



QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE 2019

ARPA VENETO

ARPAV

Progetto e realizzazione:

Servizio Osservatorio Acque Interne

Carlo Giovanni Moretto

Cinzia Boscolo

Monitoraggio:

Servizi Monitoraggio e Valutazioni dei Dipartimenti ARPAV Provinciali

Dipartimento Regionale Laboratori

È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici ed in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte.

dicembre 2020

RIASSUNTO

Il rapporto presenta i risultati del monitoraggio regionale delle acque sotterranee del Veneto svolto nel 2019 riprendendo la struttura dei precedenti.

Nel 2019 il monitoraggio quantitativo ha interessato 213 punti, quello qualitativo 289, il 67% dei quali non presentano alcun superamento degli standard numerici individuati dal DLgs 152/2006 s.m.i. e sono stati classificati con qualità buona, il restante 33% mostra almeno una non conformità e sono stati classificati con qualità scadente.

Il maggior numero di sforamenti è dovuto alla presenza di inquinanti inorganici (84 superamenti) e all'arsenico (26 superamenti), prevalentemente di origine naturale. Per le sostanze di sicura origine antropica le contaminazioni riscontrate più frequentemente e diffusamente sono quelle dovute ai pesticidi (19). Gli altri superamenti degli standard di qualità sono causati da nitrati (5), composti organoalogenati (6) e composti perfluorurati (2).

Osservando la distribuzione dei superamenti nel territorio regionale si nota una netta distinzione tra le tipologie di inquinanti presenti a monte ed a valle del limite superiore della fascia delle risorgive: nell'acquifero indifferenziato di alta pianura la scarsa qualità è dovuta soprattutto a pesticidi, nitrati e composti organoalogenati; negli acquiferi differenziati di media e bassa pianura a sostanze inorganiche e metalli. Dei due punti con superamento del valore soglia per almeno un composto perfluorurato uno si trovano nell'area del pennacchio di contaminazione con origine a Trissino; l'altro a Villafranca di Verona.

INDICE

1	MONITORAGGIO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI	1
1.1	Le reti di monitoraggio	1
1.2	Parametri e frequenze: monitoraggio qualitativo	2
2	CORPI IDRICI SOTTERRANEI	5
3	QUALITÀ CHIMICA	8
3.1	Sostanze naturali	9
3.2	Qualità chimica dei punti di prelievo	11
4	PRESENTAZIONE DEI DATI CHIMICI	15
4.1	Nitrati	15
4.2	Pesticidi	17
4.3	Composti organici volatili	19
4.4	Arsenico	21
4.5	Ammoniaca	21
4.6	Sostanze perfluoroalchiliche (PFAS)	23
5	DIAGRAMMI PIEZOMETRICI	28
Appendici		
A	PUNTI MONITORATI	48
B	VALORI DI RIFERIMENTO	55
B.1	Standard di qualità comunitari	55
B.2	Valori soglia individuati dall'Italia	56
C	QUALITÀ CHIMICA	59
D	NITRATI: TEST DI MANN-KENDALL	65
E	PESTICIDI	71
F	COMPOSTI ORGANICI VOLATILI	82
G	METODI STATISTICI	84
G.1	Test di Mann-Kendall (MKT)	84
G.2	Linea robusta di Kendall-Theil (o Theil-Sen slope)	85
BIBLIOGRAFIA		87

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1	Punti monitorati	2
Figura 2	Corpi idrici sotterranei del Veneto	7
Figura 3	La valutazione dello stato chimico	10
Figura 4	Qualità chimica	11
Figura 5	Numero di superamenti dei valori limite	12
Figura 6	Mappa dei superamenti per gruppo di inquinanti	13
Figura 7	Concentrazione media annua di nitrati	16
Figura 8	Risultati del test di Mann-Kendall	17
Figura 9	Contaminazioni da pesticidi	19
Figura 10	Tendenze della contaminazione da pesticidi	19
Figura 11	Contaminazioni da VOC	20

Figura 12	Tendenze della contaminazione da VOC	21
Figura 13	Concentrazione media annua arsenico	22
Figura 14	Concentrazione media annua di ione ammonio	22
Figura 15	Distribuzione sostanze perfluoroalchiliche	27
Figura 16	Misura del livello piezometrico	28
Figura 17	Determinazione della pendenza mediana	86

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1	Programmi di monitoraggio quantitativo	1
Tabella 2	Parametri da determinare nei diversi profili analitici individuati	4
Tabella 3	Valutazione dello qualità chimica per GWB	14
Tabella 4	Pesticidi: elenco delle sostanze rilevate	18
Tabella 5	PFAS: elenco dei composti perfluoroalchilici analizzati	23
Tabella 6	PFAS: valori soglia	24
Tabella 7	PFAS: sintesi composti perfluoroalchilici analizzati . . .	26
Tabella 8	Elenco dei punti monitorati	48
Tabella 9	Standard di qualità	56
Tabella 10	Valori soglia	56
Tabella 11	Qualità chimica	60
Tabella 12	Nitrati: risultati test Mann-Kendall	65
Tabella 13	Pesticidi: sintesi del monitoraggio	72
Tabella 14	Composti organici volatili: sintesi del monitoraggio . .	83

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

α	livello di significatività
As	arsenico
DLgs	decreto legislativo
GWB	Groundwater Body
H ₀	ipotesi nulla
H _A	ipotesi alternativa
HFPO-DA	acido dimerico esafluoropropilossido
LQ	limite di quantificazione
NO ₃	nitrati
PCE	tetracloroetilene
PFAS	sostanze perfluoroalchiliche
PFBA	acido perfluorobutanoico
PFBS	acido perfluorobutansolfonico
PFCA	acidi perfluoroalchilcarbossilici
PFECA	perfluoroalchil etere acidi carbossilici
PFDeA	acido perfluorodecanoico
PFDoA	acido perfluorododecanoico
PFHpA	acido perfluoroeptanoico
PFHpS	acido perfluoroeptansolfonico
PFHxA	acido perfluoroesanoico
PFHxS	acido perfluoroesansolfonico
PFNA	acido perfluorononanoico
PFOA	acido perfluoroottanoico
PFOS	acido perfluoroottansolfonico
PFPeA	acido perfluoropentanoico
PFSA	acidi perfluoroalchilsolfonici
PFUnA	acido perfluoroundecanoico
<i>p - value</i>	livello di significatività osservato
SQ	standard di qualità
TCE	tricloroetilene
VOC	composti organici volatili
VS	valore soglia

1

MONITORAGGIO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

Il 19 aprile 2009 è entrato in vigore il decreto legislativo 16 marzo 2009, n. 30 "Attuazione della Direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento" (pubblicato sulla Gazzetta ufficiale 4 aprile 2009 n. 79). Rispetto alla preesistente normativa (DLgs 152/1999), restano sostanzialmente invariati i criteri di effettuazione del monitoraggio (qualitativo e quantitativo); cambiano invece i metodi e i livelli di classificazione dello stato delle acque sotterranee, che si riducono a due (buono o scadente) invece dei cinque (elevato, buono, sufficiente, scadente e naturale particolare).

1.1 LE RETI DI MONITORAGGIO

Lo stato quali-quantitativo dei corpi idrici sotterranei regionali è controllato attraverso due specifiche reti di monitoraggio:

Le tipologie di reti di monitoraggio

- una rete per il monitoraggio quantitativo;
- una rete per il monitoraggio qualitativo.

Per ottimizzare i monitoraggi, ove possibile, sono stati individuati siti idonei ad entrambi i tipi di controlli. I punti di monitoraggio possono pertanto essere suddivisi in tre tipologie: pozzi destinati a misure quantitative, qualitative e quali-quantitative, in funzione della possibilità di poter eseguire misure o prelievi o entrambi. È comunque innegabile che utilizzare un punto di controllo sia per le misure di livello che per i prelievi d'acqua può creare delle difficoltà legate soprattutto ai seguenti fattori:

Le tipologie di punti di monitoraggio

- per il monitoraggio qualitativo, è preferibile scegliere pozzi in produzione, evitando così i problemi legati allo spurgo;
- per il monitoraggio quantitativo, è preferibile scegliere pozzi (quotati o quotabili con facilità) non in produzione, evitando così di interrompere l'emungimento per effettuare misure del livello statico.

La rete di monitoraggio quantitativo è composta da più sottoreti a cui si applicano i programmi riportati in tabella 1.

Tabella 1: Programmi di monitoraggio quantitativo

Cod	Nome monitoraggio	Parametro	Frequenza	Punti
A	pozzi artesiani	livello e portata pozzi artesiani	4 volte all'anno	46
B	livello manuale	livello della falda	4 volte all'anno	167
C	livello in continuo	livello della falda	in continuo	86
D	sorgenti	portata sorgenti	2 volte all'anno	43

Nella presente relazione vengono riportati i risultati dei programmi A e B di tabella 1. Per il programma C è possibile consultare il sito internet di ARPAV sezione **dati freaticometrici** e **bollettini - dati storici**; per il programma D sezione **documenti acque interne** rapporti "Monitoraggio Sorgenti".

Nel 2019 il monitoraggio ha riguardato (figura 1):

- 289 punti di campionamento:
 - 54 sorgenti,
 - 167 pozzi/piezometri con captazione da falda libera,
 - 6 pozzi con captazione da falda semi-confinata e
 - 62 pozzi con captazione da falda confinata;
- 213 punti di misura del livello piezometrico:
 - 167 pozzi/piezometri con captazione da falda libera,
 - 46 pozzi con captazione da falda confinata.

*Vedi l'appendice A
per l'elenco dei
punti monitorati*

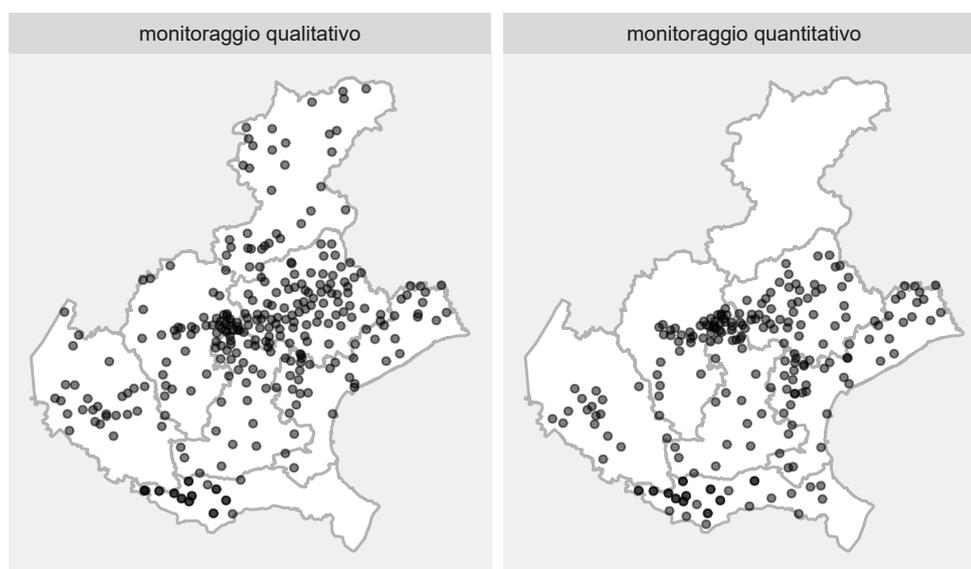


Figura 1: Punti monitorati per la valutazione dello stato chimico e quantitativo delle risorse idriche sotterranee

1.2 PARAMETRI E FREQUENZE: MONITORAGGIO QUALITATIVO

I campionamenti avvengono due volte l'anno, con cadenza semestrale, in primavera (aprile-maggio) ed autunno (ottobre-novembre), in corrispondenza dei periodi di massimo deflusso delle acque sotterranee per i bacini idrogeologici caratterizzati dal regime prealpino.

In tutti i punti devono essere ricercati i cinque parametri obbligatori previsti dalla direttiva 2000/60/CE (ossigeno disciolto, pH, conduttività elettrica, nitrati e ione ammonio), gli ioni maggiori e i metalli, che costituiscono

il profilo analitico standard. In aggiunta a questi, per ciascuna tipologia di pressione significativa individuata nell'analisi di rischio, tenuto conto dei parametri già inseriti nel profilo analitico standard, è stato individuato un set di parametri specifico per: pressioni diffuse – agricoltura, pressioni diffuse – uso urbano del territorio, pressione puntuale (tabella 2).

La scelta dei pesticidi da inserire nel profilo analitico diffuso agricolo, si è basata su un approccio integrato che combina le caratteristiche intrinseche delle sostanze, i risultati del monitoraggio e i dati di vendita in un indice di priorità. Una volta individuate le sostanze con maggior rischio ambientale ne è stata verificata la fattibilità analitica. In particolare, per ogni sostanza, è stata valutata la possibilità di determinazione analitica attraverso l'impiego di metodiche multicomponente o di metodi singoli specifici applicabili a livello di routine ordinaria (grandi numeri di campioni in tempi relativamente brevi). Le sostanze per le quali non sono disponibili metodi di prova sono escluse dal protocollo; quelle per le quali i metodi di prova disponibili non sono adatti ad un monitoraggio di routine (come ad esempio il glifosate) devono essere oggetto di monitoraggi specifici finalizzati a verificare la reale presenza della sostanza nell'ambiente, la cui fattibilità (tecnica e/o economica) deve, di volta in volta, essere verificata.

In base alla conoscenza della realtà locale e delle criticità presenti sul territorio, i diversi profili analitici possono essere integrati con altre sostanze.

Tabella 2: Parametri da determinare nei diversi profili analitici individuati

Profilo analitico standard	<p>PARAMETRI CAMPO: temperatura acqua, pH , ossigeno disciolto, conducibilità elettrica</p> <hr/> <p>IONI MAGGIORI/INORGANICI: bicarbonati, boro, calcio, cloruri, durezza totale, ione ammonio, magnesio, nitrati, nitriti, potassio, sodio, solfati</p> <hr/> <p>METALLI: alluminio, arsenico, cadmio, cromo totale, cromo VI, ferro, manganese, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco</p>
Profilo analitico pressioni diffuse uso urbano	<p>ALIFATICI ALOGENATI: triclorometano, cloruro di vinile, 1,2 dicloroetano, tricloroetilene, tetracloroetilene, esaclorobutadiene, diclorobromometano, dibromoclorometano, 1,1,1 tricloroetano, 1,1 dicloroetilene, tribromometano</p> <hr/> <p>AROMATICI: benzene, etilbenzene, toluene, xilene (p)</p> <hr/> <p>ALTRE: metil tertbutil etere (MTBE)</p>
Profilo analitico pressioni diffuse agricoltura	<p>PESTICIDI: 2,4 - D, acetochlor, acido 2,4,5-triclorofenossiacetico, AMPA, aclonifen,alachlor, atrazina, atrazina-desetil, atrazin-desisopropil, azinfosmetile, azoxystrobin, bentazone, boscalid, chlорpiriphos, chlорpiriphos metile, cibusrina, clomazone, clorfenvinfos, cloridazon, cyprodinil, dicamba, dichlorvos, difenoconazolo, dimetenamide, dimetoato, dimetomorf, diuron, endosulfan, etofumesate, fenhexamid, fludioxonil, flufenacet, fluopicolide, folpet, glifosate, glufosinate di Ammonio, imidaclopid, iprovalicarb, isoproturon, lenacil, linuron, MCPA, mecoprop, metalaxil+metalaxil-M, metamitron, metazaclor, metolachlor, metolachlor ESA, metossifenozide, metribuzina, molinate, nicosulfuron, oxadiazon, penconazolo, pendimetalin, propamocarb, propanil, propiconazolo, propizamide, pyrimethanil, quinoxifen, quizalopof-etile, rimsulfuron, simazina, spiroxamina, tebuconazolo, tebufenozide, terbutilazina, terbutilazina-desetil, terbutrina, tetraconazole, tiofanate-metil, trifluralin</p>
Profilo analitico pressione puntuale	<p>SOSTANZE PERFLUOROALCHILICHE (PFAS): acido perfluorobutanoico (PFBA), acido perfluoropentanoico (PFPeA), acido perfluoroesanoico (PFHxA), acido perfluoroeptanoico (PFHpA), acido perfluoroottanoico (PFOA), acido perfluorononanoico (PFNA), acido perfluorodecanoico (PFDeA), acido perfluoroundecanoico (PFUnA), acido perfluorododecanoico (PFDoA), acido perfluorobutansolfonico (PFBS), acido perfluoroesansolfonico (PFHxS), acido perfluoroeptansolfonico (PFHpS), acido perfluoroottansolfonico (PFOS), acido dimerico esafluoropropilossido (HFPO-DA)</p>

2

CORPI IDRICI SOTTERRANEI

Il DLgs 30/2009 definisce i criteri per l'identificazione e la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei (GWB dall'inglese Groundwater Body). Il corpo idrico è l'unità base di gestione prevista dalla direttiva 2000/60/CE, essi rappresentano infatti l'unità di riferimento per l'analisi del rischio, la realizzazione delle attività di monitoraggio, la classificazione dello stato quali-quantitativo e l'applicazione delle misure di tutela.

In Veneto, nell'ambito della redazione del primo piano di gestione del distretto Alpi Orientali, sono stati individuati 33 corpi idrici sotterranei.

Per la definizione dei corpi idrici sotterranei di pianura è stato utilizzato un criterio idrogeologico che ha portato prima alla identificazione di due grandi bacini sotterranei divisi dalla dorsale Lessini-Berici-Euganei, poi nella zonizzazione da monte a valle in: alta, media e bassa pianura.

*I corpi idrici
sotterranei di
pianura*

ALTA PIANURA: limite nord costituito dai rilievi montuosi, limite sud costituito dal limite superiore della fascia delle risorgive, i limiti laterali tra diversi corpi idrici sono costituiti da assi di drenaggio (direttrici sotterranee determinate da paleovalle o da forme sepolte, e tratti d'alveo drenanti la falda), ad andamento prevalentemente N-S, tali da isolare porzioni di acquifero indifferenziato il più possibile omogeneo, contenente una falda freatica libera di scorrere verso i limiti scelti.

MEDIA PIANURA: limite nord costituito dal limite superiore della fascia delle risorgive, limite sud costituito dal passaggio da acquiferi a prevalente componente ghiaiosa ad acquiferi a prevalente componente sabbiosa, i limiti laterali tra diversi corpi idrici sono costituiti dai tratti drenanti dei corsi d'acqua superficiale. L'unica eccezione riguarda il bacino idrogeologico denominato "Media Pianura Veronese", il cui limite occidentale è obbligatoriamente il confine regionale con la Lombardia, mentre il limite orientale è stato individuato nel Torrente Tramigna, il quale costituisce un asse di drenaggio idrico sotterraneo, che separa l'area Veronese dal sistema acquifero delle Valli dell'Alpone, del Chiampo e dell'Agno-Guà.

BASSA PIANURA: limite nord costituito dal passaggio da acquiferi a prevalente componente ghiaiosa ad acquiferi a prevalente componente sabbiosa. La bassa pianura è caratterizzata da un sistema di acquiferi confinati sovrapposti, alla cui sommità esiste localmente un acquifero libero. Considerando che i corpi idrici sotterranei devono essere unità con uno stato chimico e uno quantitativo ben definiti, la falda superficiale è stata distinta rispetto alle falde confinate che sono state raggruppate in un unico corpo idrico. Il sistema di falde superficiali locali è stato ulteriormente suddiviso in 4 corpi idrici sulla base dei sistemi deposizionali dei fiumi Adige, Brenta, Piave e Tagliamento.

Il limite settentrionale della fascia dei fontanili e il limite di separazione tra acquiferi a componente prevalentemente ghiaiosa ed acquiferi a componente prevalentemente sabbiosa sono stati ricavati dalla carta geologica del Veneto alla scala 1:250.000, mentre il limite dei rilievi prealpini è stato tracciato utilizzando la base DEM del Veneto. Complessivamente per l'area di pianura sono stati individuati 23 corpi idrici sotterranei così suddivisi:

- 10 per l'alta pianura;
- 8 per la media pianura;
- 5 per la bassa pianura (4 superficiali e 1 che raggruppa le falde confinate).

La caratterizzazione geologica ed idrogeologica della pianura veneta e la descrizione nel dettaglio degli acquiferi e dei bacini idrogeologici sono state affrontate in "Le acque sotterranee della pianura veneta - I risultati del progetto SAMPAS" [5].

Il territorio montano veneto invece, è stato suddiviso in aree omogenee, dette "province idrogeologiche", sulla base delle caratteristiche geologiche, in particolare tenendo conto dell'uniformità litostratigrafica (formazioni) e strutturale (faglie, pieghe, giaciture). Come supporto di riferimento per l'individuazione di queste unità è stata utilizzata la carta digitale litostratigrafica del Veneto alla scala 1:250.000 (Carta Litostratigrafica del Veneto, Regione Veneto), che riporta le formazioni affioranti. Sovrapponendo alle informazioni litostratigrafiche quelle relative alla permeabilità (Carta della permeabilità dei litotipi in scala 1:250.000, Regione Veneto) è stato possibile accorpare le formazioni stratigraficamente adiacenti e con ugual permeabilità in "unità idrogeologiche/acquifero" a cui si sono associate le formazioni impermeabili sottostanti (complesso idrogeologico). Le province idrogeologiche individuate sono: Provincia di Basamento, Provincia Dolomitica, Provincia Prealpina, Provincia Pedemontana, Baldo-Lessinia, Lessineo-Berico-Euganea e Valliva.

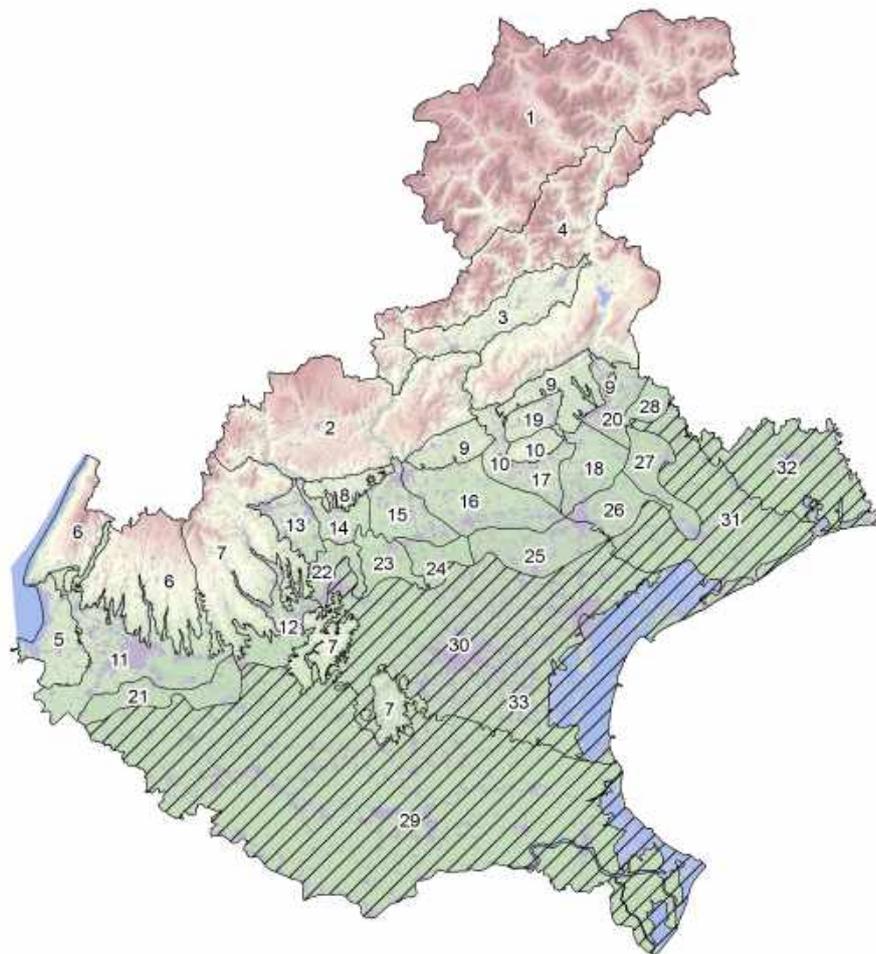
I corpi idrici sotterranei di montagna

All'interno di ciascuna provincia idrogeologica sono stati delimitati una serie di gruppi montuosi (per un totale di 69) che costituiscono le unità elementari di riferimento; i gruppi, infatti, sono stati individuati come blocchi rocciosi separati da profonde valli, selle e passi principali (per maggiori informazioni vedi [4]). Al fine di ridurre i costi di monitoraggio e di gestione, si sono aggregati i GWB montani, così come previsto dalla direttiva 2000/60/CE, in quanto nelle aree montane le pressioni antropiche sono limitate, la qualità dell'acqua è buona e il monitoraggio più complesso per la maggior difficoltà a raggiungere i siti di campionamento.

I 33 corpi idrici individuati (23 di pianura e 10 montani) sono il risultato di un compromesso tra la necessità di descrivere in modo appropriato lo stato e l'esigenza di evitare un grado di disaggregazione non efficientemente gestibile. Tutti e 33 (figura 2) sono stati attribuiti al distretto Alpi Orientali ¹. Gli elaborati relativi al primo aggiornamento del Piano di Gestione delle Acque sono consultabili sul sito del **Distretto Idrografico delle Alpi Orientali**.

I 33 corpi idrici sotterranei del Veneto

¹ in base all'art.3, direttiva 2000/60/CE. «...Qualora le acque sotterranee non rientrino interamente in un bacino idrografico preciso, esse vengono individuate ed assegnate al distretto idrografico più vicino e più consono...»



num	sigla	nome	num	sigla	nome
1	Dol	Dolomiti	18	APP	Alta Pianura del Piave
2	PrOc	Prealpi occidentali	19	QdP	Quartiere del Piave
3	VB	Val Belluna	20	POM	Piave Orientale e Monticano
4	PrOr	Prealpi orientali	21	MPVR	Media Pianura Veronese
5	AdG	Anfiteatro del Garda	22	MPRT	Media Pianura tra Retrone e Tesina
6	BL	Baldo-Lessinia	23	MPTB	Media Pianura tra Tesina e Brenta
7	LBE	Lessineo-Berico-Euganeo	24	MPBM	Media Pianura tra Brenta e Muson dei Sassi
8	CM	Colli di Marostica	25	MPMS	Media Pianura tra Muson dei Sassi e Sile
9	CTV	Colline trevigiane	26	MPSP	Media Pianura tra Sile e Piave
10	Mon	Montello	27	MPPM	Media Pianura tra Piave e Monticano
11	VRA	Alta Pianura Veronese	28	MPML	Media Pianura Monticano e Livenza
12	ACA	Alpone - Chiampo - Agno	29	BPSA	Bassa Pianura Settore Adige
13	APVO	Alta Pianura Vicentina Ovest	30	BPSB	Bassa Pianura Settore Brenta
14	APVE	Alta Pianura Vicentina Est	31	BPSP	Bassa Pianura Settore Piave
15	APB	Alta Pianura del Brenta	32	BPST	Bassa Pianura Settore Tagliamento
16	TVA	Alta Pianura Trevigiana	33	BPV	Acquiferi Confinati Bassa Pianura
17	PsM	Piave sud Montello			

Figura 2: Corpi idrici sotterranei del Veneto

3 | QUALITÀ CHIMICA

La definizione dello stato chimico delle acque sotterranee, secondo le direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE, si basa sul rispetto di norme di qualità, espresse attraverso concentrazioni limite, che vengono definite a livello europeo per nitrati e pesticidi (standard di qualità SQ), mentre per altri inquinanti, di cui è fornita una lista minima all'Allegato 2 parte B della direttiva 2006/118/CE, spetta agli Stati membri la definizione dei *valori soglia*, oltre all'onere di individuare altri elementi da monitorare, sulla base dell'analisi delle pressioni. I valori soglia (VS) adottati dall'Italia sono stati modificati dal decreto del Ministero dell'Ambiente del 6 luglio 2016 che recepisce la direttiva 2014/80/UE di modifica dell'Allegato II della direttiva 2006/118/CE sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. Tale norma sostituisce la lettera B, «Buono stato chimico delle acque sotterranee» della parte A dell'allegato 1 della parte terza del DLgs 152/2006 smi.

Gli standard di qualità definiti a livello europeo.

I valori soglia adottati dall'Italia.

Le modifiche più rilevanti apportate ai valori soglia da considerare per la valutazione dello stato chimico sono l'inserimento di alcuni composti perfluoroalchilici e l'eliminazione dei valori soglia di 1.5 µg/l per tricloroetilene, di 1.1 µg/l per tetracloroetilene, di 10 µg/l per la sommatoria degli organoalogenati e l'inserimento del valore soglia di 10 µg/l per la somma di tricloroetilene e tetracloroetilene. Gli standard di qualità e i valori soglia sono riportati in appendice B.

Principali modifiche apportate dal DM 6 luglio 2016

Per quanto riguarda la conformità, la valutazione si basa sulla comparazione dei dati di monitoraggio (in termini di concentrazione media annua) con gli standard numerici (tabella 2 e tabella 3, lettera B, parte A dell'allegato 1 della parte terza del DLgs 152/2006 smi). In linea di principio, a nessun corpo idrico sotterraneo è permesso di eccedere questi valori. Si riconosce tuttavia che il superamento dei valori standard può essere causato da una pressione locale (ad esempio inquinamento da fonte puntuale) che non altera lo stato di tutto il corpo idrico sotterraneo in questione. Pertanto c'è la possibilità di investigare le ragioni per le quali i valori sono superati e decidere sulla classificazione dello stato chimico sulla base dei rischi effettivi per l'intero corpo idrico sotterraneo (ad esempio i rischi per la salute umana, per gli ecosistemi acquatici associati o i relativi ecosistemi terrestri, per gli usi legittimi e le funzioni dell'acqua sotterranea)[8].

Schematizzando, un corpo idrico sotterraneo è considerato in buono stato chimico se (figura 3):

- i valori standard (SQ o VS) delle acque sotterranee non sono superati in nessun punto di monitoraggio o
- il valore per una norma di qualità (SQ o VS) delle acque sotterranee è superato in uno o più punti di monitoraggio — che comunque non devono rappresentare più del 20% dell'area totale o del volume del

corpo idrico — ma un'appropriate indagine dimostra che la capacità del corpo idrico sotterraneo di sostenere gli usi umani non è stata danneggiata in maniera significativa dall'inquinamento.

Per stabilire lo stato, i risultati ottenuti nei singoli punti di monitoraggio all'interno di un corpo idrico sotterraneo devono essere aggregati per il corpo nel suo complesso (direttiva 2000/60/CE, allegato V, sezione 2.4.5), e la base per l'aggregazione è la concentrazione aritmetica media su base annua dei pertinenti inquinanti in ciascun punto di monitoraggio (direttiva 2006/118/CE, allegato III, 2 (c)).

La procedura di valutazione dello stato chimico deve essere espletata per tutti i corpi idrici sotterranei caratterizzati come a rischio e per ciascuno degli inquinanti che contribuiscono a tale caratterizzazione; è condotta alla fine del ciclo di un piano di gestione, utilizzando i dati raccolti con il monitoraggio operativo e di sorveglianza, per verificare l'efficacia dei programmi di misura adottati [34]. Lo stato, a livello di corpo idrico, è pertanto valutato ogni sei anni [25] e riportato all'interno dei piani di gestione.

La classificazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei del Veneto, inserita all'interno del primo aggiornamento del piano di gestione del Distretto idrografico delle Alpi Orientali, è stata approvata dalla Giunta Regionale con deliberazione n. 551 del 26 aprile 2016 [18].

3.1 SOSTANZE NATURALI

Nei corpi idrici sotterranei in cui è dimostrata scientificamente la presenza di metalli e altri parametri di origine naturale in concentrazioni di fondo¹ naturale superiori ai limiti fissati a livello nazionale, tali livelli di fondo costituiscono i valori soglia per la definizione del buono stato chimico. Il compito della definizione di questi valori è affidato alle regioni (art.2, comma c), DLgs 30/2009).

Cosa prevede il DLgs 30/2009

La determinazione dei livelli di fondo assume pertanto una rilevanza prioritaria al fine di non classificare le acque di scarsa qualità come in cattivo stato; nel Veneto è il caso dei corpi idrici di bassa pianura. La presenza in concentrazioni elevate di ammoniaca, ferro, manganese ed arsenico deriva, infatti, da litotipi caratteristici e/o da particolari condizioni redox. Situazioni analoghe si trovano anche nelle falde profonde degli acquiferi confinati di Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna e Lombardia.

Le sostanze naturali in Veneto

Arsenico, ma soprattutto ione ammonio presentano frequenti superamenti dei valori soglia anche nei corpi idrici di media pianura e in quelli superficiali di bassa pianura. Le acque si presentano, in generale, in condizioni anossiche (assenza di ossigeno) e riducenti; condizioni che si incontrano naturalmente in acquiferi ricchi di sostanza organica e/o con scarsa capacità di ricarica della falda, come del resto è prevedibile nei corpi idrici caratterizzati da bassa conducibilità idraulica (depositi di media-bassa pianura) e da sostanza organica (depositi recenti).

¹ Concentrazione di fondo: la concentrazione di una sostanza o il valore di un indicatore in un corpo idrico sotterraneo corrispondente all'assenza di alterazioni antropogeniche o alla presenza di alterazioni estremamente limitate rispetto a condizioni inalterate. (art. 2, comma h), DLgs 30/2009).

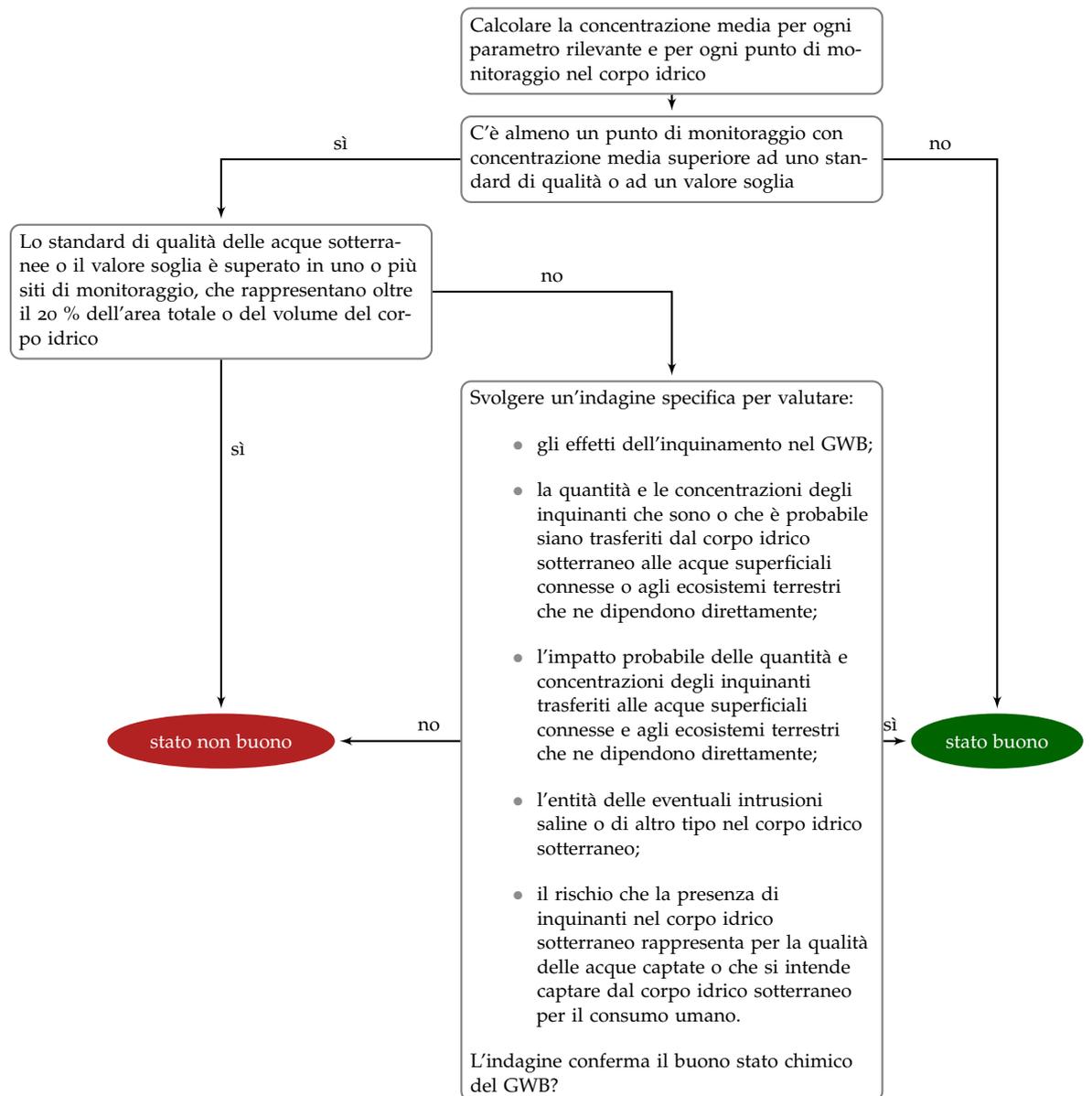


Figura 3: Procedura per la valutazione dello stato chimico

3.2 QUALITÀ CHIMICA DEI PUNTI DI PRELIEVO

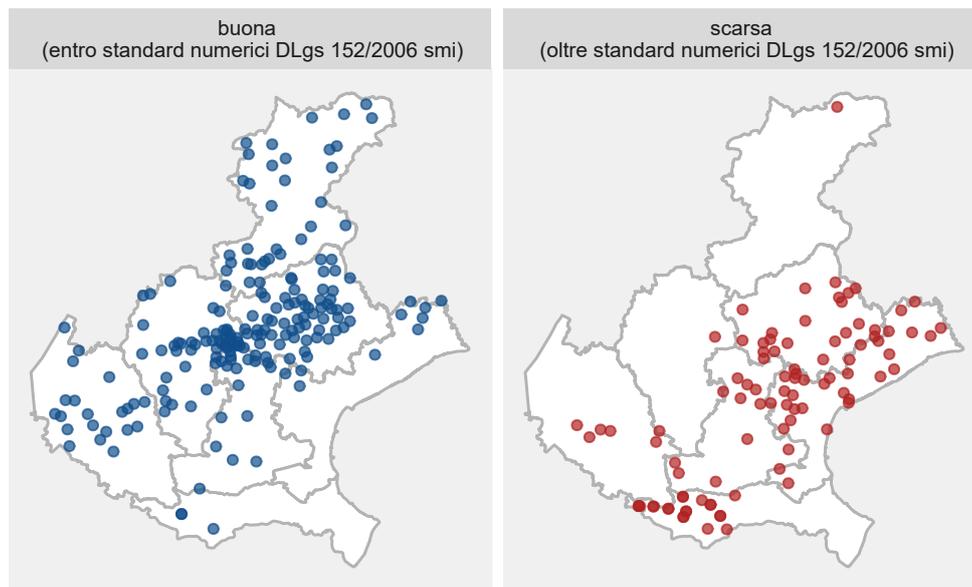


Figura 4: Qualità chimica

La qualità delle acque sotterranee, come abbiamo visto ai paragrafi precedenti, può essere influenzata sia dalla presenza di sostanze inquinanti attribuibili principalmente ad attività antropiche, sia dalla presenza di sostanze di origine naturale (ad esempio ione ammonio, ferro, manganese, arsenico, ...).

Lo stato chimico però deve tener conto della sola componente antropica delle sostanze indesiderate trovate, una volta discriminata la componente naturale attraverso la quantificazione del suo valore di fondo naturale. Considerato che la valutazione dello stato chimico della acque sotterranee è condotta alla fine del ciclo di un piano di gestione, utilizzando i dati raccolti con il monitoraggio nei diversi anni, e che i valori di fondo saranno aggiornati ad ogni ciclo per tener conto dei nuovi dati, il punto con qualità non buona per presenza di sostanze naturali potrà essere classificato in stato buono o scarso in base a questi valori solo a posteriori.

Nelle valutazioni annuali pertanto viene riportata solo la qualità chimica ², basata sul superamento o meno degli standard numerici riportati nel DLgs 152/2006 smi, senza discriminare tra antropico e naturale. L'indice concorre comunque alla definizione dello stato chimico del corpo idrico sotterraneo: un punto con qualità buona sarà sicuramente classificato in stato chimico buono e uno con qualità scadente per presenza di sostanze antropiche, come nitrati, solventi o pesticidi, sarà in stato chimico scadente.

La valutazione della qualità chimica ha interessato 289 punti di monitoraggio, 193 dei quali (pari al 67%) non presentano alcun superamento degli standard numerici individuati dal DLgs 152/2006 smi e sono stati classificati

Vedi l'appendice C per i dettagli sul singolo punto

² La qualità dell'acqua prelevata dal sito di monitoraggio è valutata come buona se tutte le sostanze sono presenti in concentrazioni inferiori agli standard numerici riportati nel DLgs 152/2006 smi, scarsa se c'è almeno un superamento.

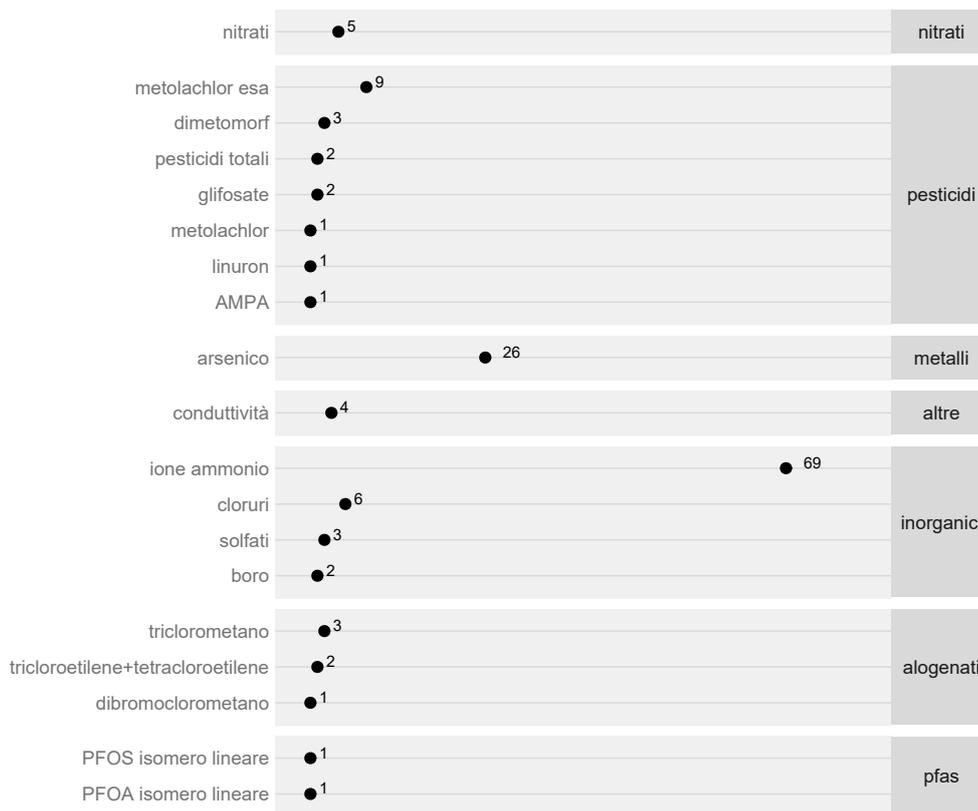


Figura 5: Numero di superamenti dei valori limite per le diverse sostanze

con qualità buona, 96 (pari al 33%) mostrano almeno una non conformità e sono stati classificati con qualità scadente (figura 4).

Il maggior numero di sforamenti (figura 5) è dovuto alla presenza di inquinanti inorganici (84 superamenti, 67 dei quali imputabili allo ione ammonio), e metalli (26 superamenti tutti per l'arsenico), prevalentemente di origine naturale. Per le sostanze di sicura origine antropica le contaminazioni riscontrate più frequentemente e diffusamente sono quelle dovute ai pesticidi (19). Gli altri superamenti degli standard di qualità sono causati da nitrati (5), composti organoalogenati (6) e composti perfluorurati (2)

Osservando la distribuzione dei superamenti nel territorio regionale (figura 6) si nota una netta distinzione tra le tipologie di inquinanti presenti a monte ed a valle della del limite superiore della fascia delle risorgive: nell'acquifero indifferenziato di alta pianura la scarsa qualità è dovuta soprattutto a pesticidi, nitrati e composti organoalogenati; negli acquiferi differenziati di media e bassa pianura a sostanze inorganiche e metalli. Dei due punti con superamento del valore soglia per almeno un composto perfluorurato uno si trovano nell'area del plume di contaminazione con origine a Trissino; l'altro a Villafranca di Verona.

In tabella 3 è riportata la sintesi dello qualità chimica per corpo idrico sotterraneo.

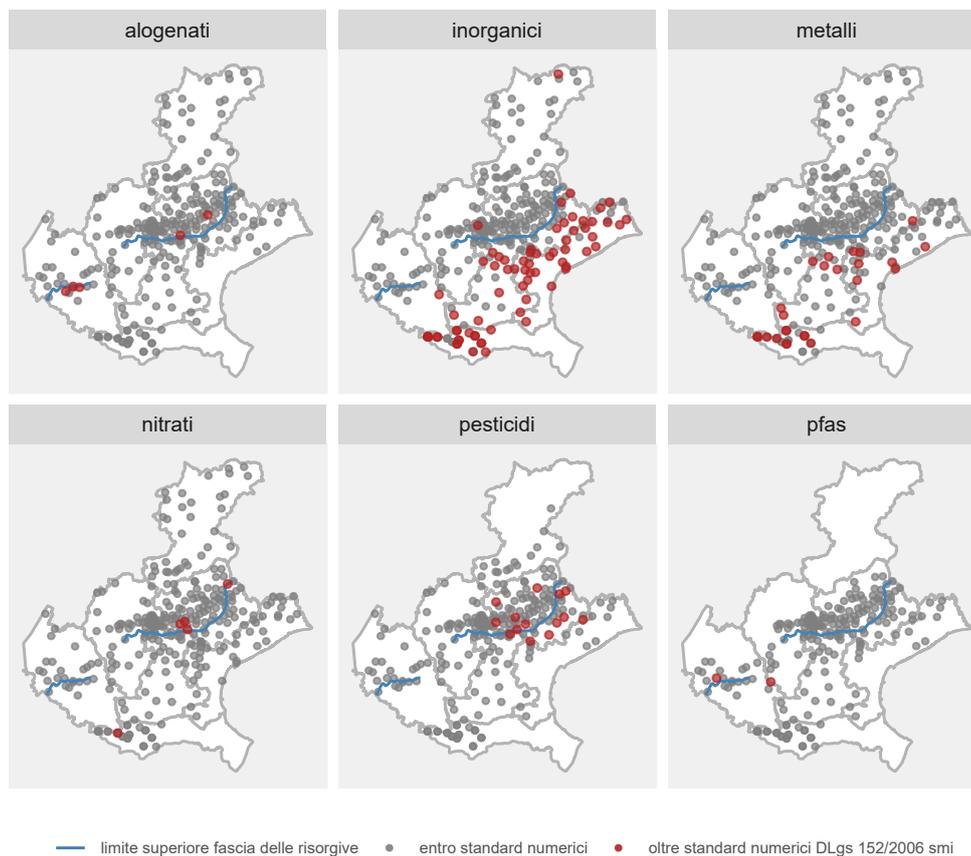


Figura 6: Superamenti degli standard numerici del DLgs 152/2006 smi per gruppo di inquinanti

3.2.1 Tendenza

Viste le modifiche apportate ai valori soglia dal decreto del Ministero dell'Ambiente del 6 luglio 2016 non è possibile fare considerazioni sulla tendenza pluriennale dell'indicatore; rispetto all'anno precedente non si osservano variazioni nella percentuale di punti in stato buono e scadente.

Tabella 3: Sintesi della valutazione dei superamenti per corpo idrico sotterraneo. Numero di punti con qualità buona e scadente per corpo idrico sotterraneo (GWB)

GWB	Nome corpo idrico	Buona	Scadente	Totale
Dol	Dolomiti	15	1	16
PrOc	Prealpi occidentali	10	0	10
VB	Val Belluna	10	0	10
PrOr	Prealpi orientali	9	0	9
AdG	Anfiteatro del Garda	2	0	2
BL	Baldo-Lessinia	4	0	4
LBE	Lessineo-Berico-Euganeo	6	0	6
CM	Colli di Marostica	1	0	1
CTV	Colline trevigiane	2	2	4
Mon	Montello	1	0	1
VRA	Alta Pianura Veronese	9	3	12
ACA	Alpone - Chiampo - Agno	6	0	6
APVO	Alta Pianura Vicentina Ovest	4	0	4
APVE	Alta Pianura Vicentina Est	4	0	4
APB	Alta Pianura del Brenta	23	1	24
TVA	Alta Pianura Trevigiana	12	7	19
Psm	Piave sud Montello	12	0	12
APP	Alta Pianura del Piave	6	1	7
QdP	Quartiere del Piave	5	0	5
POM	Piave Orientale e Monticano	8	1	9
MPVR	Media Pianura Veronese	3	1	4
MPRT	Media Pianura tra Retrone e Tesina	1	0	1
MPTB	Media Pianura tra Tesina e Brenta	4	0	4
MPBM	Media Pianura tra Brenta e Muson dei Sassi	3	1	4
MPMS	Media Pianura tra Muson dei Sassi e Sile	7	4	11
MPSP	Media Pianura tra Sile e Piave	2	1	3
MPPM	Media Pianura tra Piave e Monticano	4	2	6
MPML	Media Pianura Monticano e Livenza	1	3	4
BPSA	Bassa Pianura Settore Adige	6	24	30
BPSB	Bassa Pianura Settore Brenta	5	8	13
BPSP	Bassa Pianura Settore Piave	0	5	5
BPST	Bassa Pianura Settore Tagliamento	2	2	4
BPV	Acquiferi Confinati Bassa Pianura	6	29	35
Totale complessivo		193	96	289

4

PRESENTAZIONE DEI DATI CHIMICI

Nei paragrafi successivi verranno presentate le concentrazioni medie annue dei parametri maggiormente significativi per le acque sotterranee del Veneto e le tendenze dei principali indicatori di contaminazione antropica: nitrati (NO_3), pesticidi e composti organici volatili (VOC). L'analisi delle tendenze può essere effettuata solo considerando le stesse stazioni di monitoraggio, in questo modo si garantisce che le eventuali modifiche siano effettivamente dovute a variazioni nella qualità e non al numero o al tipo di stazioni considerate. Tuttavia per pesticidi e VOC, anche considerando le stesse stazioni, nell'analisi dell'evoluzione della contaminazione rimane una certa variabilità legata alle diverse sostanze ricercate e ai limiti di quantificazione utilizzati nei diversi campioni e nei vari anni.

4.1 NITRATI

Lo standard di qualità ambientale per i nitrati nelle acque sotterranee, individuato nella direttiva «acque sotterranee» (2006/118/CE), è di 50 mg/l e coincide con il valore limite fissato anche dalle direttive «nitrati» (91/676/CEE) e «acque potabili» (98/83/CE). La Commissione Europea, nell'ambito della direttiva «nitrati», ha individuato quattro classi di qualità per la valutazione delle acque sotterranee: 0-24 mg/l; 25-39 mg/l; 40-50 mg/l; > 50 mg/l [13]. Dai dati elaborati a scala regionale, emerge che, nel 2019:

- la classe più numerosa è quella relativa a valori inferiori a 25 mg/l (241 punti su 289 pari al 83%);
- i punti con concentrazioni comprese tra i 25 e i 39 mg/l di NO_3 sono 33 su 289 pari al 11%;
- i punti con concentrazioni considerate a rischio, comprese tra i 40 e i 50 mg/l di NO_3 , sono 10 su 289 pari al 3%;
- i punti con superamento del limite della concentrazione massima ammissibile pari a 50 mg/l di NO_3 sono 5 su 289 pari al 2%.

Analogamente agli anni precedenti, la distribuzione spaziale delle concentrazioni medie annue (figura 7) evidenzia che i valori più elevati sono localizzati soprattutto nell'acquifero indifferenziato di alta pianura (maggiormente vulnerabile) e in particolare nell'area trevigiana. Nel sistema differenziato di bassa pianura, i nitrati risultano praticamente assenti nelle falde confinate, meno vulnerabili all'inquinamento, caratterizzate da acque più antiche e da condizioni chimico-fisiche prevalentemente riducenti, dove i composti di azoto si ritrovano naturalmente nella forma di ione ammonio; mentre possono presentare concentrazioni elevate nella falda freatica superficiale, posta a

pochi metri dal piano campagna e quindi altamente vulnerabile, se sono presenti condizioni ossidanti, altrimenti anche in questo caso l'azoto è presente come ione ammonio.

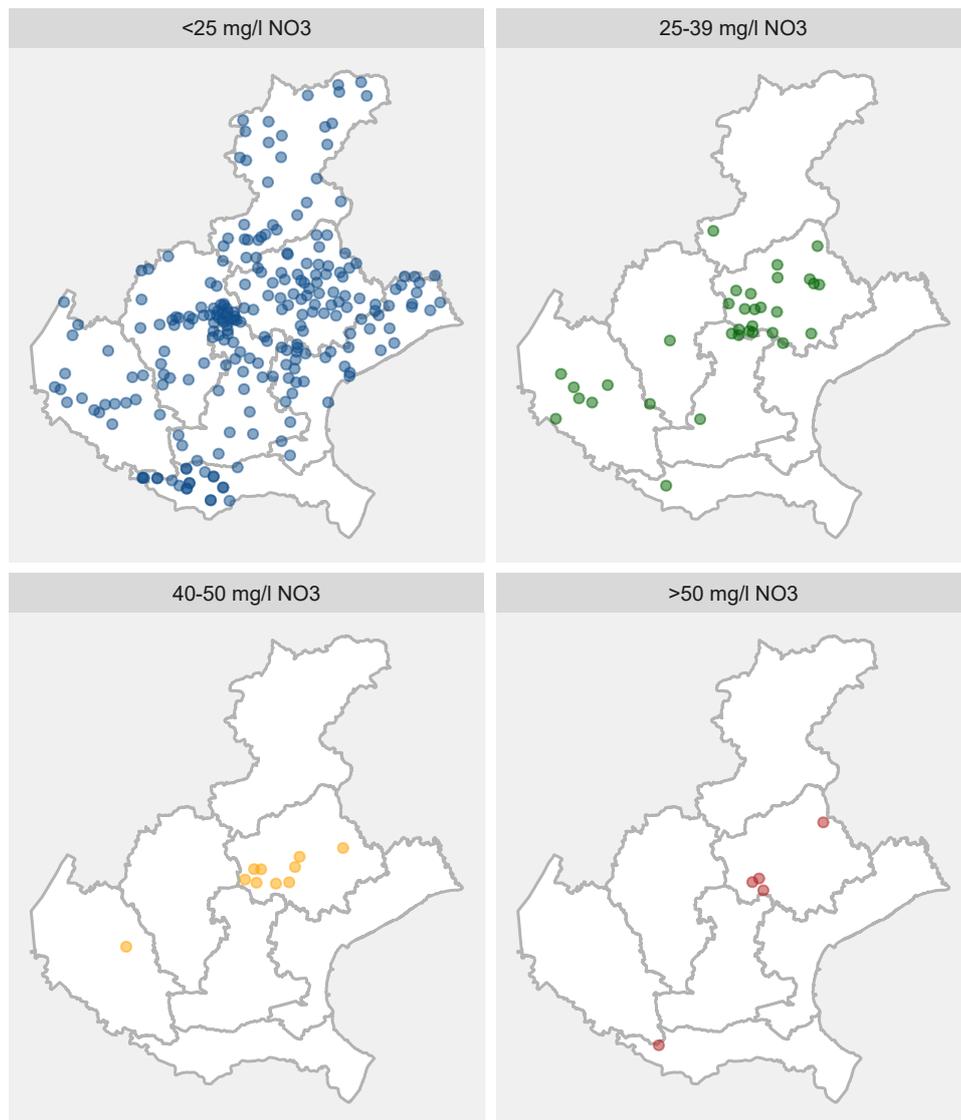


Figura 7: Concentrazione media annua di nitrati nelle diverse classi di concentrazione

4.1.1 Tendenze

Negli ultimi 10 anni l'andamento della concentrazione media annua è risultato in diminuzione per 54 punti di monitoraggio su 259 valutati (21%) e in aumento su 5 (2%). Per i restanti 200 punti (pari al 77%) non è stato identificata alcuna tendenza statisticamente significativa (figura 8).

Vedi l'appendice D per i risultati del test sul singolo punto e l'appendice G per maggiori informazioni sul test

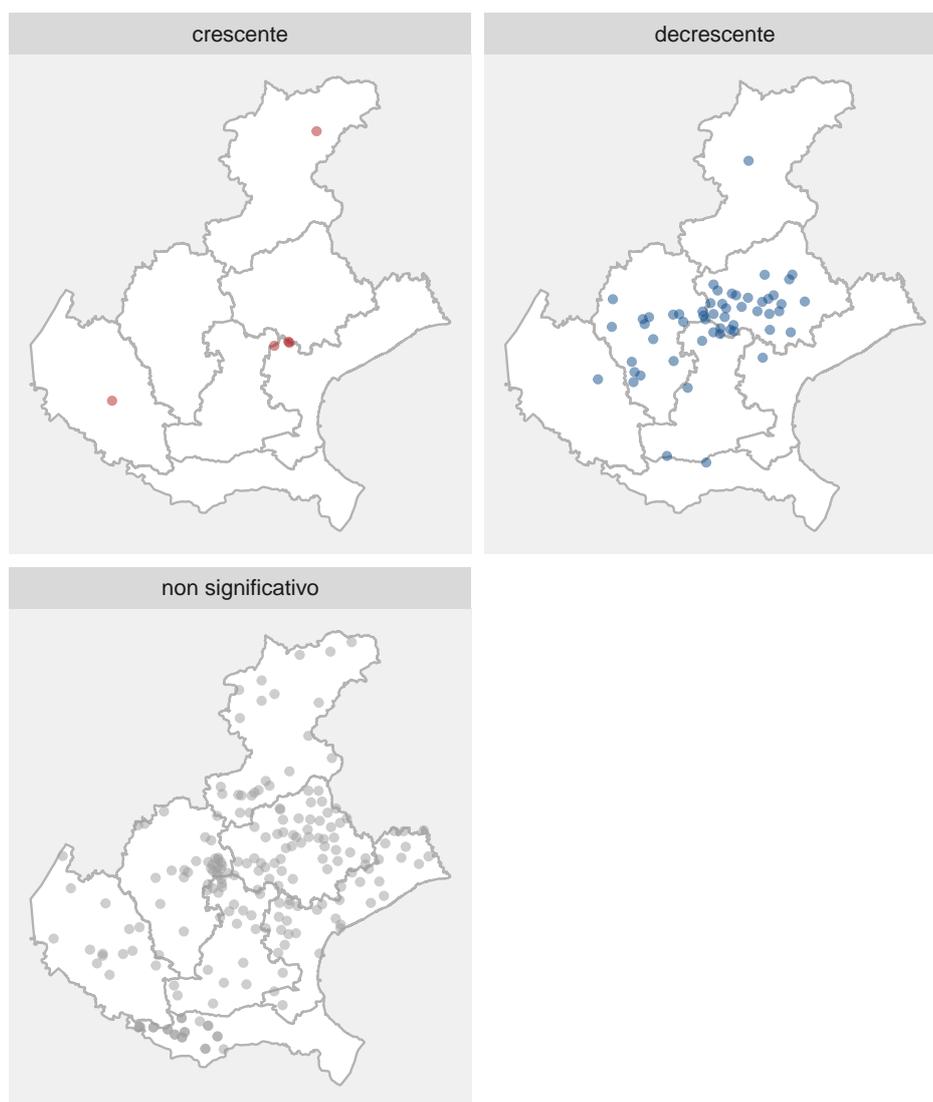


Figura 8: Risultati del test di Mann-Kendall applicato alle serie di concentrazione media annua di nitrati per il periodo 2010-2019

4.2 PESTICIDI

Nel 2019 la ricerca di pesticidi¹ ha riguardato 234 punti di campionamento e 467 campioni. Complessivamente sono state ricercate poco meno di un centinaio di sostanze diverse; le 26 rilevate in concentrazione maggiore a 0.03 µg/L in almeno un campione sono: AMPA, atrazina, atrazina-desetil, atrazina-desisopropil, bentazone, clomazone, cloridazon, dicamba, dimetomorf, eptacloro epossido, etofumesate, glifosate, linuron, metalaxil e metalaxil-M, metolachlor, metolachlor ESA, metossifenozone, metribuzina, nicosulfuron, oxadiazon, pendimetalin, tebuconazolo, tebufenozide, terbutilazina, terbutilazina-desetil, tetraconazole (tabella 4). Si tratta preva-

Vedi l'appendice E per il riepilogo delle misure per sostanza e per le mappe di distribuzione

¹ I pesticidi, da un punto di vista normativo, comprendono i prodotti fitosanitari utilizzati per la protezione delle piante e per la conservazione dei prodotti vegetali, e i biocidi impiegati in vari campi di attività.

lentamente di erbicidi e alcuni loro metaboliti², la terbutilazina-desetil e il metolachlor ESA sono quelli rilevati con maggior frequenza.

In 14 punti, tutti ubicati nella provincia di Treviso, la concentrazione media annua di almeno un pesticida è risultata superiore allo standard di qualità di 0.1 µg/L (figura 9).

Tabella 4: Elenco delle sostanze rilevate in concentrazione superiore a 0.03 µg/L. In rosso le sostanze con almeno un campione con concentrazione superiore a 0.10 µg/L

Denominazione	Classe chimica	Revocata
AMPA	metabolita	-
atrazina	erbicidi triazinici	sì
atrazina-desetil	metabolita	-
atrazina-desisopropil	metabolita	-
bentazone	erbicidi tiadiazinici	no
clomazone	erbicidi non classificati	no
cloridazon	erbicidi piridazinonici	no
dicamba	erbicidi derivati dall'acido benzoico	no
dimetomorf	fungicidi morfolinici	no
eptacloro epossido	metabolita	-
etofumesate	erbicidi benzofuranici	no
glifosate	erbicidi fosfororganici	no
linuron	erbicidi ureici	sì
metalaxil e metalaxil-M	fungicidi ammidici	no
metolachlor ^a	erbicidi cloroacetanilidici	sì
metolachlor ESA	metabolita	-
metossifenozone	insetticidi diacilidrazinici	no
metribuzina	erbicidi triazinonici	no
nicosulfuron	erbicidi sulfonilureici	no
oxadiazon	erbicidi non classificati	sì
pendimetalin	erbicidi dinitroanilini	no
tebuconazolo	fungicidi conazolici	no
tebufenozide	insetticidi diacilidrazinici	no
terbutilazina	erbicidi triazinici	no
terbutilazina-desetil	metabolita	-
tetraconazole	fungicidi conazolici	no

^a Il metolachlor è stato sostituito dall'S-metolachlor. I laboratori, con le tecniche analitiche disponibili, non sono in grado di differenziare le due forme, pertanto, le concentrazioni misurate possono essere date dalla somma delle due sostanze.

4.2.1 Tendenze

Considerando i 192 punti di monitoraggio con serie completa per il periodo 2010-2019 (figura 10), non si evidenziano tendenze statisticamente significative nel numero di stazioni con superamenti annuali degli standard di qualità (test di Mann-Kendall: $S = -18$ e $n = 10$).

Negli ultimi 10 anni non si osserva alcuna tendenza nel numero di stazioni con superamenti annuali. ↔

² Col termine "metaboliti" si intendono comunemente l'insieme dei prodotti di trasformazione biologica e chimica dei prodotti fitosanitari, che possono ritrovarsi, in particolare, nei compartimenti suolo e acqua.

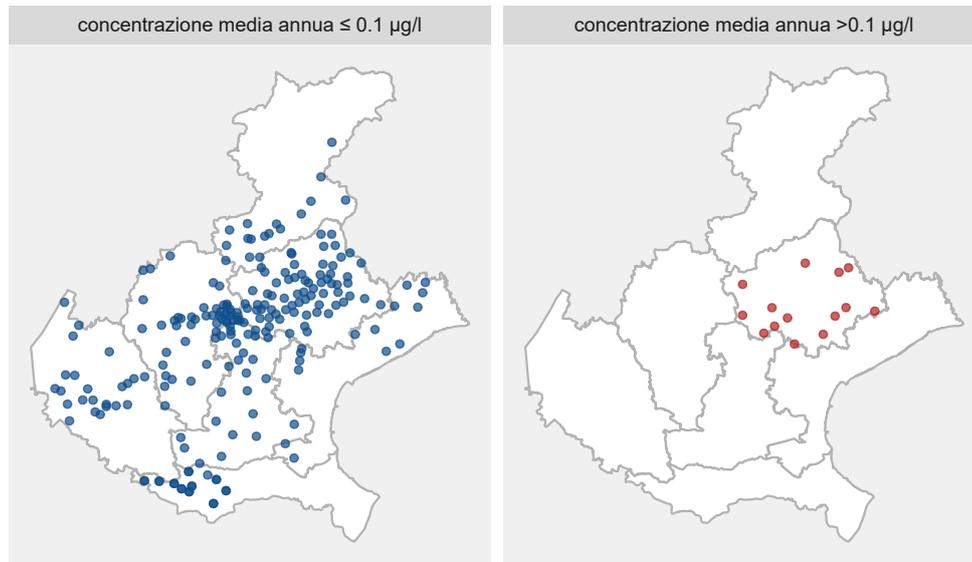


Figura 9: Livelli di contaminazione da pesticidi, in termini di concentrazione media annua, rispetto allo standard di qualità di 0.1 µg/L per la singola sostanza

4.3 COMPOSTI ORGANICI VOLATILI

I VOC sono composti organici che evaporano con facilità a temperatura ambiente. Comprendono un gran numero di sostanze eterogenee come gli idrocarburi alifatici (dal n-esano, al n-esadecano e i metilesani), gli idrocarburi aromatici, (benzene e derivati, toluene, o-xilene, stirene), gli idrocarburi clorinati (cloroformio, diclorometano, clorobenzeni), gli alcoli (etanolo, propanolo, butanolo e derivati), gli esteri, i chetoni, e le aldeidi (formaldeide). Nel DLgs 152/1999 si faceva riferimento solo ai composti alifatici alogenati e al benzene (composto aromatico), con il DLgs 30/2009 vengono introdotti valori soglia per: composti organici aromatici, composti alifatici alogenati, clorobenzeni e nitrobenzeni.

Il valore di riferimento per i composti alifatici alogenati nel DLgs 152/1999

Il
DLgs 152/1999...

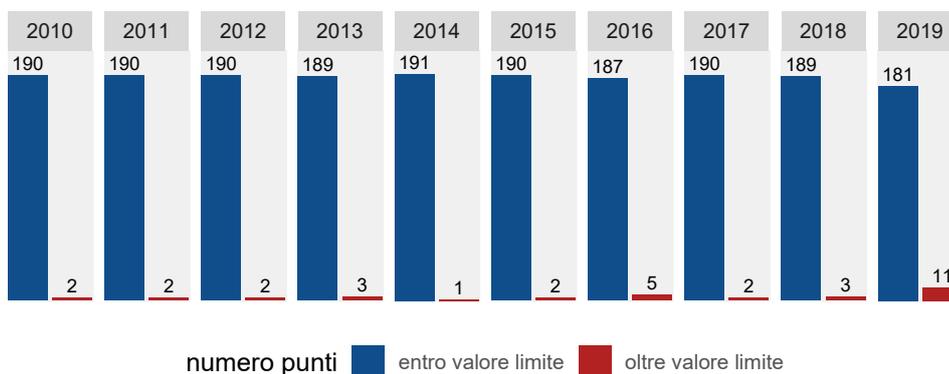


Figura 10: Tendenze della contaminazione da pesticidi. Anni: 2010-2019. Numero di punti con concentrazione media annua entro e oltre il valore limite per almeno un pesticida considerando il sottoinsieme di punti con serie completa

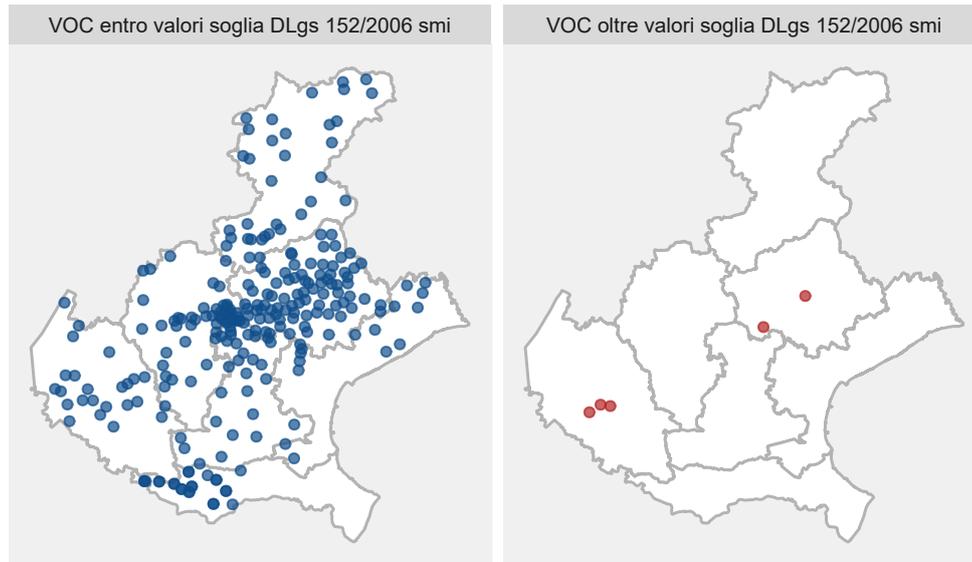


Figura 11: Livelli di contaminazione da composti organici alogenati. Punti con concentrazione media annua entro e oltre il valore valore soglia per almeno un composto

era di 10 µg/L come sommatoria; erano indicati limiti specifici solo per 1,2-dicloroetano e cloruro di vinile. La direttiva 2006/118/CE non indica norme di qualità per questa categoria di composti, ma prevede che siano definiti, a livello nazionale, valori soglia almeno per tricloroetilene (TCE) e tetracloroetilene (PCE). I valori soglia adottati dall'Italia per alcuni composti alifatici alogenati specificati in tabella 3, lettera B, parte A dell'allegato 1 della parte terza del DLgs 152/2006 smi (vedi appendice B) sono stati modificati dal DM 6 luglio 2016. In particolare i valori soglia di 1.5 µg/L per tricloroetilene, di 1.1 µg/L per tetracloroetilene e di 10 µg/L per la sommatoria degli organoalogenati sono stati sostituiti dal valore soglia di 10 µg/L per la somma di tricloroetilene e tetracloroetilene.

La continua modifica dei valori di riferimento per questa categoria di sostanze e il diverso modo di aggregazione può determinare uno stato chimico diverso rispetto allo scenario precedente anche in presenza della stessa tipologia ed entità di contaminazione, rendendo di fatto impossibile il confronto con le valutazioni precedenti (paragrafo 3.2).

Nel 2019 la ricerca di VOC ha riguardato 261 punti di campionamento e 502 campioni. In 5 punti la concentrazione media annua di almeno un composto alifatico alogenato è risultata superiore al rispettivo valore soglia stabilito dal DLgs 152/2006 smi (figura 11).

... il
DLgs 152/2006 smi

Vedi appendice F
per una sintesi dei
risultati per i
composti ricercati

4.3.1 Tendenze

Per poter analizzare la tendenza del numero di stazioni con superamenti annuali è stata valutata la conformità dei composti organici volatili rispetto ai nuovi valori soglia anche per gli anni precedenti. Considerando i 212 punti di monitoraggio con serie completa per il periodo 2010-2019 (figura 12), non si evidenzia alcuna tendenza statisticamente significativa nel numero di

Negli ultimi 10
anni non si osserva
alcuna tendenza
nel numero di
stazioni con superi
annuali. ↔

stazioni con superamenti annuali dei valori soglia (test di Mann-Kendall: $S = -1$ e $n = 10$).

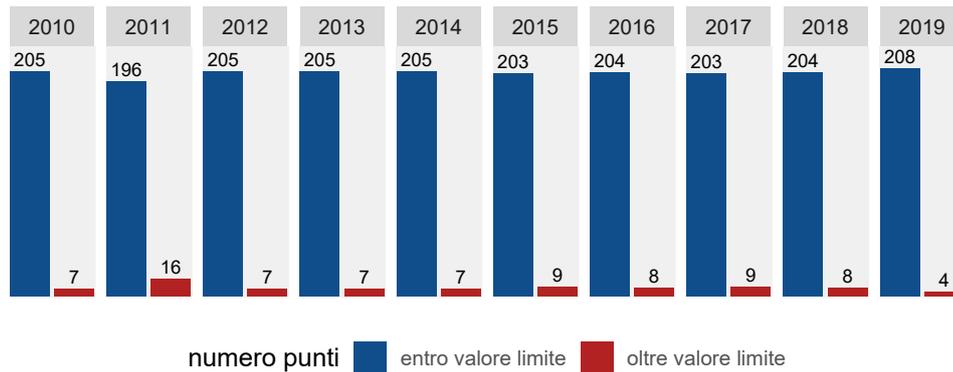


Figura 12: Tendenze della contaminazione da VOC. Anni: 2010-2019. Numero di punti con concentrazione media annua entro e oltre il valore limite per almeno un VOC considerando il sottoinsieme di punti con serie completa

4.4 ARSENICO

La presenza dell'arsenico (As) nelle acque sotterranee di alcune aree della pianura veneta (figura 13) è legata all'esistenza di falde dalle condizioni tipicamente riducenti, confinate in particolari strati di terreno torboso-argilloso ricchi di materiale organico, particolarmente diffuse nel sottosuolo della bassa pianura, a valle della fascia delle risorgive. La degradazione delle torbe, che genera alti tenori di ammonio, è accompagnata dalla riduzione progressiva di O_2 , NO_3^- , $Mn(IV)$, $Fe(III)$, SO_4^{2-} , CO_2 . Questo fenomeno può spiegare gli alti valori registrati di ferro e manganese, liberati nelle acque dalla dissoluzione riduttiva dei rispettivi ossidi, ma anche gli alti valori di arsenico, che adsorbito sulla superficie degli ossidi di ferro e manganese, viene liberato dalla riduzione degli stessi [29]. Anche la degradazione della sostanza organica di origine antropica, come ad esempio percolato o idrocarburi, può fungere da sorgente indiretta di queste sostanze, in quanto la loro degradazione costituisce il fattore d'innescò per la loro liberazione nelle acque. Pertanto nella falda superficiale di bassa pianura, localmente, la contaminazione naturale può essere intensificata da fenomeni di degradazione di sostanza organica antropica.

Valori di arsenico oltre i 10 µg/l si riscontrano nella bassa pianura

4.5 AMMONIACA

L'ammoniaca (ione ammonio, NH_4^+) è praticamente assente nelle aree di alta pianura, nelle quali si riscontrano le maggiori concentrazioni di nitrati, mentre è presente in elevate concentrazioni nella medio-bassa pianura, dove si hanno le acque sotterranee più antiche e più protette dagli inquinamenti superficiali (figura 14). Come anticipato nel paragrafo relativo all'arsenico, nelle zone caratterizzate dalla presenza nel sottosuolo di materiali torbosi ed

L'ammoniaca è presente in elevate concentrazioni nella medio-bassa pianura

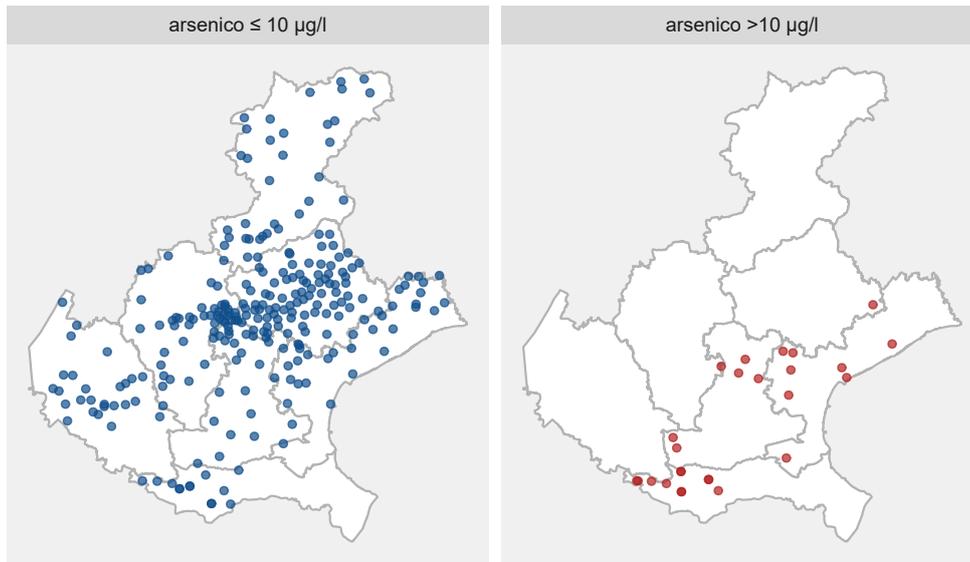


Figura 13: Distribuzione della concentrazione media annua di arsenico

umici che cedono sostanza organica, l'ammoniaca è da considerarsi di origine geologica. Nella falda superficiale del sistema differenziato, più vulnerabile ai fenomeni di inquinamento del suolo e sottosuolo, la contaminazione naturale può essere intensificata a livello locale da fenomeni di degradazione di sostanza organica di origine antropica e dall'utilizzo di fertilizzanti. Vista l'elevata antropizzazione della pianura e l'intensa attività agricola è difficile stabilire quando le concentrazioni riscontrate sono attribuibili a sole cause naturali o possono essere influenzate anche da cause antropiche.

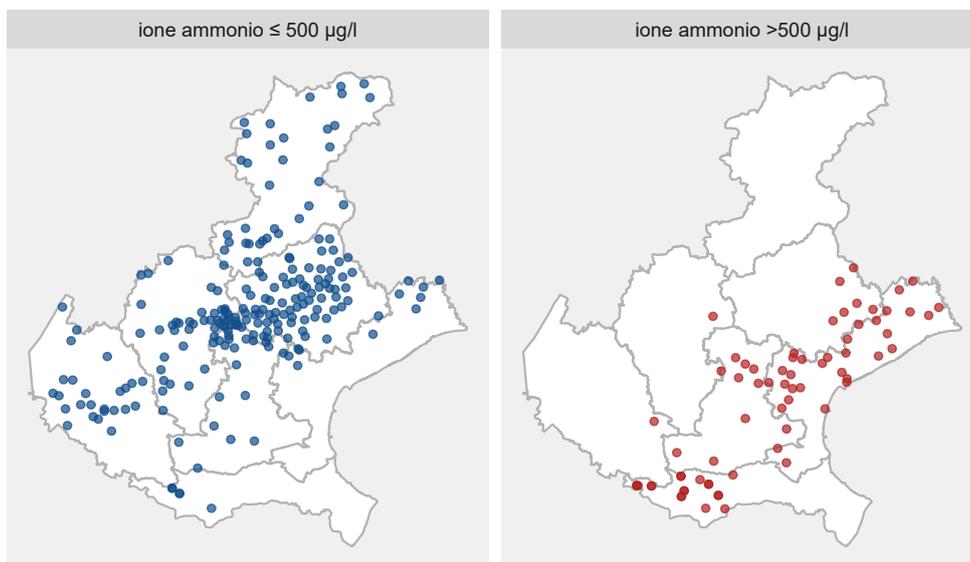


Figura 14: Distribuzione della concentrazione media annua di ione ammonio

4.6 SOSTANZE PERFLUOROALCHILICHE (PFAS)

A seguito del ritrovamento di sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nelle acque superficiali, sotterranee e potabili della provincia di Vicenza e comuni limitrofi, ARPAV ha inserito le sostanze perfluoroalchiliche all'interno del pannello analitico dei parametri da ricercare anche nei punti di monitoraggio della rete regionale delle acque sotterranee.

Tabella 5: Elenco dei composti perfluoroalchilici analizzati

classe	sigla	nome	formula	catena
acidi perfluoroalchilsolfonici PFSA $C_nF_{2n+1}SO_3H$	PFBS	acido perfluorobutansolfonico	$C_4HF_9O_3S$	corta
	PFHxS	acido perfluoroesansolfonico	$C_6HF_{13}O_3S$	lunga
	PFHpS	acido perfluoroeptansolfonico	$C_7HF_{15}O_3S$	lunga
	PFOS	acido perfluoroottansolfonico	$C_8HF_{17}O_3S$	lunga
acidi perfluoroalchilcarbossilici PFCA $C_nF_{2n+1}COOH$	PFBA	acido perfluorobutanoico	$C_4HF_7O_2$	corta
	PFPeA	acido perfluoropentanoico	$C_5HF_9O_2$	corta
	PFHxA	acido perfluoroesanoico	$C_6HF_{11}O_2$	corta
	PFHpA	acido perfluoroeptanoico	$C_7HF_{13}O_2$	corta
	PFOA	acido perfluoroottanoico	$C_8HF_{15}O_2$	lunga
	PFNA	acido perfluorononanoico	$C_9HF_{17}O_2$	lunga
	PFDeA	acido perfluorodecanoico	$C_{10}HF_{19}O_2$	lunga
	PFUnA	acido perfluoroundecanoico	$C_{11}HF_{21}O_2$	lunga
PFDoA	acido perfluorododecanoico	$C_{12}HF_{23}O_2$	lunga	
perfluoroalchil etere acidi carbossilici PFECA $C_nF_{2n+1} - O - C_mF_{2m+1} - R$	HFPO-DA	acido dimerico esafluoropropilossido	$C_6HF_{11}O_3$	-

Con l'acronimo PFAS si intendono molecole polifluoroalchiliche e perfluoroalchiliche (poli- and perfluoroalkyl substances). Si tratta di un insieme piuttosto ampio di sostanze chimiche caratterizzate dalla presenza, nella struttura molecolare, di catene di atomi di carbonio (lineari o ramificate) in cui agli atomi di carbonio sono legati atomi di fluoro. Il legame carbonio-fluoro (C-F) rende queste molecole particolarmente resistenti all'idrolisi, alla fotolisi e alla degradazione microbica facendole diventare così molto utili in un ampio campo di applicazioni industriali e prodotti di largo consumo, ma anche particolarmente persistenti nell'ambiente. I PFAS sono utilizzati principalmente per rendere resistenti ai grassi e all'acqua materiali quali tessuti, tappeti, carta, rivestimenti per contenitori per alimenti [26].

Cosa sono

In funzione del numero di atomi di carbonio presenti, i composti perfluoroalchilici si possono classificare in due gruppi: composti perfluoroalchilici a catena lunga o composti perfluoroalchilici a catena corta. Il termine composti perfluoroalchilici a catena lunga è riferito ad acidi perfluoroalchilcarbossilici con 8 o più atomi di carbonio (nella formula generale $C_nF_{2n+1}COOH$, $n \geq 7$) oppure ad acidi perfluoroalchilsolfonici con 6 o più atomi di carbonio (nella formula generale $C_nF_{2n+1}SO_3H$, $n \geq 6$) [27]. Questa distinzione (lunga e corta catena) è importante poiché i due gruppi sono caratterizzati da caratteristiche chimico, fisiche e tossicologiche significativamente diverse.

Di particolare interesse, nell'ottica della protezione della salute e dell'ambiente, sono i composti a catena lunga in quanto si sono dimostrati essere maggiormente bioaccumulabili rispetto agli omologhi a catena corta [10].

L'acido perfluorooottansolfonico (PFOS) e l'acido perfluorooottanoico (PFOA) sono i due acidi perfluoroalchilici a catena lunga maggiormente riportati e discussi nella letteratura scientifica [7].

Per le acque sotterranee sono stati fissati valori soglia per alcuni composti perfluoroalchilici (tabella 6) con il DM 6 luglio 2016 «Recepimento della direttiva 2014/80/UE della Commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento».

I valori limite

Dal 2018, oltre ai 12 composti perfluoroalchilici monitorati gli anni precedenti, ed oggetto delle indicazioni fornite dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nella nota del 29.05.2013, prot. n. 0037869/TRI, con cui fu segnalata la presenza di queste sostanze nel territorio della provincia di Vicenza e comuni limitrofi, sono ricercati anche l'acido perfluoroepentansolfonico (PFHpS) e l'acido dimerico esafluoropropilossido (HFPO-DA, nome commerciale GenX) impiegato dall'industria in sostituzione del PFOA (tabella 5).

Le sostanze ricercate

Tabella 6: Valori soglia da considerare per la valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee per alcuni composti perfluoroalchilici

parametro	sigla	valori soglia µg/l	valori soglia µg/l (interazione acque superficiali ^a)
Acido perfluoropentanoico	PFPeA	3	-
Acido perfluoroesanoico	PFHxA	1	-
Acido perfluorobutansolfonico	PFBS	3	-
Acido perfluorooottanoico	PFOA	0,5	0,1
Acido perfluorooottansolfonico	PFOS	0,03	6,5 10 ⁻⁴

^a Tali valori sono cautelativi anche per gli ecosistemi acquatici e si applicano ai corpi idrici sotterranei che alimentano i corpi idrici superficiali e gli ecosistemi terrestri dipendenti. Le regioni, sulla base di una conoscenza approfondita del sistema idrologico superficiale e sotterraneo, possono applicare ai valori di cui alla colonna (a) fattori di attenuazione o diluizione. In assenza di tale conoscenza, si applicano i valori di cui alla medesima colonna.

Nella campagna primaverile era prevista la ricerca sugli 11 punti che, le analisi del 2018 avevano confermato avere concentrazioni di circa 100 ng/L o superiori per il parametro "somma PFAS" o avevano presentato delle anomalie (punto 196 di Montecchia di Crosara). Di questi, sei sono ubicati nell'area interessata dall'inquinamento con origine nel comune di Trissino (Vicenza), tre nella provincia di Treviso e due in provincia di Verona. Per problemi organizzativi non è stato possibile eseguire l'analisi del campione prelevato dal pozzo 758 di Farra di Soligo (TV). È stata invece analizzata la sorgente di Cinto Euganeo (PD).

Sintesi dei risultati

La campagna autunnale ha invece interessato tutti i punti della rete regionale ad esclusione dei pozzi artesiani profondi della provincia di Venezia e delle sorgenti, già analizzate in precedenza e per le quali tutte le misure sono risultate negative.

I punti con presenza di almeno un composto con concentrazione media annua superiore a 5 ng/L sono 34 su 200, pari al 17%.

L'acido perfluorooctanoico (PFOA) è il congenere ³ ritrovato più frequentemente e con le concentrazioni più elevate (tabella 7).

Il ritrovamento degli acidi perfluoroalchilcarbossilici a catena più lunga del PFOA è trascurabile anche nel 2019. Sono risultati presenti in tracce solo l'acido perfluorononanoico (PFNA) e l'acido perfluorodecanoico (PFDeA) nel pozzo 758 a Farra di Soligo (TV) e l'acido perfluorononanoico (PFNA) nel pozzo 117 a Casale sul Sile (TV). Le concentrazioni di acido perfluoroundecanoico (PFUnA), acido perfluorododecanoico (PFDoA) e acido dimérico esafluoropropilossido (HFPO-DA) sono invece inferiori al limite di quantificazione in tutti i campioni.

Anche se il range di concentrazione medie per i singoli congeneri è risultato piuttosto ampio i valori sono generalmente bassi: solo il 32% delle determinazioni positive supera i 30 ng/L e il 12% i 100 ng/L.

Per illustrare i risultati e renderli confrontabili con quelli dei precedenti documenti, tenuto conto dell'abbassamento del limite di quantificazione da 10 a 5 ng/L, i valori misurati sono stati suddivisi in 6 classi di concentrazione: <5, 5÷9, 10÷30, 31÷100, 101÷500, >500 ng/L. L'unica sostanza con concentrazione superiore a 500 ng/L è l'acido perfluorooctanoico (PFOA). In figura 15 è illustrata la distribuzione della somma delle concentrazioni di tutti i singoli PFAS rilevati e quantificati per punto di controllo.

I punti classificati in stato chimico non buono a causa del superamento, in termini di concentrazione media annua, di uno dei valori soglia fissati con il decreto 6 luglio 2016 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (tabella 6) sono due: il punto 680 di Villafranca di Verona (VR) con 36 ng/L di PFOS lineare e il punto 153 di Lonigo (VI) con 584 ng/L di PFOA lineare ⁴.

I dati delle singole campagne sono consultabili nel dettaglio nei rapporti disponibili sul sito internet dell'Agenzia nella sezione **PFAS**.

Dove trovare i dati

³ Congenere: membro di una famiglia di sostanze chimiche che differiscono fra loro solo per il numero e la posizione del medesimo sostituito.

⁴ Per il punto 153 di Lonigo la concentrazione media annua di PFOS totale (somma degli isomeri lineare e ramificati) è pari a 38 ng/L

Tabella 7: Sintesi del numero di punti per classe di concentrazione. Le concentrazioni di HFPO-DA sono risultate tutte inferiori al limite di quantificazione di 25 ng/L. Legenda: c_{min} =minima concentrazione media annua rilevata, c_{max} =massima concentrazione media annua rilevata.

parametro	campioni totale	punti totale	punti per classe di concentrazione (ng/L)						c_{min} ng/L	c_{max} ng/L
			<5	5-9	10-30	31-100	101-500	>500		
PFBS	200	209	185	4	6	4	1	0	5	158
PFHxS	200	209	195	3	2	0	0	0	5	15
PFHpS	200	209	200	0	0	0	0	0	-	-
PFOS	200	209	190	3	5	2	0	0	5	58
PFBA	200	209	179	11	7	1	2	0	5	210
PFPeA	200	209	188	9	1	0	2	0	5	125
PFHxA	200	209	190	4	3	2	1	0	5	146
PFHpA	200	209	195	1	1	3	0	0	7	53
PFOA	200	209	181	6	6	3	3	1	5	714
PFNA	200	209	198	1	0	1	0	0	7	44
PFDeA	200	209	199	0	1	0	0	0	10	10
PFUnA	200	209	200	0	0	0	0	0	-	-
PFDoA	200	209	200	0	0	0	0	0	-	-
PFAS somma	200	209	166	10	7	11	4	2	5	1432

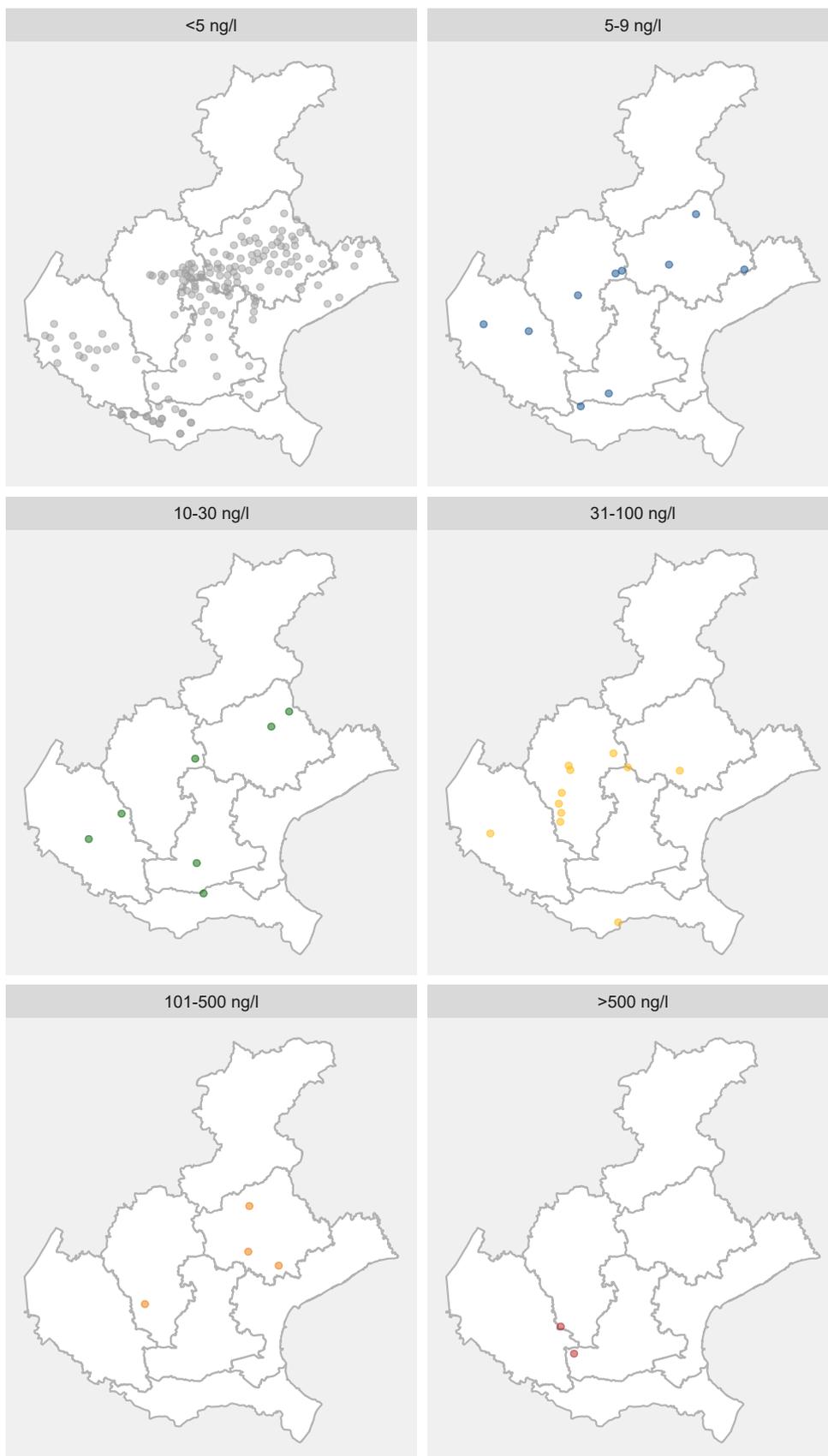


Figura 15: Distribuzione delle concentrazioni medie annue di sostanze perfluoroalchiliche espresse come media della somma delle concentrazioni di tutti i singoli PFAS rilevati e quantificati per campione

5

DIAGRAMMI PIEZOMETRICI

Nelle pagine successive sono rappresentati i diagrammi piezometrici relativi ai punti in falda libera, monitorati nel 2019 e con almeno tre anni di misurazioni. Ricordiamo brevemente che l'altezza piezometrica (h) si misura come quota alla quale si livella l'acqua in un pozzo/piezometro: occorre dunque che la stazione di osservazione sia dotata di un preciso punto quotato (m slm) al quale riferire la misura di profondità del livello d'acqua (figura 16).

Come si misura l'altezza piezometrica

Nei grafici la serie osservata è stata "lisciata" utilizzando una regressione locale di tipo *loess*¹.

Nei grafici la serie è stata "lisciata"

I dati di livello di tutti i punti monitorati nel periodo 1999-2019 sono scaricabili dalla sezione **open data** del sito internet di ARPAV [3]. Per maggiori informazioni sulla disponibilità della risorsa idrica sono inoltre disponibili, sempre nel sito internet dell'Agenzia, due prodotti: il **Rapporto sulla risorsa idrica in Veneto** [2] e gli **Annali freaticometrici** [1]. Da dicembre 2015 sono inoltre pubblicati, nella sezione **Bollettini/Dati storici**, i valori di livello giornaliero degli ultimi 60 giorni delle stazioni con monitoraggio in continuo.

Dove trovare maggiori informazioni

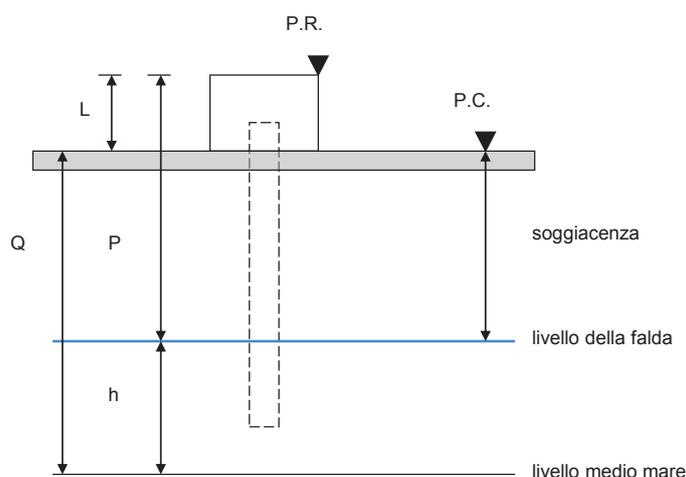
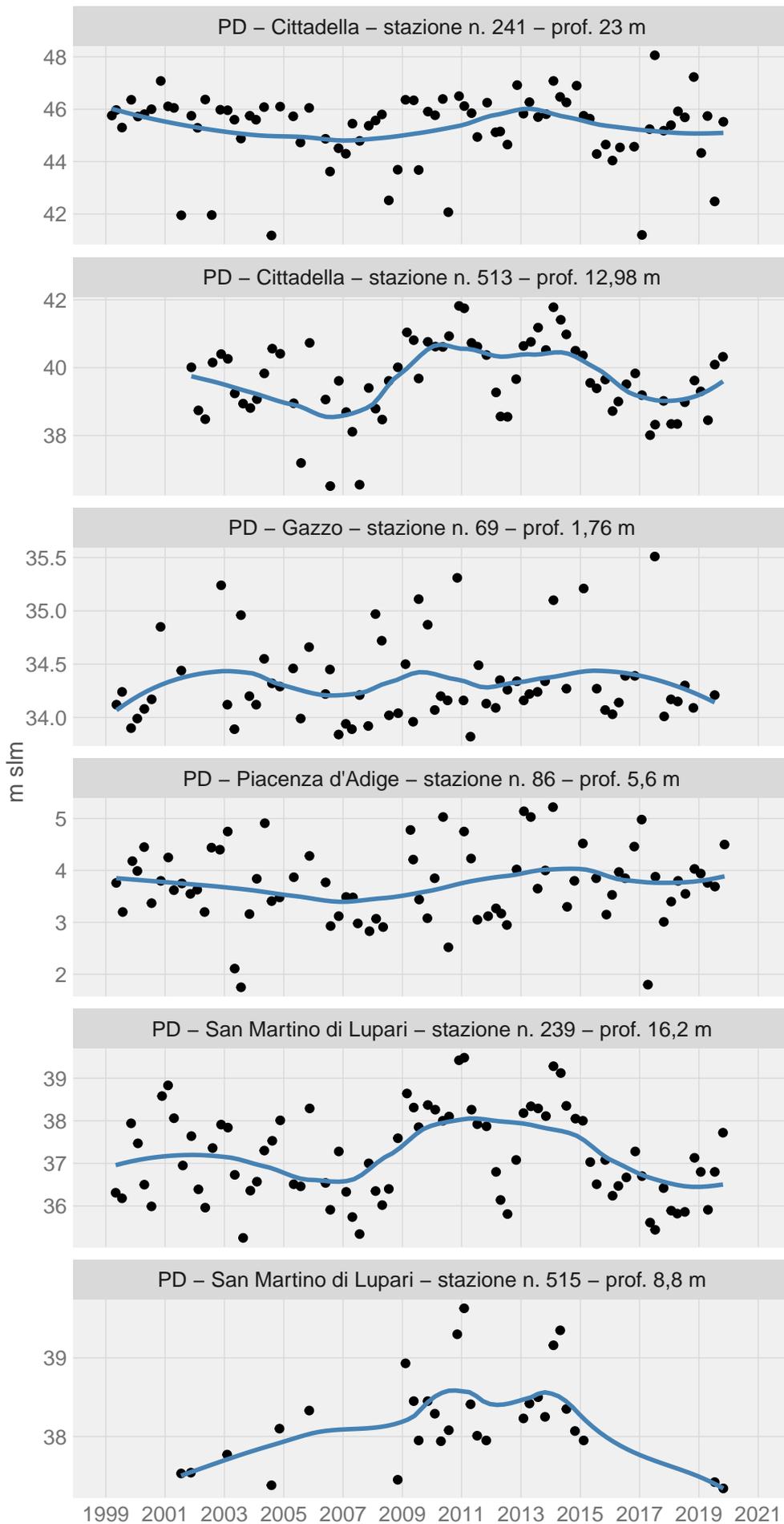
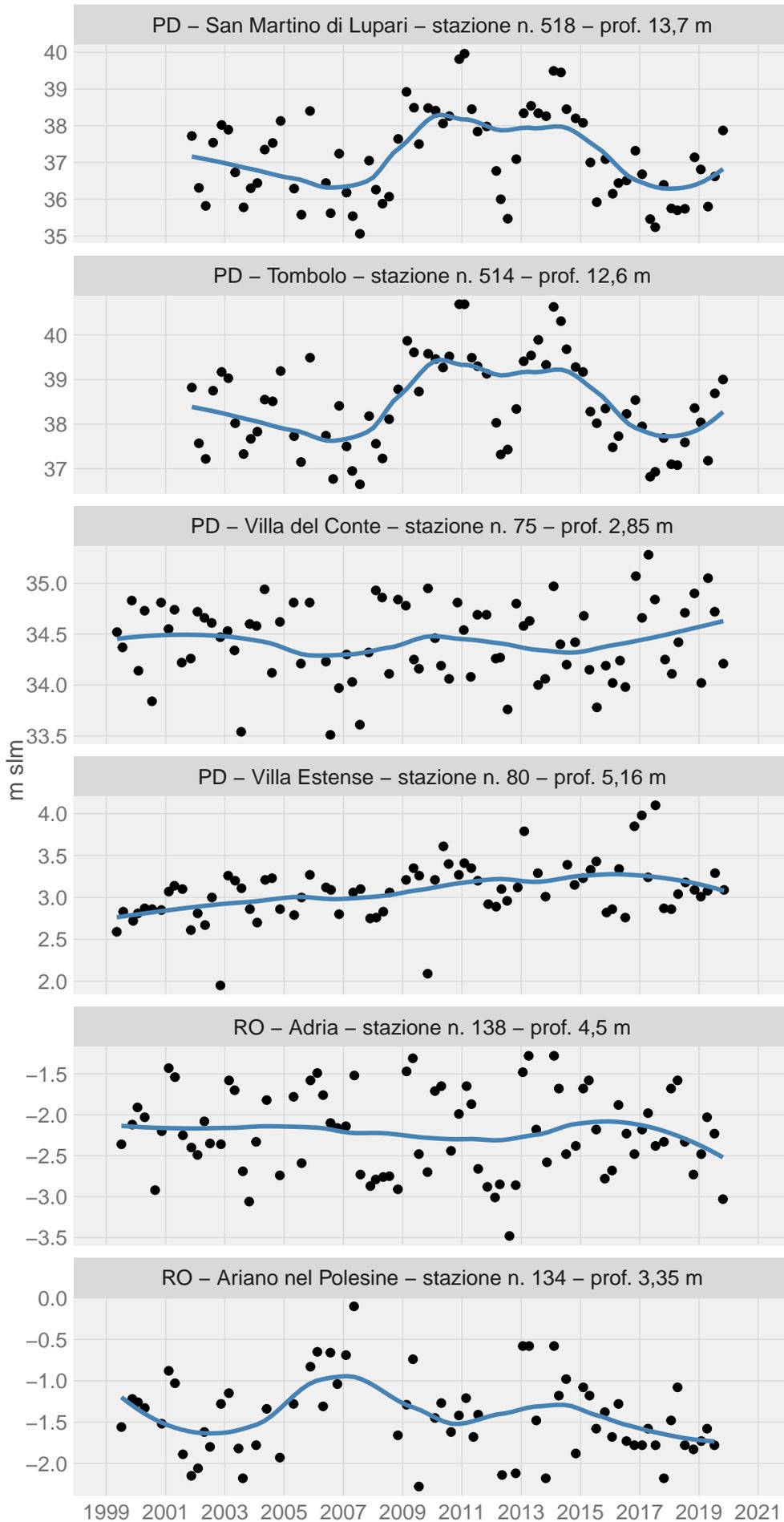
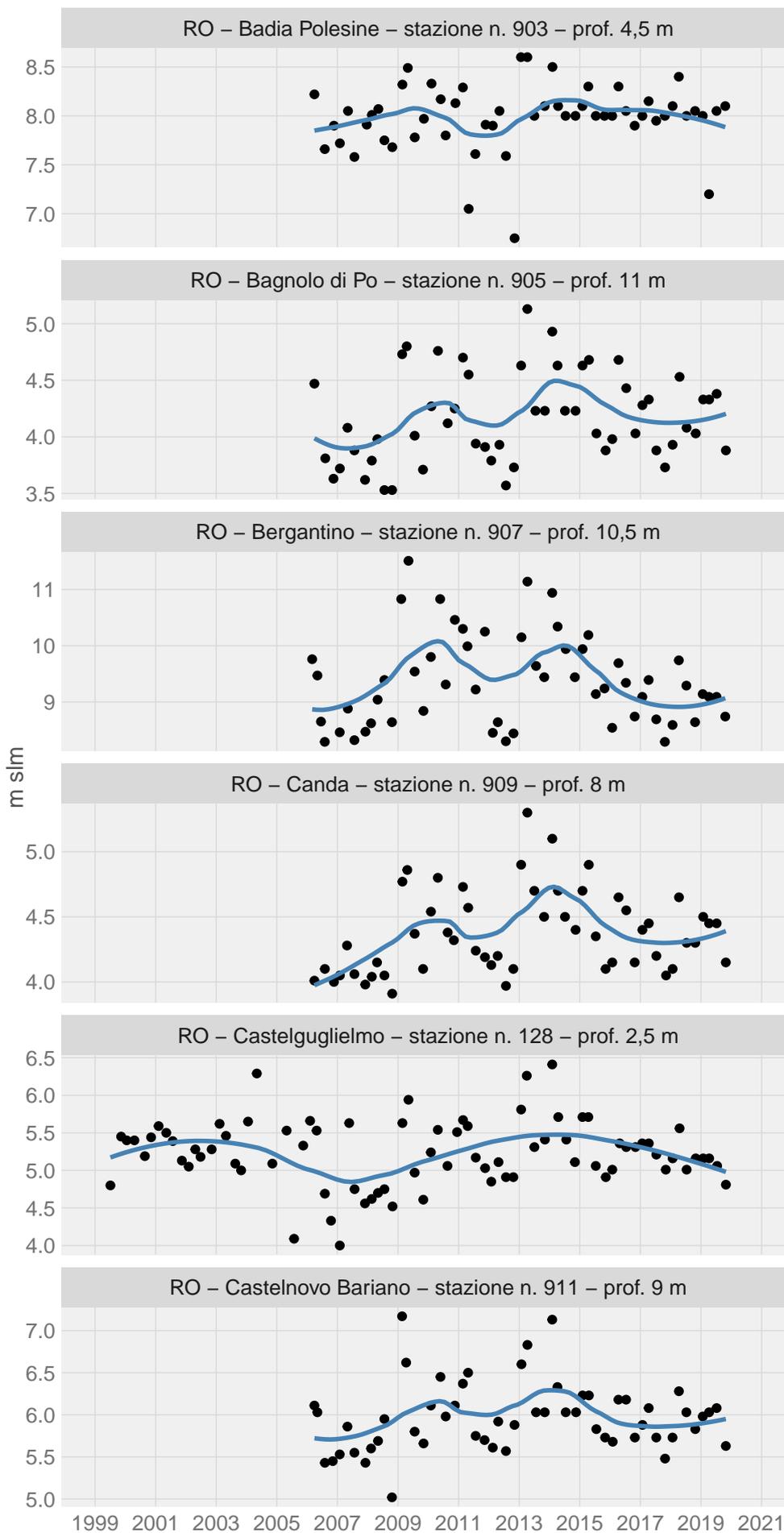


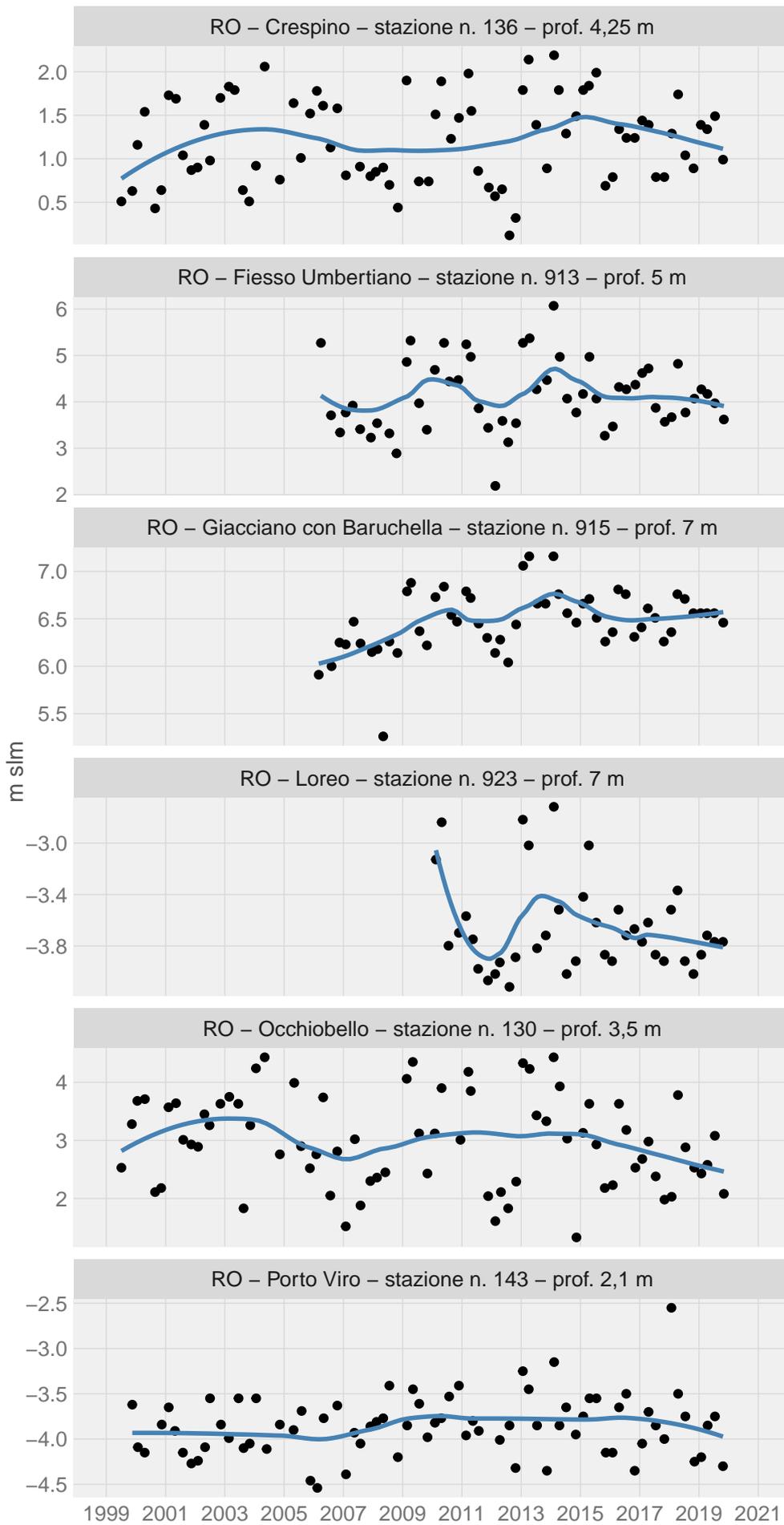
Figura 16: Misura del livello piezometrico (h) $h = Q + L - P$

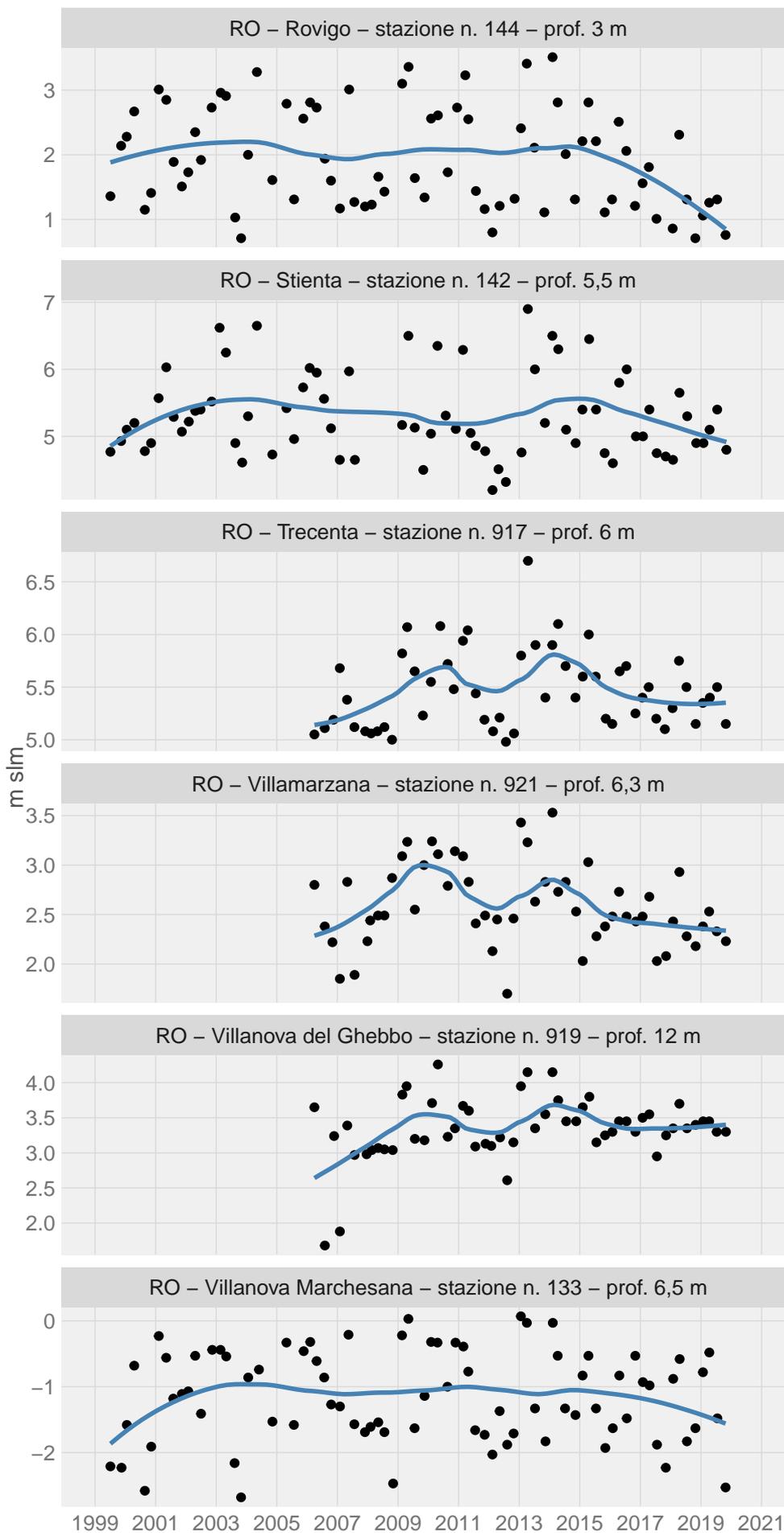
¹ Il loess è uno stimatore basato sulla regressione locale pesata, proposto originariamente da W. S. Cleveland (1979), la cui caratteristica distintiva è che le osservazioni non contribuiscono tutte in modo uguale, come invece avviene nella regressione lineare classica, ma ciascuna riceve un peso inversamente proporzionale alla propria distanza da x . Il principale vantaggio del metodo loess è sicuramente il fatto che non richiede l'introduzione di una funzione globale di approssimazione e livellamento dei dati, ma permette di lavorare localmente; è sufficiente dunque fornire solamente il valore del parametro di liscio ed il grado del polinomio locale.

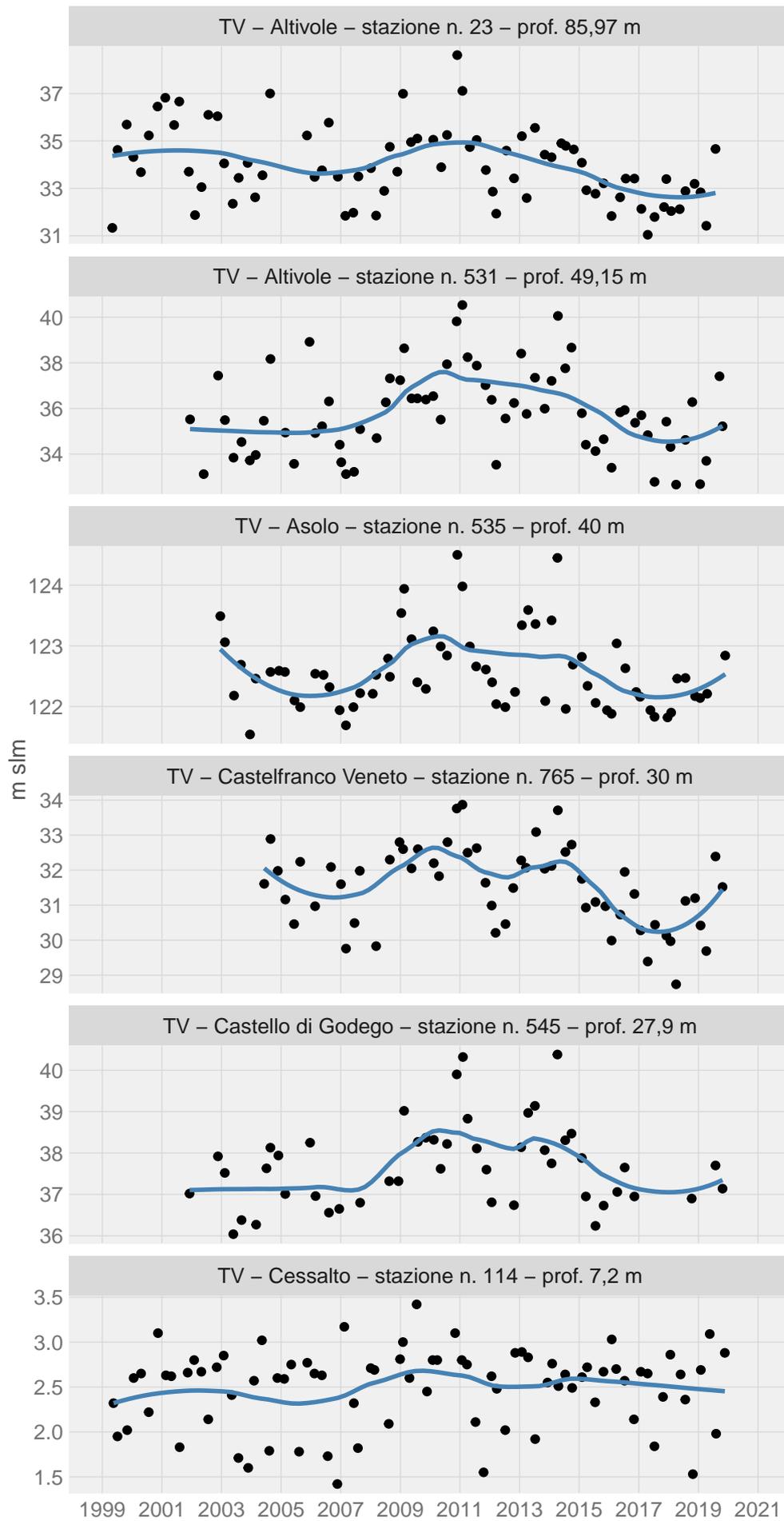


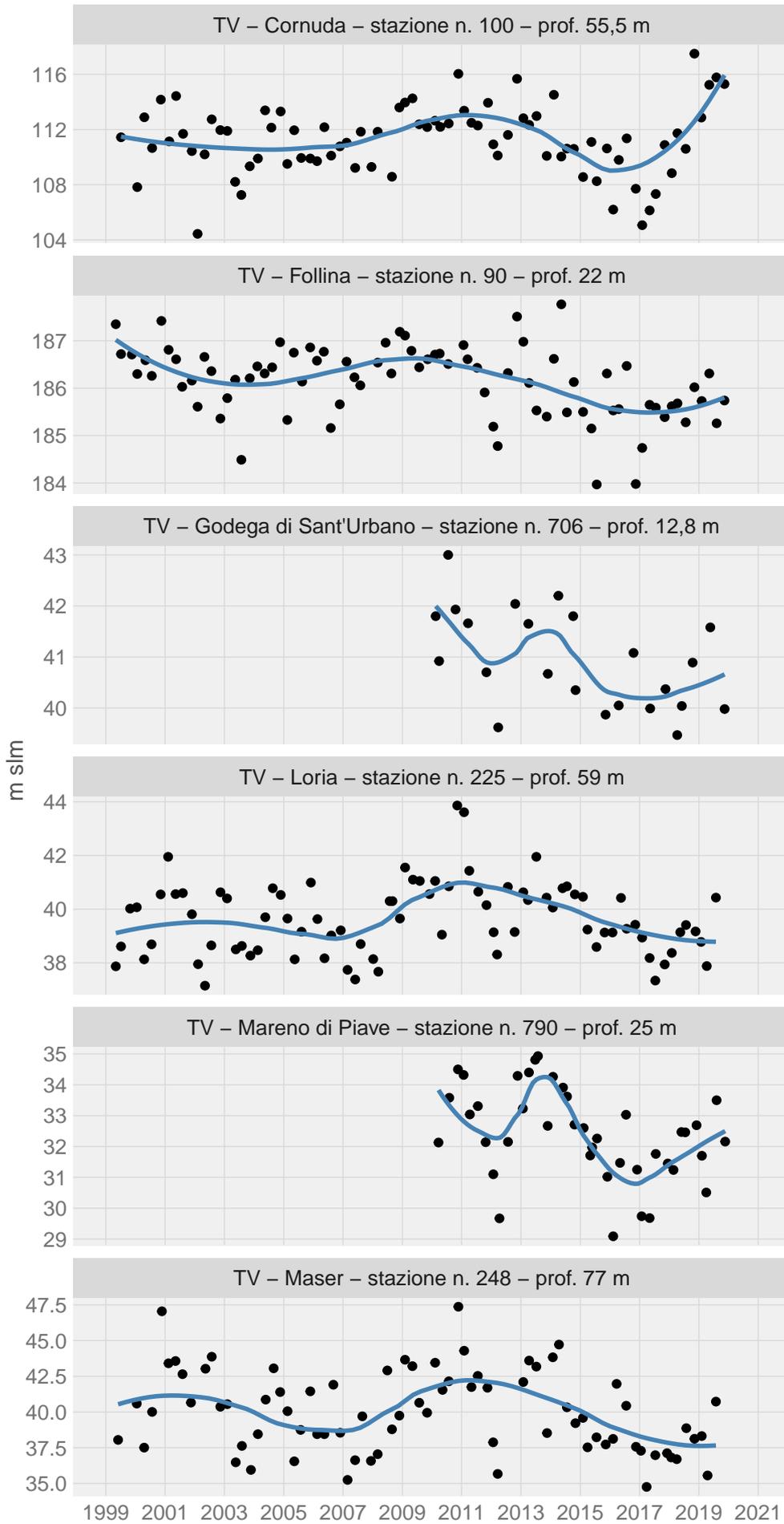


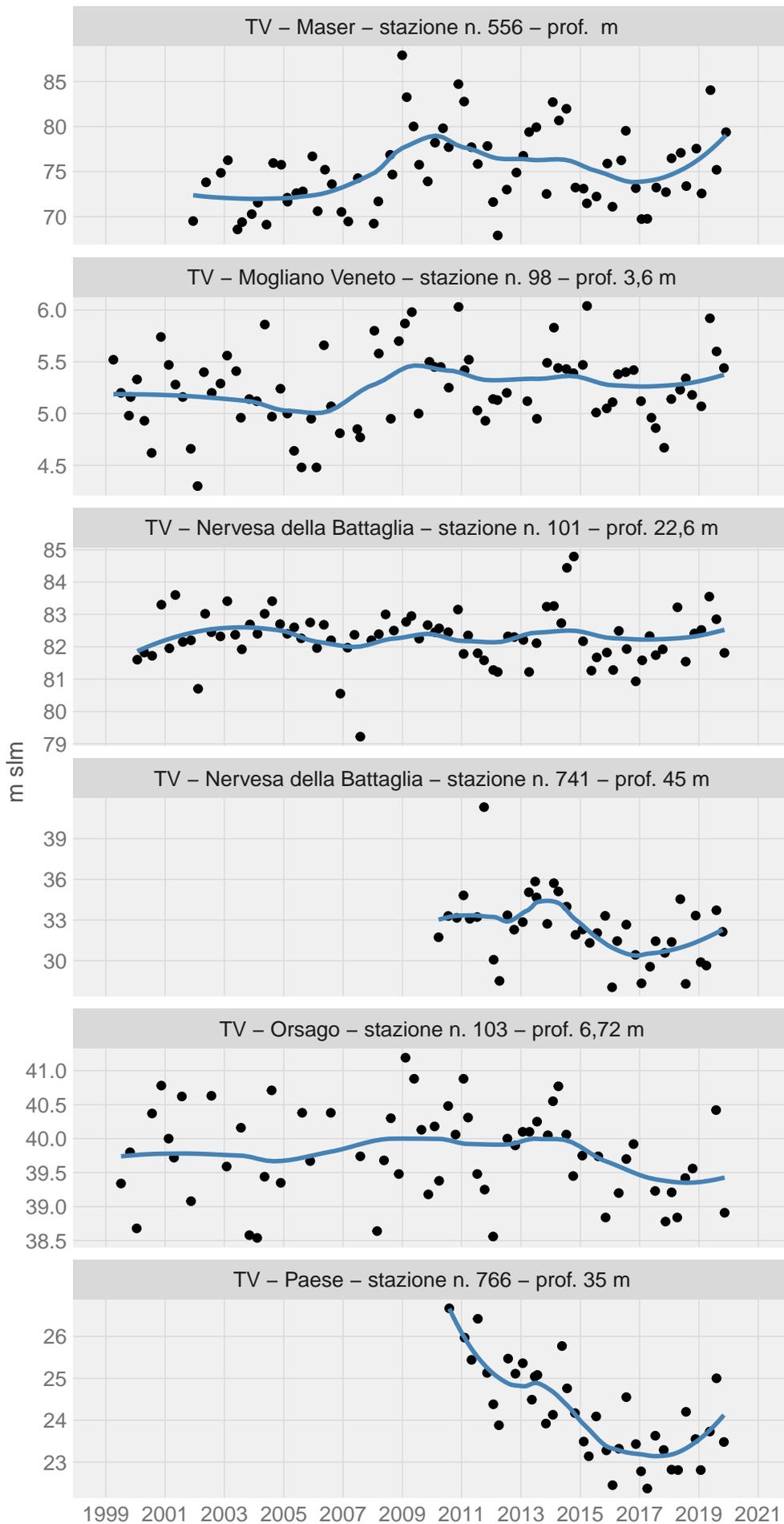


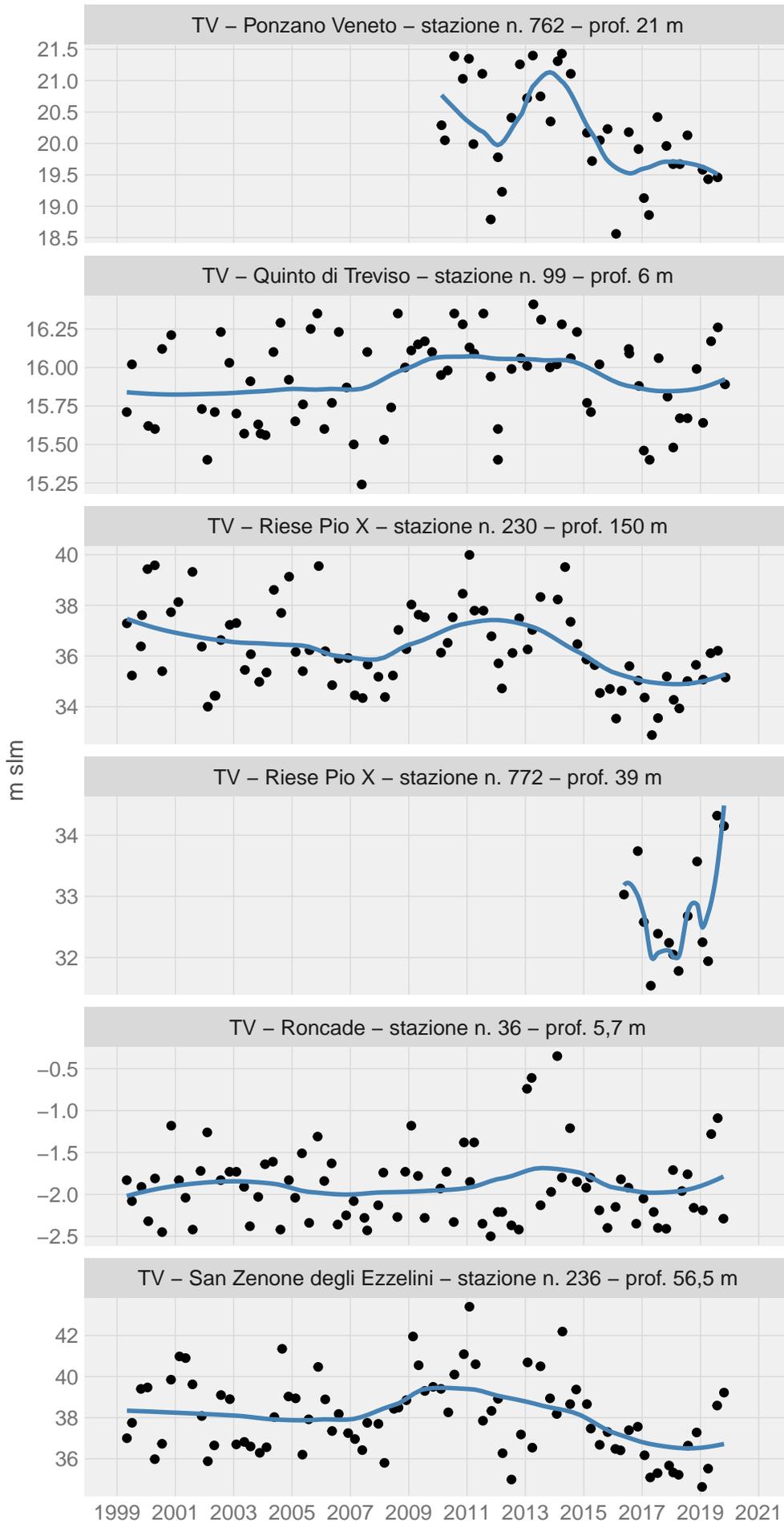


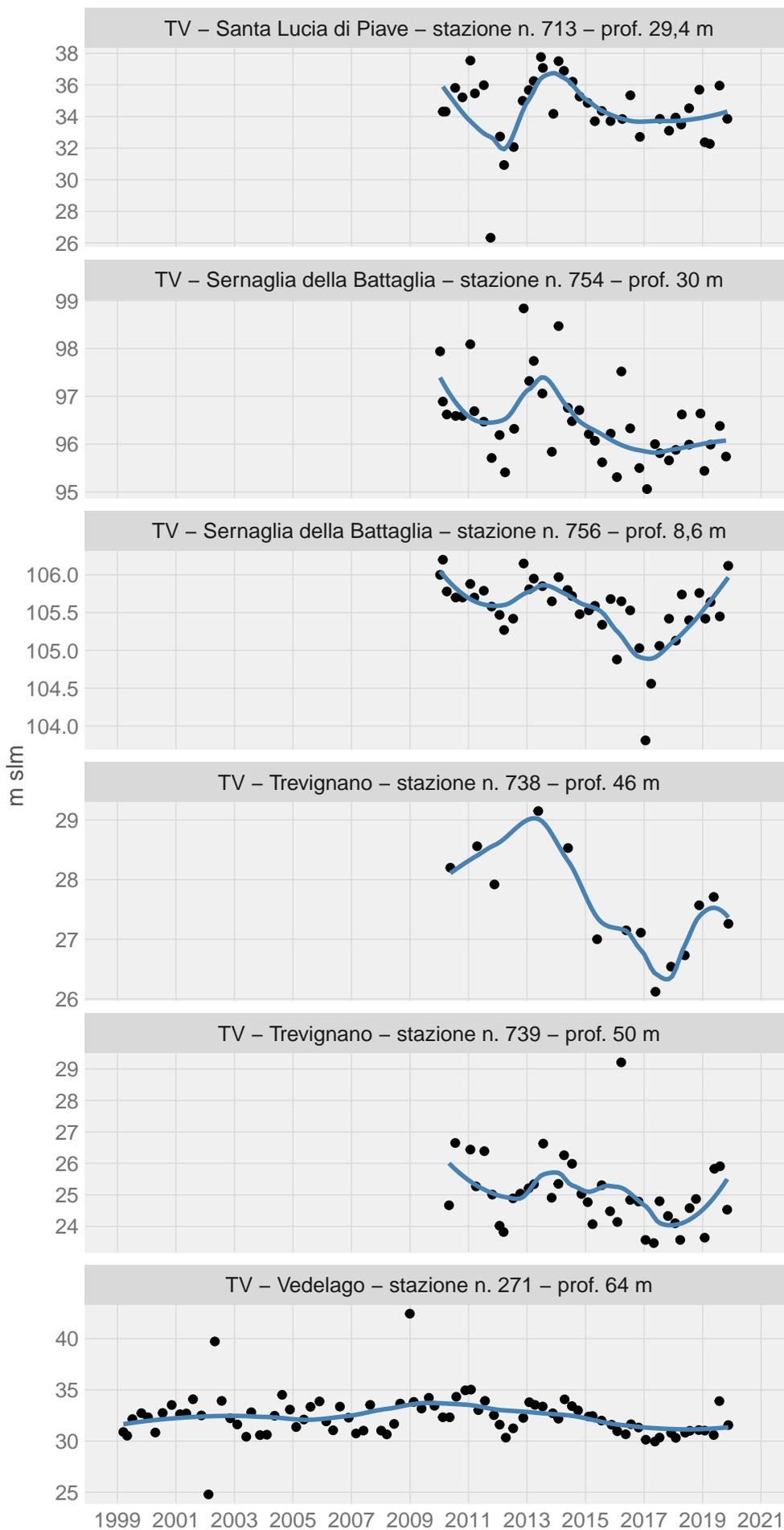


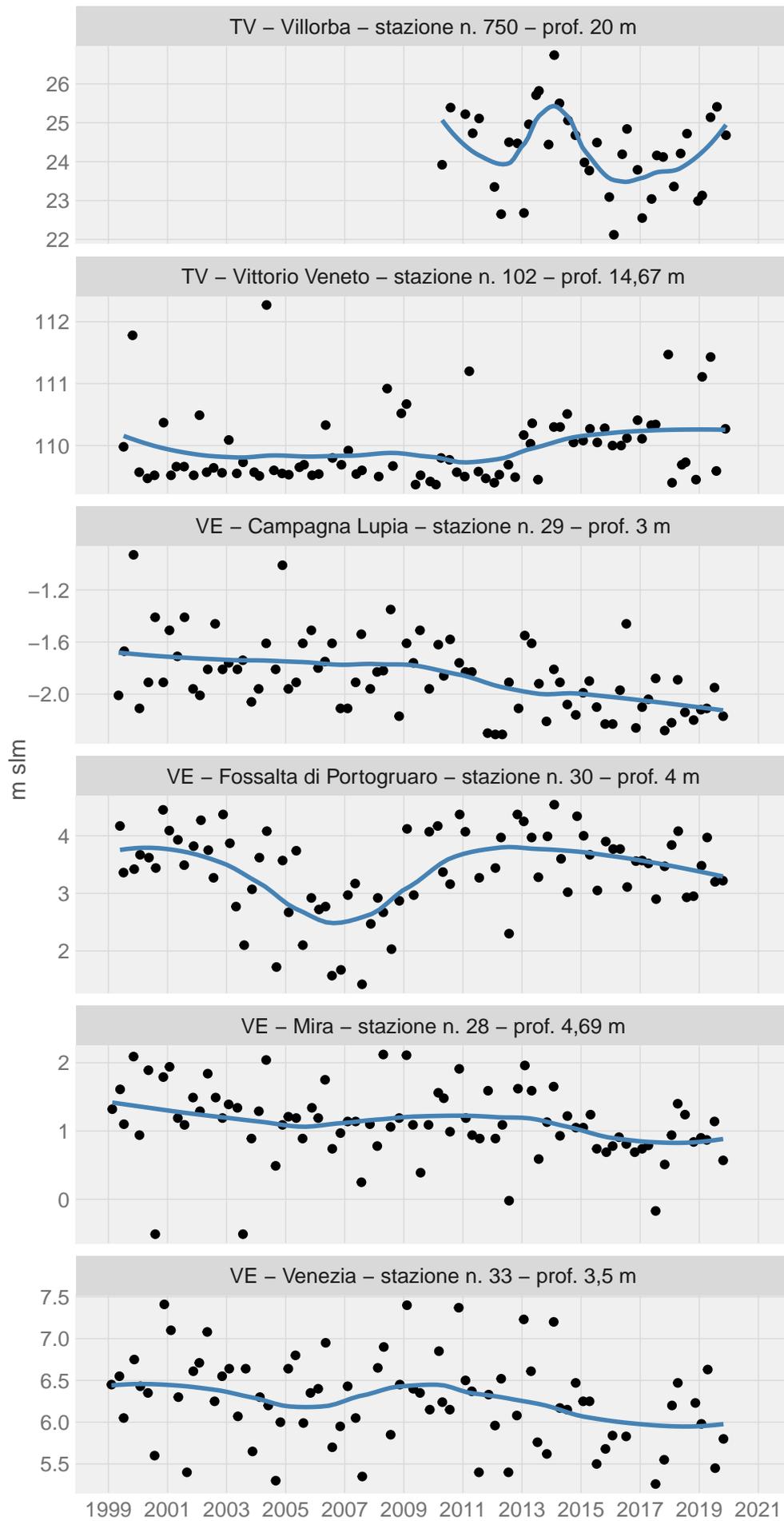


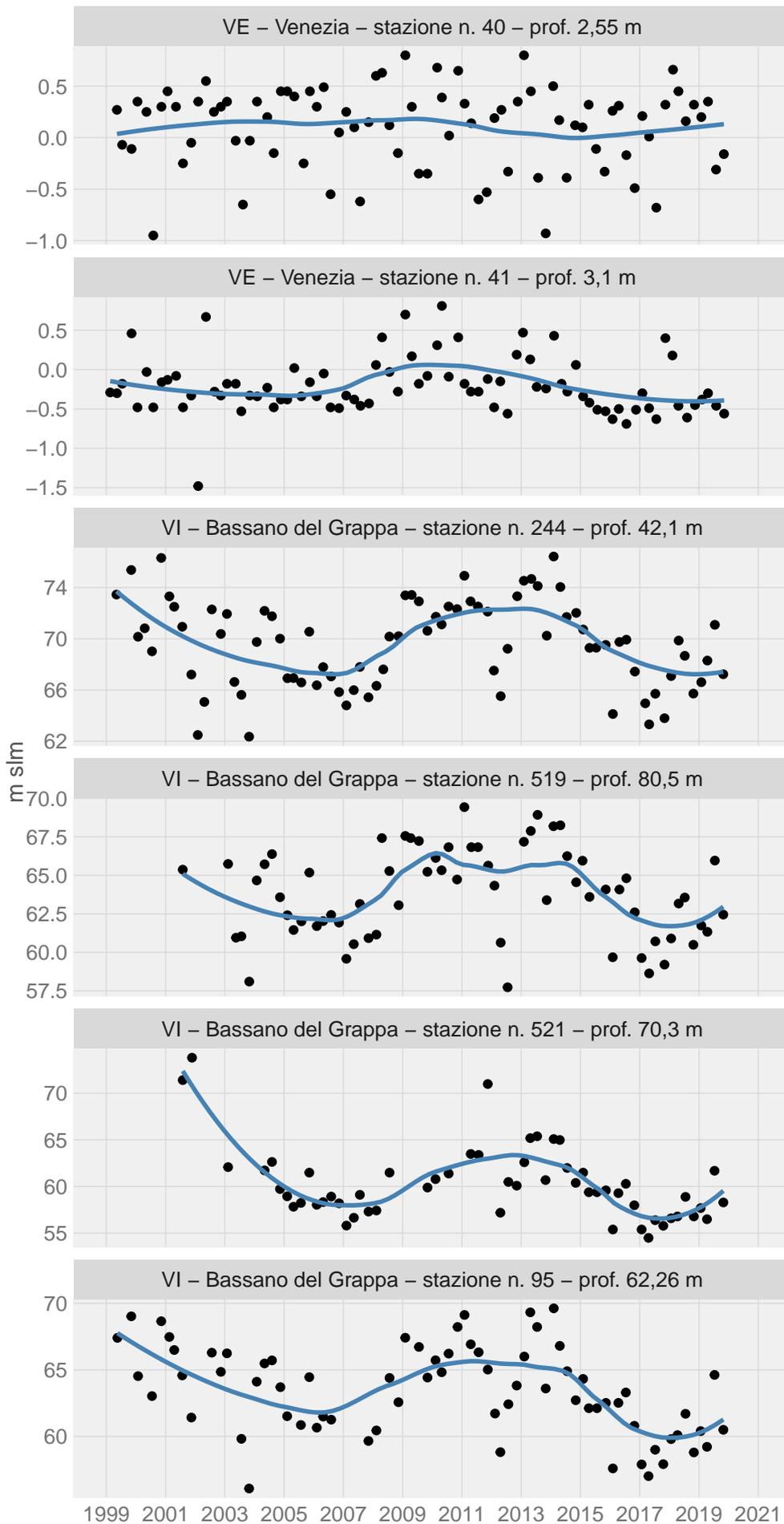


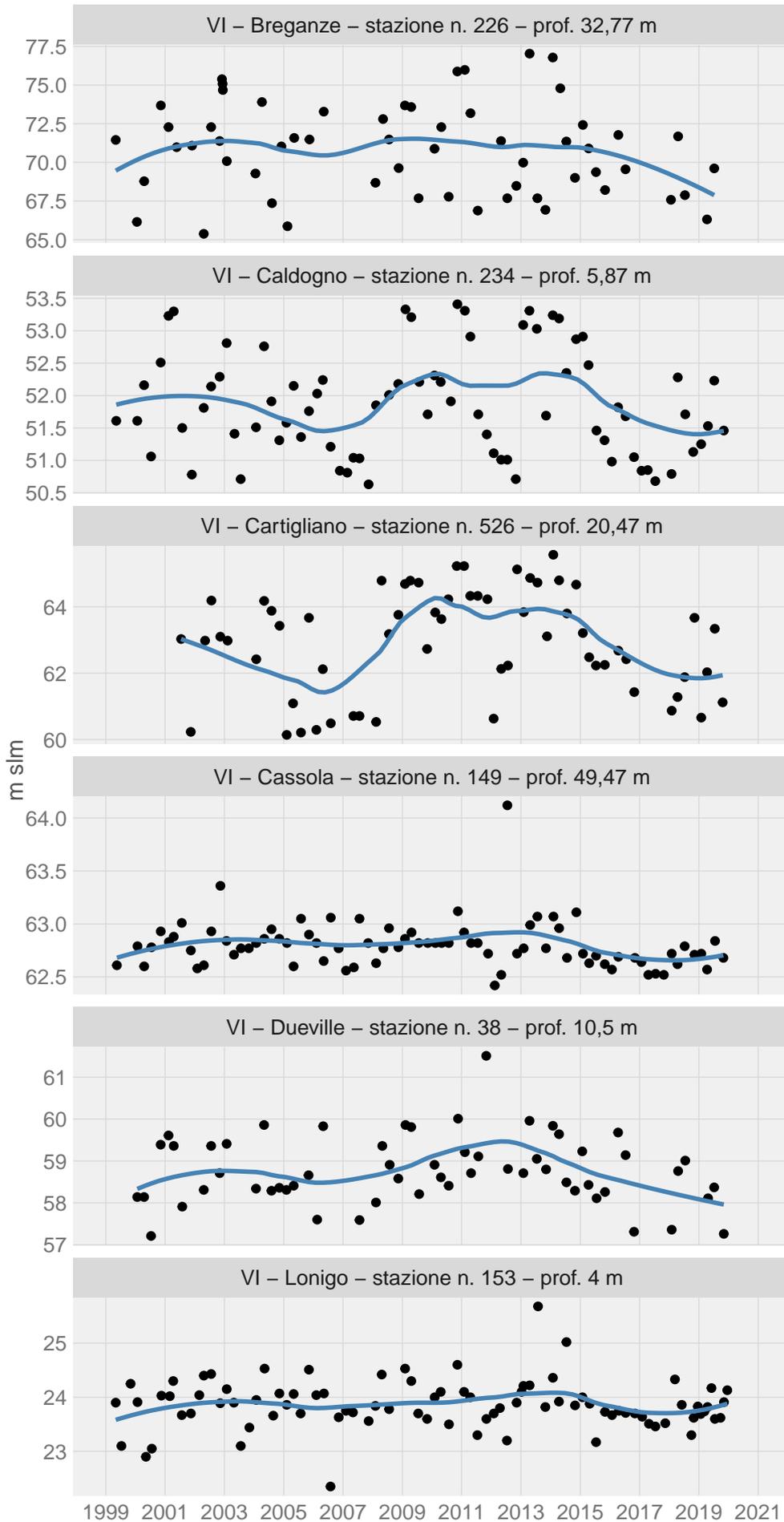


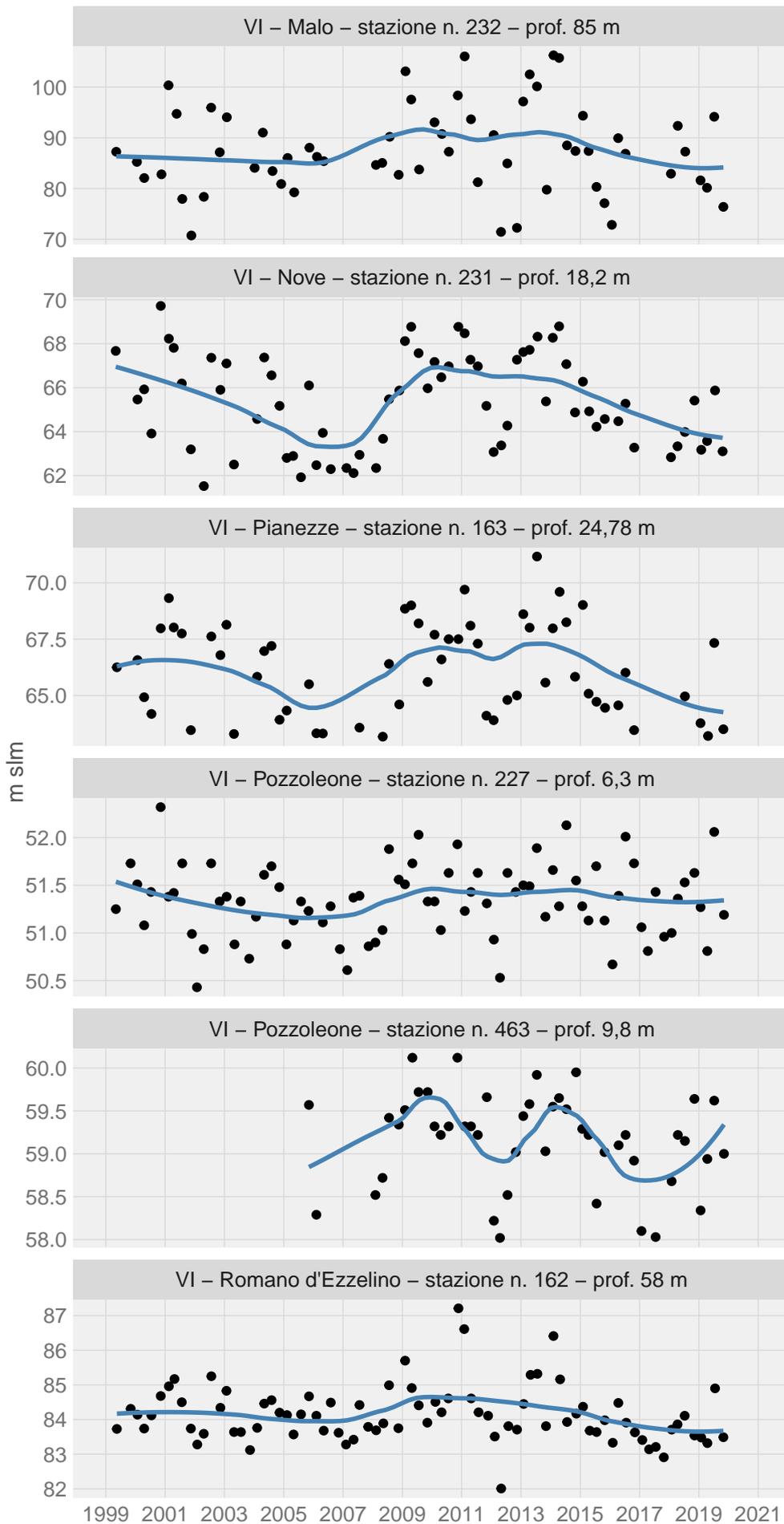


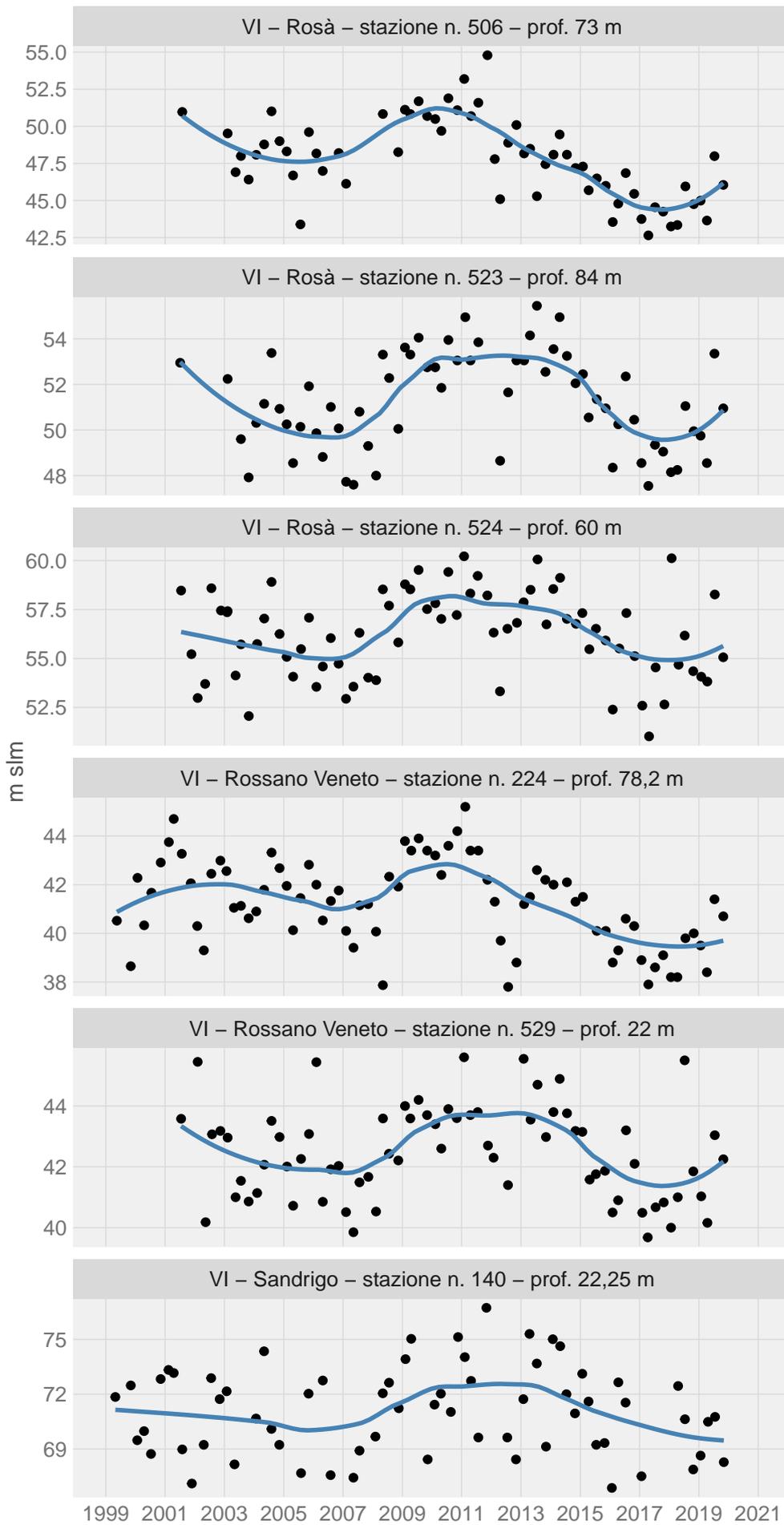


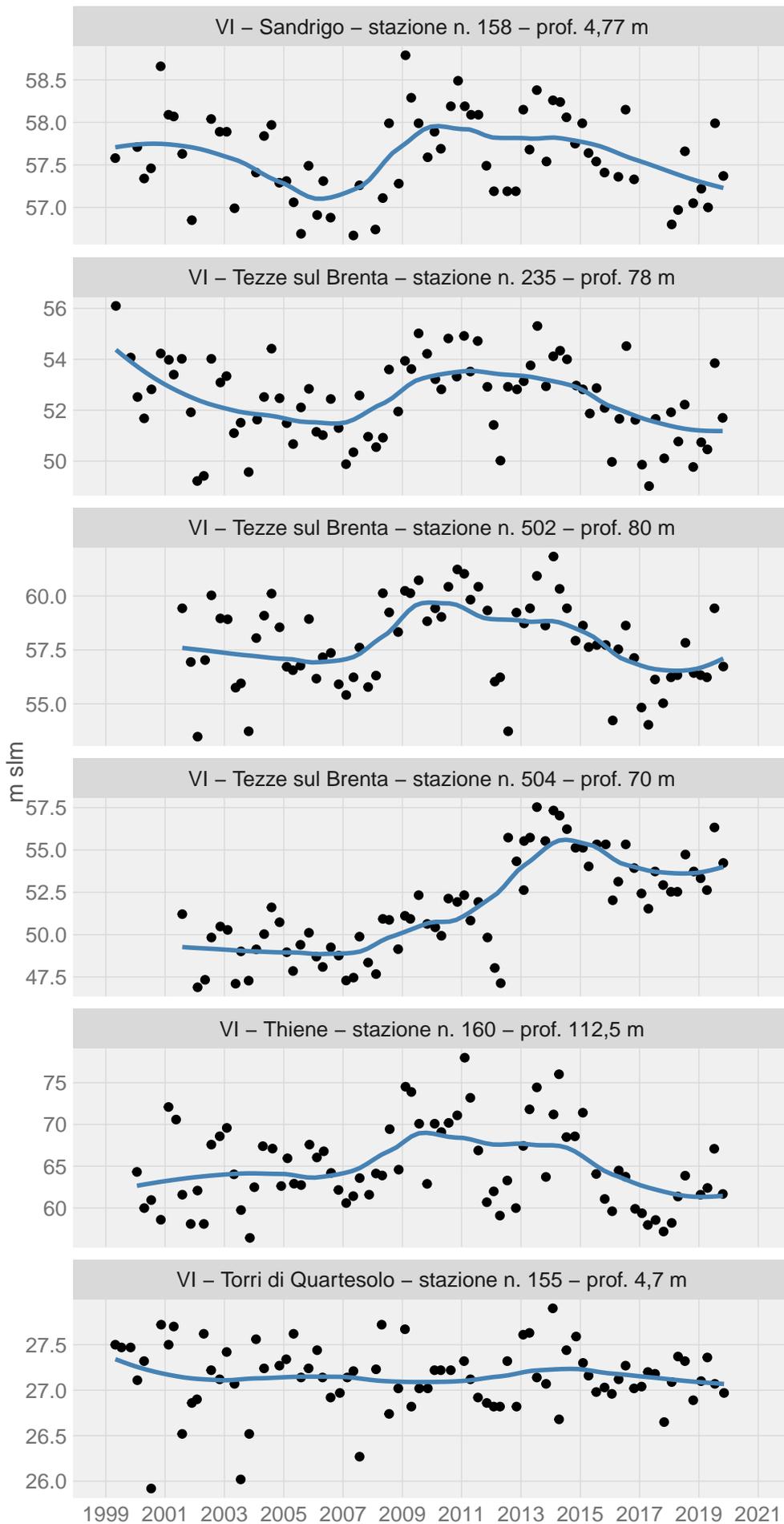


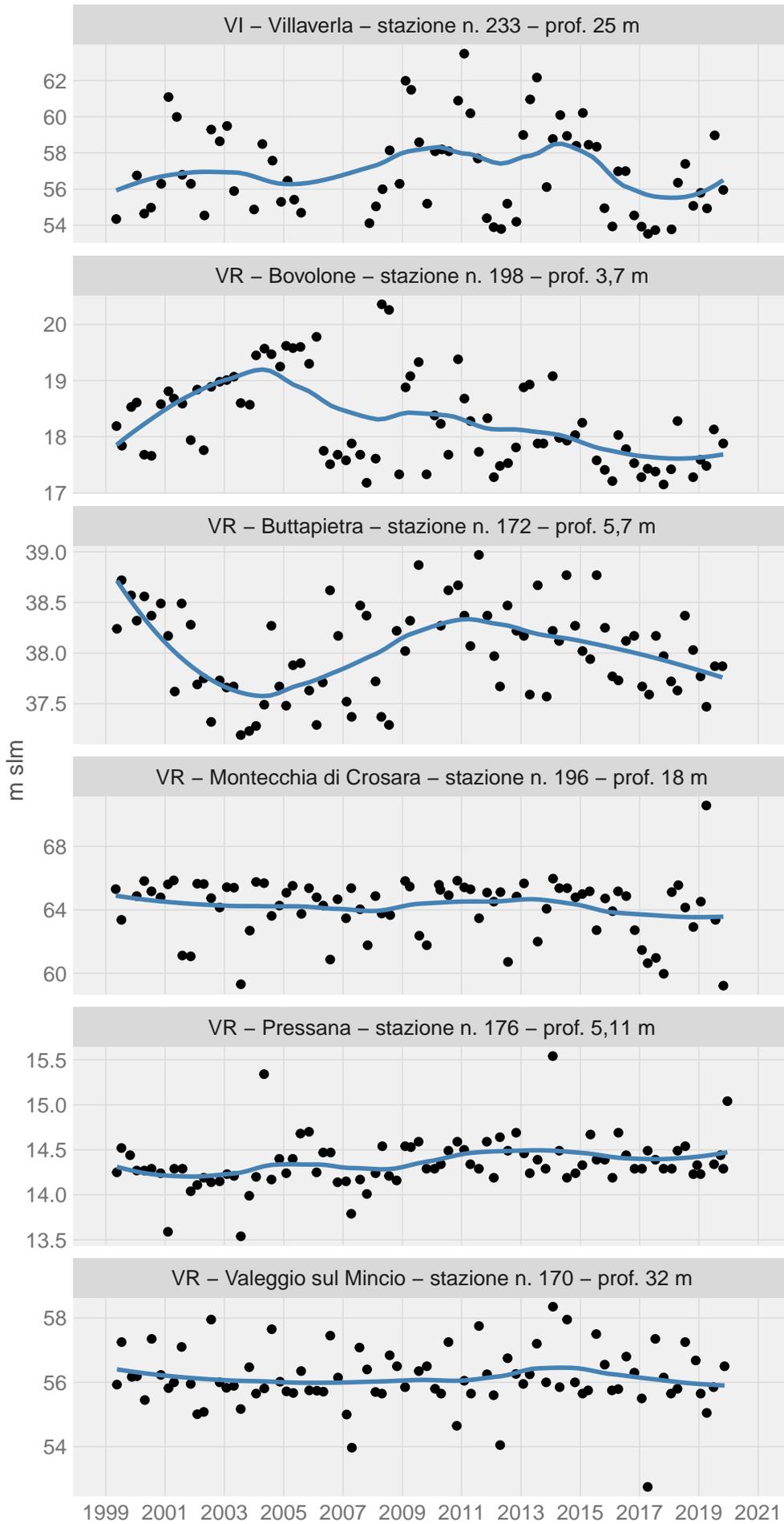


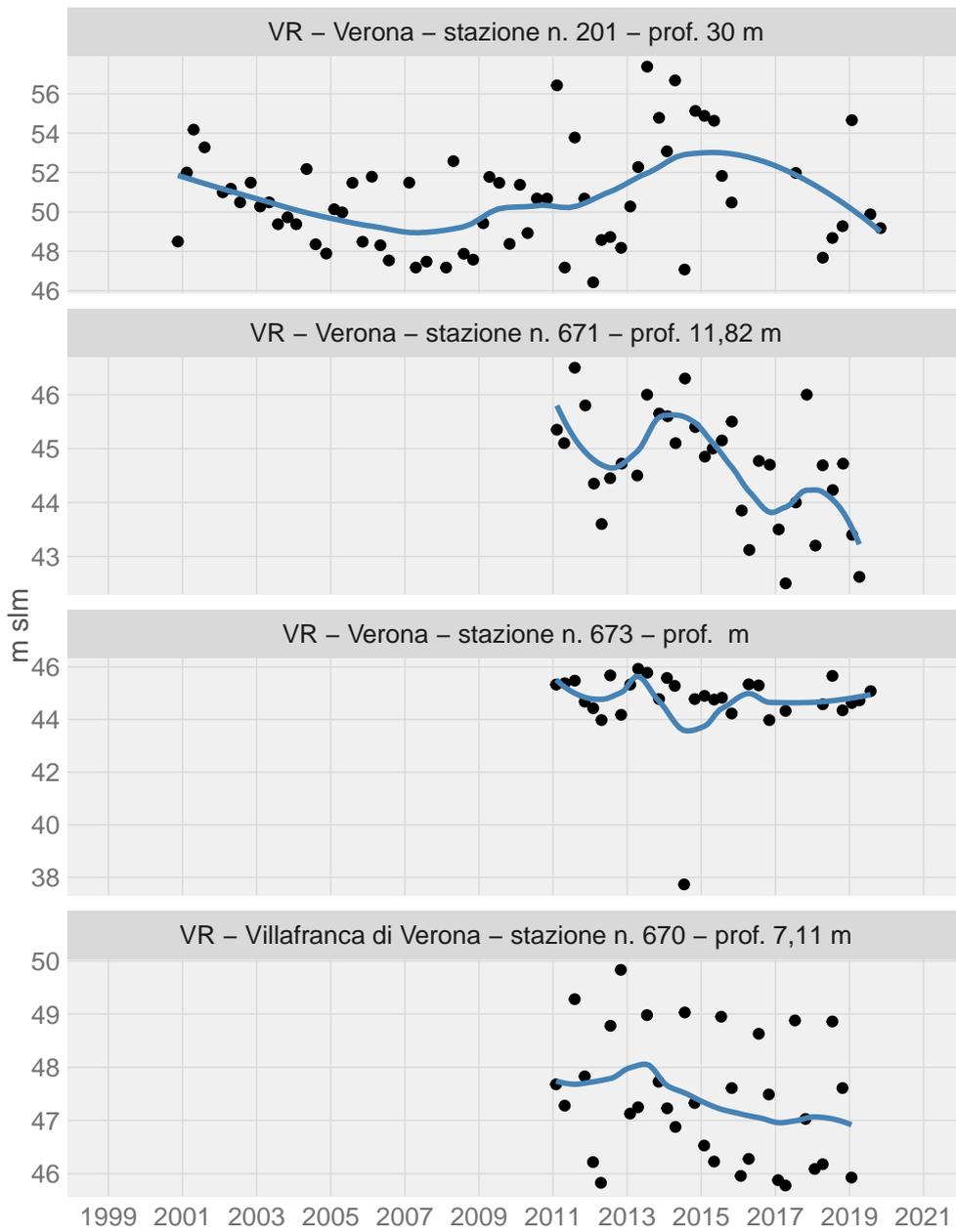












Appendici

Tabella 8: Elenco dei punti monitorati. [cod, codice identificativo del punto di monitoraggio; tipo, tipologia di punto: C=falda confinata, L=falda libera; SC=falda semiconfinata; S=sorgente; prof, profondità del pozzo in metri; Q, punto di misura per parametri chimici e fisici; P, punto di misura piezometrica; GWB, sigla del corpo idrico sotterraneo]

Prov. - Comune	cod	tipo	prof.	Q	P	GWB
BL - Alano di Piave	2500210	S		•		PrOc
BL - Alleghe	2500304	S		•		Dol
BL - Arsìe	2500405	S		•		PrOr
BL - Auronzo di Cadore	2500509	S		•		Dol
BL - Belluno	2500637	S		•		VB
BL - Borca di Cadore	2500701	S		•		Dol
BL - Calalzo di Cadore	2500804	S		•		Dol
BL - Canale d'Agordo	2502304	S		•		Dol
BL - Chies d'Alpago	2501222	S		•		PrOr
BL - Colle Santa Lucia	2501401	S		•		Dol
BL - Comelico Superiore	2501504	S		•		Dol
BL - Comelico Superiore	2501507	S		•		Dol
BL - Domegge di Cadore	2501804	S		•		Dol
BL - Falcade	2501905	S		•		Dol
BL - Feltre	402	S		•		VB
BL - Feltre	403	L		•		VB
BL - Feltre	404	S		•		PrOc
BL - Feltre	405	L	20	•		VB
BL - Feltre	2502101	S		•		PrOr
BL - Fonzaso	2502201	S		•		VB
BL - Lentiai	406	S		•		VB
BL - Limana	2502905	S		•		VB
BL - Livinallongo del Col di Lana	2503002	S		•		Dol
BL - Longarone	410	L		•		PrOr
BL - Mel	408	L		•		VB
BL - Perarolo di Cadore	2503702	S		•		PrOr
BL - Quero Vas	2504204	S		•		PrOc
BL - Quero Vas	2506406	S		•		PrOr
BL - Rivamonte Agordino	2504311	S		•		Dol
BL - Rocca Pietore	2504406	S		•		Dol
BL - San Pietro di Cadore	2504701	S		•		Dol
BL - San Pietro di Cadore	2504709	S		•		Dol
BL - Santa Giustina	407	L	87	•		VB
BL - Sovramonte	401	S		•		VB
BL - Val di Zoldo	2506812	S		•		Dol
PD - Cadoneghe	967	SC	12	•		BPSB
PD - Campo San Martino	955	SC	60	•		MPBM
PD - Campodarsego	60	C	230	•	•	BPV
PD - Campodoro	956	SC	13	•		BPSB
PD - Carmignano di Brenta	954	L	17	•		MPTB
PD - Casale di Scodosia	980	L	6	•	•	BPSA
PD - Cervarese Santa Croce	975	L	6	•	•	BPSB
PD - Cinto Euganeo	2803111	S		•		LBE

Tabella 8: continua nella prossima pagina

Tabella 8: continua dalla pagina precedente

Prov. - Comune	cod	tipo	prof.	Q	P	GWB
PD - Cittadella	241	L	23		•	APB
PD - Cittadella	510	L	27,17	•		APB
PD - Cittadella	511	L	60	•		APB
PD - Cittadella	513	L	12,98		•	APB
PD - Codevigo	981	L	6	•	•	BPSB
PD - Conselve	977	L	6	•	•	BPSA
PD - Fontaniva	952	L	18	•		MPBM
PD - Gazzo	69	L	1,76		•	MPTB
PD - Grantorto	959	C	50	•		MPTB
PD - Legnaro	56	C	170		•	BPV
PD - Limena	969	SC	20	•		BPSB
PD - Maserà di Padova	976	L	6	•	•	BPSB
PD - Mestrino	58	C	60		•	BPV
PD - Monselice	978	L	6	•	•	BPSA
PD - Montagnana	979	L	6	•	•	BPSA
PD - Padova	1036	L	9	•	•	BPSB
PD - Piacenza d'Adige	86	L	5,6	•	•	BPSA
PD - Piazzola sul Brenta	962	SC	16	•		BPSB
PD - Piombino Dese	53	C	270	•		BPV
PD - San Giorgio delle Pertiche	963	SC	20	•		BPSB
PD - San Giorgio in Bosco	951	L	18	•		MPBM
PD - San Martino di Lupari	239	L	16,2		•	APB
PD - San Martino di Lupari	515	L	8,8		•	APB
PD - San Martino di Lupari	517	L	20	•		APB
PD - San Martino di Lupari	518	L	13,7		•	APB
PD - San Pietro in Gu	965	L	18	•		MPTB
PD - Tombolo	514	L	12,6		•	APB
PD - Villa del Conte	75	L	2,85		•	MPBM
PD - Villa Estense	80	L	5,16	•	•	BPSA
RO - Adria	138	L	4,5		•	BPSA
RO - Ariano nel Polesine	134	L	3,35		•	BPSA
RO - Badia Polesine	903	L	4,5	•	•	BPSA
RO - Badia Polesine	904	C	18,5	•	•	BPSA
RO - Bagnolo di Po	905	L	11	•	•	BPSA
RO - Bagnolo di Po	906	C	16,5	•	•	BPSA
RO - Bergantino	901	C	50	•		BPV
RO - Bergantino	907	L	10,5	•	•	BPSA
RO - Bergantino	908	C	16,5	•	•	BPSA
RO - Canda	909	L	8	•	•	BPSA
RO - Canda	910	C	20	•	•	BPSA
RO - Castelguglielmo	128	L	2,5		•	BPSA
RO - Castelnuovo Bariano	911	L	9	•	•	BPSA
RO - Castelnuovo Bariano	912	C	15	•	•	BPSA
RO - Crespino	136	L	4,25		•	BPSA
RO - Fiesso Umbertiano	913	L	5	•	•	BPSA
RO - Fiesso Umbertiano	914	C	19	•	•	BPSA
RO - Giacciano con Baruchella	915	L	7	•	•	BPSA
RO - Giacciano con Baruchella	916	C	15	•	•	BPSA
RO - Lendinara	926	L		•		BPSA
RO - Loreo	923	L	7		•	BPSA
RO - Occhiobello	130	L	3,5		•	BPSA
RO - Polesella	900	C	50	•		BPV
RO - Porto Viro	143	L	2,1		•	BPSA
RO - Porto Viro	927	L	6		•	BPSA
RO - Rovigo	144	L	3		•	BPSA
RO - Rovigo	902	C	27	•		BPV

Tabella 8: continua nella prossima pagina

Tabella 8: continua dalla pagina precedente

Prov. - Comune	cod	tipo	prof.	Q	P	GWB
RO - Salara	925	L			•	BPSA
RO - Stienta	142	L	5,5		•	BPSA
RO - Trecenta	917	L	6	•	•	BPSA
RO - Trecenta	918	C	14	•	•	BPSA
RO - Villadose	924	L	7,7		•	BPSA
RO - Villadose	928	C	19		•	BPSA
RO - Villamarzana	921	L	6,3	•	•	BPSA
RO - Villamarzana	922	C	19	•	•	BPSA
RO - Villanova del Ghebbo	919	L	12	•	•	BPSA
RO - Villanova del Ghebbo	920	C	17	•	•	BPSA
RO - Villanova Marchesana	133	L	6,5		•	BPSA
TV - Altivole	23	L	85,97	•	•	TVA
TV - Altivole	531	L	49,15	•	•	TVA
TV - Arcade	773	L	40	•		APP
TV - Asolo	535	L	40	•	•	CTV
TV - Breda di Piave	816	L	25	•		MPSP
TV - Caerano di San Marco	108	L	98,3	•		PsM
TV - Cappella Maggiore	806	L	16,4	•	•	POM
TV - Casale sul Sile	117	L	7,6	•	•	MPMS
TV - Castelcucco	2601102	S		•		CTV
TV - Castelfranco Veneto	572	L	17	•		TVA
TV - Castelfranco Veneto	586	L	30	•		MPBM
TV - Castelfranco Veneto	765	L	30	•	•	TVA
TV - Castello di Godego	545	L	27,9		•	TVA
TV - Cessalto	94	C		•		BPV
TV - Cessalto	114	L	7,2	•	•	BPSP
TV - Codognè	789	L	7	•		MPML
TV - Conegliano	792	L	14	•		POM
TV - Cordignano	702	L	15	•		MPML
TV - Cornuda	100	L	55,5	•	•	PsM
TV - Farra di Soligo	758	L	13	•	•	QdP
TV - Follina	90	L	22	•	•	CTV
TV - Follina	2602713	S		•		PrOr
TV - Fontanelle	724	L	5	•		MPPM
TV - Fregona	2603003	S		•		PrOr
TV - Gaiarine	711	L	8	•		MPML
TV - Gaiarine	726	L	4	•	•	MPML
TV - Giavera del Montello	761	L	44	•	•	PsM
TV - Giavera del Montello	810	L	120	•		PsM
TV - Godega di Sant'Urbano	706	L	12,8	•	•	POM
TV - Loria	225	L	59		•	TVA
TV - Loria	550	L	81	•		TVA
TV - Loria	769	L	40	•		APB
TV - Loria	771	L	38	•	•	TVA
TV - Mareno di Piave	790	L	25	•	•	POM
TV - Mareno di Piave	791	L	26	•		POM
TV - Mareno di Piave	803	L	13	•		APP
TV - Maser	248	L	77	•	•	PsM
TV - Maser	556	L			•	PsM
TV - Maserada sul Piave	781	L	8	•		MPSP
TV - Mogliano Veneto	98	L	3,6		•	BPSB
TV - Montebelluna	570	L	59	•		TVA
TV - Montebelluna	730	L	90	•		PsM
TV - Morgano	808	L	18	•	•	MPMS
TV - Moriago della Battaglia	746	L	35	•		QdP
TV - Moriago della Battaglia	814	L	5,62	•	•	QdP

Tabella 8: continua nella prossima pagina

Tabella 8: continua dalla pagina precedente

Prov. - Comune	cod	tipo	prof.	Q	P	GWB
TV - Nervesa della Battaglia	101	L	22,6	•	•	PsM
TV - Nervesa della Battaglia	741	L	45	•	•	PsM
TV - Nervesa della Battaglia	2605009	S		•		Mon
TV - Oderzo	92	C	218	•		BPV
TV - Ormelle	91	C	109	•		MPPM
TV - Ormelle	812	L	6,5	•	•	MPPM
TV - Orsago	103	L	6,72		•	POM
TV - Paese	766	L	35	•	•	TVA
TV - Pederobba	2605601	S		•		PrOc
TV - Ponte di Piave	807	L	8	•	•	MPPM
TV - Ponzano Veneto	762	L	21	•	•	PsM
TV - Quinto di Treviso	99	L	6	•	•	MPMS
TV - Resana	571	L	14	•		MPMS
TV - Resana	578	L	25	•		TVA
TV - Resana	777	L	27	•		MPMS
TV - Resana	778	L	20	•		MPMS
TV - Riese Pio X	230	L	150	•	•	TVA
TV - Riese Pio X	573	L	13	•		TVA
TV - Riese Pio X	772	L	39	•	•	TVA
TV - Roncade	36	L	5,7		•	BPSP
TV - San Biagio di Callalta	809	L	6,21	•	•	MPSP
TV - San Pietro di Feletto	2607301	S		•		CTV
TV - San Polo di Piave	811	L	8	•		APP
TV - San Vendemiano	710	L	15	•		POM
TV - San Zenone degli Ezzelini	236	L	56,5	•	•	TVA
TV - Santa Lucia di Piave	713	L	29,4	•	•	APP
TV - Santa Lucia di Piave	714	L	42,5	•	•	POM
TV - Sernaglia della Battaglia	754	L	30	•	•	QdP
TV - Sernaglia della Battaglia	756	L	8,6	•	•	QdP
TV - Spresiano	786	L	25	•	•	APP
TV - Trevignano	737	L	72	•		PsM
TV - Trevignano	738	L	46	•	•	TVA
TV - Trevignano	739	L	50	•	•	TVA
TV - Treviso	88	C	140	•		MPMS
TV - Vazzola	728	L	10	•		POM
TV - Vazzola	817	C	120	•		BPV
TV - Vedelago	271	L	64	•	•	TVA
TV - Vedelago	583	L	30	•		TVA
TV - Vedelago	742	L	37	•	•	TVA
TV - Vedelago	815	L	24,08	•	•	TVA
TV - Villorba	749	L	28	•		APP
TV - Villorba	750	L	20	•	•	APP
TV - Vittorio Veneto	102	L	14,67	•	•	POM
TV - Vittorio Veneto	2609210	S		•		PrOr
TV - Volpago del Montello	732	L	103	•	•	PsM
TV - Volpago del Montello	735	L	85	•	•	PsM
TV - Zero Branco	363	C	52	•	•	MPMS
VE - Campagna Lupia	29	L	3		•	BPSB
VE - Campolongo Maggiore	16	C	280	•	•	BPV
VE - Camponogara	368	C	170	•	•	BPV
VE - Caorle	309	C	150	•	•	BPV
VE - Cavallino-Treporti	365	C	307	•	•	BPV
VE - Cavallino-Treporti	366	C	120	•		BPV
VE - Cavarzere	20	C	27		•	BPV
VE - Cavarzere	1006	L	6	•	•	BPSA
VE - Ceggia	320	C	385	•	•	BPV

Tabella 8: continua nella prossima pagina

Tabella 8: continua dalla pagina precedente

Prov. - Comune	cod	tipo	prof.	Q	P	GWB
VE - Chioggia	374	C	219		•	BPV
VE - Cinto Caomaggiore	301	C	37	•	•	BPV
VE - Cona	1005	L	6	•	•	BPSA
VE - Concordia Sagittaria	308	C	530	•	•	BPV
VE - Concordia Sagittaria	1021	L	7,5	•	•	BPST
VE - Eraclea	315	C	147	•	•	BPV
VE - Eraclea	1008	L	9,98	•	•	BPSP
VE - Fossalta di Portogruaro	30	L	4		•	BPST
VE - Gruaro	302	C	80	•	•	BPV
VE - Jesolo	1007	L	6	•	•	BPSP
VE - Marcon	27	C	285,9	•	•	BPV
VE - Martellago	1011	L	15	•	•	BPSB
VE - Meolo	1001	L	6	•	•	BPSP
VE - Mira	7	C	200	•	•	BPV
VE - Mira	28	L	4,69		•	BPSB
VE - Mira	296	C	103	•	•	BPV
VE - Mirano	288	C	240	•	•	BPV
VE - Mirano	290	C	140	•	•	BPV
VE - Noale	275	C	299	•		MPMS
VE - Noale	277	C	130	•	•	BPV
VE - Noventa di Piave	317	C	614	•		MPPM
VE - Pianiga	292	C	120	•	•	BPV
VE - Portogruaro	1004	L	6	•	•	BPST
VE - Pramaggiore	306	C	580	•	•	BPV
VE - Pramaggiore	1020	L	9	•	•	BPST
VE - Quarto d'Altino	15	C	299	•	•	BPV
VE - Salzano	1010	L	6	•	•	BPSB
VE - San Donà di Piave	1002	L	6	•	•	MPPM
VE - San Michele al Tagliamento	305	C	55	•	•	BPV
VE - San Michele al Tagliamento	310	C	380	•		BPV
VE - Santo Stino di Livenza	311	C	340		•	BPV
VE - Santo Stino di Livenza	1003	L	6	•	•	BPSP
VE - Scorzè	280	C	313	•		MPMS
VE - Scorzè	1012	L	15	•	•	MPMS
VE - Spinea	1009	L	6	•	•	BPSB
VE - Tegli Veneto	1019	L	8,5	•	•	BPST
VE - Venezia	3	C	199	•	•	BPV
VE - Venezia	17	C	298,63	•	•	BPV
VE - Venezia	25	C	225	•	•	BPV
VE - Venezia	33	L	3,5		•	BPSB
VE - Venezia	40	L	2,55		•	BPSB
VE - Venezia	41	L	3,1		•	BPSB
VE - Venezia	299	C	280	•	•	BPV
VI - Arcugnano	2400604	S		•		LBE
VI - Arzignano	266	C	91,5	•	•	ACA
VI - Asiago	2400922	S		•		PrOc
VI - Bassano del Grappa	95	L	62,26	•	•	APB
VI - Bassano del Grappa	244	L	42,1	•	•	APB
VI - Bassano del Grappa	519	L	80,5	•	•	APB
VI - Bassano del Grappa	521	L	70,3	•	•	APB
VI - Breganze	226	L	32,77		•	APVE
VI - Breganze	458	L	25	•		APVE
VI - Brendola	265	C	42	•		ACA
VI - Caldogno	234	L	5,87	•	•	MPRT
VI - Cartigliano	501	L	70	•	•	APB
VI - Cartigliano	526	L	20,47		•	APB

Tabella 8: continua nella prossima pagina

Tabella 8: continua dalla pagina precedente

Prov. - Comune	cod	tipo	prof.	Q	P	GWB
VI - Cassola	149	L	49,47		•	TVA
VI - Castelgomberto	468	L	36	•	•	ACA
VI - Cison del Grappa	2403101	S		•		PrOc
VI - Dueville	38	L	10,5		•	APVE
VI - Lastebasse	2405004	S		•		PrOc
VI - Lonigo	153	L	4	•	•	BPSA
VI - Malo	232	L	85		•	APVO
VI - Malo	460	L		•	•	APVO
VI - Marano Vicentino	455	L			•	APVO
VI - Marano Vicentino	456	L	95	•		APVO
VI - Marostica	450	L	74	•	•	APB
VI - Marostica	452	L	40	•	•	APB
VI - Mason Vicentino	451	L	60	•	•	APVE
VI - Molvena	2405901	S		•		CM
VI - Montebello Vicentino	464	C	100	•	•	ACA
VI - Montecchio Precalcino	461	L			•	APVE
VI - Montecchio Precalcino	462	L		•		APVE
VI - Nove	231	L	18,2		•	APB
VI - Pedemonte	2407603	S		•		PrOc
VI - Pianezze	163	L	24,78		•	APVE
VI - Posina	2408002	S		•		LBE
VI - Pozzoleone	227	L	6,3	•	•	MPTB
VI - Pozzoleone	463	L	9,8	•	•	APB
VI - Romano d'Ezzelino	162	L	58		•	TVA
VI - Rosà	506	L	73	•	•	APB
VI - Rosà	523	L	84	•	•	APB
VI - Rosà	524	L	60	•	•	APB
VI - Rosà	525	L	44	•		APB
VI - Rossano Veneto	224	L	78,2	•	•	APB
VI - Rossano Veneto	509	L	72,2	•		APB
VI - Rossano Veneto	529	L	22	•	•	APB
VI - Rossano Veneto	530	L	82,7	•		APB
VI - San Vito di Leguzzano	2409601	S		•		LBE
VI - Sandrigo	140	L	22,25		•	APVE
VI - Sandrigo	158	L	4,77		•	APVE
VI - Sarcedo	245	L	33		•	APVE
VI - Sarcedo	457	L		•	•	APVE
VI - Schio	453	L			•	APVO
VI - Schio	467	L			•	APVO
VI - Solagna	2410102	S		•		PrOc
VI - Tezze sul Brenta	235	L	78	•	•	APB
VI - Tezze sul Brenta	502	L	80	•	•	APB
VI - Tezze sul Brenta	504	L	70	•	•	APB
VI - Tezze sul Brenta	593	L	30	•		APB
VI - Thiene	160	L	112,5	•	•	APVO
VI - Thiene	459	L		•		APVO
VI - Torri di Quartesolo	155	L	4,7	•	•	BPSB
VI - Valdagno	2411112	S		•		LBE
VI - Valstagna	2411403	S		•		PrOc
VI - Villaverla	233	L	25		•	APVO
VI - Zermeghedo	465	C	100	•	•	ACA
VR - Belfiore	387	C	65	•		MPVR
VR - Bovolone	198	L	3,7		•	BPSA
VR - Brentino Belluno	2301302	S		•		BL
VR - Brentino Belluno	2301306	S		•		BL
VR - Bussolengo	676	L	79,6	•		VRA

Tabella 8: continua nella prossima pagina

Tabella 8: continua dalla pagina precedente

Prov. - Comune	cod	tipo	prof.	Q	P	GWB
VR - Buttapietra	172	L	5,7		•	MPVR
VR - Buttapietra	682	C	78	•		MPVR
VR - Castelnuovo del Garda	192	L	80	•		AdG
VR - Cazzano di Tramigna	2302402	S		•		LBE
VR - Cologna Veneta	392	C	63	•		BPV
VR - Illasi	386	L	98,2	•		VRA
VR - Isola della Scala	187	C	110	•	•	BPV
VR - Isola della Scala	624	L	5	•	•	MPVR
VR - Lavagno	683	L	120	•		VRA
VR - Malcesine	2304501	S		•		BL
VR - Montecchia di Crosara	196	L	18	•	•	ACA
VR - Mozzecane	681	C	32	•		MPVR
VR - Nogara	184	C	60		•	BPV
VR - Pescantina	646	L	40		•	VRA
VR - Pescantina	677	L	74,6	•		VRA
VR - Pressana	176	L	5,11		•	BPSA
VR - Roverè Veronese	2306707	S		•		BL
VR - San Giovanni Lupatoto	656	L	9	•	•	VRA
VR - Sommacampagna	642	L	35		•	VRA
VR - Sona	678	L	110	•		AdG
VR - Valeggio sul Mincio	170	L	32		•	VRA
VR - Verona	201	L	30		•	VRA
VR - Verona	671	L	11,82	•	•	VRA
VR - Verona	673	L			•	VRA
VR - Verona	674	L	35	•	•	VRA
VR - Verona	675	L	13		•	VRA
VR - Villafranca di Verona	670	L	7,11		•	VRA
VR - Villafranca di Verona	679	L	87,77	•		VRA
VR - Villafranca di Verona	680	L	50	•		VRA
VR - Zevio	381	C	100	•		VRA
VR - Zevio	653	C	90	•		VRA
VR - Zevio	654	C	50	•		VRA

Tabella 8: si conclude dalla pagina precedente

B | VALORI DI RIFERIMENTO

La direttiva 2000/60/CE si era limitata ad indicare come «parametri fondamentali» da monitorare in tutti i corpi idrici sotterranei solo: tenore di ossigeno, pH, conduttività, nitrati e ione ammonio, senza tra l'altro definirne i valori limite.

I parametri da monitorare per la direttiva 2000/60/CE

La direttiva 2006/118/CE ha fissato le norme di qualità, imperative a livello europeo, per nitrati e pesticidi e ha individuato un elenco minimo di parametri di cui tenere conto obbligatoriamente per la valutazione dello stato chimico, e per i quali ciascun Stato membro doveva stabilire i valori soglia entro il 22 dicembre 2008. L'elenco riportato in allegato 2 parte B comprende: arsenico, cadmio, piombo, mercurio, ammonio, cloruro, solfato, tricloroetilene, tetracloroetilene, conduttività.

La definizione di valori numerici a livello di UE non è stata considerata un'opzione praticabile a causa dell'elevata variabilità naturale delle sostanze presenti nelle acque sotterranee (in base a condizioni idrogeologiche, livelli di fondo, vie di diffusione degli inquinanti e interazioni con diversi comparti ambientali).

La definizione di valori numerici a livello di UE non è stata considerata un'opzione praticabile

La relazione della commissione europea sulla definizione di valori soglia per le acque sotterranee del 5 marzo 2010, mostra un quadro piuttosto disomogeneo. Il numero di valori soglia stabiliti da ciascuno Stato membro varia da 0 (Portogallo) a 62 (Regno Unito). Anche la gamma di valori soglia per molte sostanze è estremamente ampia. La ragione di una tale varietà viene fatta risalire al fatto che gli Stati membri hanno considerato aspetti diversi dell'allegato II della direttiva 2006/118/CE nel definire i valori soglia; la direttiva consente infatti una certa flessibilità agli Stati membri, ai quali è richiesto di prendere in considerazione diversi recettori del corpo idrico sotterraneo nonché i rischi e le funzioni, le caratteristiche e il comportamento degli inquinanti e le caratteristiche idrogeologiche rappresentate dai livelli di fondo (allegato II, parte A, della direttiva 2006/118/CE) [9].

La relazione della commissione europea sulla definizione di valori soglia

I valori soglia adottati dall'Italia sono quelli definiti all'allegato 3, tabella 3, DLgs 30/2009, recentemente modificata dal decreto 6 luglio 2016 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

B.1 STANDARD DI QUALITÀ COMUNITARI

Lo standard di qualità è indicato (art.2, lettera a), DLgs 30/2009) come «uno standard di qualità ambientale, definito a livello comunitario, come la concentrazione di un determinato inquinante, di un gruppo di inquinanti o un indicatore di inquinamento nelle acque sotterranee che non dovrebbe essere superato al fine di proteggere la salute umana e l'ambiente». Nella tabella 9 sono riportati gli standard di qualità individuati a livello europeo.

La definizione di standard di qualità

Tabella 9: Standard di qualità. Tabella 2, lettera B, parte A dell'allegato 1 della parte terza del DLgs 152/2006 smi

Inquinante	Standard di qualità
Nitrati	50 mg/L
Sostanze attive nei pesticidi, compresi i loro pertinenti metaboliti, prodotti di degradazione e di reazione ¹	0,1 µg/l
	0,5 µg/l (totale) ²

- ¹ Per pesticidi si intendono i prodotti fitosanitari e i biocidi, quali definiti all'articolo 2, rispettivamente del decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 194, e del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 174.
- ² "Totale" significa la somma di tutti i singoli pesticidi individuati e quantificati nella procedura di monitoraggio, compresi i corrispondenti metaboliti e i prodotti di degradazione e reazione.

B.2 VALORI SOGLIA INDIVIDUATI DALL'ITALIA

Il valore soglia (VS) è definito (art.2, lettera b), DLgs 30/2009) come « lo standard di qualità ambientale delle acque sotterranee stabilito a livello nazionale conformemente alle disposizioni dell'articolo 3, comma 3; valori soglia possono essere definiti dalle regioni limitatamente alle sostanze di origine naturale sulla base del valore di fondo».

La definizione di valore soglia

Il superamento dei valori soglia di cui alla tabella 10, in qualsiasi punto di monitoraggio è indicativo del rischio che non siano soddisfatte una o più condizioni concernenti il buono stato chimico delle acque sotterranee. La fissazione dei valori soglia tiene conto dei seguenti elementi:

- l'entità delle interazioni tra acque sotterranee ed ecosistemi acquatici associati ed ecosistemi terrestri che dipendono da essi;
- l'interferenza con legittimi usi delle acque sotterranee, presenti o futuri;
- la tossicità umana, l'ecotossicità, la tendenza alla dispersione, la persistenza e il loro potenziale di bioaccumulo.

Tabella 10: Valori soglia. Tabella 3, lettera B, parte A dell'allegato 1 della parte terza del DLgs 152/2006 smi

PARAMETRO	VALORI SOGLIA µg/l	VALORI SOGLIA* µg/l (interazione acque superficiali)
ELEMENTI IN TRACCIA		
Antimonio	5	
Arsenico	10	
Boro	1000	
Cadmio**	5	0,08 (Classe 1)
		0,09 (Classe 2)
		0,15 (Classe 3)
		0,25 (Classe 4)
Cromo Totale	50	
Cromo VI	5	
Mercurio	1	0,07
Nichel	20	4 (SQA biodisponibile)
Piombo	10	1,2 (SQA biodisponibile)
Selenio	10	
Vanadio	50	

Tabella 10: continua nella prossima pagina

Tabella 10: continua dalla pagina precedente

PARAMETRO	VALORI SOGLIA µg/l	VALORI SOGLIA* µg/l (interazione acque superficiali)
COMPOSTI E IONI INORGANICI		
Cianuro libero	50	
Fluoruro	1500	
Nitrito	500	
Fosfato		
Solfato	250 (mg/L)	
Cloruro	250 (mg/L)	
Ammoniaca (ione ammonio)	500	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI		
Benzene	1	
Etilbenzene	50	
Toluene	15	
Para-xilene	10	
POLICLICI AROMATICI		
Benzo (a) pirene	0,01	$1,7 \times 10^{-4}$
Benzo (b) fluorantene	0,1	0.017***
Benzo (k) fluorantene	0,05	0.017***
Benzo (g,h,i,) perilene	0,01	$8,2 \times 10^{-3}$ ***
Dibenzo (a, h) antracene	0,01	
Indeno (1,2,3-c,d) pirene	0,1	
ALIFATICI CLORURATI		
Triclorometano	0,15	
Cloruro di Vinile	0,5	
1,2 Dicloroetano	3	
Tricloroetilene+Tetracloroetilene	10	
Esaclorobutadiene	0,15	0,05
1,2 Dicloroetilene	60	
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI		
Dibromoclorometano	0,13	
Bromodiclorometano	0,17	
NITROBENZENI		
Nitrobenzene	3,5	
CLOROBENZENI		
Monoclorobenzene	40	
1,4 Diclorobenzene	0,5	
1,2,4 Triclorobenzene	190	
Triclorobenzeni (12002-48-1)		0,4
Pentaclorobenzene	5	0,007
Esaclorobenzene	0,01	0,005
PESTICIDI		
Aldrin	0,03	
Beta-esaclorocicloesano	0,1	0,02 somma degli esaclorocicloesani
DDT totale ****	0,1	0,025
p,p'-DDT		0,01
Dieldrin	0,03	
Sommatoria (aldrin, dieldrin, endrin, isodrin)		0,01
DIOSSINE E FURANI		
Sommatoria PCDD, PCDF	4×10^{-6}	
ALTRE SOSTANZE		
PCB*****	0,01	
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	350	
Conducibilità ($\mu\text{S cm}^{-1}$ a 20°C)	2500	
COMPOSTI PERFLUORURATI		
Acido perfluoropentanoico (PFPeA)	3	
Acido perfluoroesanoico (PFHxA)	1	
Acido perfluorobutansolfonico (PFBS)	3	
Acido perfluorooottanoico (PFOA)	0,5	0,1
Acido perfluorooottansolfonico (PFOS)	0,03	$6,5 \times 10^{-4}$

Tabella 10: si conclude dalla pagina precedente

note alla tabella

* Tali valori sono cautelativi anche per gli ecosistemi acquatici e si applicano ai corpi idrici sotterranei che alimentano i corpi idrici superficiali e gli ecosistemi terrestri dipendenti. Le regioni, sulla base di una conoscenza approfondita del sistema idrologico superficiale e sotterraneo, possono applicare ai valori di cui alla colonna (*) fattori di attenuazione o diluizione. In assenza di tale conoscenza, si applicano i valori di cui alla medesima colonna.

** Per il cadmio e composti i valori dei valori soglia variano in funzione della durezza dell'acqua classificata secondo le seguenti quattro categorie: Classe 1: <50 mg L⁻¹ CaCO₃, Classe 2: da 50 a <100 mg L⁻¹ CaCO₃, Classe 3: da 100 a <200 mg L⁻¹ CaCO₃ e Classe 4: ≥200 mg L⁻¹ CaCO₃.

*** Tali valori sono espressi come SQA CMA (massime concentrazioni ammissibili) di cui al decreto legislativo n. 172/2015.

**** Il DDT totale comprende la somma degli isomeri p,p'-DDT (1,1,1-tricloro-2,2 bis(p-clorofenil)etano; CAS 50-29-3), o,p'-DDT (1,1,1-tricloro-2(o-clorofenil)-2-(p-clorofenil)etano; CAS 789-02-6), p,p'-DDE (1,1-dicloro-2,2 bis(p-clorofenil)etilene; CAS 72-55-9) e p,p'-DDD (1,1-dicloro-2,2 bis(p-clorofenil)etano; CAS 72-54-8).

***** Il valore della sommatoria deve far riferimento ai seguenti congeneri: 28, 52, 77, 81, 95, 99, 101, 105, 110, 114, 118, 123, 126, 128, 138, 146, 149, 151, 153, 156, 157, 167, 169, 170, 177, 180, 183, 187, 189.

- Per i pesticidi per cui sono stati definiti i valori soglia si applicano tali valori in sostituzione dello standard di qualità individuato alla tabella 2.

- Per i metalli il valore dello standard di qualità si riferisce alla concentrazione disciolta, cioè alla fase disciolta di un campione di acqua ottenuta per filtrazione con un filtro da 0,45 µm.

- Per tutti gli altri parametri il valore si riferisce alla concentrazione totale nell'intero campione di acqua

C | QUALITÀ CHIMICA

In tabella 11 è riportata la qualità chimica per il 2019. Il punto è classificato come buono (B) se sono rispettati gli standard di qualità ed i valori soglia per ciascuna sostanza controllata, scadente (S) se uno o più valori sono superati.

Come per gli anni precedenti non sempre e non tutti i dati rispondono appieno a quanto richiesto dalla direttiva 2009/90/CE. I metodi analitici devono basarsi su:

- un'incertezza di misura del 50% o inferiore stimata ad un livello pari al valore dello standard di qualità;
- un limite di quantificazione uguale o inferiore al 30% dei valori dello standard di qualità.

Per alcuni parametri può accadere che questi requisiti di prestazione non siano sempre raggiunti e pertanto nel valutare la conformità al valore SQ/VS possono presentarsi casi in cui:

- $LQ \leq SQ/VS$, ma non rispetta i requisiti previsti dal DLgs 30/2009 ($LQ \leq 30\% VS$)
- $LQ >$ superiore al VS

Ciò rende i risultati non del tutto esaustivi dal punto di vista normativo e non confrontabili su tutto il territorio regionale.

Prestazioni minime dei metodi di analisi

Per alcuni parametri può accadere che ...

Legenda: ○ = ricercate, ma entro standard di qualità (SQ)/VS; ● = superamento SQ/VS; Q = qualità; NO₃=nitrati; pest = pesticidi; VOC= composti organici volatili; Me = metalli; Ino= inquinanti inorganici; Ar=composti organici aromatici; ClB= clorobenzeni; Pfas=composti perfluorurati, sostanze = nome/sigla delle sostanze con superamento SQ/VS.

Tabella 11: Qualità chimica

Prov. - Comune	Cod	Q	NO ₃	Pest	VOC	Me	Ino	Ar	ClB	Pfas	Sostanze
BL - Alano di Piave	2500210	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Alleghe	2500304	B	○		○	○	○				
BL - Arsìe	2500405	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Auronzo di Cadore	2500509	B	○		○	○	○				
BL - Belluno	2500637	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Borca di Cadore	2500701	B	○		○	○	○				
BL - Calalzo di Cadore	2500804	B	○		○	○	○				
BL - Canale d'Agordo	2502304	B	○		○	○	○				
BL - Chies d'Alpago	2501222	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Colle Santa Lucia	2501401	B	○		○	○	○				
BL - Comelico Superiore	2501504	B	○		○	○	○				
BL - Comelico Superiore	2501507	S	○		○	○	●				solfati
BL - Domegge di Cadore	2501804	B	○		○	○	○				
BL - Falcade	2501905	B	○		○	○	○	○			
BL - Feltre	402	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Feltre	403	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Feltre	404	B	○		○	○	○	○			
BL - Feltre	405	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Feltre	2502101	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Fonzaso	2502201	B	○		○	○	○	○			
BL - Lentiai	406	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Limana	2502905	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Livinallongo del Col di Lana	2503002	B	○		○	○	○				
BL - Longarone	410	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Mel	408	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Perarolo di Cadore	2503702	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Quero Vas	2504204	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Quero Vas	2506406	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Rivamonte Agordino	2504311	B	○		○	○	○				
BL - Rocca Pietore	2504406	B	○		○	○	○				
BL - San Pietro di Cadore	2504701	B	○		○	○	○				
BL - San Pietro di Cadore	2504709	B	○		○	○	○				
BL - Santa Giustina	407	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Sovramonte	401	B	○	○	○	○	○	○			
BL - Val di Zoldo	2506812	B	○		○	○	○				
PD - Cadoneghe	967	S	○	○	○	●	●	○			ione ammonio, arsenico
PD - Campo San Martino	955	S	○	○	○	○	●	○		○	ione ammonio
PD - Campodarsego	60	S	○		○	○	●			○	ione ammonio
PD - Campodoro	956	S	○	○	○	●	●	○		○	ione ammonio, arsenico
PD - Carmignano di Brenta	954	B	○	○	○	○	○	○		○	
PD - Casale di Scodosia	980	S	○	○	○	●	●	○		○	ione ammonio, arsenico
PD - Cervarese Santa Croce	975	B	○	○	○	○	○	○		○	
PD - Cinto Euganeo	2803111	B	○	○	○	○	○	○		○	
PD - Cittadella	510	B	○	○	○	○	○	○		○	
PD - Cittadella	511	B	○	○	○	○	○	○		○	
PD - Codevigo	981	S	○	○	○	○	●	○		○	ione ammonio
PD - Conselve	977	B	○	○	○	○	○	○		○	
PD - Fontaniva	952	B	○	○	○	○	○	○		○	
PD - Grantorto	959	B	○		○	○	○	○		○	
PD - Limena	969	S	○	○	○	●	●	○		○	ione ammonio, arsenico
PD - Maserà di Padova	976	S	○	○	○	○	●	○		○	ione ammonio
PD - Monselice	978	B	○	○	○	○	○	○		○	
PD - Montagnana	979	S	○	○	○	●	○	○		○	arsenico
PD - Padova	1036	B	○	○	○	○	○	○		○	

Tabella 11: continua nella prossima pagina

Tabella 11: continua dalla pagina precedente

Prov. - Comune	Cod	Q	NO ₃	Pest	VOC	Me	Ino	Ar	CIB	Pfas	Sostanze
PD - Piacenza d'Adige	86	B	o	o	o	o	o	o		o	
PD - Piazzola sul Brenta	962	B	o	o	o	o	o	o		o	
PD - Piombino Dese	53	B	o		o	o	o			o	
PD - San Giorgio delle Pertiche	963	S	o	o	o	●	●	o		o	ione ammonio, arsenico
PD - San Giorgio in Bosco	951	B	o	o	o	o	o	o		o	
PD - San Martino di Lupari	517	B	o	o	o	o	o	o		o	
PD - San Pietro in Gu	965	B	o	o	o	o	o	o		o	
PD - Villa Estense	80	S	o	o	o	o	●	o		o	ione ammonio, cloruri
RO - Badia Polesine	903	S	o	o	o	●	●	o	o	o	ione ammonio, arsenico
RO - Badia Polesine	904	S	o	o	o	●	●	o	o	o	ione ammonio, arsenico
RO - Bagnolo di Po	905	S	o	o	o	●	●	o	o	o	ione ammonio, arsenico
RO - Bagnolo di Po	906	S	o	o	o	●	●	o	o	o	ione ammonio, arsenico
RO - Bergantino	901	S	o		o	●	●			o	ione ammonio, arsenico
RO - Bergantino	907	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio
RO - Bergantino	908	S	o	o	o	●	●	o	o	o	ione ammonio, arsenico
RO - Canda	909	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio
RO - Canda	910	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio
RO - Castelnuovo Bariano	911	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio
RO - Castelnuovo Bariano	912	S	o	o	o	●	●	o	o	o	ione ammonio, arsenico
RO - Fiesso Umbertiano	913	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
RO - Fiesso Umbertiano	914	S	o	o	o	o	●	o	o	o	conduttività, ione ammonio, cloruri
RO - Giacciano con Baruchella	915	S	●	o	o	o	o	o	o	o	nitrati
RO - Giacciano con Baruchella	916	S	o	o	o	●	o	o	o	o	arsenico
RO - Lendinara	926	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio
RO - Polesella	900	S	o		o	o	●			o	ione ammonio
RO - Rovigo	902	S	o		o	o	●			o	ione ammonio
RO - Trecenta	917	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
RO - Trecenta	918	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
RO - Villamarzana	921	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio
RO - Villamarzana	922	S	o	o	o	●	●	o	o	o	ione ammonio, arsenico
RO - Villanova del Ghebbo	919	S	o	o	o	●	●	o	o	o	ione ammonio, arsenico
RO - Villanova del Ghebbo	920	S	o	o	o	●	●	o	o	o	ione ammonio, arsenico
TV - Altivole	23	B	o	o	o	o	o	o			
TV - Altivole	531	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Arcade	773	S	o	o	●	o	o	o		o	tricloroetilene+tetracloroetilene
TV - Asolo	535	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Breda di Piave	816	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Caerano di San Marco	108	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Cappella Maggiore	806	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Casale sul Sile	117	S	o	●	o	o	o	o		o	metolachlor esa
TV - Castelfranco Veneto	2601102	S	o	●	o	o	o	o			glifosate
TV - Castelfranco Veneto	572	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Castelfranco Veneto	586	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Castelfranco Veneto	765	S	●	o	o	o	o	o		o	nitrati
TV - Cessalto	94	S	o	o	o	●	●	o		o	ione ammonio, arsenico
TV - Cessalto	114	S	o	●	o	o	o	o		o	metolachlor esa
TV - Codognè	789	S	o	●	o	o	o	o		o	linuron, metolachlor esa
TV - Conegliano	792	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Cordignano	702	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Cornuda	100	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Farra di Soligo	758	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Follina	90	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Follina	2602713	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Fontanelle	724	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Fregona	2603003	B	o	o	o	o	o	o			
TV - Gaiarine	711	S	o	o	o	o	●	o		o	ione ammonio
TV - Gaiarine	726	S	o	●	o	o	o	o		o	metolachlor esa
TV - Giavera del Montello	761	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Giavera del Montello	810	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Godega di Sant'Urbano	706	S	●	o	o	o	o	o		o	nitrati
TV - Loria	550	B	o	o	o	o	o	o		o	
TV - Loria	769	B	o	o	o	o	o	o		o	

Tabella 11: continua nella prossima pagina

Tabella 11: continua dalla pagina precedente

Prov. - Comune	Cod	Q	NO ₃	Pest	VOC	Me	Ino	Ar	CIB	Pfas	Sostanze
TV - Loria	771	S	o	●	o	o	o	o	o	o	metolachlor
TV - Mareno di Piave	790	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Mareno di Piave	791	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Mareno di Piave	803	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Maser	248	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Maserada sul Piave	781	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Montebelluna	570	S	o	●	o	o	o	o	o	o	pesticidi totali, glifosate, AMPA
TV - Montebelluna	730	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Morgano	808	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Moriago della Battaglia	746	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Moriago della Battaglia	814	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Nervesa della Battaglia	101	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Nervesa della Battaglia	741	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Nervesa della Battaglia	2605009	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Oderzo	92	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio
TV - Ormelle	91	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Ormelle	812	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Paese	766	S	o	●	o	o	o	o	o	o	metolachlor esa
TV - Pederobba	2605601	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Ponte di Piave	807	S	o	●	o	o	●	o	o	o	ione ammonio, dimetomorf
TV - Ponzano Veneto	762	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Quinto di Treviso	99	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Resana	571	S	o	●	o	o	o	o	o	o	metolachlor esa
TV - Resana	578	S	o	o	●	o	o	o	o	o	tricloroetilene+tetracloroetilene
TV - Resana	777	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Resana	778	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Riese Pio X	230	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Riese Pio X	573	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Riese Pio X	772	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - San Biagio di Callalta	809	S	o	●	o	o	●	o	o	o	pesticidi totali, ione ammonio, metolachlor esa, dimetomorf
TV - San Pietro di Feletto	2607301	S	o	●	o	o	o	o	o	o	dimetomorf
TV - San Polo di Piave	811	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - San Vendemiano	710	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - San Zenone degli Ezzelini	236	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Santa Lucia di Piave	713	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Santa Lucia di Piave	714	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Sernaglia della Battaglia	754	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Sernaglia della Battaglia	756	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Spresiano	786	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Trevignano	737	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Trevignano	738	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Trevignano	739	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Treviso	88	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Vazzola	728	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Vazzola	817	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio
TV - Vedelago	271	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Vedelago	583	S	●	●	o	o	o	o	o	o	nitriti, metolachlor esa
TV - Vedelago	742	S	●	o	o	o	o	o	o	o	nitriti
TV - Vedelago	815	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Villorba	749	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Villorba	750	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Vittorio Veneto	102	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Vittorio Veneto	2609210	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Volpago del Montello	732	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Volpago del Montello	735	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
TV - Zero Branco	363	S	o	●	o	o	o	o	o	o	metolachlor esa
VE - Campolongo Maggiore	16	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio
VE - Camponogara	368	S	o	o	o	o	●	●	o	o	ione ammonio, arsenico
VE - Caorle	309	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio
VE - Cavallino-Treporti	365	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio, cloruri
VE - Cavallino-Treporti	366	S	o	o	o	o	●	●	o	o	ione ammonio, arsenico
VE - Cavarzere	1006	S	o	o	o	o	●	●	o	o	ione ammonio, arsenico

Tabella 11: continua nella prossima pagina

Tabella 11: continua dalla pagina precedente

Prov. - Comune	Cod	Q	NO ₃	Pest	VOC	Me	Ino	Ar	CIB	Pfas	Sostanze
VE - Ceggia	320	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Cinto Caomaggiore	301	B	o			o	o				
VE - Cona	1005	S	o	o	o	o	●	o		o	ione ammonio
VE - Concordia Sagittaria	308	B	o			o	o				
VE - Concordia Sagittaria	1021	S	o	o	o	o	●	o		o	conduttività, ione ammonio, cloruri, solfati
VE - Eraclea	315	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Eraclea	1008	S	o	o	o	o	●	o		o	conduttività, ione ammonio, cloruri, arsenico, boro
VE - Gruaro	302	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Jesolo	1007	S	o	o	o	o	●	o		o	conduttività, ione ammonio, cloruri, boro, solfati
VE - Marcon	27	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Martellago	1011	S	o	o	o	o	●	o		o	ione ammonio, arsenico
VE - Meolo	1001	S	o	o	o	o	●	o		o	ione ammonio
VE - Mira	7	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Mira	296	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Mirano	288	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Mirano	290	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Noale	275	B	o			o	o				
VE - Noale	277	S	o			o	●	o			arsenico
VE - Noventa di Piave	317	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Pianiga	292	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Portogruaro	1004	B	o	o	o	o	o	o		o	
VE - Pramaggiore	306	B	o			o	o				
VE - Pramaggiore	1020	S	o	o	o	o	●	o		o	ione ammonio
VE - Quarto d'Altino	15	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Salzano	1010	B	o	o	o	o	o	o		o	
VE - San Donà di Piave	1002	B	o	o	o	o	o	o		o	
VE - S. Michele al Tagliamento	305	B	o			o	o				
VE - S. Michele al Tagliamento	310	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Santo Stino di Livenza	1003	S	o	o	o	o	●	o		o	ione ammonio
VE - Scorzè	280	B	o			o	o				
VE - Scorzè	1012	S	o	o	o	o	●	o		o	ione ammonio
VE - Spinea	1009	S	o	o	o	o	●	o		o	ione ammonio, arsenico
VE - Teglio Veneto	1019	B	o	o	o	o	o	o		o	
VE - Venezia	3	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Venezia	17	S	o			o	●				ione ammonio
VE - Venezia	25	S	o			o	●	o			ione ammonio, arsenico
VE - Venezia	299	S	o			o	●				ione ammonio
VI - Arcugnano	2400604	B	o	o	o	o	o	o	o		
VI - Arzignano	266	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Asiago	2400922	B	o	o	o	o	o	o	o		
VI - Bassano del Grappa	95	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Bassano del Grappa	244	S	o	o	o	o	●	o	o	o	ione ammonio
VI - Bassano del Grappa	519	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Bassano del Grappa	521	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Breganze	458	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Brendola	265	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Caldogno	234	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Cartigliano	501	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Castelgomberto	468	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Cison del Grappa	2403101	B	o	o	o	o	o	o	o		
VI - Lastevasse	2405004	B	o	o	o	o	o	o	o		
VI - Lonigo	153	S	o	o	o	o	o	o	o	●	PFOA isomero lineare
VI - Malo	460	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Marano Vicentino	456	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Marostica	450	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Marostica	452	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Mason Vicentino	451	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Molvena	2405901	B	o	o	o	o	o	o	o		
VI - Montebello Vicentino	464	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Montecchio Precalcino	462	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Pedemonte	2407603	B	o	o	o	o	o	o	o		
VI - Posina	2408002	B	o	o	o	o	o	o	o		

Tabella 11: continua nella prossima pagina

Tabella 11: continua dalla pagina precedente

Prov. - Comune	Cod	Q	NO ₃	Pest	VOC	Me	Ino	Ar	CIB	Pfas	Sostanze
VI - Pozzoleone	227	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Pozzoleone	463	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Rosà	506	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Rosà	523	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Rosà	524	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Rosà	525	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Rossano Veneto	224	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Rossano Veneto	509	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Rossano Veneto	529	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Rossano Veneto	530	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - San Vito di Leguzzano	2409601	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Sarcedo	457	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Solagna	2410102	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Tezze sul Brenta	235	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Tezze sul Brenta	502	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Tezze sul Brenta	504	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Tezze sul Brenta	593	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Thiene	160	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Thiene	459	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Torri di Quartesolo	155	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Valdagno	2411112	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Valstagna	2411403	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VI - Zermeghedo	465	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Belfiore	387	B	o		o	o	o			o	
VR - Brentino Belluno	2301302	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Brentino Belluno	2301306	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Bussolengo	676	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Buttapietra	682	S	o	o	●	o	o	o	o	o	triclorometano, dibromoclorometano
VR - Castelnuovo del Garda	192	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Cazzano di Tramigna	2302402	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Cologna Veneta	392	S	o		o	o	●			o	ione ammonio
VR - Illasi	386	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Isola della Scala	187	B	o		o	o	o			o	
VR - Isola della Scala	624	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Lavagno	683	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Malcesine	2304501	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Montecchia di Crosara	196	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Mozzecane	681	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Pescantina	677	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Roverè Veronese	2306707	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - San Giovanni Lupatoto	656	S	o	o	●	o	o	o	o	o	triclorometano
VR - Sona	678	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Verona	671	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Verona	674	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Villafranca di Verona	679	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Villafranca di Verona	680	S	o	o	o	o	o	o	o	●	PFOS isomero lineare
VR - Zevio	381	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Zevio	653	B	o	o	o	o	o	o	o	o	
VR - Zevio	654	S	o	o	●	o	o	o	o	o	triclorometano

Tabella 11: si conclude dalla pagina precedente

D | NITRATI: TEST DI MANN-KENDALL

In tabella 12 sono riportati i risultati del test di Mann-Kendall, con livello di confidenza del 95%, applicato alle serie di concentrazione media annua di nitrati per il periodo 2010-2019. Oltre alla significatività del trend monotono fornito dalla statistica di Mann-Kendall, è stata stimata la quantità della variazione mediante il calcolo del coefficiente angolare (pendenza) della retta di regressione non parametrica di Theil.

La procedura di preparazione dei dati per l'analisi dei trend prevede le seguenti operazioni: calcolo della concentrazione media annua in ciascuna stazione; regolarizzazione delle concentrazioni per compensare le variazioni nel tempo dei limiti di quantificazione; scelta dei punti con numero di dati sufficiente all'analisi.

La concentrazione media annua per ciascuna stazione è calcolata come media aritmetica arrotondata ad una cifra decimale; nel caso di concentrazioni inferiori al limite di quantificazione (LQ) viene utilizzato un valore pari a metà del valore del limite di quantificazione (LQ/2, es. <1 sostituito da 0,5). Quando il valore medio calcolato è inferiore ai limiti di quantificazione, il valore viene contrassegnato come "<LQ". In presenza di limiti di quantificazione multipli si assume come limite il valore non quantificato maggiore (LQmax), e tutti i valori inferiori vengono sostituiti con <LQmax (es <1, 3, <0,5, 0,6, <1, 5, diventa <1, 3, <1, <1, <1, 5).

L'analisi è stata limitata ai punti con almeno 8 anni di monitoraggio nel periodo 2010-2019 e primo dato non successivo al 2011. Per i punti con serie storica significativa, ma con concentrazione media annua inferiore al limite di quantificazione per la totalità o quasi degli anni considerati, è stato attribuito automaticamente un trend non significativo. In presenza di dati fortemente *censored*¹ la stima dell'entità del trend è poco affidabile in quanto la sostituzione di tutti valori "minori di" con un numero arbitrario compreso tra zero e il limite di quantificazione introduce un errore nel calcolo della pendenza della retta. Si ritiene che solo pochi valori *no detect* (<5%) non influiscano significativamente sull'accuratezza della magnitudo del trend, pertanto in tabella 12 sono riportati solo i valori della pendenza di Sen per i punti con non più di un dato "censored".

Vedi l'appendice G per maggiori informazioni sulle tecniche di analisi utilizzate

Preparazione dei dati per l'analisi dei trend

Calcolo della concentrazione media annua

Come trattare limiti di quantificazione multipli

Selezione dei punti con serie significativa

Tabella 12: Nitrati: risultati del test di Mann-Kendall ($\alpha = 0.05$). Legenda: n=numero dati; n.cen=numero dati <LQ; S=statistica di Mann-Kendall, sen.sl=pendenza della retta col metodo di Sen in mg L⁻¹ anno⁻¹

Prov.- Comune	Cod.	n	n.cen	S	sen.sl	p-value	trend
BL - Alleghe	2500304	10	0	12	0,03	0.314	non significativo •
BL - Auronzo di Cadore	2500509	9	0	8	0,02	0.447	non significativo •
BL - Borca di Cadore	2500701	10	0	1	0	1.000	non significativo •

Tabella 12: continua nella prossima pagina

¹ Il termine *censored data* viene usato per indicare le osservazioni che non sono quantificate e delle quali si sa solamente che sono inferiori ad un determinato valore.

Tabella 12: continua dalla pagina precedente

Prov.- Comune	Cod.	n	n.cen	S	sen.sl	p-value	trend	
BL - Calalzo di Cadore	2500804	10	0	21	0,02	0.049	crescente	↑
BL - Canale d'Agordo	2502304	10	0	9	0,05	0.471	non significativo	●
BL - Chies d'Alpago	2501222	10	0	6	0	0.642	non significativo	●
BL - Colle Santa Lucia	2501401	10	0	-17	-0,05	0.146	non significativo	●
BL - Comelico Superiore	2501504	10	0	-18	-0,02	0.109	non significativo	●
BL - Feltre	402	10	0	11	0,08	0.367	non significativo	●
BL - Feltre	403	10	0	10	0,12	0.419	non significativo	●
BL - Feltre	404	10	0	-15	-0,27	0.210	non significativo	●
BL - Feltre	405	10	0	3	0,04	0.858	non significativo	●
BL - Fonzaso	2502201	10	0	11	0,07	0.367	non significativo	●
BL - Lentiai	406	10	0	-22	-0,21	0.059	non significativo	●
BL - Limana	2502905	10	0	12	0,17	0.323	non significativo	●
BL - Longarone	410	10	0	17	0,07	0.149	non significativo	●
BL - Mel	408	10	0	-1	0	1.000	non significativo	●
BL - Perarolo di Cadore	2503702	10	0	11	0	0.317	non significativo	●
BL - Quero Vas	2504204	10	0	-10	-0,01	0.398	non significativo	●
BL - Quero Vas	2506406	10	0	14	0,07	0.239	non significativo	●
BL - Rocca Pietore	2504406	10	0	0	0	1.000	non significativo	●
BL - San Pietro di Cadore	2504701	10	0	1	0	1.000	non significativo	●
BL - Santa Giustina	407	10	0	-5	-0,05	0.718	non significativo	●
BL - Sovramonte	401	10	0	-15	-1,45	0.210	non significativo	●
BL - Val di Zoldo	2506812	10	0	-33	-0,03	0.002	decescente	↓
PD - Cadoneghe	967	9	9	0	-	-	non significativo	●
PD - Campo San Martino	955	10	10	0	-	-	non significativo	●
PD - Campodarsego	60	9	7	-11	-	0.148	non significativo	●
PD - Campodoro	956	10	10	0	-	-	non significativo	●
PD - Carmignano di Brenta	954	10	0	-13	-0,22	0.279	non significativo	●
PD - Casale di Scodosia	980	10	10	0	-	-	non significativo	●
PD - Cervarese Santa Croce	975	10	0	-25	-1,47	0.032	decescente	↓
PD - Cinto Euganeo	2803111	10	0	-9	-0,73	0.474	non significativo	●
PD - Cittadella	510	10	0	3	0	0.855	non significativo	●
PD - Cittadella	511	10	0	-22	-0,1	0.051	non significativo	●
PD - Codevigo	981	10	10	0	-	-	non significativo	●
PD - Conselve	977	10	2	-16	-	0.174	non significativo	●
PD - Fontaniva	952	10	0	1	0	1.000	non significativo	●
PD - Grantorto	959	10	0	-4	-0,17	0.785	non significativo	●
PD - Limena	969	10	9	-3	-	0.728	non significativo	●
PD - Maserà di Padova	976	10	9	-1	-	1.000	non significativo	●
PD - Monselice	978	10	0	-14	-1,66	0.243	non significativo	●
PD - Montagnana	979	10	9	-1	-	1.000	non significativo	●
PD - Piacenza d'Adige	86	10	0	-23	-0,8	0.049	decescente	↓
PD - Piazzola sul Brenta	962	9	9	0	-	-	non significativo	●
PD - Piombino Dese	53	10	0	16	0,06	0.162	non significativo	●
PD - San Giorgio delle Pertiche	963	10	10	0	-	-	non significativo	●
PD - San Giorgio in Bosco	951	10	0	-39	-0,75	<0.001	decescente	↓
PD - San Martino di Lupari	517	10	0	-25	-1,5	0.032	decescente	↓
PD - San Pietro in Gu	965	10	0	-15	-0,2	0.210	non significativo	●
PD - Villa Estense	80	8	5	-6	-	0.474	non significativo	●
RO - Badia Polesine	903	10	7	-8	-	0.436	non significativo	●
RO - Badia Polesine	904	10	9	-9	-	0.164	non significativo	●
RO - Bagnolo di Po	905	10	9	-7	-	0.296	non significativo	●
RO - Bagnolo di Po	906	10	9	-7	-	0.296	non significativo	●
RO - Bergantino	901	10	9	-7	-	0.296	non significativo	●
RO - Bergantino	907	10	1	-5	-0,12	0.721	non significativo	●
RO - Bergantino	908	10	8	-15	-	0.070	non significativo	●
RO - Canda	909	10	7	-7	-	0.501	non significativo	●

Tabella 12: continua nella prossima pagina

Tabella 12: continua dalla pagina precedente

Prov.- Comune	Cod.	n	n.cen	S	sen.sl	p-value	trend	
RO - Canda	910	10	8	-9	-	0.300	non significativo	●
RO - Castelnuovo Bariano	911	10	8	-11	-	0.195	non significativo	●
RO - Castelnuovo Bariano	912	10	9	-9	-	0.164	non significativo	●
RO - Fiesso Umbertiano	913	10	0	-22	-1,4	0.059	non significativo	●
RO - Fiesso Umbertiano	914	10	8	-15	-	0.070	non significativo	●
RO - Giacciano con Baruchella	915	10	0	18	1,46	0.127	non significativo	●
RO - Giacciano con Baruchella	916	10	9	-9	-	0.164	non significativo	●
RO - Lendinara	926	10	9	-9	-	0.164	non significativo	●
RO - Polesella	900	10	9	-1	-	1.000	non significativo	●
RO - Rovigo	902	10	7	-20	-	0.034	decrescente	↓
RO - Trecenta	917	10	0	-2	-0,03	0.928	non significativo	●
RO - Trecenta	918	10	8	-13	-	0.120	non significativo	●
RO - Villamarzana	921	10	9	-1	-	1.000	non significativo	●
RO - Villamarzana	922	9	9	0	-	-	non significativo	●
RO - Villanova del Ghebbo	919	10	9	-7	-	0.296	non significativo	●
RO - Villanova del Ghebbo	920	10	10	0	-	-	non significativo	●
TV - Altivole	23	10	0	-13	-1,14	0.283	non significativo	●
TV - Altivole	531	10	0	-31	-3,96	0.007	decrescente	↓
TV - Arcade	773	10	0	-37	-0,82	0.001	decrescente	↓
TV - Asolo	535	10	0	-24	-1,48	0.039	decrescente	↓
TV - Caerano di San Marco	108	10	0	-31	-0,94	0.007	decrescente	↓
TV - Cappella Maggiore	806	9	0	-18	-0,66	0.076	non significativo	●
TV - Casale sul Sile	117	10	0	-31	-2,24	0.007	decrescente	↓
TV - Castelcuoco	2601102	10	0	-29	-0,63	0.012	decrescente	↓
TV - Castelfranco Veneto	572	10	0	-38	-1,6	<0.001	decrescente	↓
TV - Castelfranco Veneto	586	10	0	-41	-1,7	<0.001	decrescente	↓
TV - Castelfranco Veneto	765	10	0	-21	-2,04	0.074	non significativo	●
TV - Cessalto	94	9	8	4	-	0.561	non significativo	●
TV - Cessalto	114	10	1	-1	-0,1	1.000	non significativo	●
TV - Codognè	789	10	6	6	-	0.611	non significativo	●
TV - Conegliano	792	10	0	-18	-0,27	0.127	non significativo	●
TV - Cordignano	702	10	0	-15	-0,79	0.210	non significativo	●
TV - Cornuda	100	10	0	-6	-0,03	0.653	non significativo	●
TV - Farra di Soligo	758	10	0	1	0,03	1.000	non significativo	●
TV - Follina	90	10	0	12	0,12	0.319	non significativo	●
TV - Follina	2602713	10	0	10	0,1	0.419	non significativo	●
TV - Fontanelle	724	10	0	7	0,25	0.592	non significativo	●
TV - Fregona	2603003	10	0	5	0,02	0.718	non significativo	●
TV - Gaiarine	711	10	9	-1	-	1.000	non significativo	●
TV - Gaiarine	726	10	0	14	0,33	0.243	non significativo	●
TV - Giavera del Montello	761	10	0	-6	-0,36	0.653	non significativo	●
TV - Giavera del Montello	810	9	0	-24	-0,62	0.016	decrescente	↓
TV - Godega di Sant'Urbano	706	10	0	11	1,88	0.371	non significativo	●
TV - Loria	550	10	0	-8	0	0.499	non significativo	●
TV - Loria	769	10	0	-9	-0,86	0.474	non significativo	●
TV - Loria	771	10	0	-36	-3,18	0.002	decrescente	↓
TV - Mareno di Piave	790	10	0	-35	-1,14	0.002	decrescente	↓
TV - Mareno di Piave	791	10	0	-27	-0,79	0.020	decrescente	↓
TV - Mareno di Piave	803	10	0	-15	-0,42	0.210	non significativo	●
TV - Maser	248	10	0	-23	-0,97	0.049	decrescente	↓
TV - Maserada sul Piave	781	10	0	-13	-0,29	0.279	non significativo	●
TV - Montebelluna	570	10	0	-35	-2,33	0.002	decrescente	↓
TV - Montebelluna	730	10	0	-28	-1,02	0.015	decrescente	↓
TV - Morgano	808	9	0	-16	-0,99	0.118	non significativo	●
TV - Moriago della Battaglia	746	10	0	7	0,25	0.592	non significativo	●
TV - Nervesa della Battaglia	101	10	0	19	0,14	0.105	non significativo	●

Tabella 12: continua nella prossima pagina

Tabella 12: continua dalla pagina precedente

Prov.- Comune	Cod.	n	n.cen	S	sen.sl	p-value	trend	
TV - Nervesa della Battaglia	741	10	0	-4	-0,1	0.788	non significativo	●
TV - Nervesa della Battaglia	2605009	10	0	3	0,06	0.858	non significativo	●
TV - Oderzo	92	10	9	3	-	0.728	non significativo	●
TV - Ormelle	91	10	0	-40	-0,15	<0.001	decrescente	↓
TV - Ormelle	812	9	0	-3	-0,08	0.834	non significativo	●
TV - Paese	766	10	0	-17	-1,43	0.152	non significativo	●
TV - Pederobba	2605601	10	0	9	0,24	0.474	non significativo	●
TV - Ponte di Piave	807	9	5	6	-	0.565	non significativo	●
TV - Ponzano Veneto	762	10	0	-35	-0,48	0.002	decrescente	↓
TV - Quinto di Treviso	99	10	0	-7	-0,34	0.592	non significativo	●
TV - Resana	571	10	0	-27	-0,67	0.020	decrescente	↓
TV - Resana	578	10	0	-41	-0,98	<0.001	decrescente	↓
TV - Resana	777	10	0	3	0,02	0.858	non significativo	●
TV - Resana	778	10	0	-26	-1	0.025	decrescente	↓
TV - Riese Pio X	230	10	0	-17	-0,28	0.152	non significativo	●
TV - Riese Pio X	573	10	0	-41	-1,61	<0.001	decrescente	↓
TV - Riese Pio X	772	9	0	-34	-2,22	<0.001	decrescente	↓
TV - San Biagio di Callalta	809	9	1	-1	-0,03	1.000	non significativo	●
TV - San Pietro di Feletto	2607301	9	0	-2	-0,11	0.917	non significativo	●
TV - San Polo di Piave	811	9	0	15	0,17	0.142	non significativo	●
TV - San Vendemiano	710	10	0	-22	-0,49	0.059	non significativo	●
TV - San Zenone degli Ezzelini	236	10	0	-41	-0,97	<0.001	decrescente	↓
TV - Santa Lucia di Piave	713	10	0	-7	-0,19	0.592	non significativo	●
TV - Santa Lucia di Piave	714	10	0	10	0,05	0.419	non significativo	●
TV - Sernaglia della Battaglia	754	10	0	-23	-0,58	0.047	decrescente	↓
TV - Sernaglia della Battaglia	756	10	0	15	1,05	0.210	non significativo	●
TV - Trevignano	737	10	0	-21	-0,7	0.074	non significativo	●
TV - Trevignano	738	10	0	-11	-0,4	0.371	non significativo	●
TV - Trevignano	739	10	0	-31	-1,28	0.007	decrescente	↓
TV - Treviso	88	10	0	-38	-0,22	<0.001	decrescente	↓
TV - Vazzola	728	10	0	-11	-0,26	0.371	non significativo	●
TV - Vedelago	271	10	0	15	0,56	0.210	non significativo	●
TV - Vedelago	583	10	0	-7	-1,05	0.592	non significativo	●
TV - Vedelago	742	10	0	-11	-1,47	0.371	non significativo	●
TV - Villorba	749	10	0	-38	-0,57	<0.001	decrescente	↓
TV - Villorba	750	10	0	-29	-1,54	0.012	decrescente	↓
TV - Vittorio Veneto	102	10	0	3	0,13	0.858	non significativo	●
TV - Vittorio Veneto	2609210	10	0	20	0,1	0.088	non significativo	●
TV - Volpago del Montello	732	10	0	0	0	1.000	non significativo	●
TV - Volpago del Montello	735	10	0	-32	-2,1	0.005	decrescente	↓
TV - Zero Branco	363	10	0	36	0,38	0.002	crescente	↑
VE - Campolongo Maggiore	16	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Camponogara	368	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Caorle	309	9	9	0	-	-	non significativo	●
VE - Cavallino-Treporti	365	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Cavallino-Treporti	366	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Cavarzere	1006	10	9	-9	-	0.164	non significativo	●
VE - Ceggia	320	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Cinto Caomaggiore	301	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Cona	1005	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Concordia Sagittaria	308	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Eraclea	315	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Eraclea	1008	10	9	-1	-	1.000	non significativo	●
VE - Gruaro	302	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Jesolo	1007	10	5	-20	-	0.067	non significativo	●
VE - Marcon	27	10	10	0	-	-	non significativo	●

Tabella 12: continua nella prossima pagina

Tabella 12: continua dalla pagina precedente

Prov.- Comune	Cod.	n	n.cen	S	sen.sl	p-value	trend	
VE - Martellago	1011	10	2	-13	-	0.279	non significativo	●
VE - Meolo	1001	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Mira	7	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Mira	296	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Mirano	288	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Mirano	290	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Noale	275	10	0	24	0,2	0.037	crescente	↑
VE - Noale	277	10	9	-9	-	0.164	non significativo	●
VE - Noventa di Piave	317	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Pianiga	292	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Portogruaro	1004	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Pramaggiore	306	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Quarto d'Altino	15	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Salzano	1010	10	2	-34	-	0.003	decescente	↓
VE - San Donà di Piave	1002	10	3	-19	-	0.101	non significativo	●
VE - San Michele al Tagliamento	305	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - San Michele al Tagliamento	310	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Santo Stino di Livenza	1003	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Scorzè	280	10	0	25	0,11	0.021	crescente	↑
VE - Scorzè	1012	10	9	-9	-	0.164	non significativo	●
VE - Spinea	1009	10	5	11	-	0.337	non significativo	●
VE - Venezia	3	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Venezia	17	10	10	0	-	-	non significativo	●
VE - Venezia	25	10	9	-5	-	0.486	non significativo	●
VE - Venezia	299	10	10	0	-	-	non significativo	●
VI - Arcugnano	2400604	10	0	-3	0	0.846	non significativo	●
VI - Arzignano	266	10	0	-36	-0,5	0.001	decescente	↓
VI - Asiago	2400922	10	0	6	0	0.629	non significativo	●
VI - Bassano del Grappa	95	10	0	-17	-0,25	0.140	non significativo	●
VI - Bassano del Grappa	244	10	0	14	0,71	0.243	non significativo	●
VI - Bassano del Grappa	519	10	0	-9	-0,08	0.461	non significativo	●
VI - Bassano del Grappa	521	10	0	-10	-0,1	0.405	non significativo	●
VI - Breganze	458	10	0	-17	-0,06	0.121	non significativo	●
VI - Brendola	265	10	0	-37	-1,5	0.001	decescente	↓
VI - Caldogno	234	10	0	-26	-2,1	0.025	decescente	↓
VI - Cartigliano	501	10	0	1	0	1.000	non significativo	●
VI - Castelgomberto	468	10	0	-12	-0,3	0.323	non significativo	●
VI - Cison del Grappa	2403101	10	0	9	0	0.407	non significativo	●
VI - Lastevasse	2405004	10	0	9	0,1	0.466	non significativo	●
VI - Lonigo	153	10	0	22	1,28	0.059	non significativo	●
VI - Malo	460	10	0	-31	-2	0.007	decescente	↓
VI - Marano Vicentino	456	10	0	-30	-0,89	0.009	decescente	↓
VI - Marostica	450	10	0	14	1,06	0.243	non significativo	●
VI - Marostica	452	10	0	-27	-0,25	0.014	decescente	↓
VI - Mason Vicentino	451	10	0	-39	-2,86	<0.001	decescente	↓
VI - Molvena	2405901	10	0	-7	-0,17	0.589	non significativo	●
VI - Montebello Vicentino	464	10	0	-28	-0,5	0.013	decescente	↓
VI - Montecchio Precalcino	462	10	0	-21	-0,33	0.068	non significativo	●
VI - Pedemonte	2407603	10	0	-4	-0,06	0.786	non significativo	●
VI - Posina	2408002	10	0	-21	0	0.023	decescente	↓
VI - Pozzoleone	227	10	0	-3	-0,1	0.857	non significativo	●
VI - Pozzoleone	463	10	0	-29	-0,69	0.012	decescente	↓
VI - Rosà	506	10	0	16	0,17	0.170	non significativo	●
VI - Rosà	523	10	0	-9	-0,25	0.471	non significativo	●
VI - Rosà	524	10	0	-14	-0,42	0.243	non significativo	●
VI - Rosà	525	10	0	-16	-0,5	0.178	non significativo	●

Tabella 12: continua nella prossima pagina

Tabella 12: continua dalla pagina precedente

Prov.- Comune	Cod.	n	n.cen	S	sen.sl	p-value	trend	
VI - Rossano Veneto	224	10	0	-23	-0,4	0.047	decrescente	↓
VI - Rossano Veneto	509	10	0	-26	-0,83	0.023	decrescente	↓
VI - Rossano Veneto	529	10	0	-22	-0,2	0.052	non significativo	●
VI - Rossano Veneto	530	10	0	-37	-0,83	0.001	decrescente	↓
VI - San Vito di Leguzzano	2409601	10	0	11	0,07	0.350	non significativo	●
VI - Sarcedo	457	10	0	-15	-0,12	0.198	non significativo	●
VI - Solagna	2410102	10	0	1	0	1.000	non significativo	●
VI - Tezze sul Brenta	235	10	0	3	0,12	0.857	non significativo	●
VI - Tezze sul Brenta	502	10	0	17	0	0.097	non significativo	●
VI - Tezze sul Brenta	504	10	0	1	0	1.000	non significativo	●
VI - Thiene	160	10	0	-29	-0,8	0.012	decrescente	↓
VI - Thiene	459	10	0	-21	-1	0.074	non significativo	●
VI - Torri di Quartesolo	155	10	0	-36	-1,5	0.002	decrescente	↓
VI - Valdagno	2411112	10	0	-20	0	0.034	decrescente	↓
VI - Valstagna	2411403	10	0	6	0	0.638	non significativo	●
VI - Zermeghedo	465	10	0	-43	-1,58	<0.001	decrescente	↓
VR - Belfiore	387	10	8	8	-	0.361	non significativo	●
VR - Brentino Belluno	2301302	10	0	1	0	1.000	non significativo	●
VR - Castelnuovo del Garda	192	10	0	-10	-0,25	0.415	non significativo	●
VR - Cazzano di Tramigna	2302402	10	0	5	0,07	0.715	non significativo	●
VR - Cologna Veneta	392	10	10	0	-	-	non significativo	●
VR - Illasi	386	10	0	-35	-1,75	0.002	decrescente	↓
VR - Isola della Scala	187	10	10	0	-	-	non significativo	●
VR - Isola della Scala	624	10	0	-15	-3,12	0.210	non significativo	●
VR - Malcesine	2304501	10	0	22	0,25	0.055	non significativo	●
VR - Montecchia di Crosara	196	10	0	5	0,08	0.718	non significativo	●
VR - Roverè Veronese	2306707	10	0	8	0,11	0.526	non significativo	●
VR - San Giovanni Lupatoto	656	10	0	8	0,33	0.530	non significativo	●
VR - Verona	671	9	0	-18	-0,79	0.076	non significativo	●
VR - Zevio	381	10	0	-15	-0,1	0.185	non significativo	●
VR - Zevio	653	8	0	-10	-0,34	0.266	non significativo	●
VR - Zevio	654	10	0	33	1,25	0.004	crescente	↑

Tabella 12: si conclude dalla pagina precedente

Nelle analisi chimiche per la ricerca di pesticidi nelle acque spesso le concentrazioni hanno livelli tanto bassi da non essere quantificabili. I valori sono prossimi allo zero, ma la quantità spesso non è nulla: ha solo una grandezza inferiore al limite di quantificazione (LQ) del laboratorio, dello strumento e/o del metodo. Non potendo riportare un valore esatto, la presenza di questi dati è convenzionalmente indicata come inferiore al limite di quantificazione (<LQ).

Negli ultimi anni si è osservato un maggior riscontro di campioni con presenza¹ di pesticidi rispetto ai monitoraggi degli anni passati, ciò però non indica necessariamente un maggior inquinamento, ma spesso è il risultato dell'evoluzione delle tecniche analitiche, con metodiche e strumenti che hanno abbassato anche di 1-2 ordini di grandezza i limiti di quantificazione delle sostanze.

Di conseguenza la presentazione dei risultati del monitoraggio, in termini di presenza o assenza di residui nei campioni prelevati e analizzati, è condizionata dalle sostanze che il laboratorio è in grado di determinare e dal limite di quantificazione che è in grado di raggiungere. Ciò di fatto, come già sottolineato nei rapporti precedenti, rende le informazioni che si traggono da questo tipo di statistiche non generalizzabili e non confrontabili, creando spesso confusione, soprattutto in chi non ha dimestichezza con la materia e con questo tipo di dati.

Poiché il profilo d'indagine non è perfettamente omogeneo sul territorio regionale e i limiti di quantificazione non sono uniformi né tra i laboratori né tra le sostanze, i dati sono stati ricensurati² rispetto ad un comune valore di valutazione (*common assessment level*). Questa è un'operazione che viene normalmente fatta per interpretare i dati di qualità delle acque per composti diversi, provenienti da più laboratori e/o riferiti a periodi di tempo diversi [20, 14, 30]. Una volta che le concentrazioni sono state riportate a questo valore comune è possibile confrontare le frequenze di ritrovamento e le concentrazioni tra i diversi pesticidi.

Questo valore di riferimento comune è stato determinato come il più alto limite di quantificazione presente nell'insieme di dati e pari a 0.03 µg/L³.

Questo processo di ricensura avviene confrontando i valori misurati rispetto a questo nuovo valore di riferimento, tutte le concentrazioni inferiori a 0.03 µg/L sono ricodificate come <0.03 µg/L e tutte le concentrazioni superiori o uguali a 0.03 µg/L rimangono invariate.

In tabella 13 sono riportati in corrispondenza di ogni sostanza ricercata:

- 1 Campioni con concentrazione al di sopra del limite di quantificazione
- 2 Un campione di dati con la presenza di dati non quantificabili è chiamato censurato per indicare che il valore è solo parzialmente noto.
- 3 Valore pari al 30% dello standard di qualità di 0.1 µg/L per la singola sostanza, come richiesto dalla direttiva 2009/90/CE, che stabilisce le specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque

Il problema dei dati inferiori al limite di quantificazione

Preparazione dei dati di concentrazione per elaborazioni a scala regionale

- il o i limiti di quantificazione (LQ in $\mu\text{g/L}$);
- numero di punti di monitoraggio (punti di prelievo);
- numero di determinazioni analitiche con concentrazione inferiore a $0.03 \mu\text{g/L}$;
- numero di determinazioni analitiche con concentrazione compresa tra $0.03 \mu\text{g/L}$ e il valore limite di $0.10 \mu\text{g/L}$;
- numero di determinazioni analitiche con concentrazione oltre il valore limite di $0.10 \mu\text{g/L}$;
- numero totale di campioni analizzati (Tot);
- la concentrazione minima misurata in $\mu\text{g/L}$;
- la concentrazione massima misurata in $\mu\text{g/L}$.

Nelle figure successive per ciascuna sostanza è riportata una mappa delle concentrazioni massime annue nel punto. Per le stazioni di monitoraggio con concentrazioni superiori a $0.1 \mu\text{g/L}$ è indicato anche il codice identificativo.

Tabella 13: Pesticidi: sintesi dei risultati di monitoraggio per principio attivo. In rosso le sostanze con almeno un campione con concentrazione superiore a $0.10 \mu\text{g/L}$

Denominazione	LQ [$\mu\text{g/L}$]	Punti	Determinazioni			Tot	Conc. [$\mu\text{g/L}$]	
			<0.03	0.03-0.10	>0.10 $\mu\text{g/L}$		min	max
2,4-D	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	-	-
2,4,5-T	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	-	-
acetochlor	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	-	-
aclonifen	0.03	92	182	0	0	182	-	-
alachlor	0.01	234	447	0	0	447	-	-
aldrin	0.01	195	365	0	0	365	-	-
AMPA	0.01, 0.02	46	75	1	1	77	0.01	0.68
atrazina	0.01	234	443	4	0	447	0.01	0.05
atrazina-desetil	0.01, 0.02	234	437	10	0	447	0.01	0.09
atrazina-desisopropil	0.01, 0.03	182	273	1	0	274	0.01	0.04
azinfos-metile	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	-	-
azoxystrobin	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	-	-
bentazone	0.01, 0.03	234	443	4	0	447	0.01	0.08
bifenox	0.01	92	182	0	0	182	-	-
boscalid	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	0.02	0.02
chlorpiriphos	0.01	234	447	0	0	447	0.01	0.01
chlorpiriphos-metile	0.01	234	447	0	0	447	0.01	0.01
cibutrina	0.03	92	182	0	0	182	-	-
cipermetrina	0.01	92	182	0	0	182	-	-
clomazone	0.01, 0.03	195	370	1	0	371	0.04	0.04
clorfenvinfos	0.01	195	371	0	0	371	-	-
cloridazon	0.01, 0.03	234	445	2	0	447	0.03	0.05
cyprodinil	0.01, 0.03	130	220	0	0	220	-	-
DDD, pp	0.01	195	365	0	0	365	-	-
DDE, pp	0.01	195	365	0	0	365	-	-
DDT, op	0.01	195	365	0	0	365	-	-
DDT, pp	0.01	195	365	0	0	365	0.01	0.02
dicamba	0.03	131	256	1	1	258	0.03	0.12
dichlorvos	0.03	92	182	0	0	182	-	-
dieldrin	0.01	195	365	0	0	365	-	-
difenoconazolo	0.01, 0.03	130	220	0	0	220	-	-
dimetenamide	0.01	234	447	0	0	447	-	-

Tabella 13: continua nella prossima pagina

Tabella 13: continua dalla pagina precedente

Denominazione	LQ [$\mu\text{g/l}$]	Punti	Determinazioni				Conc. [$\mu\text{g/L}$]	
			<0.03	0.03-0.10	>0.10 $\mu\text{g/L}$	Tot	min	max
dimetoato	0.01, 0.03	234	447	0	0	447	-	-
dimetomorf	0.01, 0.03	234	437	6	4	447	0.01	2.51
diuron	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	-	-
endosulfan (alfa+beta)	0.005	92	182	0	0	182	0.006	0.006
endosulfan (miscela isomeri alfa e beta e endosulfan solfato)	0.01	142	259	0	0	259	-	-
endosulfan alfa	0.01	103	183	0	0	183	-	-
endosulfan beta	0.01	103	183	0	0	183	-	-
endosulfan solfato	0.03	92	182	0	0	182	-	-
endrin	0.01	195	365	0	0	365	-	-
eptacloro	0.005, 0.01	195	365	0	0	365	0.021	0.021
eptacloro epossido	0.01	92	181	1	0	182	0.03	0.03
eptacloro+eptacloro epossido	0.01	91	172	1	0	173	0.06	0.06
etofumesate	0.01	234	446	1	0	447	0.06	0.06
fenhexamid	0.01, 0.03	130	220	0	0	220	-	-
fludioxonil	0.01, 0.03	175	265	0	0	265	0.01	0.01
flufenacet	0.01	234	447	0	0	447	0.01	0.01
fluopicolide	0.03	92	182	0	0	182	-	-
glifosate	0.01, 0.02	46	75	0	2	77	0.01	0.4
glufosinate di ammonio	0.01, 0.02	46	77	0	0	77	-	-
HCB	0.01	92	182	0	0	182	0.02	0.02
HCH (isomeri)	0.01	103	183	0	0	183	-	-
HCH, alfa	0.01	195	365	0	0	365	-	-
HCH, beta	0.01	195	365	0	0	365	-	-
HCH, delta	0.01	195	365	0	0	365	-	-
HCH, gamma	0.01	195	365	0	0	365	-	-
imidacloprid	0.01, 0.03	130	220	0	0	220	-	-
iprovalicarb	0.01, 0.03	130	220	0	0	220	-	-
isodrin	0.01	195	365	0	0	365	-	-
isoproturon	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	-	-
lenacil	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	-	-
linuron	0.01, 0.03	234	446	0	1	447	0.3	0.3
malathion	0.01	103	189	0	0	189	-	-
MCPA	0.01, 0.03	234	447	0	0	447	-	-
mecoprop	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	-	-
metalaxil+metalaxil-M	0.01, 0.03	195	369	1	1	371	0.02	0.21
metamitron	0.01, 0.03	234	447	0	0	447	-	-
metazaclor	0.01, 0.03	130	220	0	0	220	-	-
metolachlor	0.01	234	435	10	2	447	0.01	0.33
metolachlor esa	0.01, 0.03	175	223	24	18	265	0.01	0.36
metossifenozone	0.01, 0.03	195	368	3	0	371	0.02	0.06
metribuzina	0.01	195	369	2	0	371	0.03	0.03
moline	0.01	195	371	0	0	371	-	-
nicosulfuron	0.01, 0.03	232	419	6	0	425	0.01	0.1
oxadiazon	0.01	195	369	2	0	371	0.01	0.08
penconazolo	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	-	-
pendimetalin	0.01	234	446	1	0	447	0.08	0.08
procimidone	0.01	136	252	0	0	252	-	-
propamocarb	0.03	130	220	0	0	220	-	-
propanil	0.01, 0.03	234	447	0	0	447	-	-
propiconazolo	0.01, 0.03	130	219	0	0	219	-	-
propizamide	0.01, 0.03	234	447	0	0	447	-	-
pyrimethanil	0.01, 0.03	130	220	0	0	220	-	-
quinoxifen	0.01, 0.03	129	219	0	0	219	-	-
quizalofop-ethyl	0.01, 0.03	195	371	0	0	371	-	-
rimsulfuron	0.01, 0.03	193	349	0	0	349	-	-
simazina	0.01	234	447	0	0	447	0.01	0.01
spiroxamina	0.01, 0.03	130	220	0	0	220	-	-
tebuconazolo	0.01, 0.03	195	370	1	0	371	0.02	0.03
tebufenozide	0.01, 0.03	130	219	1	0	220	0.05	0.05
terbutilazina	0.01	234	442	5	0	447	0.01	0.09
terbutilazina-desetil	0.01	234	411	36	0	447	0.01	0.1
terbutrina	0.01	234	447	0	0	447	-	-
tetraconazole	0.01, 0.03	130	218	0	2	220	0.11	0.21

Tabella 13: continua nella prossima pagina

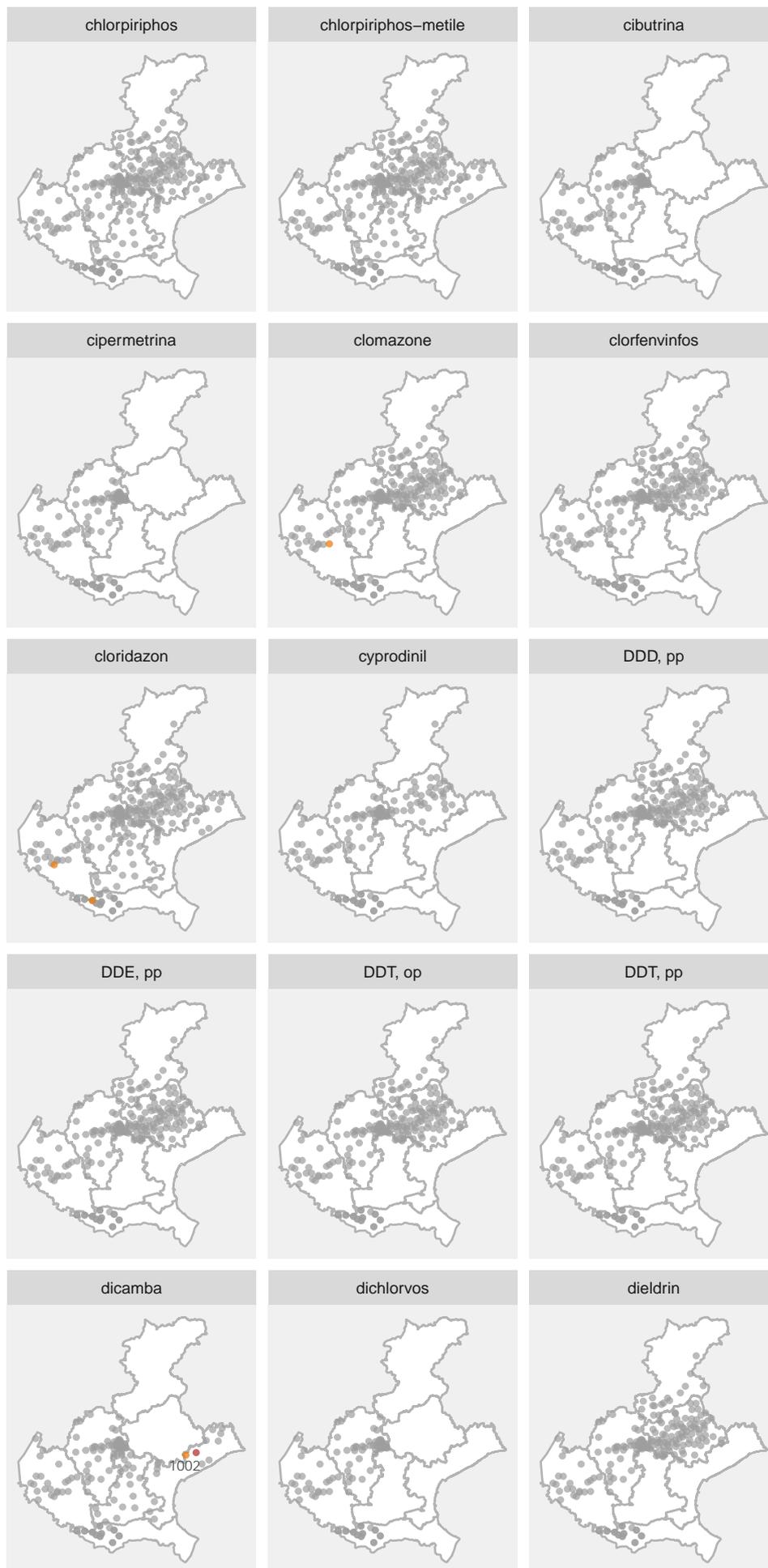
Tabella 13: continua dalla pagina precedente

Denominazione	LQ [$\mu\text{g/l}$]	Punti	Determinazioni				Conc. [$\mu\text{g/L}$]	
			<0.03	0.03-0.10	>0.10 $\mu\text{g/L}$	Tot	min	max
tiofanate-metil	0.03	92	182	0	0	182	-	-
trifluralin	0.01	195	365	0	0	365	-	-
vinclozolin	0.01	103	183	0	0	183	-	-

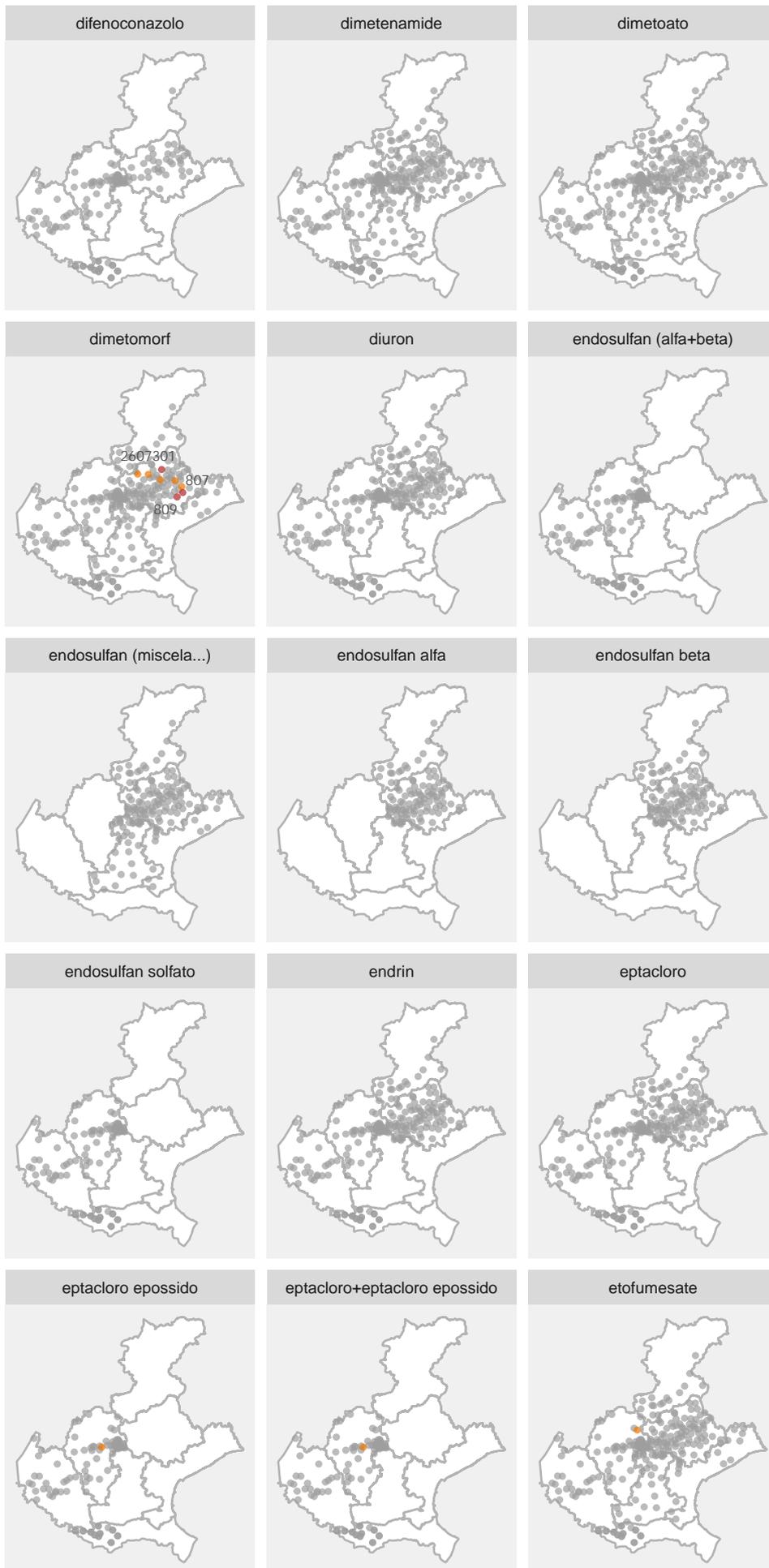
Tabella 13: si conclude dalla pagina precedente



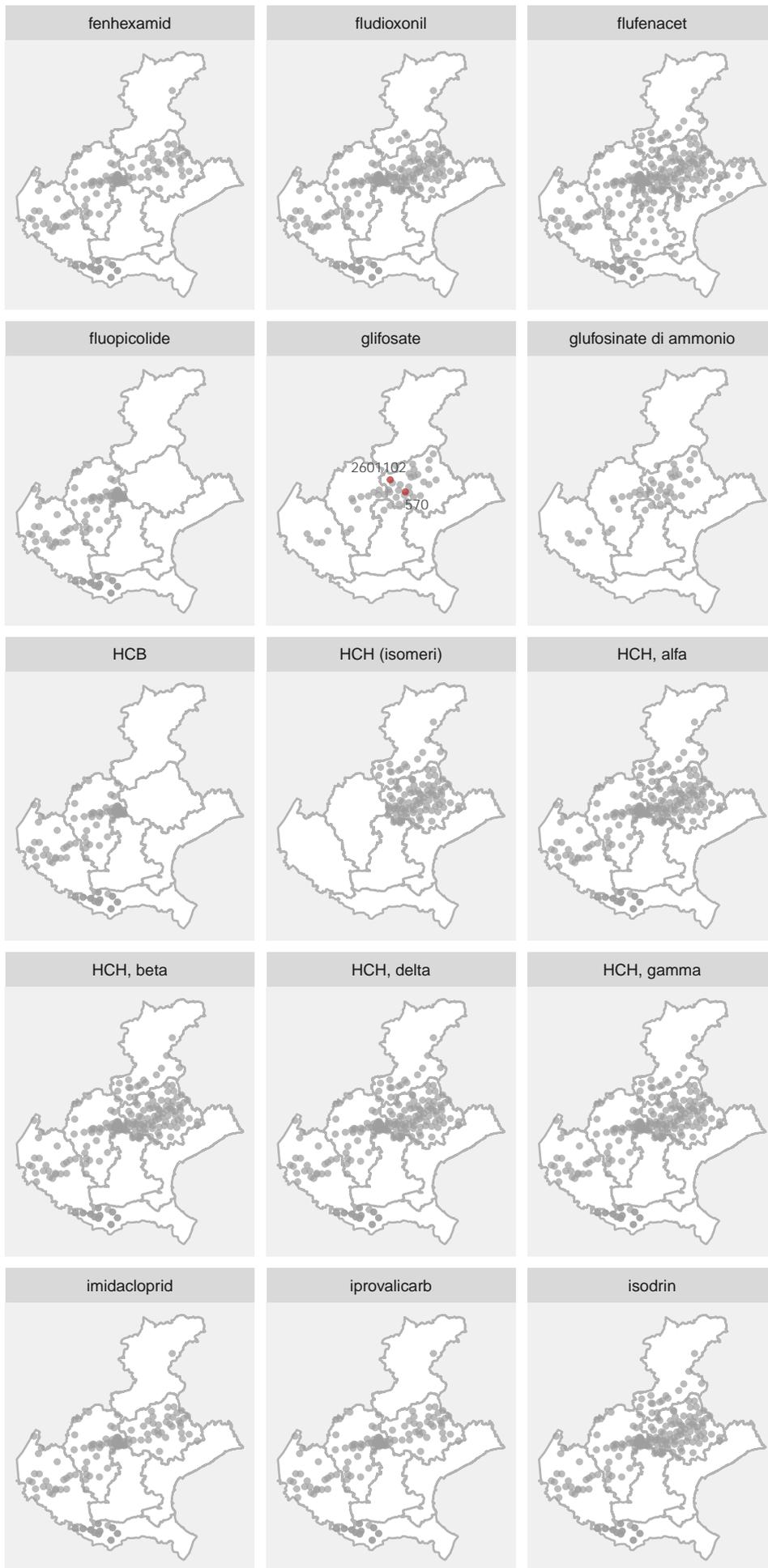
concentrazione annua massima [µg/l] • <math><0.03</math> • $0.03-0.10$ • >0.10



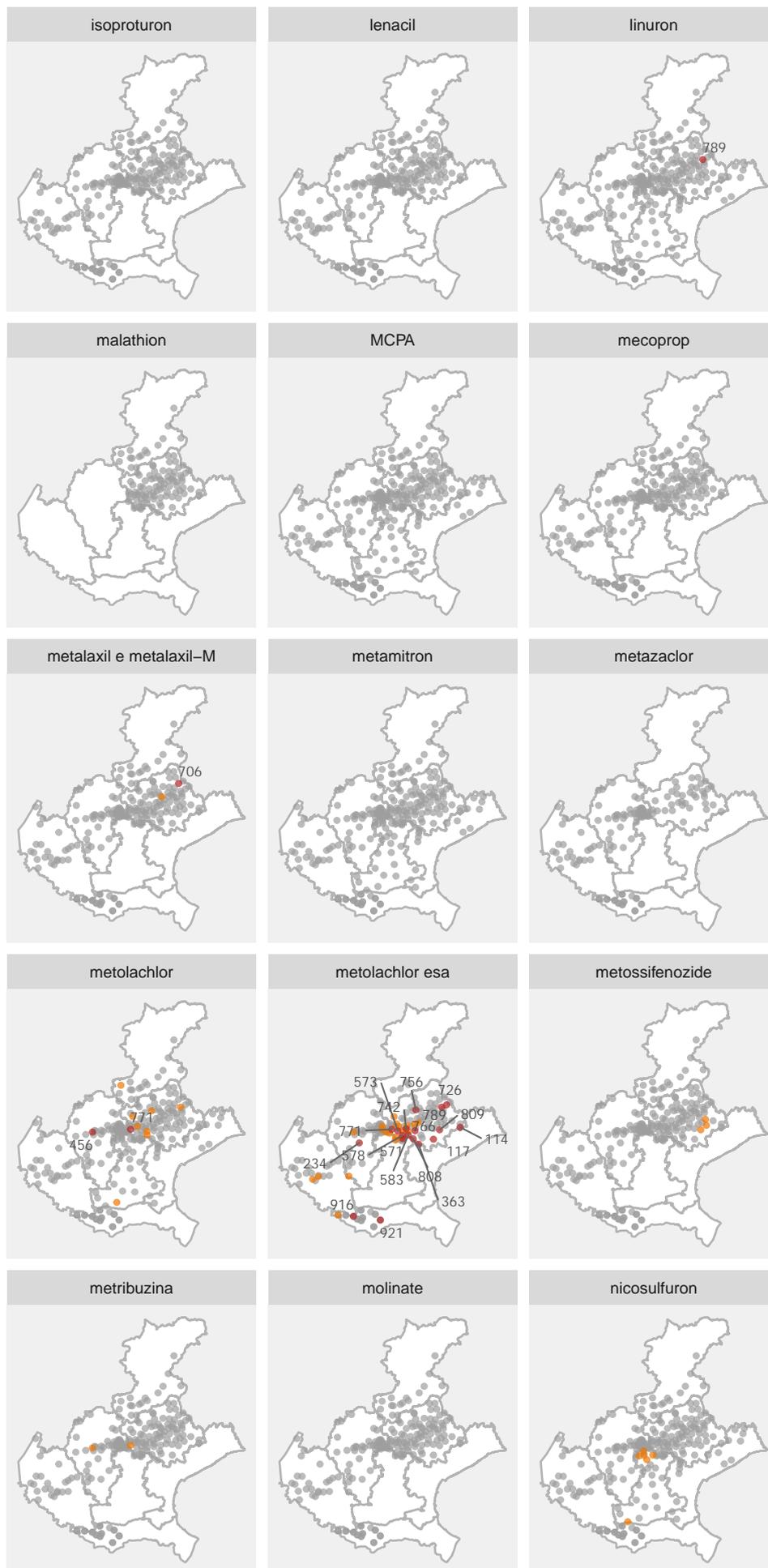
concentrazione annua massima [µg/l] • <math><0.03</math> • $0.03-0.10$ • >0.10



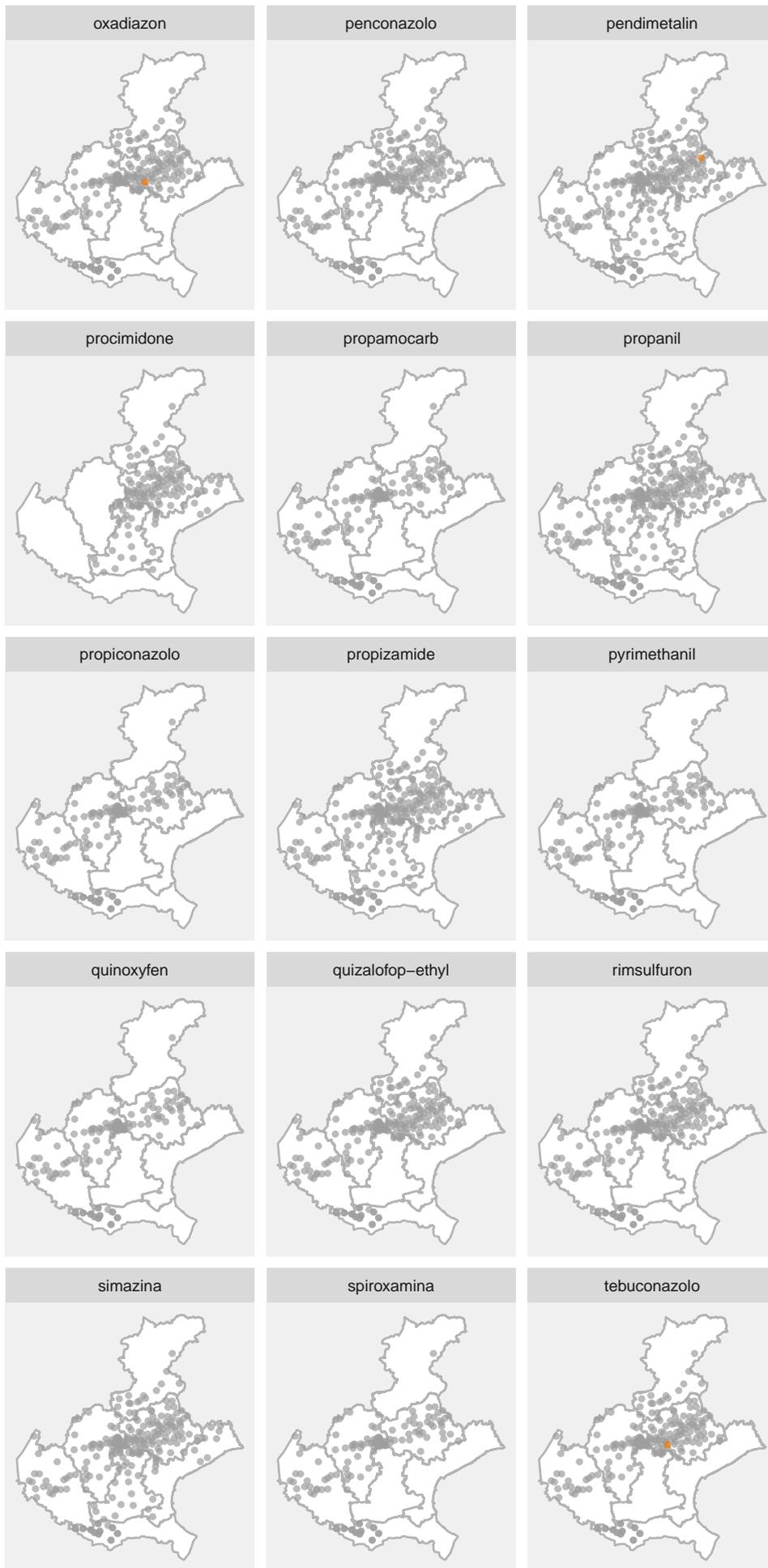
concentrazione annua massima [$\mu\text{g/l}$] • < 0.03 • $0.03\text{--}0.10$ • > 0.10



concentrazione annua massima [$\mu\text{g/l}$] • <0.03 • >0.10



concentrazione annua massima [µg/l] ● <0.03 ● 0.03–0.10 ● >0.10



concentrazione annua massima [$\mu\text{g/l}$] • < 0.03 • $0.03-0.10$



concentrazione annua massima [$\mu\text{g/l}$] • <0.03 • $0.03\text{--}0.10$ • >0.10

F

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI

In tabella 14 sono riportati in corrispondenza di ogni composto organico volatile ricercato:

- il valore soglia (VS in $\mu\text{g/l}$) se definito in tabella 3, lettera B, parte A dell'allegato 1 della parte terza del DLgs 152/2006 smi;
- il/i limiti di quantificazione (LQ in $\mu\text{g/l}$);
- il numero di punti di monitoraggio (punti di prelievo);
- il numero di determinazioni analitiche;
- la concentrazione minima misurata in $\mu\text{g/l}$;
- la concentrazione massima misurata in $\mu\text{g/l}$;
- il numero di determinazioni oltre il valore soglia, se definito.

Come per i pesticidi, anche per i VOC il set di sostanze e i limiti di quantificazione non sono uniformi tra i diversi laboratori ARPAV, inoltre nel valutare la conformità rispetto al valore soglia possono presentarsi casi in cui il $LQ \leq VS$, ma non rispetta i requisiti previsti dal DLgs 30/2009 ($LQ \leq 30\% VS$). Ciò rende i risultati non esaustivi dal punto di vista normativo e non confrontabili su tutto il territorio regionale.

Tabella 14: Composti organici volatili: sintesi dei risultati per sostanza

Denominazione	VS µg/L	LQ µg/L	Conc.		Punti	Determinazioni		
			min	max		totali	>VS	
alifatici alogenati								
1,1-dicloroetano	-	0.05	-	-	1	1	0	
1,1-dicloroetilene	-	0.03, 0.05, 0.5	0.09	0.38	255	490	0	
1,1,1-tricloroetano	-	0.05, 0.1, 0.5	0.05	0.69	255	489	0	
1,1,2-tricloroetano	-	0.1	-	-	1	1	0	
1,1,2,2-tetracloroetano	-	0.05	-	-	1	1	0	
1,2-dibromoetano	-	0.03	-	-	1	1	0	
1,2-dicloroetano	3	0.03, 0.05, 0.1, 0.5	-	-	255	490	0	
1,2-dicloroetilene	60	0.05	-	-	1	1	0	
1,2-dicloroetilene cis	-	0.05	0.07	2.22	121	225	0	
1,2-dicloroetilene trans	-	0.05	0.27	0.27	121	225	0	
1,2-dicloropropano	-	0.05	-	-	121	225	0	
1,2,3-tricloropropano	-	0.03	-	-	1	1	0	
bromodichlorometano	0.17	0.05, 0.1, 0.5	0.09	0.09	255	490	0	
cloruro di vinile	0.5	0.05, 0.1, 0.5	0.12	0.76	255	490	2	
dibromoclorometano	0.13	0.05, 0.1, 0.5	0.44	0.44	255	490	1	
diclorometano	-	0.05	-	-	121	224	0	
esaclorobutadiene	0.15	0.05, 0.5	-	-	255	490	0	
tetracloroetilene	-	0.05, 0.1, 0.5	0.05	20	261	502	0	
tetraclorometano	-	0.05, 0.1, 0.5	-	-	255	489	0	
tribromometano	-	0.05, 0.1, 0.3, 0.5	0.15	2.06	255	490	0	
tricloroetilene	-	0.05, 0.1, 0.5	0.05	2.07	261	502	0	
triclorofluorometano	-	0.05	0.05	1.39	121	224	0	
triclorometano	0.15	0.05, 0.1, 0.5	0.05	2.7	261	502	9	
aromatici								
benzene	1	0.03, 0.05, 0.5, 1	-	-	237	460	0	
etilbenzene	50	0.03, 0.05, 0.5, 3	0.03	0.53	237	460	0	
naftalene	-	0.05	-	-	1	1	0	
stirene	-	0.03, 0.05	-	-	106	201	0	
toluene	15	0.03, 0.05, 0.5, 1	0.06	0.38	237	460	0	
xilene (o)	-	3, 6	-	-	92	182	0	
xilene (o+m+p)	-	0.03, 0.05, 0.1, 0.5	0.03	0.42	145	278	0	
xilene (p)	10	3, 6	-	-	92	182	0	
altri								
EtBE	-	0.05, 0.1, 0.5, 5	-	-	252	483	0	
MTBE	-	0.05, 0.1, 0.5, 5	0.05	0.48	252	484	0	

G.1 TEST DI MANN-KENDALL (MKT)

Il test di Mann-Kendall è molto utilizzato per analisi di serie storiche ambientali ed è stato proposto anche *in AquaTerra - an Integrated Project of the 6th EU RTD Framework Programme, Work package T2: Trends in Groundwater*, proprio per valutare i trend dei nitrati. Si tratta di un test non parametrico, e pertanto non assume alcuna distribuzione a priori per i dati, il che porta di solito ad una maggior robustezza rispetto a metodi parametrici, inoltre può essere utilizzato in presenza di campioni di piccole dimensioni come quelli oggetto di questo rapporto. In MKT l'ipotesi nulla (H_0) è che non esista un trend e quindi che la successione dei valori sia stabile. L'ipotesi alternativa (H_A) è invece che i dati seguano nel tempo un andamento monotono crescente o decrescente. La statistica test di Mann-Kendall, indicata con S , viene calcolata mediante l'espressione:

È un test non parametrico e può essere utilizzato in presenza di campioni di piccole dimensioni

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (1)$$

dove x_j e x_k sono i valori annuali negli anni j e k , con $j > k$, rispettivamente, e n è la lunghezza della serie, mentre la funzione segno è definita come segue:

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{se } x_j - x_k > 0, \\ 0 & \text{se } x_j - x_k = 0, \\ -1 & \text{se } x_j - x_k < 0. \end{cases} \quad (2)$$

Il segno di S indica la direzione del trend: si ha un trend in crescita se S è positivo, un trend in calo se S è negativo. Tanto più il parametro S si avvicina a zero tanto più dovrà essere accettata come vera l'ipotesi nulla H_0 di assenza di trend.

Per piccoli campioni ($n \leq 10$) i p -value sono riportati in tabelle [17]. Per un test bilaterale, i p -value tabulati corrispondenti al valore assoluto di S sono raddoppiati e l'ipotesi nulla H_0 è rifiutata se $2 \cdot p\text{-value} < \alpha$.

Per piccoli campioni

Per grandi campioni ($n > 10$) la significatività può essere verificata con la distribuzione normale Z .

Per grandi campioni

$$Z_S = \begin{cases} (S - 1)/\sigma_S & \text{se } S > 0, \\ 0 & \text{se } S = 0, \\ (S + 1)/\sigma_S & \text{se } S < 0. \end{cases} \quad (3)$$

con

$$\sigma_S = \sqrt{(n/18) \cdot (n - 1) \cdot (2n + 5)} \quad (4)$$

oppure, nel caso di valori identici (*tied*)

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^g t_j(t_j-1)(2t_j+5)]} \quad (5)$$

dove g è il numero di gruppi con dati *tied* e t_j è il numero di dati *tied* nel j -mo gruppo *tied*.

Per un test a due code, l'ipotesi nulla H_0 è rifiutata al livello di significatività (α) se $|Z_s| > Z_{c,\alpha/2}$. Quando si rifiuta H_0 implicitamente si afferma che nel tempo si è realizzato un cambiamento monotono della mediana, ma nulla viene detto sull'intensità del cambiamento.

G.2 LINEA ROBUSTA DI KENDALL-THEIL (O THEIL-SEN SLOPE

Il test di Mann-Kendall porta ad una accettazione o rifiuto dell'ipotesi nulla per un dato livello di significatività, ma non quantifica l'eventuale trend. Visto che con pochi dati diventa impossibile dimostrare la normalità e omoschedasticità¹ della distribuzione, se non già confermata da altre ricerche, è conveniente calcolare una retta di regressione non parametrica, invece di ricorrere al metodo classico della regressione con il metodo parametrico dei minimi quadrati.

Tra le metodologie quella più diffusa è quella proposta da Theil (1950), la cui significatività è testata con il test della correlazione di Kendall, come proposto da P. K. Sen nel 1968 da cui il nome di Theil-Kendall, utilizzato in vari testi [31]. La procedura proposta si fonda sulla mediana di tutte le rette, calcolate sulle possibili coppie di punti.

È la mediana di tutte le rette, calcolate sulle possibili coppie di punti

La regressione lineare, come noto, si basa sull'equazione di una linea retta:

$$\hat{Y}_i = b \cdot X_i + a \quad (6)$$

dove :

\hat{Y}_i è il valore stimato per il valore X dell'osservazione i ,

X_i è il valore empirico o campionario di X della stessa osservazione i ,

a è l'intercetta della retta di regressione,

b è il coefficiente angolare della retta di regressione.

Il coefficiente angolare b è stimato come mediana di tutte le rette calcolate sulle possibili coppie di punti. Per ogni coppia di punti i, j :

$$b_{ij} = \frac{(Y_j - Y_i)}{(X_j - X_i)} \quad 1 \leq i < j \leq n \quad (7)$$

¹ omoschedasticità: dal greco, stessa varianza

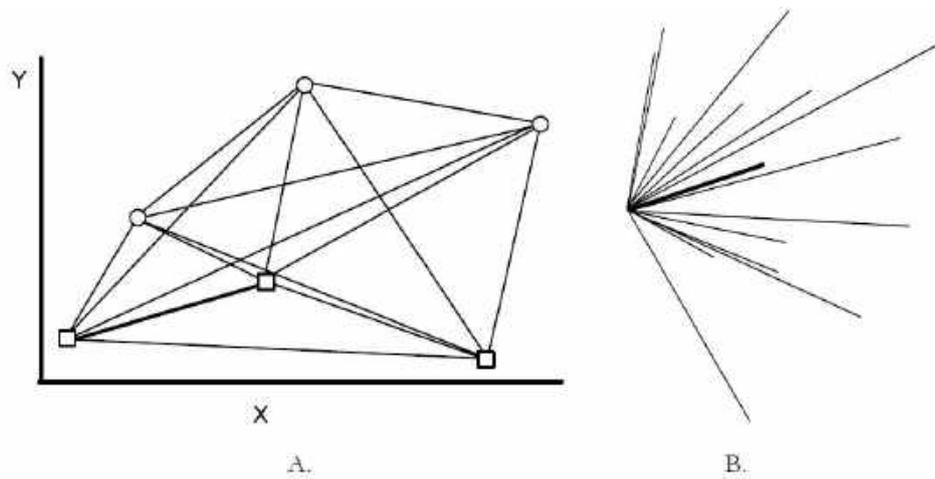


Figura 17: A. Tutti i possibili coefficienti angolari b_{ij} tra le coppie di 6 punti distinti.
 B. Tutte le possibili rette riportate ad una origine comune. La linea in grassetto è la mediana delle 15 rette [19]

Con n punti distinti, il numero N_p di possibili coefficienti angolari è dato da:

$$N_p = \frac{n \times (n - 1)}{2} \quad (8)$$

Gli N_p valori di b_{ij} vengono ordinati dal più piccolo al più grande e b è calcolato come mediana di questi N_p valori (figura 17).

BIBLIOGRAFIA

- [1] ARPAV. *Annali freatimetrici, anni 2007-2011*. 2012. URL: http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/idrologia/file-e-allegati/rapporti-e-documenti/idrologia-regionale/idrologia-regionale/la-rete-freatimetrica/Annali%20Freatimetrici_2007_2011_v2.pdf (cit. a p. 28).
- [2] ARPAV. *Disponibilità della risorsa idrica*. URL: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/idrologia/file-e-allegati/rapporti-e-documenti/idrologia-regionale/idrologia-regionale-rapporti-sulla-risorsa-idrica> (cit. a p. 28).
- [3] ARPAV. *Gli Open Data - Idrosfera*. URL: <http://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data/idrosfera> (cit. a p. 28).
- [4] Cinzia Boscolo, Lucio D'Alberto e Filippo Mion. *Atlante delle sorgenti del Veneto*. Orientambiente. ARPAV, 2007. URL: <http://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/pubblicazioni/atlante-delle-sorgenti-del-veneto> (cit. a p. 6).
- [5] Cinzia Boscolo e Filippo Mion. *Le acque sotterranee della pianura veneta - I risultati del Progetto SAMPAS*. Orientambiente. ARPAV, 2008. URL: <http://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/pubblicazioni/le-acque-sotterranee-della-pianura-veneta-i-risultati-del-progetto-sampas> (cit. a p. 6).
- [6] Cinzia Boscolo, Filippo Mion e Luca Stecca. *Progetto Mo.Sp.As – Monitoraggio Sperimentale dello ione arsenico nelle acque della media e bassa pianura veneta*. Rapp. tecn. ARPAV, mar. 2009. URL: http://www.arpa.veneto.it/acqua/docs/interne/sotterranee/SAI_MoSpAs.pdf.
- [7] Robert C Buck et al. «Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: Terminology, classification, and origins». In: *Integrated Environmental Assessment and Management* 7.4 (2011), pp. 513–541. ISSN: 1551-3793. DOI: [10.1002/ieam.258](https://doi.org/10.1002/ieam.258) (cit. a p. 24).
- [8] Commissione Europea. *Protezione delle acque sotterranee in Europa*. 2008. URL: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/groundwater/pdf/brochure/it.pdf> (cit. a p. 8).
- [9] Commissione Europea. *Relazione della Commissione ai sensi dell'articolo 3, paragrafo 7, della direttiva 2006/118/CE sulla definizione di valori soglia per le acque sotterranee*. Mar. 2010. URL: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/groundwater/pdf/IT.pdf> (cit. a p. 55).
- [10] Jason M. Conder et al. «Are PFCA's Bioaccumulative? A Critical Review and Comparison with Regulatory Criteria and Persistent Lipophilic Compounds». In: *Environmental Science & Technology* 42.4 (2008), pp. 995–1003. DOI: [10.1021/es070895g](https://doi.org/10.1021/es070895g) (cit. a p. 23).

- [11] Decreto legislativo 16 marzo 2009, n.30. «Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento». In: *G.U. n. 79 del 04/04/2009* (mar. 2009).
- [12] Decreto legislativo 3 aprile marzo 2006, n.152. «Norme in materia ambientale». In: *Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 88 del 14/04/2006* (mar. 2006).
- [13] Direttiva Nitrati (91/676/CEE). *Stato e tendenze dell'ambiente acquatico e delle pratiche agricole. Guida alla stesura delle relazioni degli Stati membri*. 2011 (cit. a p. 15).
- [14] Cheryl A. Eddy-Miller, Timothy T. Bartos e Michelle L. Taylor. *Pesticides in Wyoming's groundwater, 2008-2010*. 2013. URL: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/sir20135064> (cit. a p. 71).
- [15] Donatella Ferri e Marco Marcaccio. *Report triennale 2010-2012 della qualità delle acque sotterranee*. A cura di ARPA Emilia Romagna. 2013.
- [16] L.M. Frans e D.R. Helsel. *Evaluating Regional Trends in Ground-Water Nitrate Concentrations of the Columbia Basin Ground Water Management Area, Washington*. 2005. URL: <http://pubs.water.usgs.gov/sir20055078>.
- [17] Richard O. Gilbert. *Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring*. John Wiley & Sons, Inc., 1987 (cit. a p. 84).
- [18] Delibera della Giunta Regionale del Veneto n. 551 del 26 aprile 2016 (BUR n. 42 del 09/05/2016). *Approvazione della classificazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei nel quinquennio 2010-2014*. 2016. URL: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/file-e-allegati/normativa/acque-sotterranee/dgr-551-del-26-04-2016-bur-n.42-del-09-05-2016> (cit. a p. 9).
- [19] D. R. Helsel e R. M. Hirsch. *Statistical Methods in Water Resources*. Techniques of water-resources investigations of the United States Geological Survey Chapter A3. U.S. Geological Survey, 2002. URL: <http://water.usgs.gov/pubs/twri/twri4a3> (cit. a p. 86).
- [20] D.R. Helsel. *Statistics for Censored Environmental Data Using Minitab and R*. CourseSmart. Wiley, 2011. ISBN: 9781118162767. URL: <https://books.google.it/books?id=cgez4u8bTpoC> (cit. a p. 71).
- [21] ISPRA. *Protocollo per la Definizione dei Valori di Fondo per le Sostanze Inorganiche nelle Acque Sotterranee*. Apr. 2009.
- [22] J. M. McArthur et al. «Arsenic in groundwater: Testing pollution mechanisms for sedimentary aquifers in Bangladesh». In: *Water Resources Research* 37.1 (2001), pp. 109–117. ISSN: 1944-7973. DOI: [10.1029/2000WR900270](https://doi.org/10.1029/2000WR900270). URL: <http://dx.doi.org/10.1029/2000WR900270>.
- [23] A.I. McLeod. *Kendall: Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test*. R package version 2.2. 2011. URL: <http://CRAN.R-project.org/package=Kendall>.
- [24] Steven P. Millard. *EnvStats: An R Package for Environmental Statistics*. New York: Springer, 2013. ISBN: 978-1-4614-8455-4. URL: <http://www.springer.com>.

- [25] Dietmar Müller et al. *Bridge Project, Deliverable 18: Final proposal for a methodology to set out groundwater threshold values in Europe*. 2006 (cit. a p. 9).
- [26] Sara Negri et al. «Caratteristiche, uso e tossicità dei fluorurati: revisione della letteratura.» In: *G Ital Med Lav Ergon* 30.1 (2008), pp. 61–74. ISSN: 1592-7830. URL: <http://www.biomedsearch.com/nih/Characteristics-use-toxicity-fluorochemicals-review/18700679.html> (cit. a p. 23).
- [27] OECD/UNEP Global PFC Group. *Synthesis Paper on Per- and Polyfluorinated Chemicals (PFCs)*. 2013. URL: https://www.oecd.org/env/ehs/risk-management/PFC_FINAL-Web.pdf (cit. a p. 23).
- [28] R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2017. URL: <https://www.R-project.org/>.
- [29] Marco Rotiroti et al. «Origine e dinamica della contaminazione da ferro, manganese, arsenico ed ammonio in acque sotterranee superficiali, il caso di Cremona». In: DOI: 10.1474/EHEGeology.2012-14.B-06.155 *Conference: Engineering Hydro Environmental Geology, Volume: 14B*. 2012. URL: http://www.researchgate.net/publication/262412835_Origine_e_dinamica_della_contaminazione_da_ferro_manganese_arsenico_ed_ammonio_in_acque_sotterranee_superficiali_il_caso_di_Cremona (cit. a p. 21).
- [30] B.D. Schaap e J.S. Zogorski. *Occurrence of trihalomethanes in the Nation's ground water and drinking-water supply wells, 1985-2002*. 2006. URL: <https://pubs.usgs.gov/sir/2006/5068/> (cit. a p. 71).
- [31] Lamberto Soliani. *Statistica applicata alla ricerca e alle professioni scientifiche 2010*. Parma: UNI.NOVA, 2010 (cit. a p. 85).
- [32] USEPA. *Data Quality Assessment: Statistical Tools for Practitioners (QA/G-9S)*. Feb. 2006. URL: <http://www.epa.gov/QUALITY/qs-docs/g9s-final.pdf>.
- [33] USEPA. *Statistical Analysis of Groundwater Monitoring Data at RCRA Facilities-Unified Guidance*. Mar. 2009. URL: <http://www.epa.gov/osw/hazard/correctiveaction/resources/guidance/sitechar/gwstats/index.htm>.
- [34] WFD CIS Guidance Document No. 18. *Guidance on groundwater status and trend assessment*. Rapp. tecn. 2009 (cit. a p. 9).
- [35] Hadley Wickham. *ggplot2: elegant graphics for data analysis*. Springer New York, 2009. ISBN: 978-0-387-98140-6. URL: <http://had.co.nz/ggplot2/book>.

Area Tecnica e Gestionale
Servizio Osservatorio Acque Interne
Via Rezzonico, 41
35131 Padova
Italy
Tel. +39 049 7393783
E-mail: orac@arpa.veneto.it



ARPAV

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale
Via Ospedale Civile, 24
35121 Padova
Italy
Tel. +39 049 82 39 301
Fax. +39 049 66 09 66
E-mail urp@arpa.veneto.it
E-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
www.arpa.veneto.it