



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



DIPARTIMENTO
DI GEOSCIENZE

Caratterizzazione idrogeochimica delle acque sotterranee della Val Lapisina

Tesista: Luca Donà

Relatore: Prof. Leonardo Piccinini

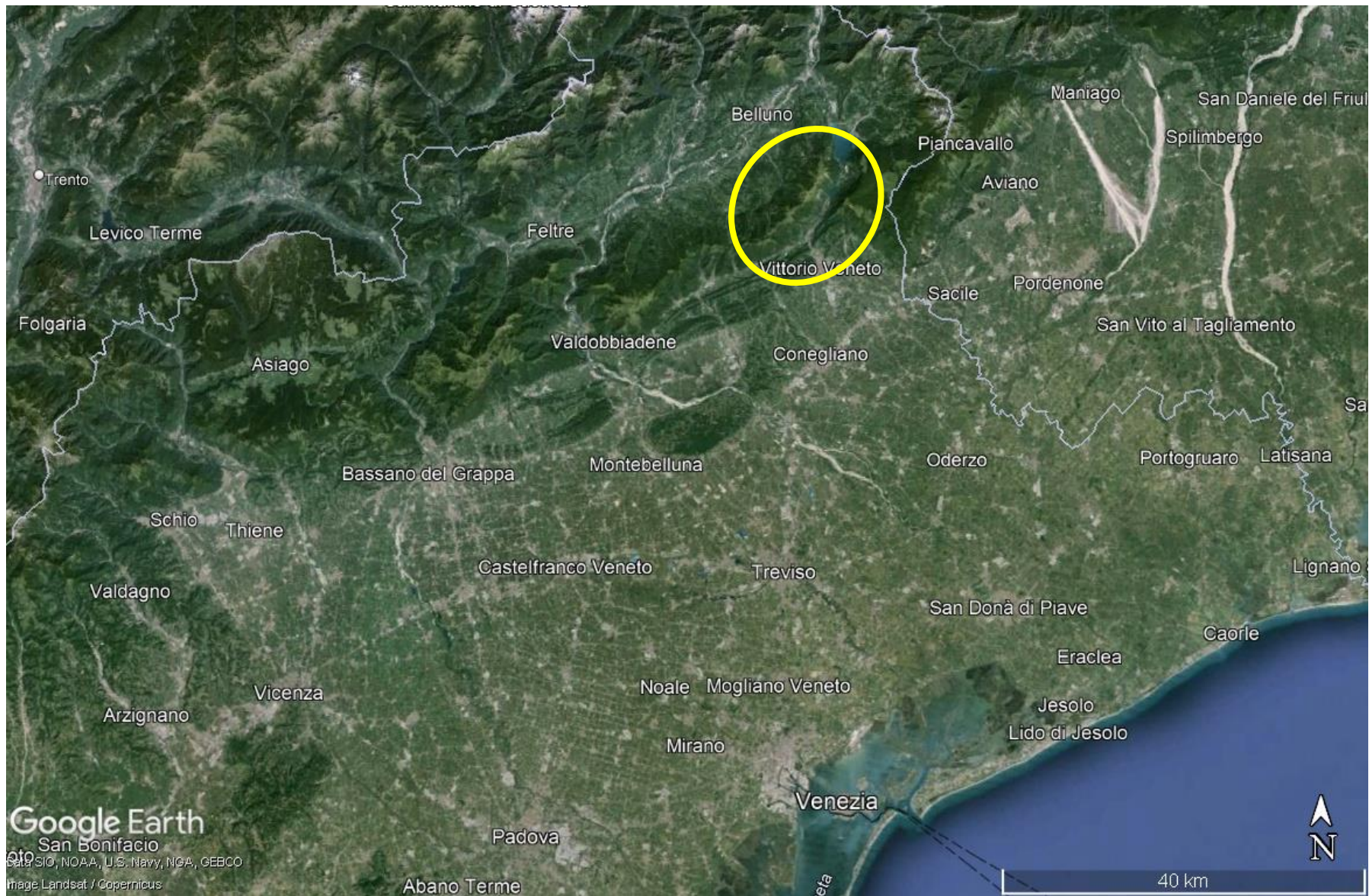
Co-Relatore: Prof. Christine Meyzen

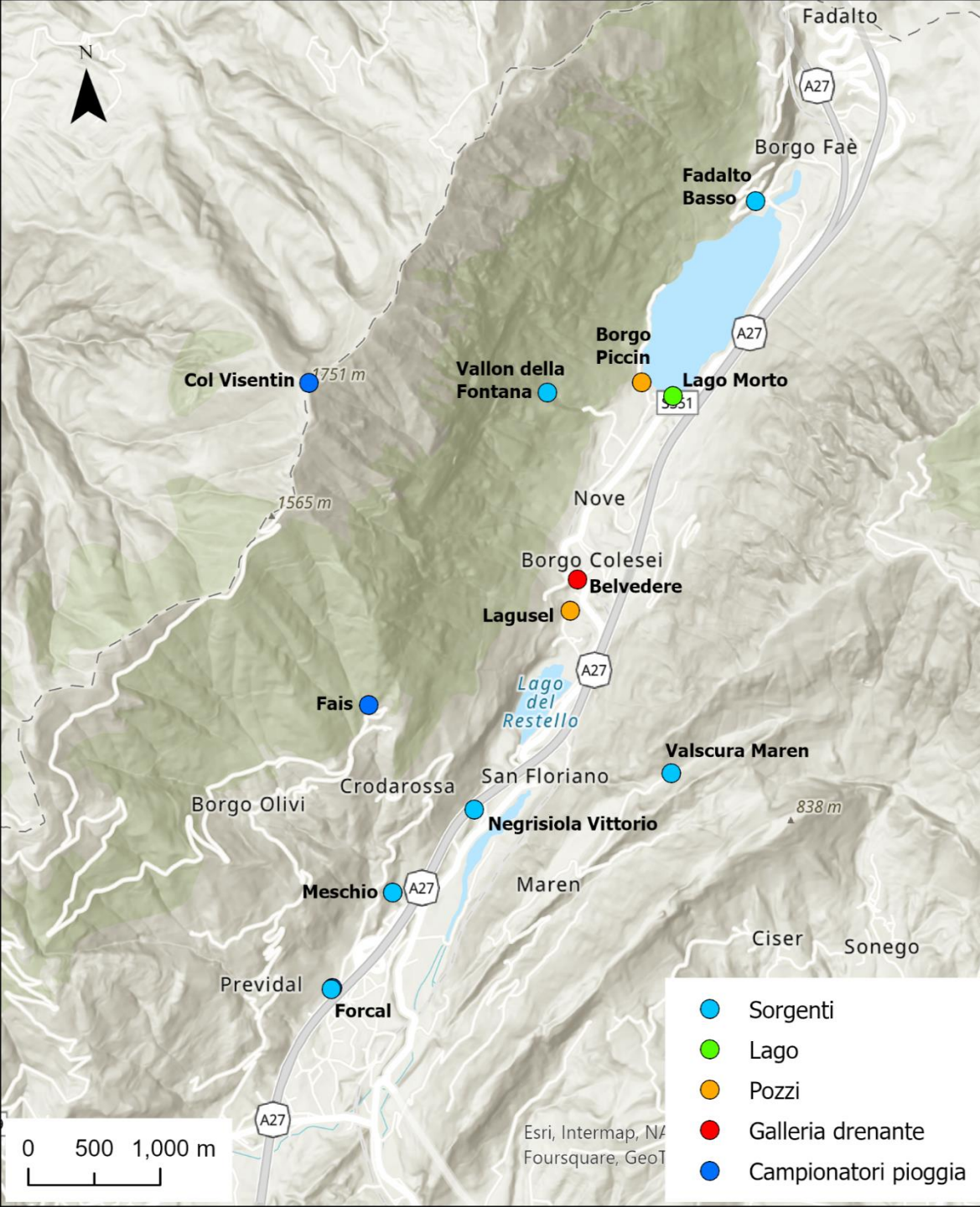
7 Marzo 2024

Obbiettivi

Acquisizione ed elaborazione delle analisi idrochimiche relative alle acque sotterranee della Val Lapisina:

- identificazione e distribuzione delle facies idrochimiche;
 - analisi ed interpretazione degli spettri di arricchimento ed impoverimento;
 - definizione di un modello idrogeologico concettuale.
-





Val Lapisina

- 13** punti di campionamento:
6 campioni di acqua sotterranea
proveniente dalle sorgenti;
1 campione di acque sotterranea
proveniente galleria drenante
Belvedere;
2 campioni di acqua sotterranea
proveniente dai pozzi;
1 campione di acqua superficiale del
Lago Morto;
3 campioni di pioggia.

Monitoraggio idrochimico

12 campagne di campionamento mensili:

4 cationi maggiori: calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), potassio (K);

5 anioni maggiori: bicarbonato (HCO_3) e carbonato (CO_3), solfato (SO_4), cloruro (Cl), nitrato (NO_3);

14 elementi in traccia prioritari: alluminio (Al), ferro (Fe), manganese (Mn), stronzio (Sr), titanio (Ti), **fosfato (PO_4)**, fluoro (F), boro (B), nichel (Ni), zinco (Zn), **vanadio (V)**, **cromo (Cr)**, bario (Ba), **piombo (Pb)**;

10 elementi in traccia accessori: **bromuro (Br)**, litio (Li), rame (Cu), **uranio (U)**, **arsenico (As)**, antimonio (Sb), **cobalto (Co)**, **selenio (Se)**, **cadmio (Cd)**, **berillio (Be)**.

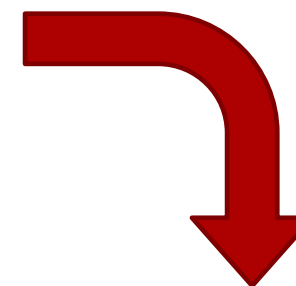
3 campagne iniziali con analisi di **33** elementi che dalla 4° campagna in poi si sono ridotti a **22**.

Elaborazione preliminare dei dati

- Digitalizzazione dei certificati analitici attraverso Microsoft Excel.
- Inserimento dei dati digitalizzati in un database in Microsoft Access.



SampleID	Site	Date	Al	As	B	Ba	Be	Br	Ca	Cd	Co	CO2	Cr	Cu	Fe	HCO3	K		
2	BE	Belvedere	01/07/2023	0.0022	0.013	0.038			36.7	122	2.8				0.089	148	0.		
3	BE	Belvedere	01/09/2023	0.0013	0.012	0.038			40.5	138	2			0.001	0.092	169	0.		
4	BE	Belvedere	05/10/2023		0.013	0.039			64.7	134	1.6				0.095	163	0.		
5	BE	Belvedere	02/11/2023	0.0019	0.014	0.044			58.2	129	3			0.0011	0.09	158	0.		
6	BE	Belvedere	04/12/2023	0.0014	0.012	0.039			49.6	127	2.6				0.097	155	0.		
7	BE	Belvedere	28/12/2023	0.0017	0.014	0.041			56.9	138	2.5				0.096	169	0.		
8	BP	Borgo Piccin	14/07/2023	0.0027	0.013	0.037			39.2	125	2.1				0.096	0.0057	152	0.	
9	BP	Borgo Piccin	01/09/2023		0.013	0.037			39.3	136	1.8				0.105		166	0.	
10	BP	Borgo Piccin	05/10/2023	0.002	0.013	0.037			54.1	132	1.4				0.103	0.0086	161	0.	
11	BP	Borgo Piccin	02/11/2023	0.0018	0.013	0.043			57.6	137	2				0.1	0.0076	167	0.	
12	BP	Borgo Piccin	04/12/2023	0.001	0.011	0.036			48.9	128	2.4				0.1	0.007	156	0.	
13	BP	Borgo Piccin	28/12/2023	0.0019	0.013	0.037			55.8	136	2				0.095	0.0052	165	0.	
14	CV	Col Visentin	14/07/2023	0.251	0.009	0.016			4.9	11			0.0076	0.0057	0.014	0.274	13		
15	CV	Col Visentin	01/09/2023	0.025		0.011		0.01	4.4	14	1.4		0.0014	0.0179	0.018	0.019	17	1	
16	CV	Col Visentin	05/10/2023	0.023		0.019			7	14					0.0024	0.013	0.021	17	0.1
17	CV	Col Visentin	02/11/2023	0.029		0.028			5.5	11						0.0097			
18	CV	Col Visentin	04/12/2023	0.006		0.018			4.8						0.007				0.3
19	CV	Col Visentin	28/12/2023	0.012		0.007			10.1	27.8	1.7			0.029		0.023	34	2	
20	FA	Fals	14/07/2023	0.089		0.026	0.0087		0.01	10.1	27.2		0.0033						
21	FA	Fals	01/09/2023	0.022		0.008	0.0036			4.1	14				0.008				
22	FA	Fals	05/10/2023	0.014			0.01			8.1					0.010				
23	FA	Fals	02/11/2023	0.029			0.0044			5.5	11				0.005				
24	FA	Fals	04/12/2023	0.013		0.0036				6.9	16	1.3			0.006				
25	FA	Fals	28/12/2023	0.009		0.0041				3.7	23.2				0.004				
26	FB	Fadalto Basso	14/07/2023	0.0021		0.01	0.056			34.6	120	2.4			0.001				
27	FB	Fadalto Basso	01/09/2023	0.021		0.01	0.059			36.9	135	1.9			0.001				
28	FB	Fadalto Basso	05/10/2023			0.01	0.056			54.1	132	1.6							
29	FB	Fadalto Basso	02/11/2023	0.001		0.01	0.062			56.4	132	3			0.0014				
30	FB	Fadalto Basso	04/12/2023			0.01	0.053			46	119	2.6							
31	FB	Fadalto Basso	28/12/2023	0.0028		0.012	0.057			53.8	136	2.1							
32	FO	Forcal	14/07/2023	0.028		0.013				5	19.2			0.0025	0.0013				



Laboratorio Veritas
Rapporto di prova S-VE-2023-053568
data di emissione: 09/08/2023
ACCREEDIA
LAB N° 0211 L
Spett.le
Piave Servizi SpA - Ufficio C02
c.a. Ing. L. Dal Negro
Tel.: 0438 795743 E-Mail: acquedoto@piaveservizi.eu

INFORMAZIONI FORNITE DAL CLIENTE §
Punto di Prelievo: 61FORN013
Descrizione Campione: Acqua da Lago Morto
Matrice: Acqua da destinare al consumo umano
Piano: Progetto di ricerca con l'Università di Padova
Responsabile del Piano: Ing. L. Dal Negro

CAMPIONAMENTO § (effettuato da Cliente)
Campionatore: Cliente
Data: 14/07/2023 11.50
Numero Verbale: 23180723
Metodo di Campionamento: Non dichiarato
Luogo: Zona Vittorio Veneto (TV)
Condizioni ambientali: Sereno

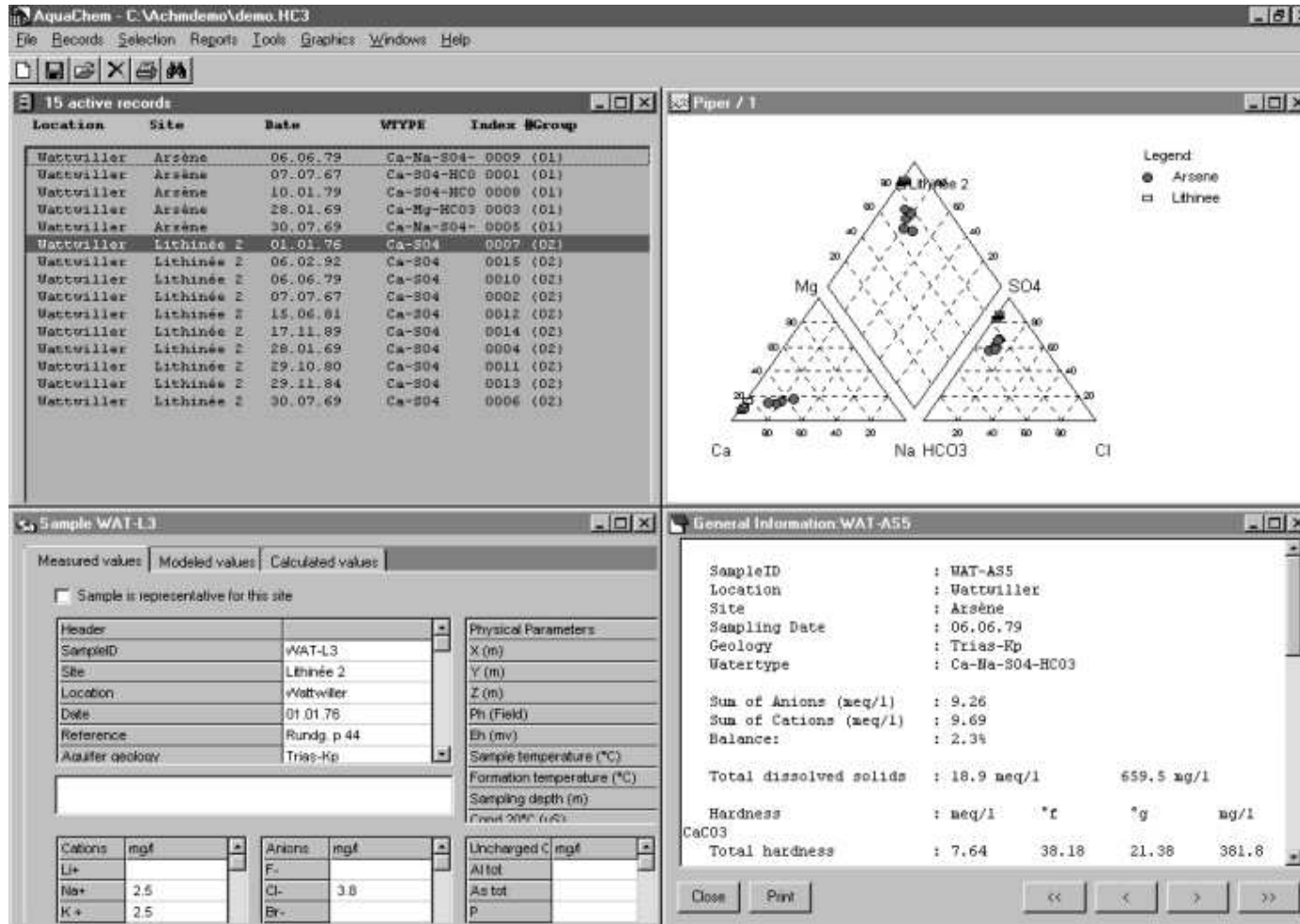
TRASPORTO
Trasporto eseguito da: Laboratorio
Data Consegna a Laboratorio: 18/07/2023
Condizioni di trasporto: Refrigerato

ACCETTAZIONE CAMPIONE LABORATORIO
Data ricezione: 18/07/2023

Prova	U.d.M	Valore	Incertezza Estesa	Limite Normativo	Data Inizio Data Fine
Bromuro	mg/l	<0.01			18/07/2023 - 25/07/2023
EPA 300.1 1997 part A + EC 1999					
Rame	mg/l	<0.001			18/07/2023 - 07/08/2023
UNI EN ISO 17294-2 2016					
Uranio	µg/l	<1			18/07/2023 - 07/08/2023
UNI EN ISO 17294-2 2016					

ID	NOME	Tipo	Parametri	Sigla	Data_Campione	LIM	Valore	Incertezza	Note
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Calcio	Ca		02/11/2023 mg/l		58.2		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Magnesio	Mg		02/11/2023 mg/l		11.3		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Sodio	Na		02/11/2023 mg/l		3.7	0.5	
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Potassio	K		02/11/2023 mg/l		1	0.1	
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Carbonato	CO3		02/11/2023 mg/l CaCO3				<10
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Cloruro	Cl		02/11/2023 mg/l		3		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Solfato	SO4		02/11/2023 mg/l		7		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Nitrito	NO2		02/11/2023 mg/l		4		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Alcalinita	CaCO3		02/11/2023 mg/l CaCO3		129	17	
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Bicarbonato	HCO3		02/11/2023 mg/l HCO3		158		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Litio	Li		02/11/2023 µg/l		3		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Rame	Cu		02/11/2023 µg/l		0.0011	0.0002	
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Antimonio	Sb		02/11/2023 µg/l				<0.2
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Alluminio	Al		02/11/2023 µg/l		1.9	0.4	
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Ferro	Fe		02/11/2023 µg/l				<5
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Manganese	Mn		02/11/2023 µg/l				<1
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Stronzio	Sr		02/11/2023 µg/l		607		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Titanio	Ti		02/11/2023 µg/l		27		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Boro	B		02/11/2023 mg/l		0.014	0.001	
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Nichel	Ni		02/11/2023 µg/l				<1
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Zinco	Zn		02/11/2023 µg/l				<5
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Bario	Ba		02/11/2023 µg/l		44	4	
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Fluoruro	F		02/11/2023 mg/l		0.09		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Calcio	Ca		04/12/2023 mg/l		49.6		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Magnesio	Mg		04/12/2023 mg/l		14.7		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Sodio	Na		04/12/2023 mg/l		3.6	0.5	
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Potassio	K		04/12/2023 mg/l		0.9	0.1	
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Alcalinita	CaCO3		04/12/2023 mg/l CaCO3		127	17	
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Bicarbonato	HCO3		04/12/2023 mg/l HCO3		155		
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Carbonato	CO3		04/12/2023 mg/l CaCO3				<10
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Solfato	SO4		04/12/2023 mg/l		76	10	
BE	Belvedere	Acqua sotterranea Cloruro	Cl		04/12/2023 mg/l		2.6	0.3	

AQUACHEM



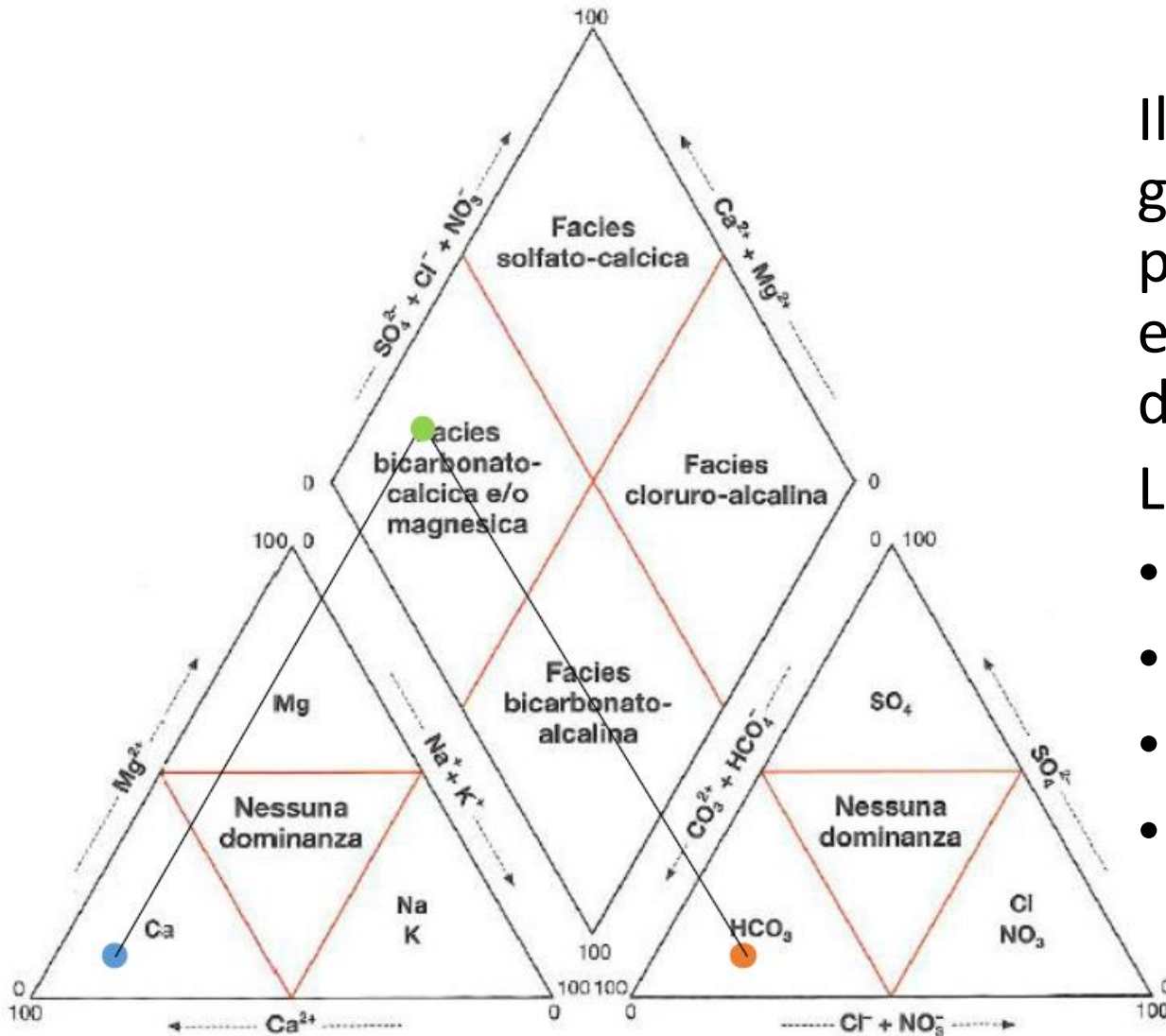
Utilizzo del software AquaChem per verifica del bilancio di massa delle analisi e la creazione dei diagrammi di Piper e Schoeller

Verifica del bilancio di massa

$$\Delta\% = \frac{\sum cat - \sum an}{\sum cat + \sum an} \times 100$$

Per verificare l'affidabilità delle analisi è stata effettuata la valutazione del bilancio Ionico, considerando accettabile uno scarto di $\pm 10\%$. Su un totale di 78 analisi disponibili, le prime 26, cioè quelle relative alle prime 2 campagne di campionamento (14/07/2023 e 01/09/2023), hanno presentato un bilancio di massa non accettabile.

Piper-Facies idrochimica



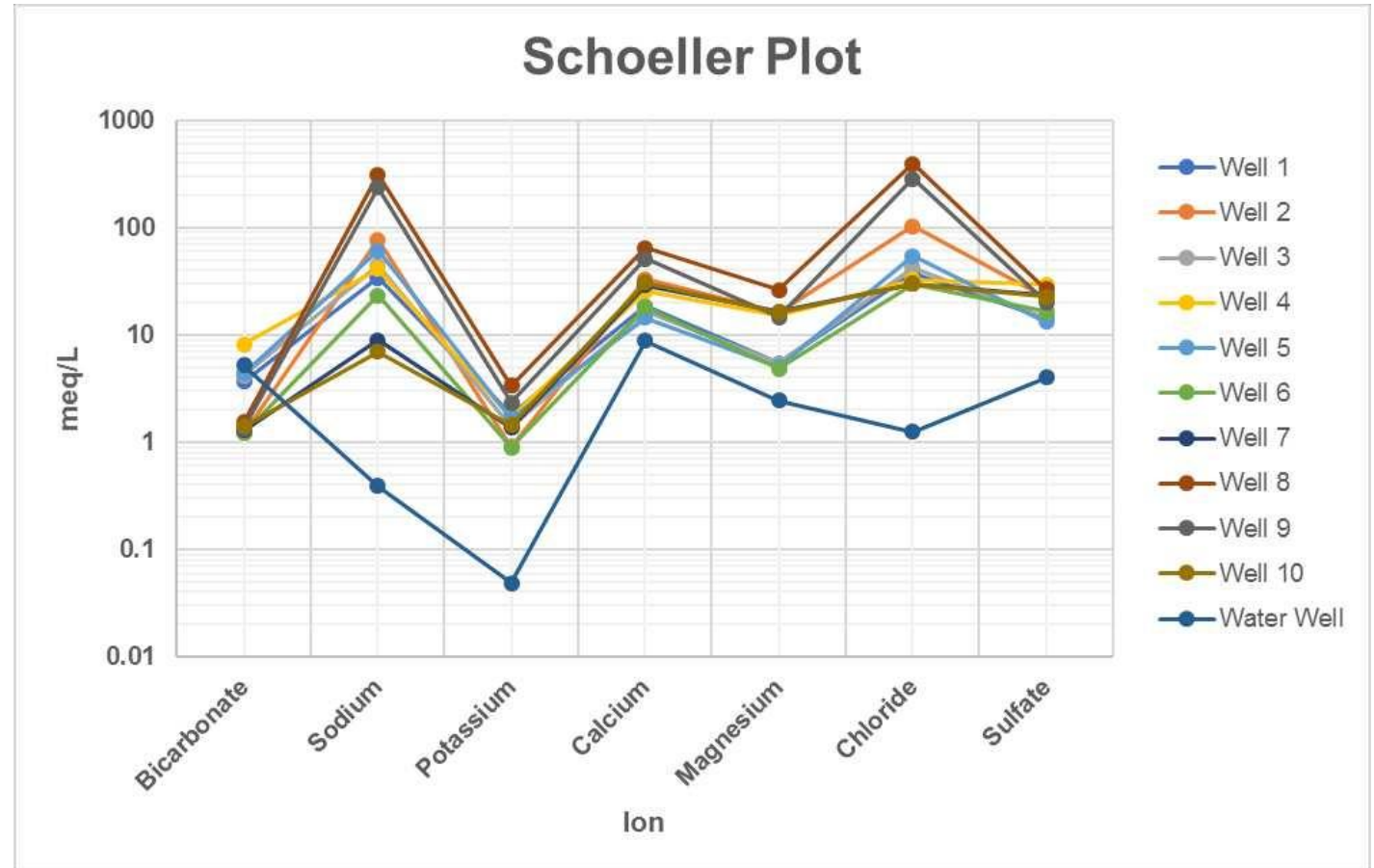
Il diagramma di Piper è lo strumento grafico che permette di individuare, a partire dalla concentrazione degli elementi principali, la facies idrochimica dell'acqua.

Le facies idrochimiche sono:

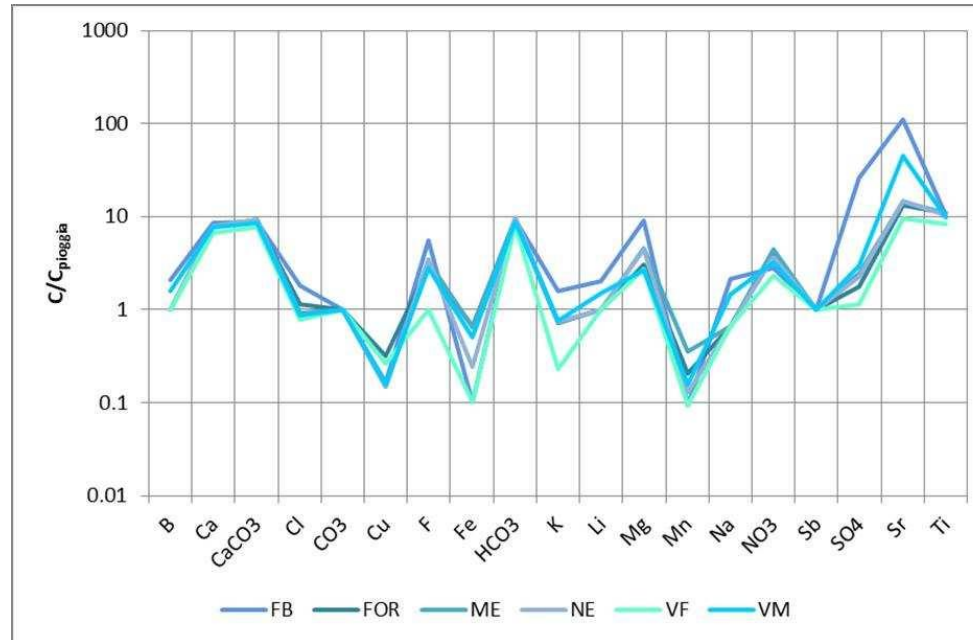
- bicarbonato-calcica e/o magnesica;
- bicarbonato-alcaina;
- solfato-calcica;
- cloruro-alcaina.

Schoeller

Riporta sulle ascisse i componenti principali Mg^{2+} , Ca^{2+} , $Na^{+} + K^{+}$, Cl^{-} , SO_4^{2-} , HCO_3^{-} e sulle ordinate le corrispondenti concentrazioni in meq/l in scala logaritmica.

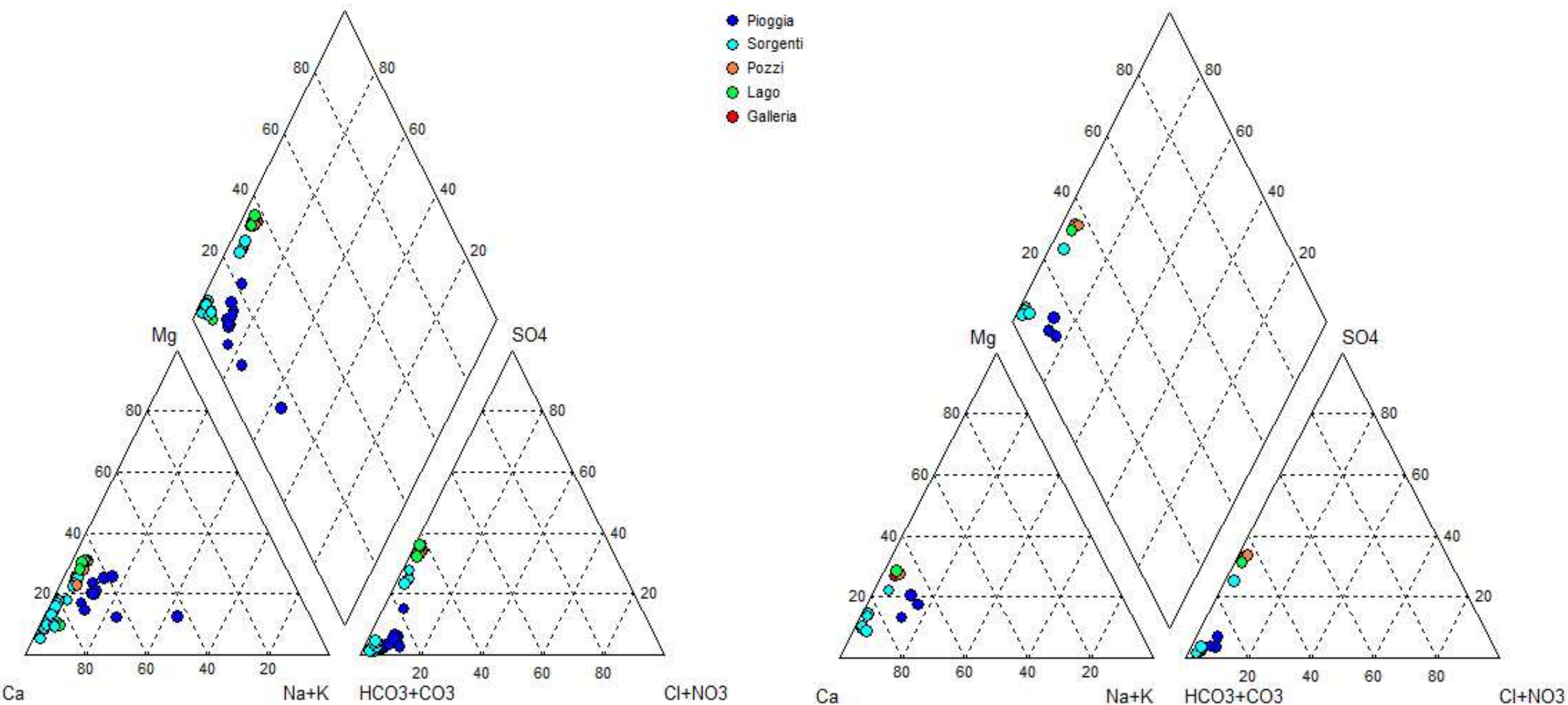


Spettri di arricchimento/impoverimento



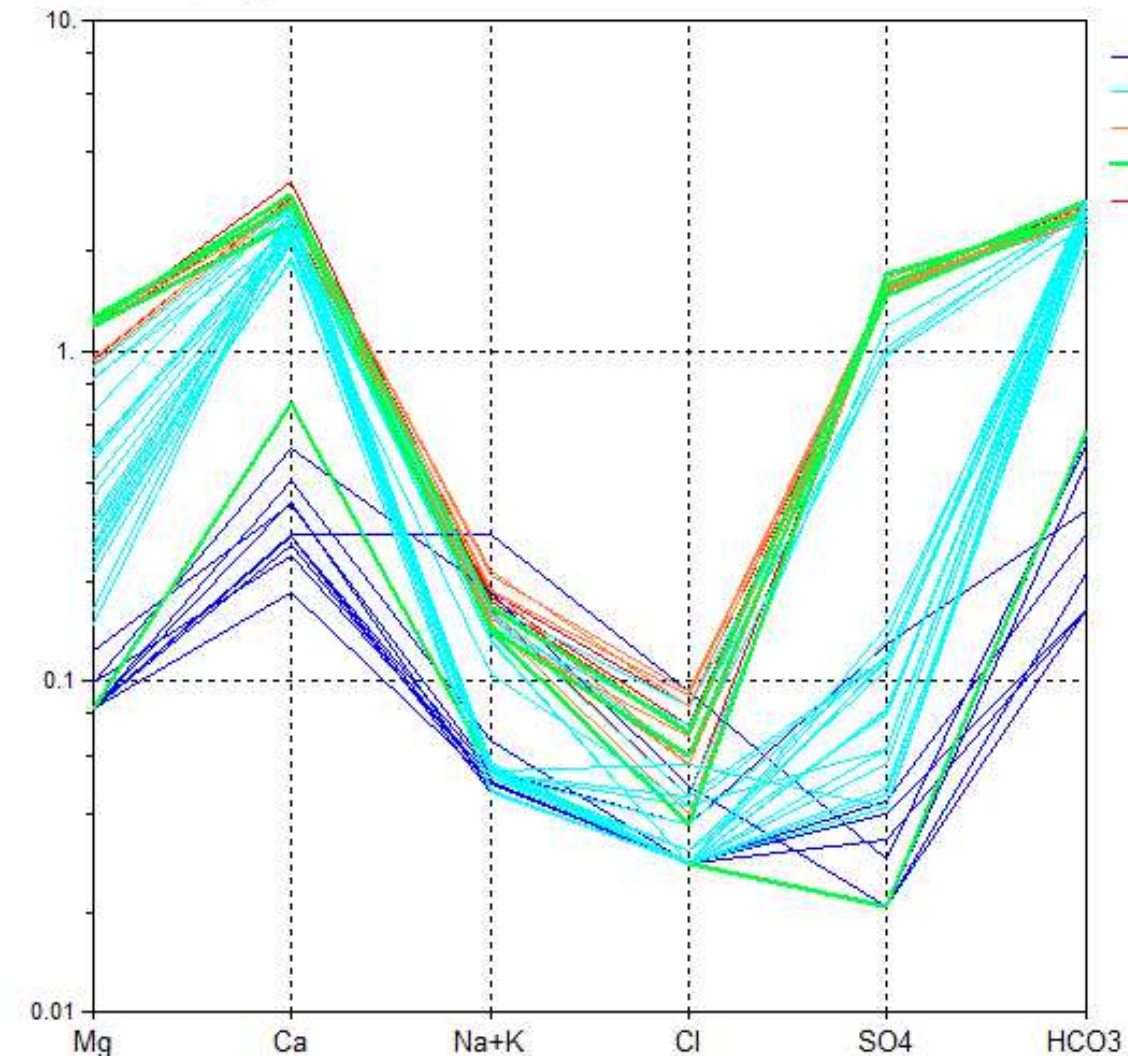
Rappresentazione grafica dei valori di concentrazione normalizzati rispetto ad uno standard di riferimento: pioggia e acqua superficiale.

Risultati: facies idrochimiche

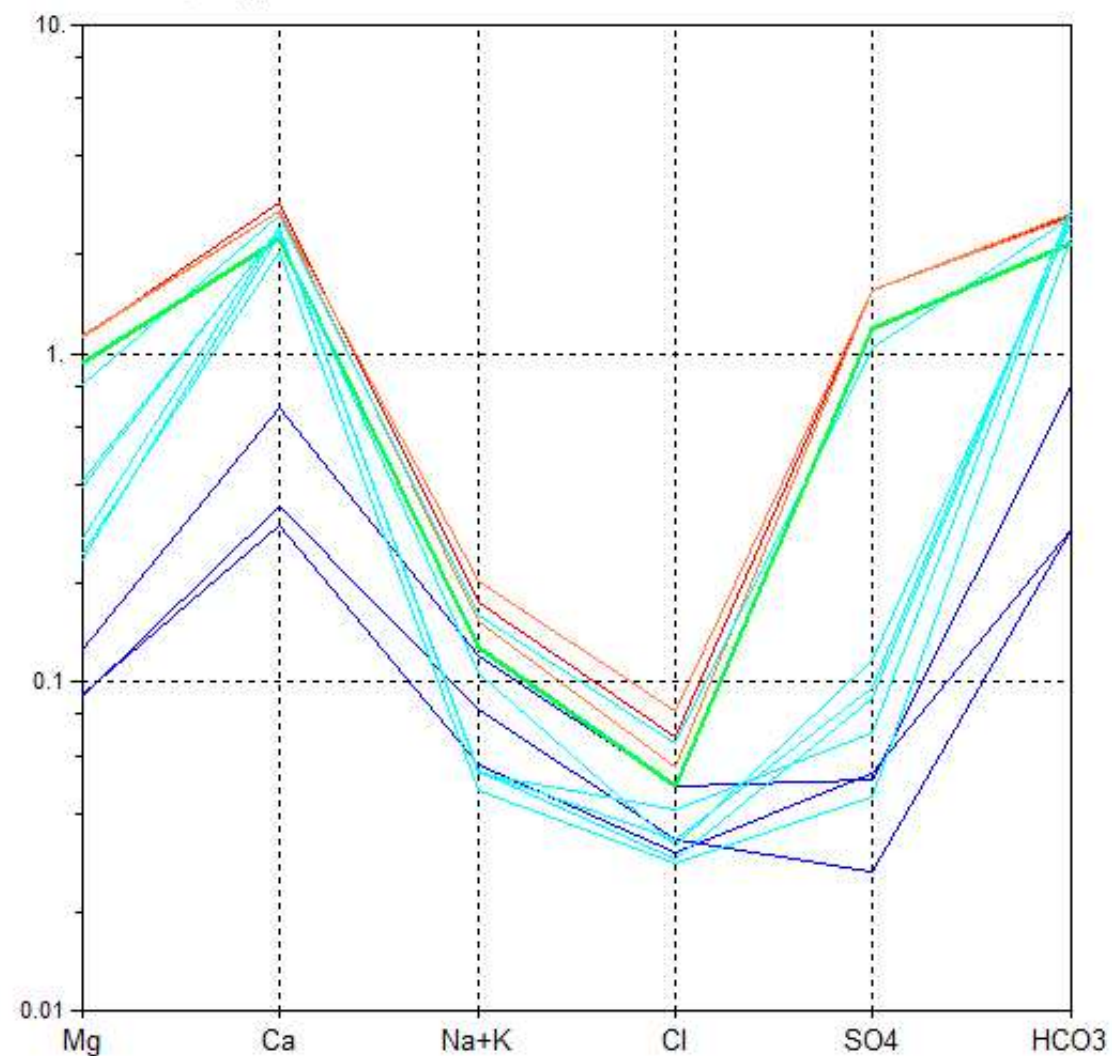


Risultati: facies idrochimiche

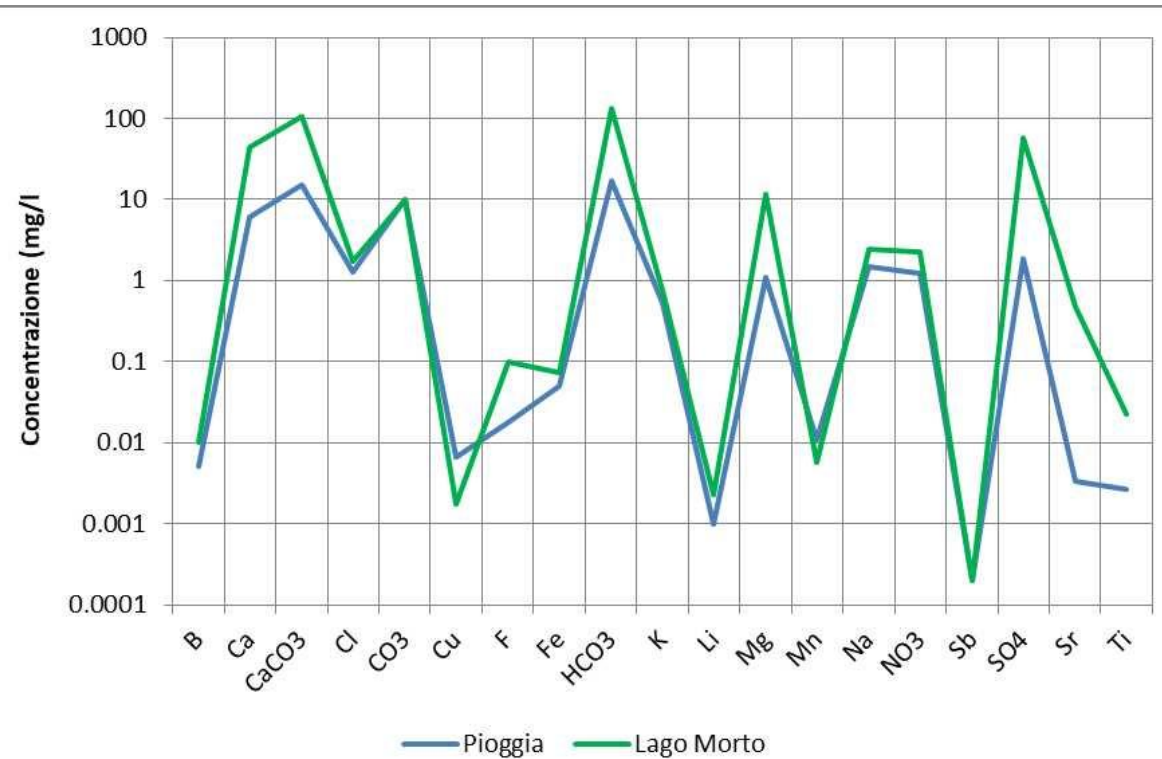
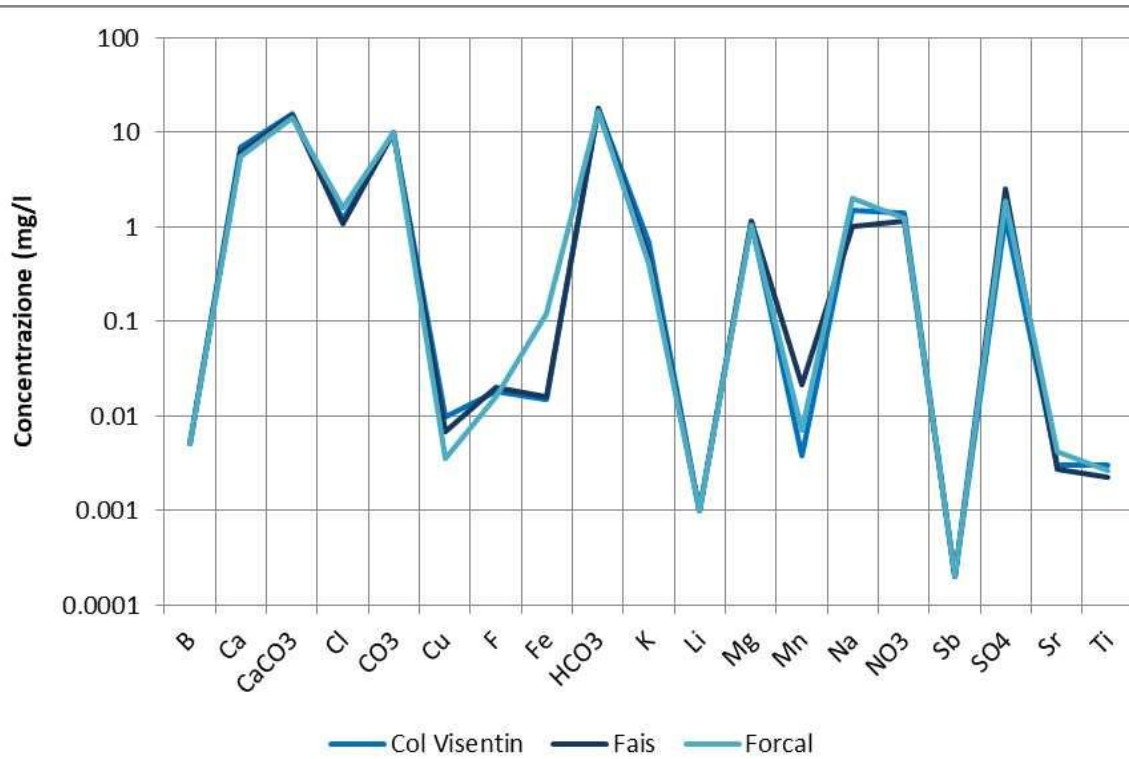
Concentration (meq/l)



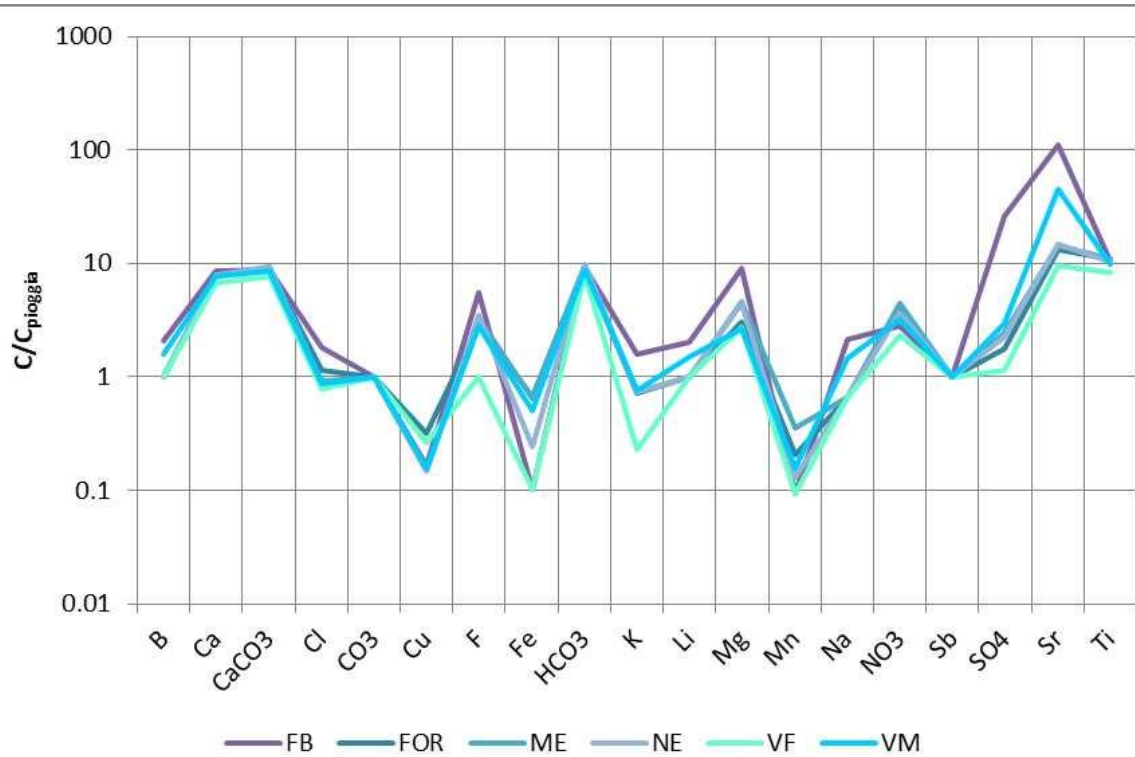
Concentration (meq/l)



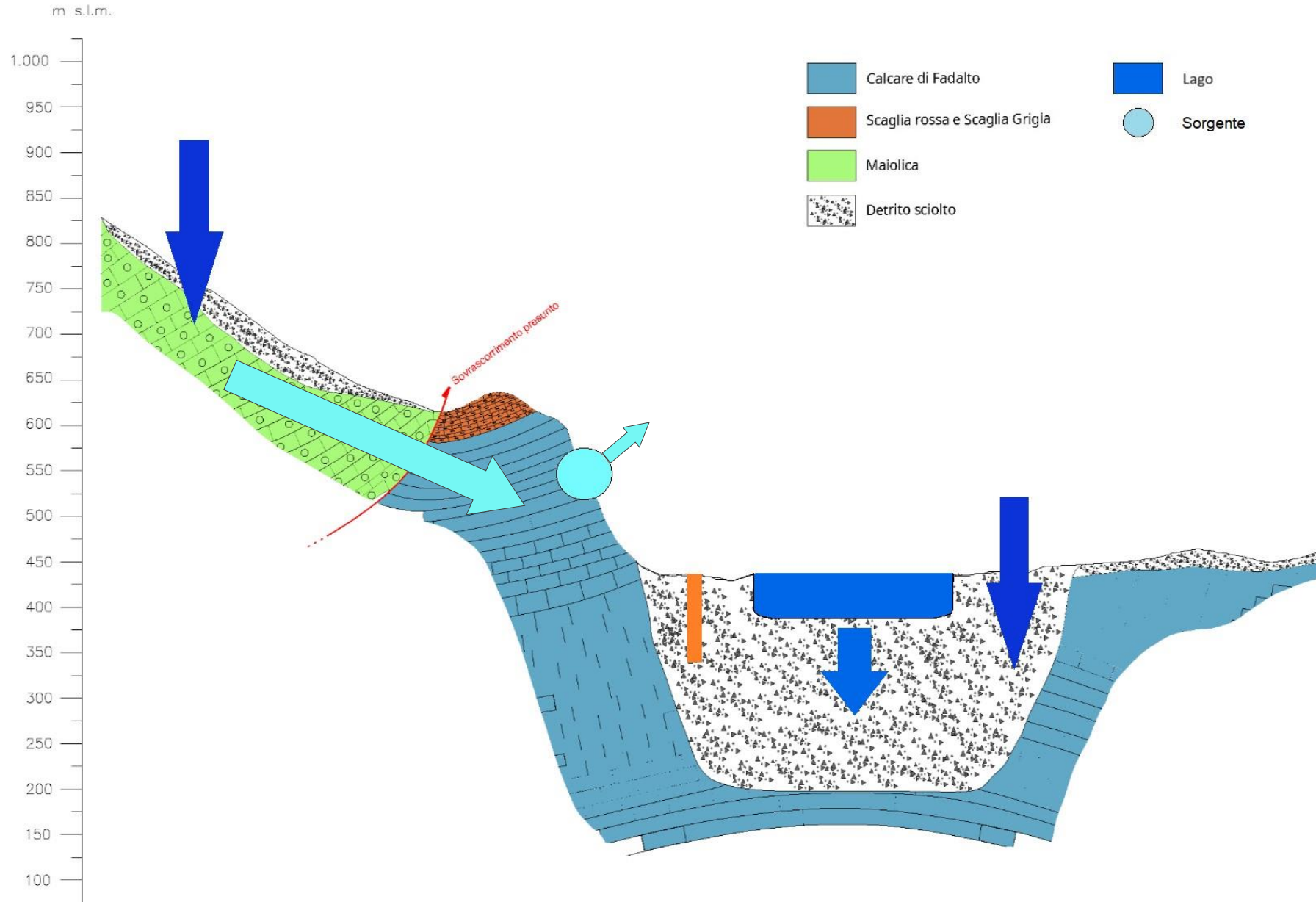
Risultati: composizioni delle acque di pioggia e superficiali



Risultati: spettri arricchimento/impovertimento



Modello idrogeologico concettuale



Conclusioni

- Tutti i punti di campionamento presentano una facies di tipo bicarbonato calcica;
 - nonostante ciò le acque che circolano all'interno dei depositi di fondovalle si differenziano dalle acque sorgive per un maggior contenuto in solfati, potassio, litio, magnesio e stronzio
 - le sorgenti che emergono lungo i versanti della valle presentano una elevata affinità con le acque di pioggia, mentre le acque che circolano all'interno dei depositi di fondovalle risultano più simili alle acque superficiali del Lago Morto;
 - tra le sorgenti la sorgente Fadalto Basso, malgrado affiori alla base del versante destro della valle, presenta un contenuto di solfato e magnesio più affine alle acque di fondovalle.
-