevate nelle acque sotterranee nel periodo 2018-2022

Anno	ANALISI EFFETTUATE				ANALISI CON POSITIVITA'			
	Stazioni	Campioni	Analiti	Determinazioni	Stazioni	Campioni	Analiti	Determinazioni
2018	51	51	20	681	17 (33%)	17 (33%)	6	40 (66%)
2019	53	98	20	1.960	24 (56%)	39 (40%)	8	89 (4%)
2020	53	98	20	1.603	23 (43%)	33 (33%)	8	83 (5%)
2021	34	34	20	680	15 (44%)	15 (44%)	7	40 (6%)
2022	35	35	20	698	19 (54%)	19 (54%)	7	34 (49%)
2018-2022	100	317	20	5.642	33 (30%)	124 (39%)	11	286 (5%)

Le sostanze che hanno evidenziato positività più frequenti sono l'Acido perfluorobutirico (PFBA), presente in 110 determinazioni sulle 317 effettuate, seguito dagli acidi perfluoropentanoico (PFPeA), perfluoroesanoico (PFHxA), perfluoroottanoico (PFOA lineare e ramificato) e perfluoroottansolfonico (PFOS lineare e ramificato), mentre per diversi composti non è stata mai rilevata alcuna traccia.



Fig. 10 - Sintesi delle positività rilevate per sostanza nelle acque sotterranee nel periodo 2018-2022

In ogni caso, i dati raccolti hanno sempre evidenziato concentrazioni delle sostanze perfluoroalchiliche ovunque inferiori ai valori soglia previsti per la valutazione della qualità ambientale (Tabella 3 del DM 6 luglio 2016).

A completamento dell'analisi relativa ai dati raccolti nelle acque sotterranee, si ritiene utile, anche alla luce delle nuove indicazioni normative derivanti dal recente D.Lgs. 18/2023, fornire un quadro di sintesi sui risultati relativi ai punti di monitoraggio individuati in corrispondenza di punti di captazione delle acque destinate al consumo umano.

Tra le 100 stazioni della rete regionale oggetto di controllo degli PFAS nel periodo 2018-2022, 36 risultano infatti rappresentative di risorse idriche per usi idropotabili in capo ai Gestori. Presso questi punti sono state effettuate, nel periodo 2018-2022, oltre 1.470 determinazioni complessive e sono state riscontrate 89 positività, pari al 6% del totale, per lo più rilevate nell'area meridionale del territorio regionale (Tab. 15). La Tab. 16 riporta il dettaglio dei punti di captazione e delle sostanze che hanno presentato positività.

Tab. 15 – Stazioni rappresentative di risorse idriche destinate al consumo umano oggetto di controllo degli PFAS nel periodo 2018-2022

Gestore	ANALISI EFFETTUATE			ANALISI CON POSITIVITA'		
	Stazioni	Campioni	Determinazioni	Stazioni	Campioni	Determinazioni
SII	10	43	796	6 (60%)	31 (72%)	83 (10%)
Umbra Acque	17	23	422	2 (12%)	3 (13%)	6 (1%)
VUS	9	14	257	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
TOTALE	36	80	1.475	8 (22%)	34 (43%)	89 (6%)

Tab. 16 – Punti di captazione e sostanze che hanno presentato positività per gli PFAS nel periodo 2018-2022

Codice punto	Tipo punto	Località	Comune	Gestore	Numero positività per sostanza
CEU8	Pozzo	Raggio	Gubbio	Umbra Acque	PFBA (1)
CTR12	Pozzo	Argentello	Narni	SII	PFBA (6); PFOA (2); PFPeA (1)
CTR19	Pozzo	Cerasola	Terni	SII	PFBA (7); PFHxA (5); PFPeA (5); PFBS (2); PFOA (3)
CTR25	Pozzo	S. Martino	Terni	SII	PFBA (6); PFPeA (6); PFHxA (5); PFOA (1)
CTR40	Pozzo	Terni	Terni	SII	PFBA (4); PFHxA (4); PFPeA (4); PFOA (2)
CTR41	Pozzo	Terni	Terni	SII	PFBA (5); PFHxA (5); PFPeA (5); PFOA (1)
CTR5	Pozzo	Fontana di Polo	Terni	SII	PFOA (2); PFBA (1)
VUM4	Pozzo	Ospedalichio	Bastia Umbra	Umbra Acque	PFHxS (2); PFOS (1); PFHxA (1); PFPeA (1)

4. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Il monitoraggio delle sostanze perfluoroalchiliche nelle acque sotterranee e superficiali, sebbene avviato solo da pochi anni e su una rete di punti ancora limitata, offre già importanti indicazioni sulla presenza di questi contaminanti emergenti nel territorio regionale e consente di disporre di informazioni su una problematica di grande attualità e ad oggi mai affrontata.

Per quanto riguarda le **acque sotterranee**, il monitoraggio ha interessato sia le aree vallive alluvionali, caratterizzate da elevata vulnerabilità e sottoposte alle maggiori pressioni antropiche, sia le strutture carbonatiche, principale riserva idropotabile della regione. **I dati raccolti non hanno evidenziato alcuna presenza di tali composti nei corpi idrici calcarei, mentre sono state riscontrate positività nei corpi idrici alluvionali della Valle Umbra e della Conca Ternana, seppur in concentrazioni inferiori ai valori soglia previsti per la valutazione della qualità ambientale dei corpi idrici** (Tabella 3 del DM 6 luglio 2016).

Relativamente alle **acque superficiali**, invece, i dati finora raccolti evidenziano una **presenza significativa di diversi composti in tutti i corsi d'acqua indagati, tanto da comprometterne, in molti casi, il raggiungimento degli obiettivi di qualità fissati dalla Direttiva Europea sulle Acque**. In particolare, nel bacino del Fiume Nestore e dei suoi affluenti sono state costantemente riscontrate elevate concentrazioni di Acido perfluorooottansolfonico (PFOS), unico tra i composti PFAS individuato come sostanza pericolosa e prioritaria dalle Direttive Europee e già inserito tra i microinquinanti che concorrono alla valutazione dello stato chimico dei corpi idrici fluviali e lacustri.

Considerata l'importanza delle attività di monitoraggio in oggetto e gli elevati costi sostenuti in questi anni per l'esternalizzazione delle attività analitiche, nel corso del 2022 il Laboratorio dell'Agenzia ha avviato un percorso per la messa a punto delle metodiche necessarie alla determinazione interna delle sostanze perfluoroalchiliche. Dal 2023, quindi, l'analisi degli PFAS nelle acque superficiali e sotterranee viene effettuata direttamente dal Laboratorio di ARPA Umbria presso la sede di Terni. Ciò consentirà di proseguire le attività di monitoraggio nelle aree già contaminate e di estendere contestualmente lo screening sia a corpi idrici sotterranei mai indagati sia ad ulteriori tratti fluviali ritenuti significativi.

Al fine di ampliare le conoscenze sulla diffusione di queste sostanze così rilevanti per i rischi sulla salute umana e sull'ambiente, nella seconda metà del 2022 l'Agenzia ha sottoscritto uno specifico accordo con la Regione Umbria (DGR. n. 730 del 19/07/2022) nell'ambito del quale è stata aggiornata la valutazione dei potenziali rischi di emissione ai sensi delle Linee Guida ISPRA n. 305/2019 ed è stato attuato un programma annuale di controlli sui principali impianti di depurazione e scarichi di acque reflue industriali.

Benché non siano ancora definiti a livello nazionale valori limite specifici per gli PFAS nelle acque reflue, i dati raccolti, attualmente in fase di elaborazione, potranno comunque consentire di approfondire le indagini nelle aree contribuenti dei corpi idrici che hanno presentato le principali criticità e meglio comprendere l'origine della contaminazione.

Infine, in relazione alle nuove richieste normative inerenti la ricerca degli PFAS nelle acque destinate al consumo umano e alla luce delle positività rilevate in alcuni punti di captazione già inclusi nella rete di controllo della qualità ambientale, appare fondamentale ampliare il quadro conoscitivo sulla presenza di queste sostanze nelle risorse idropotabili regionali.

Si ringrazia il personale di ARPA Umbria che ha curato le attività di campionamento e il Laboratorio di ARPA Veneto che si è occupato delle determinazioni analitiche.

