

Campionamento di acque superficiali

La raccolta dei campioni di acque superficiali (Figura 4.10) è stata effettuata per semplice immersione della boccetta, preventivamente risciacquata per 3 volte, in acqua, in un punto non troppo vicino alla riva, dove il flusso d'acqua è più veloce. Per la raccolta e la conservazione sono state seguite le medesime procedure descritte per il campionamento delle acque dei pozzi.



Figura 4.10: Siti di campionamento delle acque superficiali. 1. Isonzo a Gorizia; 2-3. Isonzo a Sagrado; 4. Vipacco; 5. Vrtojbiča. (foto di Zavagno E.)

Per tutti i campioni raccolti sono state effettuate delle misure sui parametri chimico-fisici al momento del prelievo. È stato raccolto un quantitativo d'acqua in un recipiente, preventivamente risciacquato, dove sono state immerse delle sonde multiparametriche per la misura della temperatura [°C], della conducibilità elettrica [$\mu\text{S}/\text{cm}$], del pH, dell'Eh [mV] ed in alcuni casi dell'ossigeno disciolto [mg/l] (Figura 4.11).

Per le misure di conducibilità elettrica e temperatura è stata utilizzata una sonda manuale della WTW. La conducibilità elettrica è espressa in $\mu\text{S}/\text{cm}$ ed ha come temperatura di riferimento 25.0°C. L'errore strumentale per la conducibilità è di $\pm 0.5\%$ a temperature comprese tra 0 e 35 °C. L'errore strumentale per la temperatura è variabile:

- $\pm 0.5^\circ\text{C}$ tra 0 e 15°C;
- $\pm 0.1^\circ\text{C}$ tra 15 e 35°C;
- $\pm 1^\circ\text{C}$ tra 35 e 55°C.

Per le misure di pH ed Eh è stato utilizzato uno strumento prodotto dalla Crison Instruments S.A. di Barcellona. Lo strumento è dotato un elettrodo in grado di misurare i valori di entrambi i parametri oltre a quello della temperatura. La sua sensibilità è pari a 0.01 unità per il pH. Il range di misura per l'Eh va da -1250 a +1250 mV e la precisione è di ± 2 mV.



Figura 4.11: Misura dei parametri chimico-fisici dell'acqua al momento del prelievo del campione. Nella foto si stanno misurando temperatura [°C] e conducibilità elettrica [$\mu\text{S}/\text{cm}$] con sonda mobile WTW (a sinistra), pH ed Eh [mV] con lo strumento della Crison Instruments (a destra). (foto di Zavagno E.)

Nelle Tabelle 4.7-4.11 sono riportati per ogni campione i valori di temperatura [°C], conducibilità elettrica [$\mu\text{S}/\text{cm}$], pH, Eh [mV] e ossigeno disciolto [mg/l] misurati al momento del prelievo, durante le diverse campagne di campionamento effettuate. Sono riportati anche i codici identificativi (ID) ed i nomi dei pozzi, utilizzati precedentemente, e la data di prelievo dei campioni.

4. GEOCHIMICA DELLE ACQUE DELLA PIANA ISONTINA

POZZI						
ID	Nome	Data	T [°C]	EC [μS/cm]	pH	Eh [mV]
26 S	Cesta Prekomorskih Brigad 26	16/04/2013	/	/	/	/
26 D	Cesta Prekomorskih Brigad 26	16/04/2013	15.0	741	7.27	149
29 S	Ulica Zapučke 29	18/04/2013	13.1	464	7.84	173
29 D	Ulica Zapučke 29	18/04/2013	13.1	463	7.77	188
30 S	Orehovlje 30	18/04/2013	16.2	622	7.49	181
30 D	Orehovlje 30	18/04/2013	14.4	625	7.31	170
90 S	Ulica 9 Septembra 90	18/04/2013	11.9	261	8.15	184
90 D	Ulica 9 Septembra 90	18/04/2013	12.4	265	7.7	178
220 S	Šempeter 220	18/04/2013	15.7	707	7.62	172
220 D	Šempeter 220	18/04/2013	15.8	722	7.54	176
224 S	Miren 224	18/04/2013	14.4	629	7.26	176
224 D	Miren 224	18/04/2013	13.5	633	7.36	182
255 S	Ulica 9 Septembra 255	16/04/2013	12.1	545	7.22	110
255 D	Ulica 9 Septembra 255	16/04/2013	12.6	546	7.33	160
330 S	Miren 5/b	18/04/2013	15.2	661	7.34	173
330 D	Miren 5/b	18/04/2013	12.8	666	7.37	171
420 S	Orehovlje 420	18/04/2013	15.1	624	7.55	168
420 D	Orehovlje 420	18/04/2013	15.3	624	7.43	166
NG-4/75 S	NG-4/75	16/04/2013	15.8	554	7.36	151
NG-4/75 D	NG-4/75	16/04/2013	15.7	548	7.33	179
ACQUE SUPERFICIALI						
ID	Nome	Data	T [°C]	EC [μS/cm]	pH	Eh [mV]
SC	Salcano	16/04/2013	9.4	241	7.47	163
VP	Vipacco	16/04/2013	11.3	266	8.00	133
VT	Vrtojbiča	16/04/2013	19.3	519	7.90	134
VG	Vogršcek	16/04/2013	16.6	309	8.19	85
IS	Isonzo Sagrado	16/04/2013	12.9	246	8.06	146
IG	Isonzo Gorizia	16/04/2013	12.0	242	8.17	122

Tabella 4.6: Valori di temperatura [°C], conducibilità elettrica [μS/cm], pH ed Eh [mV] misurati al momento del prelievo dei campioni, durante la campagna di campionamento effettuata nei giorni 16 e 18 aprile 2013. Sono riportati anche la data di prelievo dei campioni, i codici identificativi (ID) ed i nomi dei pozzi, utilizzati precedentemente, e dei punti di prelievo delle acque superficiali.

ID	Nome	Data	T [°C]	EC [μS/cm]	pH	Eh [mV]
0075 S	Mochetta	23/05/2013	14.8	565	7.48	167
0075 D	Mochetta	23/05/2013	12.6	574	8.01	153
0086 S	San Luigi Salesiani	23/05/2013	15.2	557	8.41	143
0089 S	Sede Iris	23/05/2013	15.8	609	7.98	188
0328 S	Scariano	23/05/2013	12.6	287	8.43	139
0328 D	Scariano	23/05/2013	9.8	285	8.15	168

Tabella 4.7: Valori di temperatura [°C], conducibilità elettrica [μS/cm], pH ed Eh [mV] misurati al momento del prelievo dei campioni, durante la campagna di campionamento effettuata il 23 maggio 2013. Sono riportati anche la data di prelievo dei campioni, i codici identificativi (ID) ed i nomi dei pozzi.

4. GEOCHIMICA DELLE ACQUE DELLA PIANA ISONTINA

ID	Nome	Data	T [°C]	EC [μS/cm]	pH	Eh [mV]
0293 D	Farra - pozzo acquedotto	11/06/2013	13.5	348	8.35	173
02 S	Villesse officine Goriziane	11/06/2013	14.5	362	8.02	144
02 D	Villesse officine Goriziane	11/06/2013	14.0	356	8.31	145
03 S	Villesse casello autostrada	11/06/2013	22.9	408	8.10	144
03 D	Villesse casello autostrada	11/06/2013	19.1	404	7.85	131
04 D	Moraro impianto compostaggio	11/06/2013	19.4	476	7.79	139
05 S	Fossalon vasca antincendio	11/06/2013	14.7	424	7.78	132
05 D	Fossalon vasca antincendio	11/06/2013	13.9	423	7.7	136
06 S	Fossalon officina	11/06/2013	14.0	467	7.89	133
06 D	Fossalon officina	11/06/2013	13.5	468	7.65	132
07 D	Fossalon spaccio	11/06/2013	16.1	483	7.66	141
08 D	La Giulia	13/06/2013	15.6	570	8.19	208
09 D	Savogna Pollaio	13/06/2013	13.2	297	8.07	137
10 D	Codognotto	13/06/2013	19.1	539	7.52	129
11 S	Caserma finanza	13/06/2013	14.0	637	7.54	81
11 D	Caserma finanza	13/06/2013	14.0	636	7.44	62
DMG1 D	Stalla Grudina	13/06/2013	12.9	344	8.10	163

Tabella 4.8: Valori di temperatura [°C], conducibilità elettrica [μS/cm], pH ed Eh [mV] misurati al momento del prelievo dei campioni, durante la campagna di campionamento effettuata nei giorni 11 e 13 giugno 2013. Sono riportati anche la data di prelievo dei campioni, i codici identificativi (ID) ed i nomi dei pozzi.

POZZI						
ID	Nome	Data	T [°C]	EC [μS/cm]	pH	Eh [mV]
0079 S	Peci	18/07/2013	13.5	605	/	/
0167 S	Borgo Basiol	18/07/2013	15.4	461	/	/
0336 S	San Zanut	18/07/2013	11.8	317	/	/
0362 S	San Polo	18/07/2013	14.1	443	/	/
0364 S	San Vito	18/07/2013	14.8	463	/	/
24F S	Vicino Crosere	18/07/2013	14.1	296	/	/
DMG2 S	Rupa	18/07/2013	14.7	370	/	/
ACQUE SUPERFICIALI						
ID	Nome	Data	T [°C]	EC [μS/cm]	pH	Eh [mV]
IS 2	Isonzo Sagrado	18/07/2013	21.6	268	/	/
VP 2	Vipacco	18/07/2013	23.1	351	/	/

Tabella 4.9: Valori di temperatura [°C], conducibilità elettrica [μS/cm], pH ed Eh [mV] misurati al momento del prelievo dei campioni, durante la campagna di campionamento effettuata il 18 luglio 2013. Sono riportati anche la data di prelievo dei campioni, i codici identificativi (ID) ed i nomi dei pozzi e dei punti di prelievo delle acque superficiali.

POZZI		Nome	Data	T [°C]	EC [µS/cm]	pH	Eh [mV]	O ₂ disciolto [mg/l]
ID								
18 S		Krožna Cesta 18	02/07/2013	14.7	586	7.61	218	8.77
18 D		Krožna Cesta 18	02/07/2013	16.7	730	7.43	179	/
26 D		Cesta Prekomorskih Brigad 26	02/07/2013	15.6	752	7.5	186	4.99
29 D		Ulica Zapučke 29	03/07/2013	15.7	449	7.66	154	/
30 D		Orehovlje 30	03/07/2013	15.6	628	7.34	199	/
90 D		Ulica 9 Septembra 90	02/07/2013	16.5	300	8.07	181	/
220 D		Šempeter 220	02/07/2013	15.8	851	7.51	197	/
224 D		Miren 224	03/07/2013	13.4	657	7.42	203	10.10
255 D		Ulica 9 Septembra 255	03/07/2013	15.4	652	7.27	101	/
330 D		Miren 5/b	03/07/2013	15.9	640	7.53	185	/
420 D		Orehovlje 420	03/07/2013	16.6	621	7.3	173	/
NG-4/75		NG-4/75	02/07/2013	18.8	520	7.79	183	/
0071 S		Case Medeot	04/07/2013	15.9	560	7.22	181	2.65
0071 D		Case Medeot	04/07/2013	15.7	548	7.42	178	2.40
0075 S		Mochetta	09/07/2013	18.0	587	7.34	/	2.66
0075 D		Mochetta	09/07/2013	14.8	589	7.4	/	1.77
0082 S		Gabria	09/07/2013	16.8	727	7.11	/	2.20
0082 D		Gabria	09/07/2013	16.2	723	7.19	/	1.77
0084 S		Ferrovia Via del San Michele	05/07/2013	16.2	599	7.60	194	2.32
0084 D		Ferrovia Via del San Michele	05/07/2013	16.0	553	7.45	126	2.15
0086 S		San Luigi Salesiani	04/07/2013	16.0	530	7.40	184	3.10
0086 D		San Luigi Salesiani	04/07/2013	16.8	531	7.4	161	2.74
0087 S		Cimitero Gorizia	05/07/2013	16.1	671	7.37	209	2.10
0087 D		Cimitero Gorizia	05/07/2013	16.3	624	7.33	182	1.90
0088 S		Borgnano	09/07/2013	16.2	757	7.12	/	2.53
0088 D		Borgnano	09/07/2013	16.2	774	7.21	/	2.27
0089 S		Sede Iris Gorizia	04/07/2013	15.9	604	7.63	154	1.45
0089 D		Sede Iris Gorizia	04/07/2013	12.6	605	7.57	132	1.50
0092 S		Moraro	04/07/2013	17.1	569	7.29	183	2.25
0092 D		Moraro	04/07/2013	16.3	594	7.43	195	2.23
0250 S		Crosere	08/07/2013	14.9	270	8.47	176	2.04
0250 D		Crosere	08/07/2013	14.7	524	7.5	56	1.57

Tabella 4.10: Valori di temperatura [°C], conducibilità elettrica [µS/cm], pH, Eh [mV] e ossigeno disciolto [mg/l] misurati al momento del prelievo dei campioni, durante la campagna di campionamento effettuata nei giorni 2-5, 8 e 9 luglio 2013. Sono riportati anche la data di prelievo dei campioni, i codici identificativi (ID) ed i nomi dei pozzi.

POZZI							
ID	Nome	Data	T [°C]	EC [µS/cm]	pH	Eh [mV]	O ₂ disciolto [mg/l]
0253 S	Begliano	08/07/2013	14.4	183	7.90	/	2.16
0253 D	Begliano	08/07/2013	14.0	290	8.07	/	/
0292 S	Fogliano Le Giarine	09/07/2013	12.5	315	7.88	/	2.44
0292 D	Fogliano Le Giarine	09/07/2013	11.6	304	7.79	/	1.80
0293 S	Farra - pozzo freaticmetrie	04/07/2013	16.5	315	7.66	167	1.00
0293 D	Farra - pozzo acquedotto	04/07/2013	12.6	348	7.60	177	1.68
0309 D	Pieris - Via Brunner	03/07/2013	13.3	377	/	/	/
0327 S	Mainizza - piezometro	04/07/2013	12.6	356	7.73	167	1.62
0327 D	Mainizza - pozzo	04/07/2013	12.2	357	7.5	173	1.53
0328 S	Scariano	09/07/2013	12.0	287	7.88	/	2.20
0328 D	Scariano	09/07/2013	12.3	285	7.83	/	1.82
0365 S	Ronchi rotonda aeroporto	08/07/2013	17.0	448	7.52	/	2.54
0365 D	Ronchi rotonda aeroporto	08/07/2013	15.1	449	7.49	/	1.88
0366 S	Cassegliano cimitero	08/07/2013	15.0	263	8.07	178	0.94
0366 D	Cassegliano cimitero	08/07/2013	11.6	271	7.9	79	1.54
2 D	Cassegliano	08/07/2013	13.9	621	7.45	191	1.41
12 D	Cassegliano, via Matteotti	03/07/2013	12.4	/	/	/	/
12F S	Cassegliano, via Matteotti	08/07/2013	12.50	215	8.14	160	1.40
12F D	Cassegliano, via Matteotti	08/07/2013	11.3	270	7.9	148	1.50
15 D	Pieris, via Primo Maggio	03/07/2013	13.8	423	/	/	/
15F D	Pieris, via Primo Maggio	03/07/2013	13.2	366	/	/	/
16 D	Dobbia, Acquedotto Iris	08/07/2013	12.5	419	7.68	116	1.59
DMG1 D	Stalla Grudina	05/07/2013	13.0	341	7.66	133	1.93
ACQUE SUPERFICIALI							
ID	Nome	Data	T [°C]	EC [µS/cm]	pH	Eh [mV]	O ₂ disciolto [mg/l]
SC	Salcano	02/07/2013	14.2	257	8.43	138	10.63
VP	Vipacco	02/07/2013	19.5	357	8.30	192	9.98
VT	Vrtojbiča	02/07/2013	21.5	601	7.65	66	2.45
VG	Vogršček	02/07/2013	25.4	257	8.31	171	11.12
IS	Isonzo Sagrado	02/07/2013	18.3	266	8.35	156	9.40
IG	Isonzo Gorizia	02/07/2013	16.8	270	8.52	162	10.14
LD	Lago di Doberdò	05/07/2013	12.0	310	7.74	170	1.83

Tabella 4.11: Valori di temperatura [°C], conducibilità elettrica [µS/cm], pH, Eh [mV] e ossigeno disciolto [mg/l] misurati al momento del prelievo dei campioni, durante la campagna di campionamento effettuata nei giorni 2-5, 8 e 9 luglio 2013. Sono riportati anche la data di prelievo dei campioni, i codici identificativi (ID) ed i nomi dei pozzi e dei punti di prelievo delle acque superficiali.

Osservando i valori di conducibilità elettrica misurati, si notano sostanziali differenze tra i diversi campioni. Al fine di evidenziare eventuali relazioni spaziali, sono stati riportati in carta i valori di conducibilità elettrica rilevati durante le campagne effettuate nel mese di luglio (Figura 4.12). Sono stati considerati i valori relativi ai campioni di falda freatica, prelevati in condizioni dinamiche (o statiche se si è campionato solo mediante bailer) e quelli relativi alle acque dell'Isonzo (a Sagrado e a Gorizia), del Vipacco e della Vrtojbiča.

Nell'area slovena e in quella immediatamente oltre il confine, in territorio italiano, la falda mostra i valori di conducibilità elettrica più elevati ($>600 \mu\text{S}/\text{cm}$). Tali valori sono caratteristici di circolazione in rocce silicoclastiche ed evidenziano un'alimentazione dai rilievi collinari in flysch. Molti dei pozzi in questa zona sono caratterizzati da valori simili, ma sono presenti anche delle eccezioni costituite da acque con una conducibilità elettrica estremamente più bassa, fino a $300 \mu\text{S}/\text{cm}$ (pozzo 90). La presenza di questi valori così diversi è imputabile a fenomeni di infiltrazione locale o forse addirittura alla presenza di una perdita dell'acquedotto nel caso del pozzo 90. Per alcuni pozzi, situati in Sinistra Isonzo, prossimi al suo corso, i valori di conducibilità elettrica (tra 270 e $300 \mu\text{S}/\text{cm}$ circa) sono paragonabili a quelli registrati per le acque del fiume. Ciò evidenzia che la loro alimentazione avviene principalmente a carico delle acque isontine. Anche nell'area di Alta pianura a nord dell'Isonzo alcuni pozzi mostrano conducibilità elettriche molto simili (pozzi 0075, 0071 e 0092), mentre il pozzo di Borgnano 0088, più a ovest, presenta un valore decisamente più elevato.

DISTRIBUZIONE DELLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA

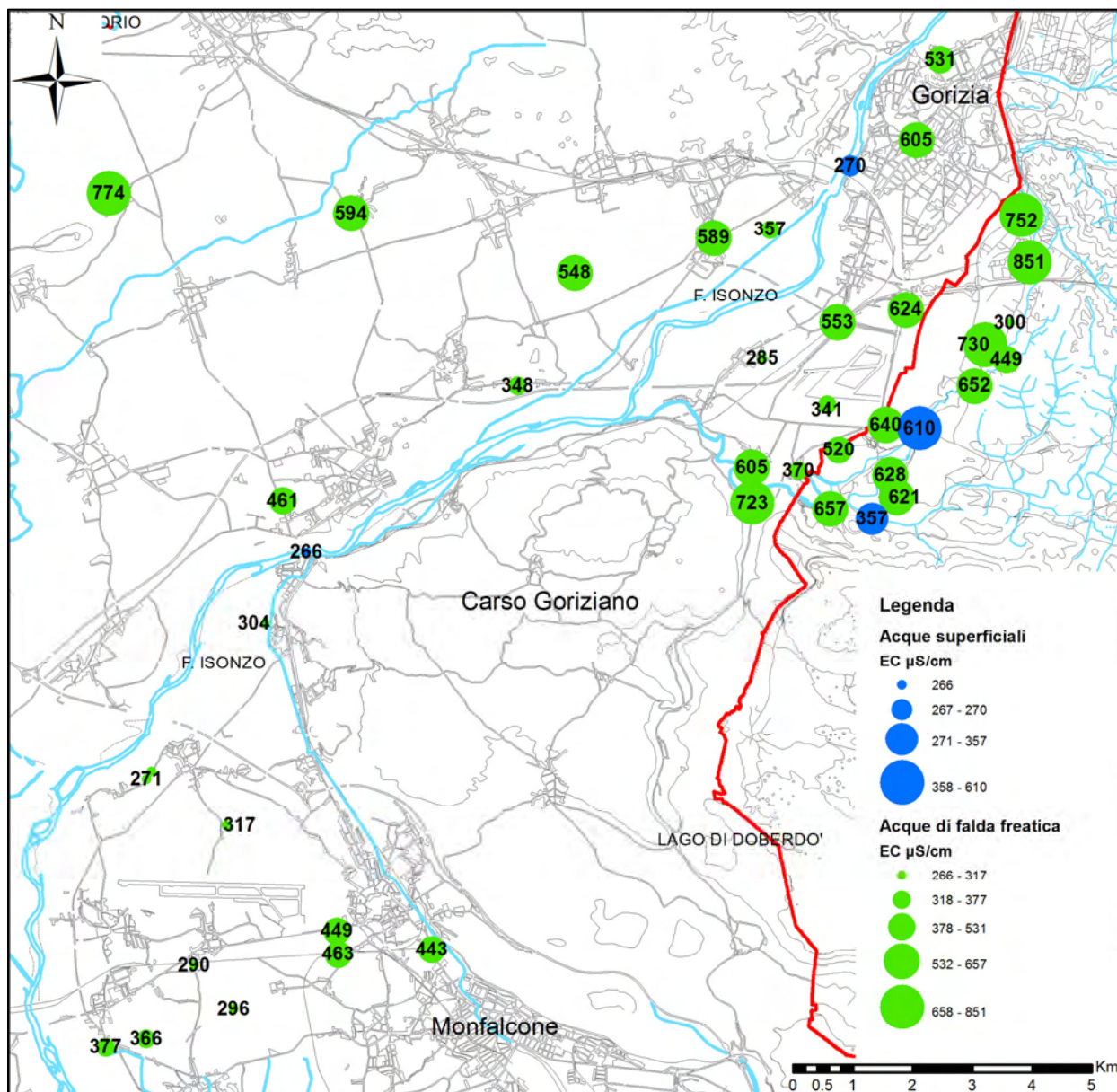


Figura 4.12: Distribuzione dei valori di conducibilità elettrica (EC) [$\mu\text{S}/\text{cm}$]. I valori fanno riferimento alle misure effettuate durante le campagne di campionamento del mese di luglio.

4.4 Isotopi stabili dell'acqua

L'utilizzo degli isotopi stabili dell'acqua (^{16}O e ^{18}O , ^1H e ^2H) come traccianti naturali nelle indagini di tipo idrologico ed idrogeologico permette di ottenere informazioni difficilmente conseguibili con altre metodologie. A differenza di molti traccianti chimici, i traccianti isotopici si possono considerare “conservativi” poiché le interazioni a seguito dei processi organici ed inorganici, che l'acqua subisce durante l'infiltrazione e il movimento superficiale e sotterraneo, hanno un effetto trascurabile sui rapporti isotopici. Le acque meteoriche presentano generalmente una composizione isotopica differente a seconda della quota alla quale si infiltrano nel sottosuolo, della distanza dal mare, della stagione e della modalità di circolazione sotterranea. Poiché in un bacino idrologico le precipitazioni meteoriche rappresentano la principale fonte di ricarica delle acque sotterranee, esiste una correlazione diretta tra caratteristiche isotopiche delle acque di falda e quelle delle precipitazioni. In particolare, sono i processi di evaporazione e condensazione ad influenzare fortemente la distribuzione delle specie isotopiche nelle molecole d'acqua [REGIONE SICILIA, 2013].

La trasformazione di fase da liquido a vapore, e viceversa, causa nelle molecole d'acqua un frazionamento isotopico, che consiste in una variazione nelle relative proporzioni di differenti isotopi di uno stesso elemento nelle due diverse fasi. Come conseguenza della differenza di massa, le molecole d'acqua che contengono ^{16}O evaporano più facilmente di quelle contenenti ^{18}O , poiché hanno differenti tensioni di vapore. Il frazionamento isotopico è tanto più marcato quando è maggiore la differenza di massa relativa tra i due isotopi [REGIONE SICILIA, 2013].

Le precipitazioni meteoriche hanno origine quando una massa satura di vapore inizia il processo di condensazione. Le precipitazioni presentano una composizione più arricchita in isotopi pesanti rispetto al vapore dal quale si sono formate a causa delle differenti tensioni di vapore tra molecole con isotopi pesanti (H_2^{18}O e HD^{16}O) e quelle con isotopi leggeri (H_2^{16}O). Se si riporta in un

diagramma la composizione isotopica delle precipitazioni mondiali rispetto all'ossigeno ($\delta^{18}\text{O}$) e al deuterio ($\delta^2\text{H}$), esse si dispongono in un luogo di punti la cui retta di regressione (Figura 4.13) si può approssimare con la seguente equazione [REGIONE SICILIA, 2013]:

$$\delta^2\text{H} = 8 \delta^{18}\text{O} + 10$$

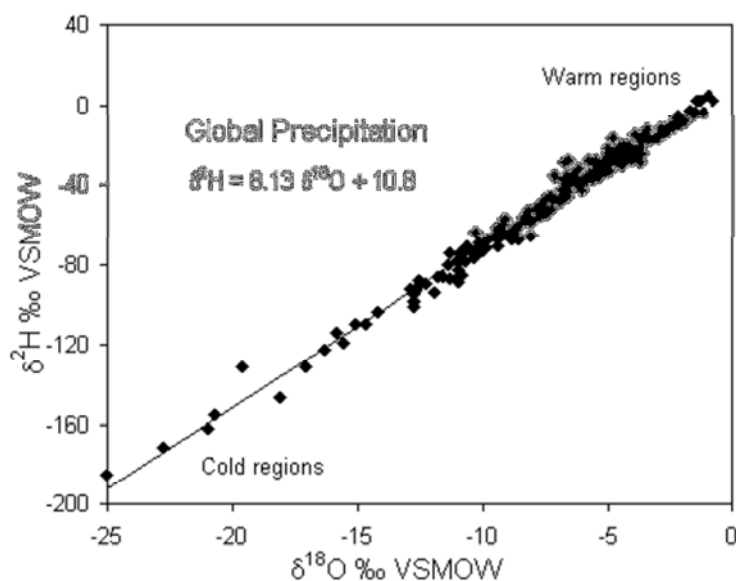


Figura 4.13: Retta mondiale delle precipitazioni GMWL.

Questa retta, chiamata GMWL (Global Meteoric Water Line), mette in relazione la composizione isotopica dell'idrogeno e dell'ossigeno nelle acque meteoriche a livello mondiale. La pendenza di questa retta, pari a 8, è data dal rapporto tra i fattori di frazionamento all'equilibrio per l'idrogeno e per l'ossigeno a 25-30°C nella trasformazione vapore-liquido. L'intercetta viene invece definita come eccesso di deuterio ed il suo valore è legato ai processi di frazionamento cinetico che avvengono durante l'evaporazione. L'eccesso di deuterio è il parametro utilizzato per caratterizzare il luogo di origine delle piogge, infatti si fissa essenzialmente al punto di interazione aria-acqua ed i successivi processi di frazionamento nelle nuvole non lo fanno variare [REGIONE SICILIA, 2013].

Spesso le situazioni locali deviano dall'andamento generale delle precipitazioni mondiali, a causa di particolarità geografiche e/o climatiche. Nell'area del Mediterraneo la GMWL generalmente non è applicabile e le

precipitazioni si dispongono su una retta con pendenza ed intercetta diverse, che prende il nome di Local Meteoric Water Line (LMWL). Ciò è dovuto al mescolamento di masse di vapore di origine mediterranea con masse di aria umida di diversa provenienza. La LMWL per il nord Italia è definita come [REGIONE SICILIA, 2013]:

$$\delta^2\text{H} = 7.7094 \delta^{18}\text{O} + 9.4034$$

La composizione isotopica delle precipitazioni è soggetta ad alcuni importanti effetti spaziali e temporali, a scala globale o locale, che concorrono contemporaneamente, con differente peso, nel determinarne la composizione isotopica in un'area:

- **Effetto latitudine:** è causato dalla progressiva condensazione del vapore delle masse d'aria umide generate alle basse latitudini, man mano che si spostano verso latitudini maggiori. Ciò determina una negativizzazione dei rapporti isotopici dall'equatore verso i poli.
- **Effetto stagionalità:** è legato alla diversa temperatura a cui si formano le precipitazioni. Poiché i fattori di frazionamento vapore-acqua liquida dipendono dalla temperatura, in una stessa regione le precipitazioni che avvengono nei mesi freddi sono caratterizzate da composizioni isotopiche più negative, mentre quelle dei mesi caldi risultano arricchite in isotopi pesanti e quindi più positive.
- **Effetto continentalità:** produce precipitazioni con composizione isotopica progressivamente più negativa man mano ci si allontana dalla linea di costa.
- **Effetto rainout:** si verifica quando una massa d'aria di modeste dimensioni, perdendo progressivamente consistenti quantità di vapore, provoca una negativizzazione delle precipitazioni al progredire della condensazione. Infatti con le prime precipitazioni la frazione più ricca in isotopi pesanti è la prima a condensare.
- **Effetto quota:** i valori di composizione isotopica appaiono via via più negativi all'aumentare della quota. Mediamente si osserva una

negativizzazione compresa tra 0.1 e 0.6 ‰ ogni 100 m di quota per l'ossigeno e tra 1 e 4 ‰ per l'idrogeno [REGIONE SICILIA, 2013].

Sono proprio queste peculiarità che fanno degli isotopi stabili utili traccianti naturali dei processi di ricarica e di circolazione delle acque sotterranee. I valori di $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$ delle acque sotterranee ricadono generalmente in prossimità della LMWL. Se le acque di falda ricadono alla destra della linea meteorica (con valori più positivi rispetto alla ricarica teorica calcolata per il bacino) e se la pendenza della loro retta di regressione è minore rispetto a quella delle acque di precipitazione, significa che le acque di ricarica meteorica hanno subito durante l'infiltrazione dei processi secondari che ne hanno alterato l'originaria composizione. Se, invece, le acque di falda sono più negative rispetto a quelle delle precipitazioni alimentanti, è possibile che si sia verificata una mescolanza dell'acqua di pioggia con quella di fusione nivale o da ghiacciaio [REGIONE SICILIA, 2013].

La composizione isotopica media delle acque sotterranee è assimilabile alla media annua della composizione isotopica delle precipitazioni che insistono sul bacino, ponderata sulla base dell'ammontare mensile. Generalmente le acque di falda presentano una variabilità annua nella composizione isotopica ridotta rispetto alle precipitazioni. Nel caso di corpi idrici sotterranei di modeste dimensioni e/o di circuiti di ricarica abbastanza veloci e piuttosto superficiali le variazioni isotopiche stagionali dell'acquifero sono paragonabili alle variazioni isotopiche delle precipitazioni atmosferiche nell'area in esame. Nel caso invece di circuiti di portata regionale e/o di grande profondità, le acque hanno il tempo di rimescolarsi ed omogeneizzarsi, perciò non si evidenziano praticamente più variazioni isotopiche stagionali. Tuttavia, in molti bacini è stata osservata una differenza sostanziale nella composizione isotopica tra i valori medi della falda e la media annua ponderata delle precipitazioni. Questo è legato al fatto che la ricarica meteorica della falda è complicata da numerosi processi dipendenti da fattori climatici, ambientali e geologici che, oltre a diminuire la quantità d'acqua

che s'infiltra, ne possono anche modificare la composizione isotopica [REGIONE SICILIA, 2013].

Analisi isotopiche

I campioni d'acqua prelevati durante le campagne svolte nei giorni 16 e 18 aprile, 23 maggio, 2-5, 8, 9 e 18 luglio 2013 sono stati analizzati nei laboratori del Dipartimento di Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF) dell'Università di Padova, mediante l'analizzatore di isotopi di tipo OA-ICOS (*Off-Axis Integrated Cavity Output Spectroscopy*), modello DLT-100 (*Liquid Water Isotope Analyzer*), prodotto dalla ditta californiana Los Gatos Research Inc., collegato al sistema di auto-iniezione LC PAL (Figura 4.14).



Figura 4.14: Analizzatore di isotopi DLT-100 della ditta Los Gatos Research, collegato al sistema di auto-iniezione LC PAL.

Lo strumento consente di misurare in modo automatico e simultaneo i rapporti $^2\text{H}/\text{H}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ in campioni d'acqua e possiede una precisione dello 0.25‰ per $\delta^{18}\text{O}$ e dell'1‰ per $\delta^2\text{H}$ [Zuecco, 2012]. Il modello DLT-100 è costituito da una base con quadro comandi con rivestimento esterno resistente. Al suo interno sono presenti il sistema di analisi, un computer dotato di software per la programmazione delle operazioni e un hard disk per la memorizzazione dei

dati. Il trasferimento del file di testo contenente i risultati delle analisi avviene tramite porta USB. I dati grezzi contenuti nel file vengono poi elaborati seguendo la procedura IAEA [Zuecco, 2012].

L'analizzatore è collegato ad un auto-iniettore che viene programmato dall'operatore tramite il quadro comandi. Il dispositivo di auto-iniezione è costituito da:

- un piano dove viene posizionato il vassoio numerato, sul quale si trovano le fiale (capacità di 1.5 ml) contenenti l'acqua da analizzare;
- una siringa in vetro di precisione (1.2 µl) che preleva l'acqua dalle fiale, modello 26P/-mm/AS, 7701.2 N CTC., prodotta dalla Hamilton Company;
- un dispositivo (blocco di iniezione) che riscalda a 70°C il septum e il tubo di teflon allo scopo di vaporizzare l'acqua prelevata dalla siringa;
- un tubicino che trasferisce il vapore all'analizzatore [Zuecco, 2012].

La misura del contenuto isotopico si basa sull'assorbimento della luce laser che viene proiettata attraverso il campione vaporizzato. La frazione molare del gas è calcolata con la legge di Beer-Lambert, mettendo in relazione l'assorbimento della luce laser proiettata attraverso il campione vaporizzato con la composizione isotopica di quest'ultimo [Zuecco, 2012].

La procedura adottata prevede l'inserimento di 30 campioni d'acqua, alternati a tre differenti standard, per ogni ciclo di analisi. Il valore isotopico di ogni campione viene infatti determinato tramite l'interpolazione dei valori di $\text{HOD}/\text{H}_2\text{O}$ e di $\text{H}_2^{18}\text{O}/\text{H}_2\text{O}$ degli standard immediatamente precedenti o successivi al campione considerato, secondo una calibrazione mobile (*rolling calibration*), definita dalla procedura di elaborazione dei dati grezzi della IAEA [Zuecco, 2012].

Per ogni campione, collocato in una precisa posizione nel vassoio porta fiale, viene impostato manualmente il valore sei iniezioni. Quindi nella fase di elaborazione dei dati grezzi i risultati delle prime due iniezioni relative a ciascuna fiale vengono eliminati e successivamente dei restanti quattro si effettua la media aritmetica. Questa operazione viene eseguita per ridurre al minimo

l'influenza di eventuali residui d'acqua del campione o dello standard precedentemente analizzato presenti nel tubicino e nella siringa (effetto memoria). Inoltre lo stesso analizzatore di isotopi è programmato automaticamente per eseguire sei prelievi per ogni singola iniezione, di cui i risultati delle prime tre sottoiniezioni vengono scartati [Zuecco, 2012].

I campioni d'acqua prelevati durante le campagne svolte nei giorni 11 e 13 giugno 2013 sono stati analizzati nel Laboratorio di Geochimica Isotopica del Dipartimento di Matematica e Geoscienze (DMG) dell'Università degli Studi di Trieste, mediante spettrometro di massa (isotope-ratio mass spectrometry o IRMS). Le misure degli isotopi dell'ossigeno e dell'idrogeno sono state effettuate utilizzando la tecnica dell'equilibratura dell'acqua CO_2/H_2 [Epstein and Mayeda, 1953; Horita *et al.*, 1989]. Al dispositivo di equilibratura utilizzato per le analisi, GFL 1086, è collegato lo spettrometro di massa Thermo Fischer Delta Plus Advantage, prodotto dalla Thermo Fischer Scientific Inc., Massachusetts, USA. La precisione delle misure raggiunta con questa tecnica è dello 0.05‰ per $\delta^{18}\text{O}$ e dello 0.7‰ per $\delta^2\text{H}$ [Penna *et al.*, 2010].

Studi comparativi condotti sulle prestazioni dei due diversi strumenti utilizzati (OA-ICOS del Dipartimento TESAF, UniPd e spettrometro di massa del Laboratorio di Geochimica Isotopica del DMG, UniTs) hanno dimostrato un'ottima corrispondenza tra i risultati ottenuti con i due metodi per entrambi gli isotopi dell'acqua [Penna *et al.*, 2010]. Solamente nell'analisi di campioni con $\delta^2\text{H}$ estremamente negativo (minore di -300‰), per lo strumento OA-ICOS si riscontra un certo grado di errore, che si traduce in un'evidente sottostima del valore. Per le misure dell'ossigeno questo comportamento risulta molto meno marcato e può essere in parte correlato alla notevole influenza dell'effetto memoria [Penna *et al.*, 2010].

Pertanto i risultati ottenuti dall'analisi effettuata con i due diversi strumenti si possono considerare equiparabili.

4. GEOCHIMICA DELLE ACQUE DELLA PIANA ISONTINA

Nelle Tabelle 4.12 e 4.13 sono riportati i risultati della prima serie di analisi svolte nel laboratorio del Dipartimento TESAF su campioni di acque sotterranee e superficiali. Per ogni campione sono riportati ID, data di prelievo e valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ con le relative deviazioni standard. Inoltre, per i pozzi in cui è stato effettuato il campionamento sia in condizioni statiche, che in condizioni dinamiche, è riportata la differenza tra i valori isotopici determinati per i due diversi campioni. Per i pozzi in cui questa differenza è largamente superiore alla precisione strumentale ($\pm 1\text{‰}$ per $\delta^2\text{H}$ e $\pm 0.25\text{‰}$ per $\delta^{18}\text{O}$) le caselle sono state evidenziate in giallo.

POZZI							
ID	Data	$\delta^2\text{H}$	dev std $\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$	dev std $\delta^{18}\text{O}$	Differenza S-D	Differenza S-D
0075 D	23/05/2013	-48.96	0.55	-7.66	0.09	1.18	0.31
0075 S	23/05/2013	-47.78	0.65	-7.36	0.07		
0086 S	23/05/2013	-41.43	0.68	-6.63	0.09		
0089 S	23/05/2013	-44.45	0.23	-6.99	0.06		
0328 D	23/05/2013	-65.04	0.19	-9.73	0.10	0.05	-0.02
0328 S	23/05/2013	-64.99	0.34	-9.74	0.08		
220 D	18/04/2013	-44.38	0.43	-6.72	0.03	0.85	-0.05
220 S	18/04/2013	-43.53	0.12	-6.77	0.14		
224 D	18/04/2013	-42.61	0.38	-6.93	0.07	-1.09	0.06
224 S	18/04/2013	-43.69	0.41	-6.87	0.06		
255 D	16/04/2013	-48.08	0.66	-7.36	0.06	0.07	0.06
255 S	16/04/2013	-48.01	0.59	-7.31	0.05		
26 D	16/04/2013	-48.09	0.57	-7.25	0.07	0.65	0.10
26 S	16/04/2013	-47.45	0.55	-7.15	0.08		
29 D	18/04/2013	-47.21	0.46	-7.49	0.03	-1.45	0.01
29 S	18/04/2013	-48.66	0.30	-7.48	0.08		
30 D	18/04/2013	-38.77	0.50	-6.40	0.13	-0.95	-0.04
30 S	18/04/2013	-39.72	0.53	-6.45	0.07		
330 D	18/04/2013	-40.23	0.38	-6.41	0.06	0.21	0.00
330 S	18/04/2013	-40.02	0.55	-6.40	0.08		
420 D	18/04/2013	-42.07	0.84	-6.74	0.04	1.37	0.10
420 S	18/04/2013	-40.70	0.26	-6.65	0.07		
90 D	18/04/2013	-60.02	0.31	-9.43	0.08	-0.70	0.16
90 S	18/04/2013	-60.73	0.43	-9.27	0.08		
NG-4/75 D	16/04/2013	-42.55	0.57	-6.73	0.09	-2.91	-0.53
NG-4/75 S	16/04/2013	-45.45	0.56	-7.26	0.04		

Tabella 4.12: Risultati della prima serie di analisi isotopiche svolte nel laboratorio del Dipartimento TESAF su campioni di acque sotterranee. Per ogni campione sono riportati ID, data di prelievo, valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ con le relative deviazioni standard, e differenza tra i valori isotopici del campione prelevato in condizioni statiche e di quello prelevato in condizioni dinamiche. In giallo le differenze largamente superiori alla precisione strumentale.

4. GEOCHIMICA DELLE ACQUE DELLA PIANA ISONTINA

ACQUE SUPERFICIALI					
ID	Data	$\delta^2\text{H}$	dev std $\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$	dev std $\delta^{18}\text{O}$
SC	16/04/2013	-64.26	0.50	-10.00	0.09
VP	16/04/2013	-65.25	0.31	-10.07	0.07
VT	16/04/2013	-46.77	0.72	-7.24	0.09
VG	16/04/2013	-48.01	0.68	-7.43	0.08
IS	16/04/2013	-64.79	0.61	-9.93	0.05
IG	16/04/2013	-64.31	0.26	-9.96	0.07

Tabella 4.13: Risultati della prima serie di analisi isotopiche svolte nel laboratorio del Dipartimento TESAF su campioni di acque superficiali. Per ogni campione sono riportati ID, data di prelievo e valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ con le relative deviazioni standard.

Nelle Tabelle 4.14, 4.15 e 4.16 sono riportati i risultati della seconda serie di analisi svolte nel laboratorio del Dipartimento TESAF su campioni di acque sotterranee e superficiali.

POZZI							
ID	Data	$\delta^2\text{H}$	dev std $\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$	dev std $\delta^{18}\text{O}$	Differenza S-D	Differenza S-D
18 D	02/07/2013	-46.23	0.51	-7.14	0.04	-3.14	-0.37
18 S	02/07/2013	-49.38	0.56	-7.51	0.06		
26 D	02/07/2013	-48.55	0.36	-7.38	0.15		
29 D	03/07/2013	-49.08	0.30	-7.44	0.09		
30 D	03/07/2013	-43.31	0.33	-6.80	0.05		
90 D	02/07/2013	-58.10	0.45	-9.00	0.11		
220 D	02/07/2013	-43.31	0.25	-6.60	0.08		
224 D	03/07/2013	-43.74	0.28	-6.87	0.05		
255 D	03/07/2013	-46.55	0.15	-7.12	0.08		
330 D	03/07/2013	-43.43	0.14	-6.85	0.07		
420 D	03/07/2013	-45.58	0.22	-7.14	0.09		
0071 D	04/07/2013	-46.21	0.51	-7.28	0.08	-0.42	0.03
0071 S	04/07/2013	-46.63	0.57	-7.25	0.05		
0075 D	09/07/2013	-47.73	0.63	-7.49	0.08	-0.33	0.02
0075 S	09/07/2013	-48.05	0.55	-7.47	0.08		
0079 S	18/07/2013	-50.07	0.70	-7.79	0.09		
0082 D	09/07/2013	-41.39	0.56	-6.71	0.09	-1.94	0.11
0082 S	09/07/2013	-43.33	0.62	-6.60	0.07		
0084 D	05/07/2013	-45.99	0.81	-7.21	0.07	1.36	0.15
0084 S	05/07/2013	-44.63	0.21	-7.06	0.06		
0086 D	04/07/2013	-41.06	0.13	-6.71	0.10	-0.32	-0.05
0086 S	04/07/2013	-41.38	0.29	-6.76	0.06		
0087 D	05/07/2013	-42.36	0.68	-6.77	0.09	-0.28	0.00
0087 S	05/07/2013	-42.64	0.38	-6.77	0.04		
0088 D	09/07/2013	-43.17	0.28	-6.67	0.09	-0.35	-0.01
0088 S	09/07/2013	-43.53	0.50	-6.68	0.09		
0089 D	04/07/2013	-45.08	0.64	-6.94	0.09	0.92	0.09
0089 S	04/07/2013	-44.16	0.51	-6.85	0.06		

Tabella 4.14: Risultati della seconda serie di analisi isotopiche svolte nel laboratorio del Dipartimento TESAF su campioni di acque sotterranee. Per ogni campione sono riportati ID, data di prelievo, valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ con le relative deviazioni standard, e differenza tra i valori isotopici del campione prelevato in condizioni statiche e di quello prelevato in condizioni dinamiche. In giallo le differenze largamente superiori alla precisione strumentale.

4. GEOCHIMICA DELLE ACQUE DELLA PIANA ISONTINA

POZZI							
ID	Data	$\delta^2\text{H}$	dev std $\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$	dev std $\delta^{18}\text{O}$	Differenza S-D	Differenza S-D
0092 D	04/07/2013	-44.80	0.45	-7.03	0.09	-0.16	0.03
0092 S	04/07/2013	-44.96	0.30	-7.00	0.11		
0167 S	18/07/2013	-53.67	0.66	-8.55	0.06		
0250 D	08/07/2013	-46.62	0.48	-7.44	0.10	0.10	0.08
0250 S	08/07/2013	-46.52	0.28	-7.35	0.04		
0253 D	08/07/2013	-54.12	0.46	-8.46	0.06	0.41	0.05
0253 S	08/07/2013	-53.71	0.51	-8.40	0.07		
0292 D	09/07/2013	-62.09	0.64	-9.42	0.09	1.66	0.30
0292 S	09/07/2013	-60.43	0.52	-9.13	0.08		
0293 D	04/07/2013	-59.74	0.29	-9.03	0.07	3.22	0.33
0293 S	04/07/2013	-56.52	0.42	-8.71	0.03		
0309 D	03/07/2013	-50.68	0.25	-8.31	0.03		
0327 D	04/07/2013	-57.66	0.23	-8.87	0.09	-4.54	-0.53
0327 S	04/07/2013	-62.20	0.43	-9.40	0.05		
0328 D	09/07/2013	-63.73	0.43	-9.73	0.04	0.51	0.02
0328 S	09/07/2013	-63.22	0.54	-9.70	0.09		
0336 S	18/07/2013	-61.62	0.90	-9.41	0.09		
0362 S	18/07/2013	-52.18	0.45	-8.08	0.05		
0364 S	18/07/2013	-49.95	0.40	-7.87	0.04		
0365 D	08/07/2013	-51.29	0.43	-7.99	0.06	0.24	-0.08
0365 S	08/07/2013	-51.05	0.69	-8.07	0.09		
0366 D	08/07/2013	-62.43	0.50	-9.55	0.04	-0.87	-0.17
0366 S	08/07/2013	-63.30	0.21	-9.72	0.05		
2 D	08/07/2013	-49.82	0.56	-7.85	0.06		
12 D	03/07/2013	-53.44	0.31	-8.39	0.09		
12F D	08/07/2013	-62.11	0.50	-9.57	0.10	8.64	1.13
12F S	08/07/2013	-53.47	0.18	-8.44	0.07		
15 D	03/07/2013	-47.31	0.55	-7.25	0.08		
15F D	03/07/2013	-54.48	0.61	-8.36	0.15		
16 D	08/07/2013	-52.14	0.36	-8.08	0.09		
24F S	18/07/2013	-53.26	0.38	-8.51	0.07		
DMG1 D	05/07/2013	-51.12	0.87	-7.94	0.10		
DMG2 D	18/07/2013	-54.90	0.46	-8.48	0.08		
NG-4/75 D	02/07/2013	-45.17	0.35	-7.04	0.14		

Tabella 4.15: Risultati della seconda serie di analisi isotopiche svolte nel laboratorio del Dipartimento TESAF su campioni di acque sotterranee. Per ogni campione sono riportati ID, data di prelievo, valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ con le relative deviazioni standard, e differenza tra i valori isotopici del campione prelevato in condizioni statiche e di quello prelevato in condizioni dinamiche. In giallo le differenze largamente superiori alla precisione strumentale. In verde sono evidenziati i campioni relativi ad acque di falde in pressione.

ACQUE SUPERFICIALI					
ID	Data	$\delta^2\text{H}$	dev std $\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$	dev std $\delta^{18}\text{O}$
SC	02/07/2013	-62.79	0.30	-9.66	0.05
VP	02/07/2013	-55.71	0.58	-8.56	0.06
VT	02/07/2013	-46.99	0.67	-7.47	0.19
VG	02/07/2013	-44.36	0.50	-6.15	0.08
IS	02/07/2013	-62.19	0.48	-9.18	0.05
IG	02/07/2013	-62.65	0.63	-9.20	0.17
LD	05/07/2013	-58.45	0.43	-8.75	0.07
IS2	18/07/2013	-60.63	0.54	-9.24	0.08
VP2	18/07/2013	-55.82	0.55	-8.37	0.07

Tabella 4.16: Risultati della seconda serie di analisi isotopiche svolte nel laboratorio del Dipartimento TESAF su campioni di acque superficiali. Per ogni campione sono riportati ID, data di prelievo e valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ con le relative deviazioni standard.

In Tabella 4.19 sono riportati i risultati delle analisi svolte nel Laboratorio di Geochimica Isotopica del DMG su campioni di acque sotterranee. Per ogni campione sono riportati ID, data di prelievo e valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$. Inoltre, per i pozzi in cui è stato effettuato il campionamento sia in condizioni statiche, che in condizioni dinamiche, è riportata la differenza tra i valori isotopici determinati per i due diversi campioni. Per i pozzi in cui questa differenza è largamente superiore alla precisione strumentale ($\pm 0.7\text{‰}$ per $\delta^2\text{H}$ e $\pm 0.05\text{‰}$ per $\delta^{18}\text{O}$) le caselle sono state evidenziate in giallo.

4. GEOCHIMICA DELLE ACQUE DELLA PIANA ISONTINA

POZZI					
ID	Data	$\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$	Differenza S-D	Differenza S-D
0293 D	11/06/2013	-57.64	-8.85		
02 D	11/06/2013	-52.88	-8.20		
02 S	11/06/2013	-53.71	-8.20		
03 D	11/06/2013	-48.26	-7.72	-1.61	0.05
03 S	11/06/2013	-49.87	-7.67		
04 D	11/06/2013	-48.17	-7.60		
05 D	11/06/2013	-45.47	-7.15	0.44	-0.03
05 S	11/06/2013	-45.03	-7.18		
06 D	11/06/2013	-47.44	-7.49	0.34	0.02
06 S	11/06/2013	-47.10	-7.47		
07 D	11/06/2013	-47.14	-7.22		
08 D	13/06/2013	-43.65	-6.93		
09 D	13/06/2013	-56.41	-8.81		
10 D	13/06/2013	-48.55	-7.27		
11 D	13/06/2013	-40.96	-6.49	-0.53	-0.02
11 S	13/06/2013	-41.49	-6.51		
DMG1 D	13/06/2013	-53.50	-8.08		

Tabella 4.17: Risultati della prima serie di analisi isotopiche svolte nel Laboratorio di Geochimica Isotopica del DMG su campioni di acque sotterranee. Per ogni campione sono riportati ID, data di prelievo, valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$, e differenza tra i valori isotopici del campione prelevato in condizioni statiche e di quello prelevato in condizioni dinamiche. In giallo le differenze largamente superiori alla precisione strumentale. In verde sono evidenziati i campioni relativi ad acque di falde in pressione.

Si può immediatamente notare che per la grande maggioranza dei pozzi non si riscontrano differenze significative (superiori alla precisione strumentale) tra i valori isotopici del campione prelevato in condizioni statiche e di quello prelevato in condizioni dinamiche. Ciò indica che vi è una stretta comunicazione tra i pozzi e la falda circostante, che garantisce una buona circolazione d'acqua ed un frequente ricambio del volume all'interno del pozzo. Questo era stato notato già in fase di raccolta dei campioni, quando, per la maggior parte dei pozzi, non si erano evidenziate differenze significative tra i valori di conducibilità elettrica, pH ed Eh misurati per i campioni prelevati in condizioni statiche ed in condizioni dinamiche. Gli unici campioni per cui si riscontra una differenza largamente superiore alla precisione strumentale (OA-ICOS: $\pm 1\text{‰}$ per $\delta^2\text{H}$ e $\pm 0.25\text{‰}$ per $\delta^{18}\text{O}$; IRMS: $\pm 0.7\text{‰}$ per $\delta^2\text{H}$ e $\pm 0.05\text{‰}$ per $\delta^{18}\text{O}$) sono quelli relativi ai pozzi 18, 12F, NG-4/75, 0292, 0293, 0327 e 03 (solo per $\delta^2\text{H}$), e per molti di questi è possibile individuarne il motivo. Infatti i campioni 0293 S e 0293 D, come quelli

0327 S e 0327 D, sono stati in realtà prelevati da due pozzi limitrofi ma differenti, per le due distinte condizioni di campionamento. Il pozzo 18, come già detto in precedenza, presenta una scarsa comunicazione con la falda freatica circostante; il volume d'acqua che staziona al suo interno quindi, non essendo sottoposto a ricambi, non è rappresentativo delle condizioni chimico-fisiche della falda. Per quanto riguarda il pozzo 12F le differenze tra i valori isotopici dei due campioni prelevati sono riconducibili ai problemi costruttivi del pozzo stesso. Infatti il tubo di rivestimento è completamente ossidato ed interagendo con l'acqua che staziona all'interno del pozzo la rende non rappresentativa delle condizioni chimico-fisiche della falda. Questo problema è stato evidenziato in fase di campionamento quando, durante lo spurgo, l'acqua di pompaggio presentava color arancione (Figura 4.15).



Figura 4.15: Spurgo del pozzo 12F con acqua di color arancione dovuta all'ossidazione del tubo di rivestimento.

Per i restanti due pozzi, NG-4/75 e 0292, non è stata identificata una causa certa in grado di determinare delle differenze nei valori isotopici dei due tipi di campioni. Probabilmente però anche in questi casi le differenze riscontrate sono riconducibili a problemi di natura costruttiva dei due pozzi, infatti, specialmente nel pozzo NG-4/75 il tubo di rivestimento appare piuttosto ossidato.

In definitiva, quindi, si può affermare che per la raccolta di campioni di acque della falda freatica, su cui effettuare analisi isotopiche, è sufficiente il campionamento in condizioni statiche tramite bailer, evitando quindi il pompaggio, che richiede un grosso dispendio di tempo, risorse ed energie. Esclusivamente per i pozzi nei quali si riscontrano problematiche di natura costruttiva o legate alla scarsa circolazione d'acqua è necessario effettuare lo spurgo per ottenere un campione rappresentativo delle condizioni della falda.

Prendendo in esame i risultati ottenuti nelle diverse analisi per le acque superficiali si può notare che i campioni raccolti nel mese di aprile presentano valori isotopici più negativi di quelli prelevati a luglio. Poiché le precipitazioni costituiscono un'importante fonte di alimentazione per i corsi d'acqua superficiali, è solito che questi ultimi riflettano grosso modo la composizione isotopica delle acque meteoriche che insistono sul bacino. Perciò il comportamento osservato è in buon accordo con il ruolo che gioca il fattore stagionalità sul frazionamento isotopico delle acque meteoriche, determinando composizioni isotopiche più negative nei mesi freddi e meno negative nei mesi caldi. L'unica eccezione è costituita dalle acque della Vrtojbiča, che presentano valori leggermente più negativi nel mese di luglio. Confrontando poi le composizioni isotopiche dei campioni di inizio luglio con quelle dei campioni prelevati il 18 luglio, si può notare che per le acque dell'Isonzo si riscontra un'ulteriore aumento dei valori di $\delta^2\text{H}$ ed una lieve negativizzazione dei valori di $\delta^{18}\text{O}$, mentre il Vipacco mostra un comportamento opposto, ma mostrando comunque piccole variazioni.

Per quanto riguarda le acque dell'Isonzo i campioni prelevati durante una stessa campagna presentano valori isotopici tra loro comparabili. Il fiume lungo il suo corso, da Salcano a Sagrado, mantiene quindi la stessa composizione isotopica. Inoltre non si evidenziano delle variazioni particolarmente spiccate nei valori isotopici passando dalla primavera all'estate (variazioni attorno al 2‰ per $\delta^2\text{H}$ e 0.6‰ per $\delta^{18}\text{O}$). Per il Vipacco si riscontrano invece delle notevoli escursioni nei valori isotopici passando dalla primavera all'estate. I valori isotopici infatti passano da -65.25‰, a metà aprile, a -55.71‰ a inizio luglio per

$\delta^2\text{H}$, e da -10.07‰ a -8.56‰ per $\delta^{18}\text{O}$. Ad aprile quindi le acque del Vipacco mostrano una composizione isotopica più simile alle acque dell'Isonzo, mentre a luglio assumono valori decisamente differenti.

Le acque di Vrtojbiča e Vogršček presentano valori isotopici meno negativi rispetto a quelle di Isonzo e Vipacco.

Per quanto riguarda le acque di falda le variazioni isotopiche riscontrate tra i campioni prelevati in primavera e quelli prelevati in estate sono abbastanza contenute. Non si evidenzia, come per le acque superficiali, una tendenza generale alla positivizzazione della composizione isotopica per i campioni di luglio. Infatti mentre 6 dei pozzi campionati mostrano un aumento dei valori isotopici passando da aprile-maggio a luglio, gli altri 8 sono caratterizzati da valori più negativi nel mese di luglio. Anche per i pozzi 0293 e DMG1, campionati prima a giugno e poi a luglio, si evidenzia una tendenza opposta, con una negativizzazione della composizione isotopica per le acque del pozzo 0293 ed un aumento dei valori per quelle del pozzo DMG1. L'andamento della falda non rispecchia dunque quello seguito dai corsi d'acqua. Ciò indica che l'acqua di ricarica dei fiumi passa alla falda con un certo ritardo e la alimenta in modo differenziale a seconda delle zone.

Le acque appartenenti alle falde in pressione presentano generalmente una composizione isotopica meno negativa rispetto ai campioni delle acque di falda freatica prelevati da pozzi vicini. I valori più negativi si riscontrano per i pozzi 12 ($\delta^2\text{H}=-53.44$, $\delta^{18}\text{O}=-8.39$) e 16 ($\delta^2\text{H}=-52.14$, $\delta^{18}\text{O}=-8.08$).

Riportando in un diagramma $\delta^2\text{H}$ vs $\delta^{18}\text{O}$ le composizioni isotopiche di tutti i campioni prelevati (Figura 4.16), si può notare come esse presentino un buon allineamento con la LMWL per il nord Italia. Il campione che più si discosta dalla serie, assumendo valori più positivi e posizionandosi alla destra della LMWL e della GMWL, è relativo alle acque del Vogršček raccolte nella campagna di luglio. Queste acque hanno certamente subito un'alterazione della composizione originaria e, trattandosi di un bacino chiuso, la causa è probabilmente riconducibile alla forte evaporazione a cui sono soggette durante il periodo estivo, che determina una marcata selezione a favore degli isotopi leggeri. Molti

campioni, relativi soprattutto alle acque di falda prelevate nelle campagne effettuate nel mese di luglio, si posizionano al di sopra della LMWL. Questo potrebbe indicare che le acque che alimentano la falda abbiano subito un mescolamento con l'acqua di fusione nivale o da ghiacciaio. Anche i campioni d'acqua dell'Isonzo e del Vipacco prelevati ad aprile si discostano dalla LMWL, assumendo valori isotopici più negativi. In questo periodo i fiumi ricevono acque derivanti dallo scioglimento delle nevi.

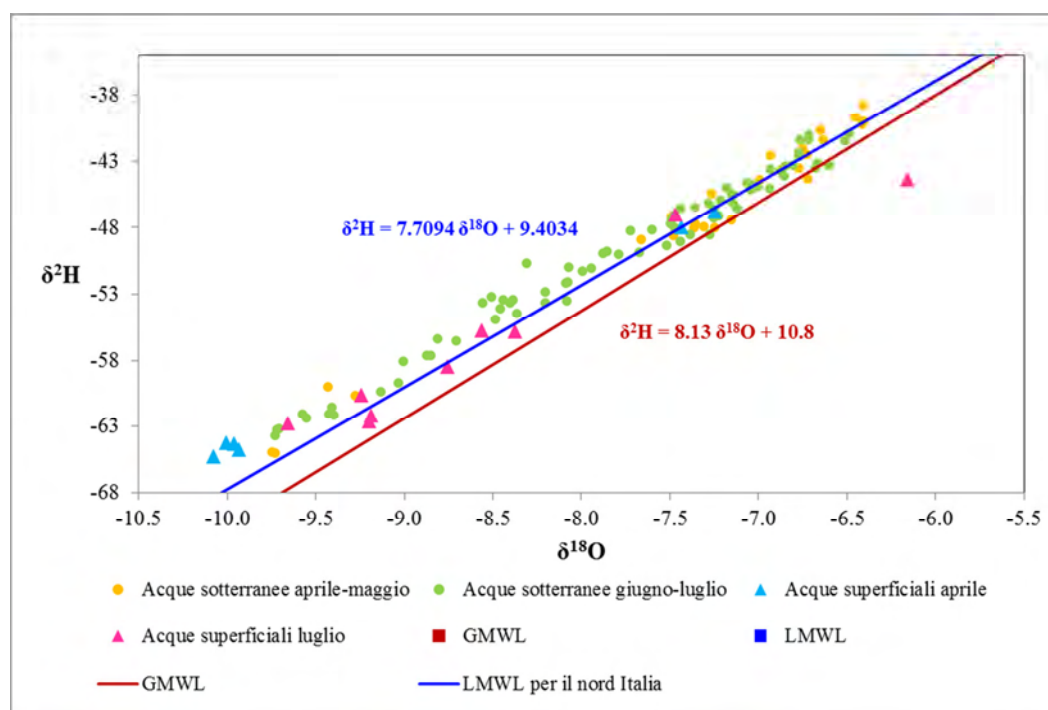


Figura 4.16: Composizioni isotopiche dei campioni di acque superficiali e sotterranee prelevati nelle diverse campagne effettuate. Sono riportate la GMWL e la LMWL per il nord Italia con le rispettive equazioni.

Si nota che la retta di regressione per la serie completa dei campioni (Figura 4.17) non si discosta molto dalla LMWL, presentando una pendenza leggermente minore, pari a 6.9144. Ciò indica che durante l'infiltrazione delle acque di precipitazione si sono verificati dei processi secondari che ne hanno alterato l'originaria composizione.

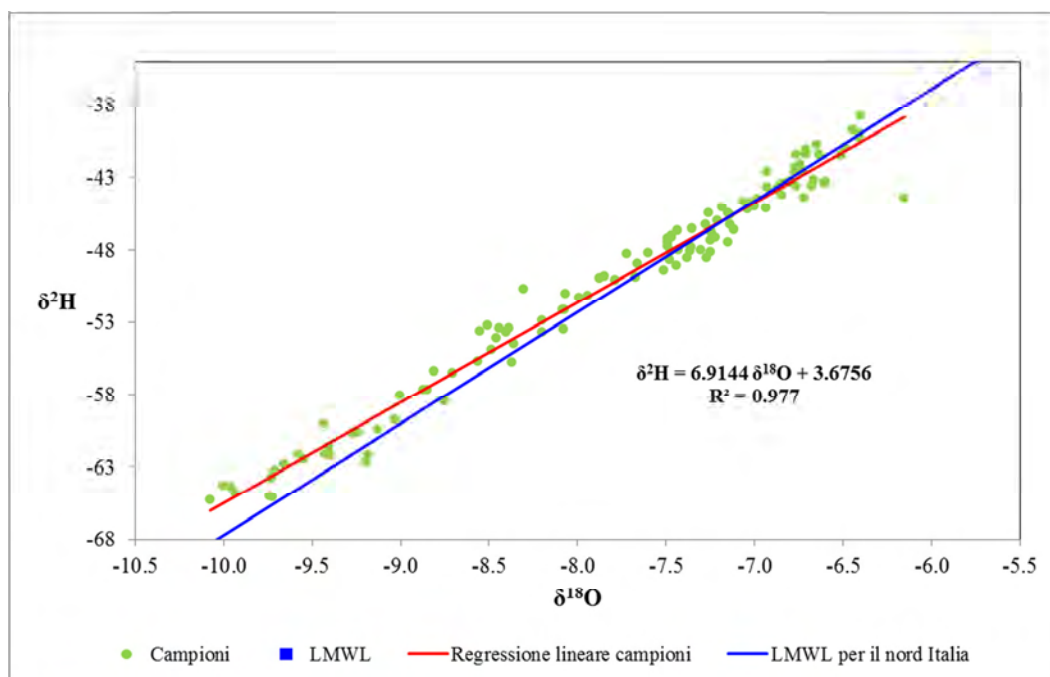


Figura 4.17: Composizioni isotopiche di tutti i campioni prelevati con relativa retta di regressione lineare e LMWL per il nord Italia.

Al fine di evidenziare eventuali dipendenze spaziali nelle composizioni isotopiche delle acque di falda, sono stati interpolati in ArcGIS 10 i valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ dei campioni prelevati nel mese di luglio, appartenenti alla seconda serie di analisi svolte nel laboratorio del Dipartimento TESAF. Sono stati presi in considerazione i valori isotopici dei campioni appartenenti alla falda freatica prelevati in condizioni dinamiche e, per i pozzi in cui si è campionato solamente con bailer, sono stati utilizzati i valori isotopici dei campioni in condizioni statiche. Mediante il tool di interpolazione *Natural Neighbor* sono state quindi elaborate due carte (Figure 4.18 e 4.19), che mostrano rispettivamente la distribuzione spaziale dei valori di $\delta^2\text{H}$ e di $\delta^{18}\text{O}$ nella falda freatica.

DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI VALORI DI $\delta^2\text{H}$ NELLA FALDA FREATICA NEL MESE DI LUGLIO

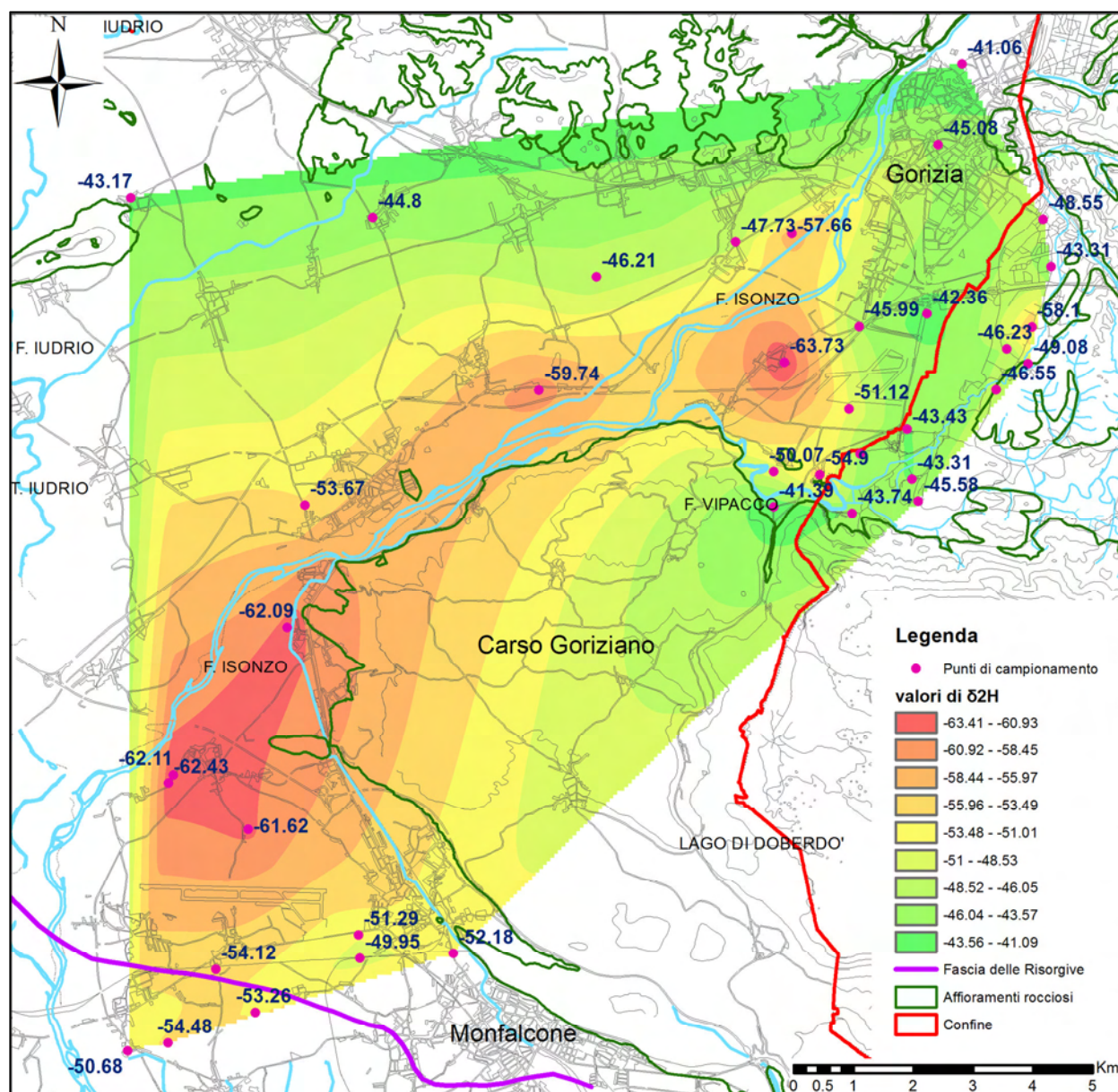


Figura 4.18: Carta della distribuzione spaziale dei valori di $\delta^2\text{H}$ nelle acque di falda freatica nel mese di luglio.

DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI VALORI DI $\delta^{18}\text{O}$ NELLA FALDA FREATICA NEL MESE DI LUGLIO

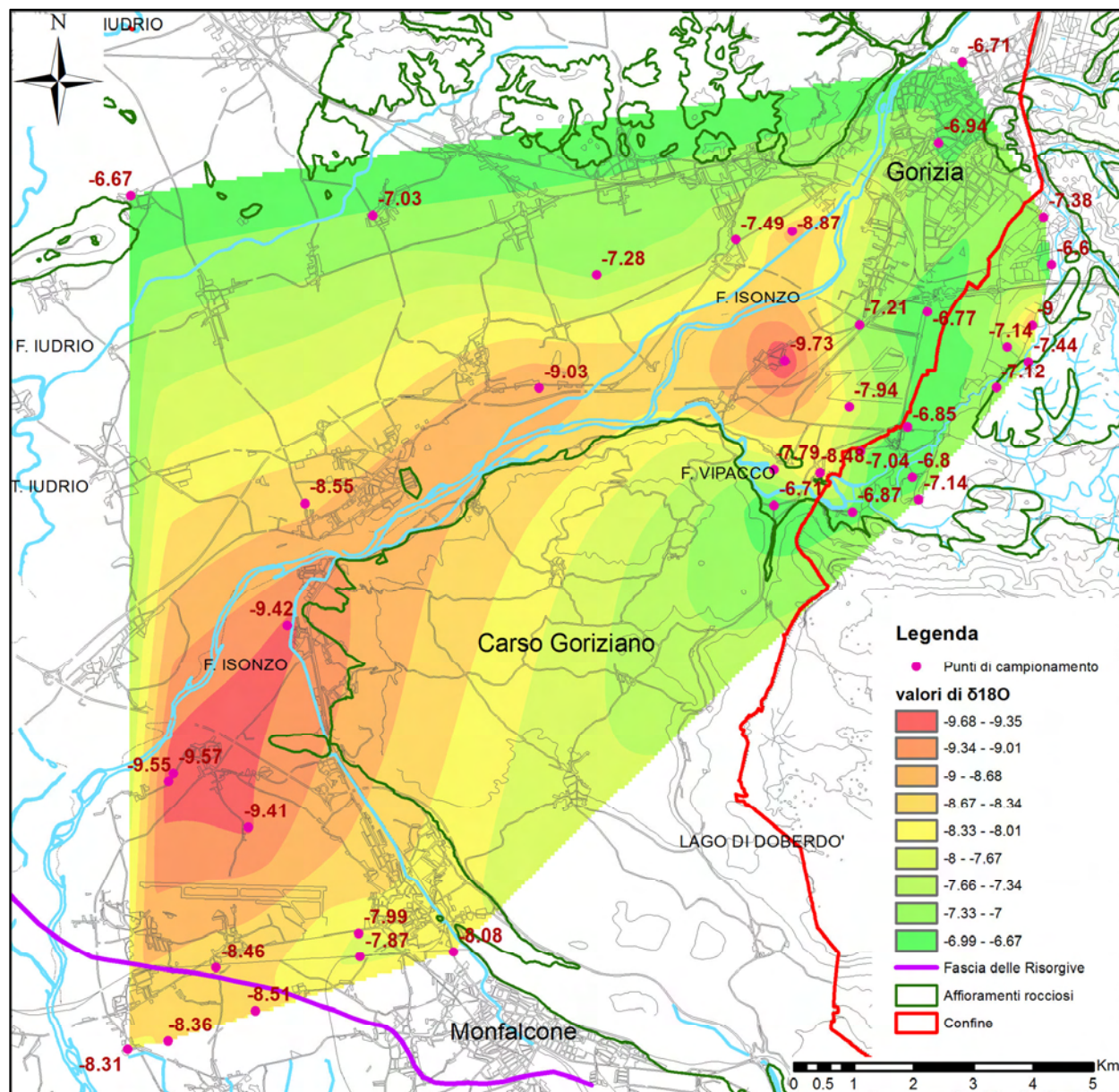


Figura 4.19: Carta della distribuzione spaziale dei valori di $\delta^{18}\text{O}$ nelle acque di falda freatica nel mese di luglio.

Per entrambi gli isotopi si nota il deciso influsso da parte delle acque dell'Isonzo. Infatti i valori isotopici più negativi nelle acque di falda si riscontrano lungo il corso del fiume, e specialmente in Sinistra, con punte di -63.73‰ per $\delta^2\text{H}$ e -9.73‰ per $\delta^{18}\text{O}$ al pozzo 0328 di Scariano. Man mano che ci si allontana dal corso dell'Isonzo le composizioni isotopiche assumono valori sempre meno negativi. L'unico pozzo che si discosta da questo generale andamento delle composizioni isotopiche è il 90, situato in Slovenia, a ridosso dei rilievi collinari. Le sue acque infatti sono caratterizzate da valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ decisamente più negativi rispetto a quelle dei pozzi adiacenti. Per questo pozzo si era già riscontrata un'anomalia nei valori di conducibilità elettrica, diviene quindi sempre più plausibile l'ipotesi di un'infiltrazione di acque derivanti da perdite dell'acquedotto. Risulta dunque evidente come le acque di falda nelle zone più prossime all'Isonzo, e specialmente in sua Sinistra e nella zona di Bassa Pianura, ricevano l'influsso diretto del fiume che ne caratterizza il contenuto isotopico. Allontanandosi la falda freatica risente meno di questo influsso, mostrando valori isotopici meno negativi. In queste zone gli apporti che la falda riceve dall'Isonzo sono probabilmente di minor entità e l'acqua di origine isontina subisce dei fenomeni di mescolamento con acque di infiltrazione locale.

Includendo nell'interpolazione ulteriori punti di misura, relativi ai campioni dalla campagna effettuata a giugno (considerando esclusivamente i campioni delle acque di falda freatica e prelevati in condizioni dinamiche) si ottengono due ulteriori carte della distribuzione dei valori di $\delta^2\text{H}$ e di $\delta^{18}\text{O}$ (Figure 4.20 e 4.21) che confermano la situazione evidenziata dalle precedenti elaborazioni.

DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI VALORI DI $\delta^2\text{H}$ NELLA FALDA FREATICA NEL PERIODO GIUGNO-LUGLIO

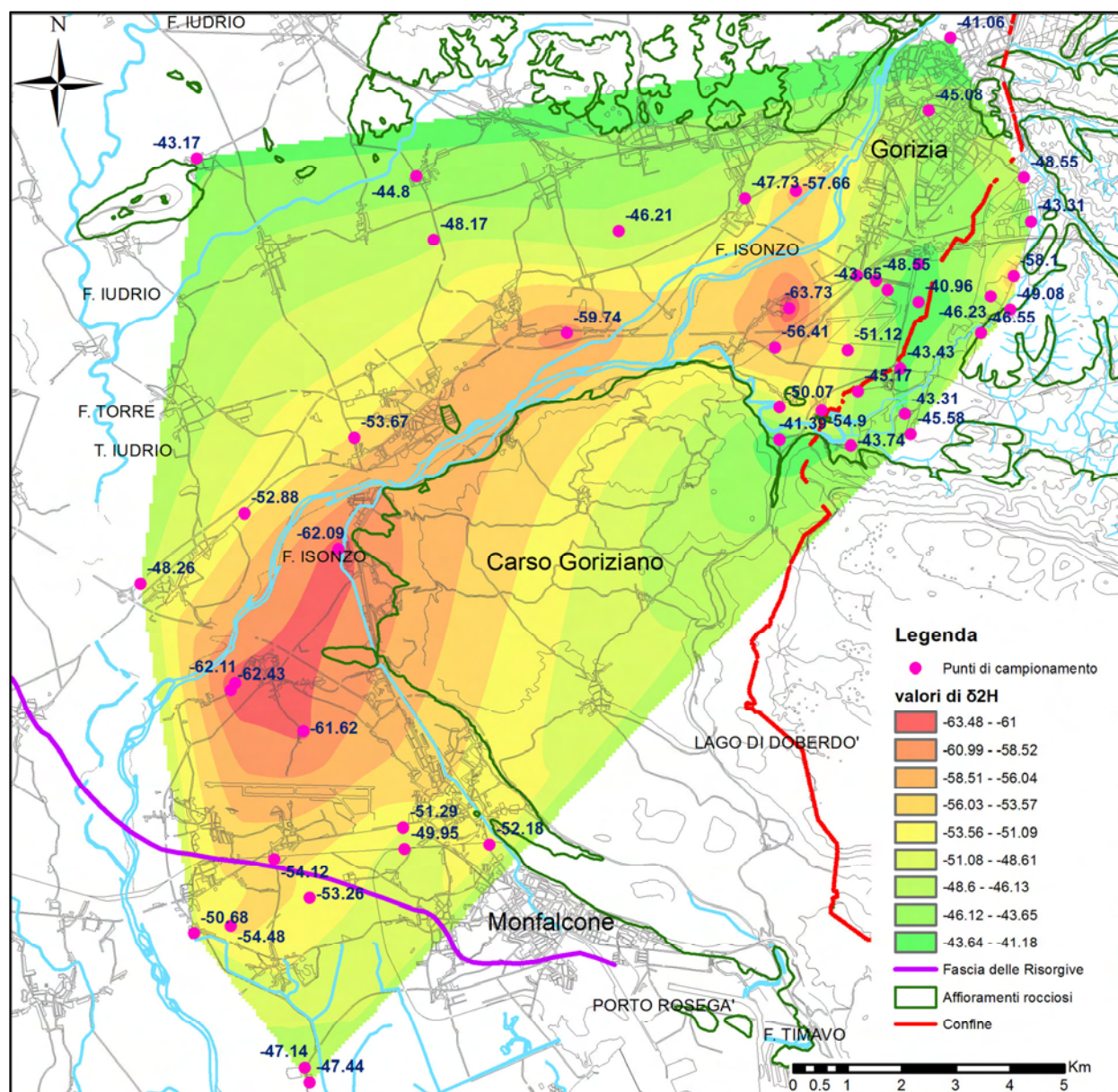


Figura 4.20: Carta della distribuzione spaziale dei valori di $\delta^2\text{H}$ nelle acque di falda freatica nel periodo giugno-luglio.

DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI VALORI DI $\delta^{18}\text{O}$ NELLA FALDA FREATICA NEL PERIODO GIUGNO-LUGLIO

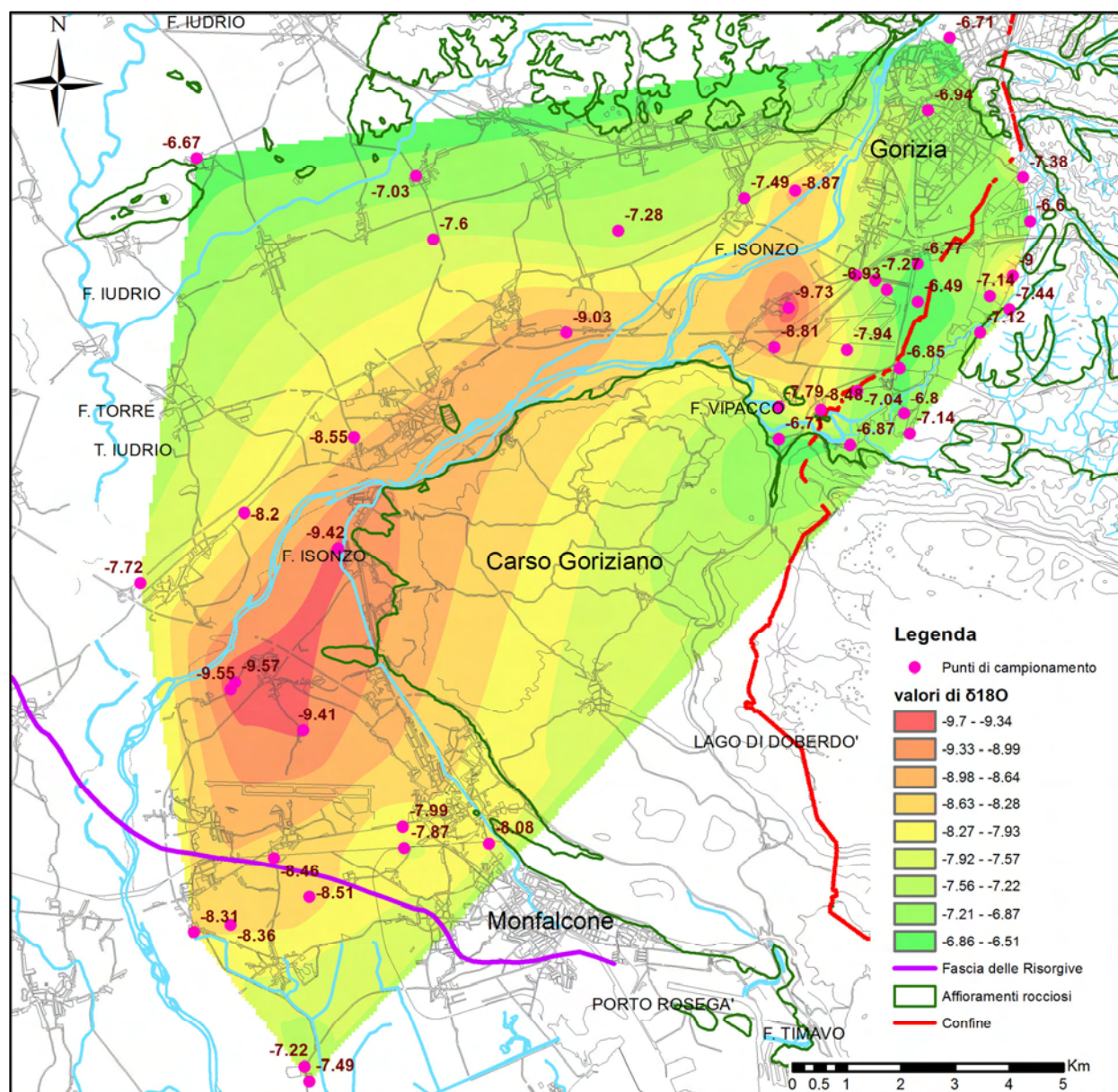


Figura 4.21: Carta della distribuzione spaziale dei valori di $\delta^{18}\text{O}$ nelle acque di falda freatica nel periodo giugno-luglio.

4.5 Analisi di dati geochimici

Sono stati analizzati dati forniti da ARPA FVG relativi ad analisi geochimiche di campioni d'acqua prelevati dal 1996 al 2012 nell'area della Piana Isontina. I dati disponibili si riferiscono a 23 pozzi distribuiti tra Alta e Bassa Pianura, alcuni attingenti dalla falda freatica, altri da orizzonti acquiferi profondi. Nella Tabella 4.18 sono riportati il codice della stazione di prelievo PMAS, utilizzato da ARPA FVG, la località, l'indirizzo e/o il nome del pozzo (codice Acegas) e la profondità di campionamento. In azzurro sono evidenziati i pozzi attingenti dalla falda freatica, in verde quelli attingenti da falde in pressione.

ID Stazione	Località - Indirizzo - Nome pozzo	Profondità campionamento da p.c. [m]
4002	Fossalun - Via Buie 2	108
4007	Rondon - Via Monfalcone	22
4008	Pieris - Via Brunner	46
4009	Rondon - Via Monfalcone	32
4010	Rondon - Via Monfalcone	138
4012	San Pier d'Isonzo - Via Matteotti	185
4013	Villesse - Casello A4	40
31002	Angoris - Tenuta	60
31004	Moraro - stazione di compostaggio	70
31009	Savogna - Via Strada Alta	48
31055	Grotta - acquedotto Iris	27
31067	Gorizia - Via Fermi 17	65
31101	Panzano - Via Bagni Nuova	60
31107	Altare di Bean - Via Cavedoni	31
31136	Villesse - Goriziane SpA	50
780196	Grado - Pozzo 4	107
1660013	San Pier d'Isonzo - ACEGA Pozzo 6	175
1660014	San Pier d'Isonzo - ACEGA Pozzo 3	195
1660015	San Pier d'Isonzo - ACEGA Pozzo 11	160
1660016	San Pier d'Isonzo - ACEGA Pozzo 12	186
1660018	San Pier d'Isonzo - ACEGA Pozzo 16	145
1660019	San Pier d'Isonzo - ACEGA Pozzo 24	203
1500004 -2	Altare di Bean - Pozzo 5	50

Tabella 4.18: Codice della stazione di prelievo PMAS, utilizzato da ARPA FVG, località, indirizzo e/o nome del pozzo (codice Acegas) e profondità di campionamento. In azzurro sono evidenziati i pozzi attingenti dalla falda freatica, in verde quelli attingenti da falde in pressione.

Alcuni di questi punti di prelievo coincidono con i pozzi campionati durante le campagne descritte precedentemente. In particolare:

- La stazione 4007 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 07 nelle campagne effettuate;
- La stazione 4008 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 0309 nelle campagne effettuate;
- La stazione 4009 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 06 nelle campagne effettuate;
- La stazione 4010 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 05 nelle campagne effettuate;
- La stazione 4013 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 03 nelle campagne effettuate;
- La stazione 31004 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 04 nelle campagne effettuate;
- La stazione 31009 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 09 nelle campagne effettuate;
- La stazione 31055 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 0293 (Farra - pozzo acquedotto) nelle campagne effettuate;
- La stazione 31067 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 08 nelle campagne effettuate;
- La stazione 31136 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 02 nelle campagne effettuate;
- La stazione 1660016 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 12 nelle campagne effettuate;
- La stazione 1660018 corrisponde al pozzo contrassegnato con il codice 16 nelle campagne effettuate.

Al fine di caratterizzare le acque di falda da un punto di vista geochemico sono stati presi in esame i dati relativi alle concentrazioni degli ioni maggiori: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} e Cl^- . Le concentrazioni espresse originariamente in mg/l sono state trasformate in meq/l per consentire la

rappresentazione dei dati mediante diagrammi di Piper e a torta, che visualizzano le concentrazioni relative degli ioni. I meq/l si ottengono dividendo la concentrazione in mg/l per l'equivalente. L'equivalente di uno ione è dato dal rapporto tra la sua massa atomica e la sua carica. Per ogni stazione sono stati poi calcolati i valori medi di concentrazione di ogni ione. I valori ottenuti sono riportati nella Tabella 4.19, assieme alla conducibilità elettrica (EC).

4. GEOCHIMICA DELLE ACQUE DELLA PIANA ISONTINA

ID Stazione	EC a 20°C [μS/cm]	Ca ²⁺ [meq/l]	Mg ²⁺ [meq/l]	Na ⁺ [meq/l]	K ⁺ [meq/l]	HCO ₃ ⁻ [meq/l]	SO ₄ ²⁻ [meq/l]	Cl ⁻ [meq/l]
4002	2380	1.30	1.56	20.75	0.51	8.85	0.00	15.29
4007	388	3.47	1.44	0.28	0.03	4.32	0.59	0.27
4008	351	2.74	1.15	0.16	0.02	3.75	0.19	0.15
4009	416	3.25	1.44	0.21	0.02	4.38	0.33	0.23
4010	403	2.82	1.53	0.17	0.02	4.20	0.28	0.17
4012	360	2.57	1.11	0.44	0.02	3.48	0.23	0.37
4013	352	3.00	1.19	0.26	0.02	4.01	0.18	0.14
31002	642	5.40	1.72	0.15	0.02	6.54	0.39	0.20
31004	352	3.13	1.20	0.09	0.02	4.06	0.26	0.07
31009	238	2.33	0.74	0.14	0.02	2.89	0.17	0.10
31055	289	2.60	0.87	0.16	0.02	3.26	0.13	0.08
31067	435	3.77	1.54	0.33	0.06	4.76	0.38	0.26
31101	440	3.03	1.37	0.59	0.02	3.73	0.28	0.71
31107	293	2.42	0.91	0.10	0.02	3.07	0.09	0.16
31136	311	2.47	0.93	0.12	0.02	3.10	0.21	0.09
780196	405	2.79	1.43	0.60	0.03	3.49	0.31	0.64
1660013	351	2.78	1.06	0.33	0.02	3.31	0.25	0.31
1660014	407	3.00	1.05	0.61	0.03	3.67	0.31	0.41
1660015	289	2.40	0.91	0.16	0.02	2.92	0.19	0.15
1660016	387	2.92	1.12	0.49	0.03	3.46	0.29	0.46
1660018	462	3.34	1.48	0.00	0.00	3.39	0.29	0.71
1660019	434	2.99	1.56	0.00	0.00	3.24	0.23	0.62
1500004 -2	414	2.72	1.08	0.55	0.03	3.30	0.22	0.69

Tabella 4.19: Valori medi di conducibilità elettrica [μS/cm] e di concentrazione [meq/l] degli ioni maggiori per le 24 stazioni di prelievo. In rosso sono indicati i cationi, in blu gli anioni.

A partire dai valori medi di concentrazione degli ioni maggiori [meq/l] sono stati elaborati, mediante il software AquaChem, il diagramma di Piper (Figura 4.22), riportante i valori per tutte le stazioni, ed i diagrammi a torta per ogni stazione di prelievo.

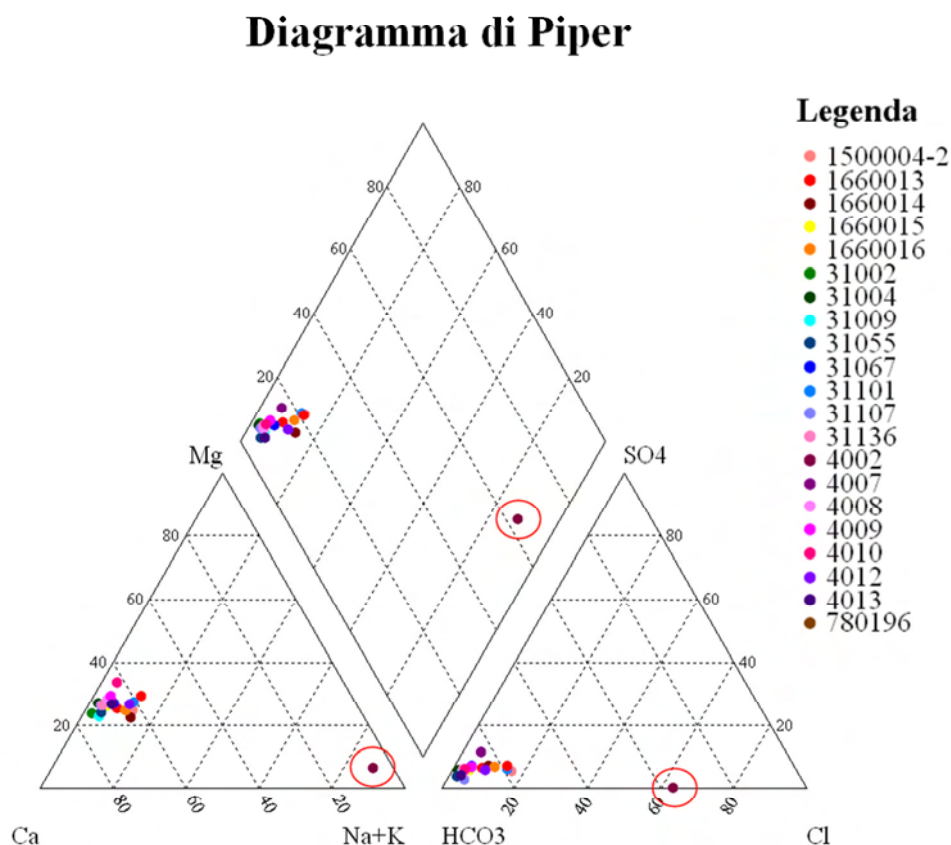


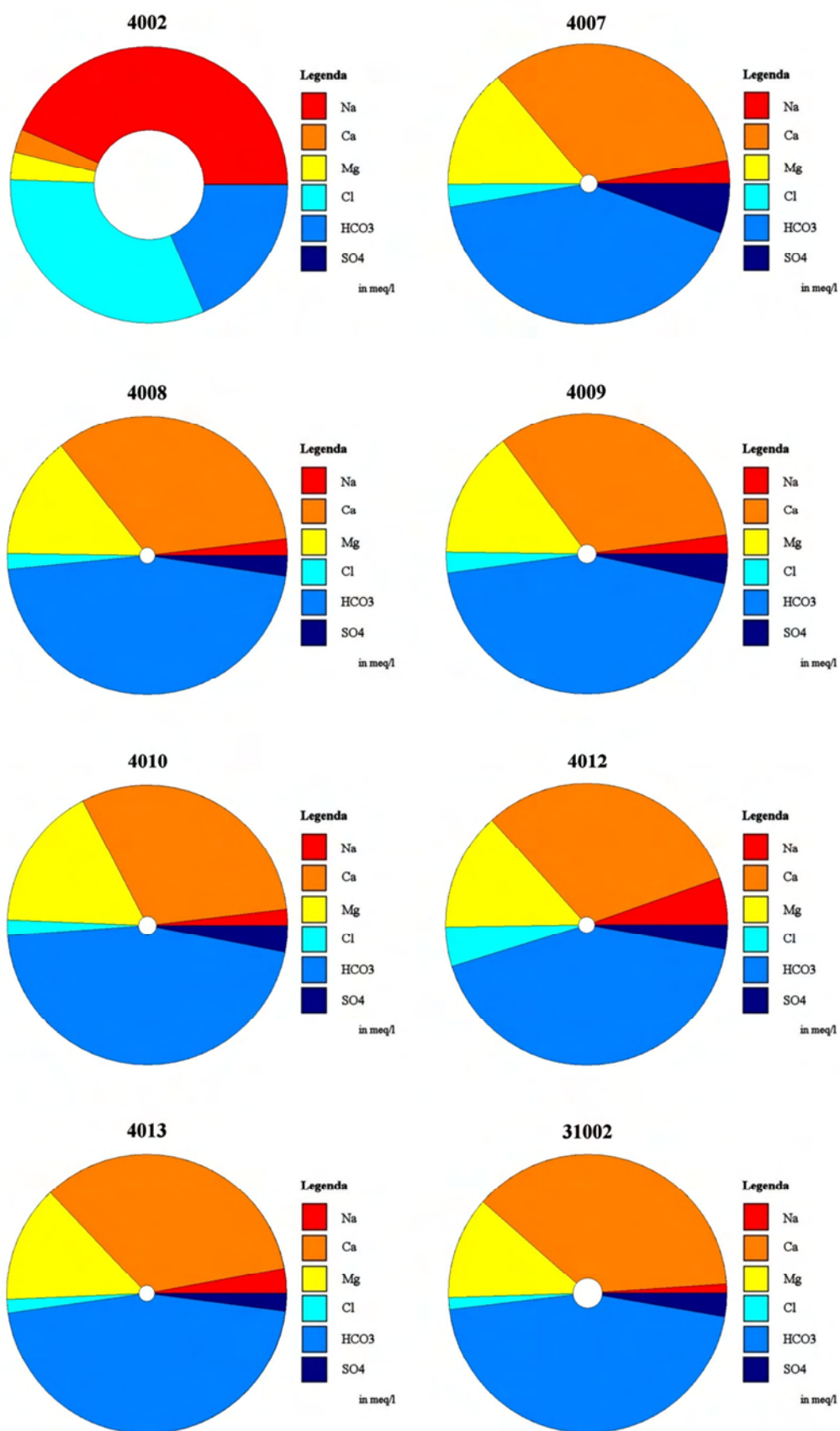
Figura 4.22: Diagramma di Piper riportante le concentrazioni relative degli ioni maggiori per le 23 stazioni di prelievo.

Tutte le acque plottate, a parte una, ricadono nella parte del diagramma corrispondente alla facies Ca-HCO₃. Questa facies è tipica di acque appartenenti a falde poco profonde non saline e con substrati carbonatici. L'unica acqua che si differenzia è quella della stazione 4002 (cerchiata in rosso nel diagramma), appartenente alla facies Na-Cl. A questa facies appartengono acque marine, acque sotterranee profonde o acque fossili. Essendo la stazione 4002 localizzata più a sud ed essendo prossima alla linea di costa, l'acqua della falda subisce delle

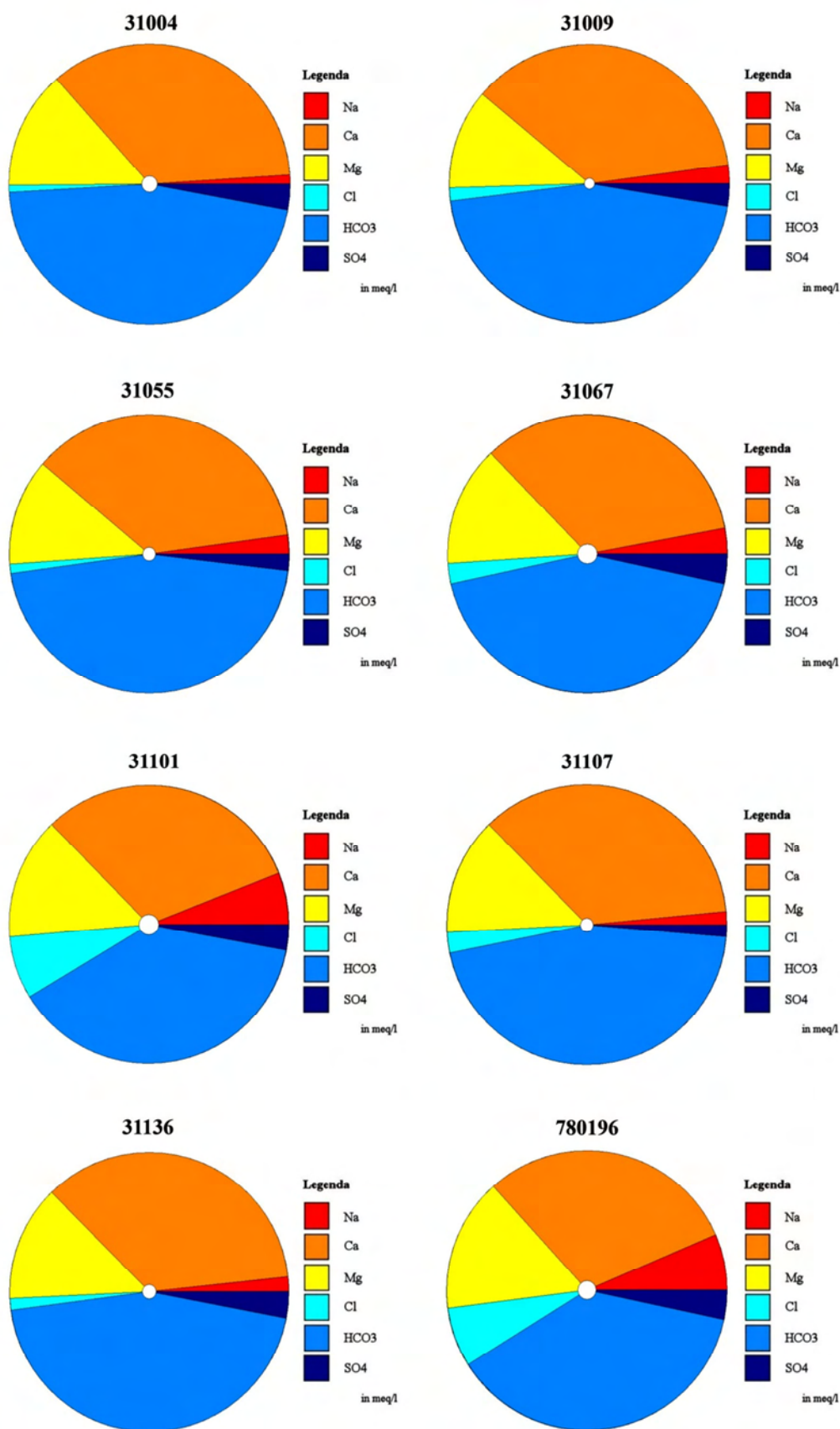
importanti miscele con l'acqua marina, il che spiega l'elevata concentrazione di Na^+ e Cl^- .

I diagrammi a torta per ogni stazione di prelievo sono stati elaborati in AquaChem. Al centro di ogni diagramma è riportato un cerchio bianco il cui raggio è proporzionale alla conducibilità elettrica. Inoltre i dati di concentrazione [meq/l] sono stati importati in ArcGIS per costruire due carte, una per le acque di falda freatica e una per le acque delle falde in pressione, nelle quali sono rappresentati i diagrammi a torta in corrispondenza dell'ubicazione della stazione di prelievo. Nelle pagine seguenti vengono riportati gli elaborati.

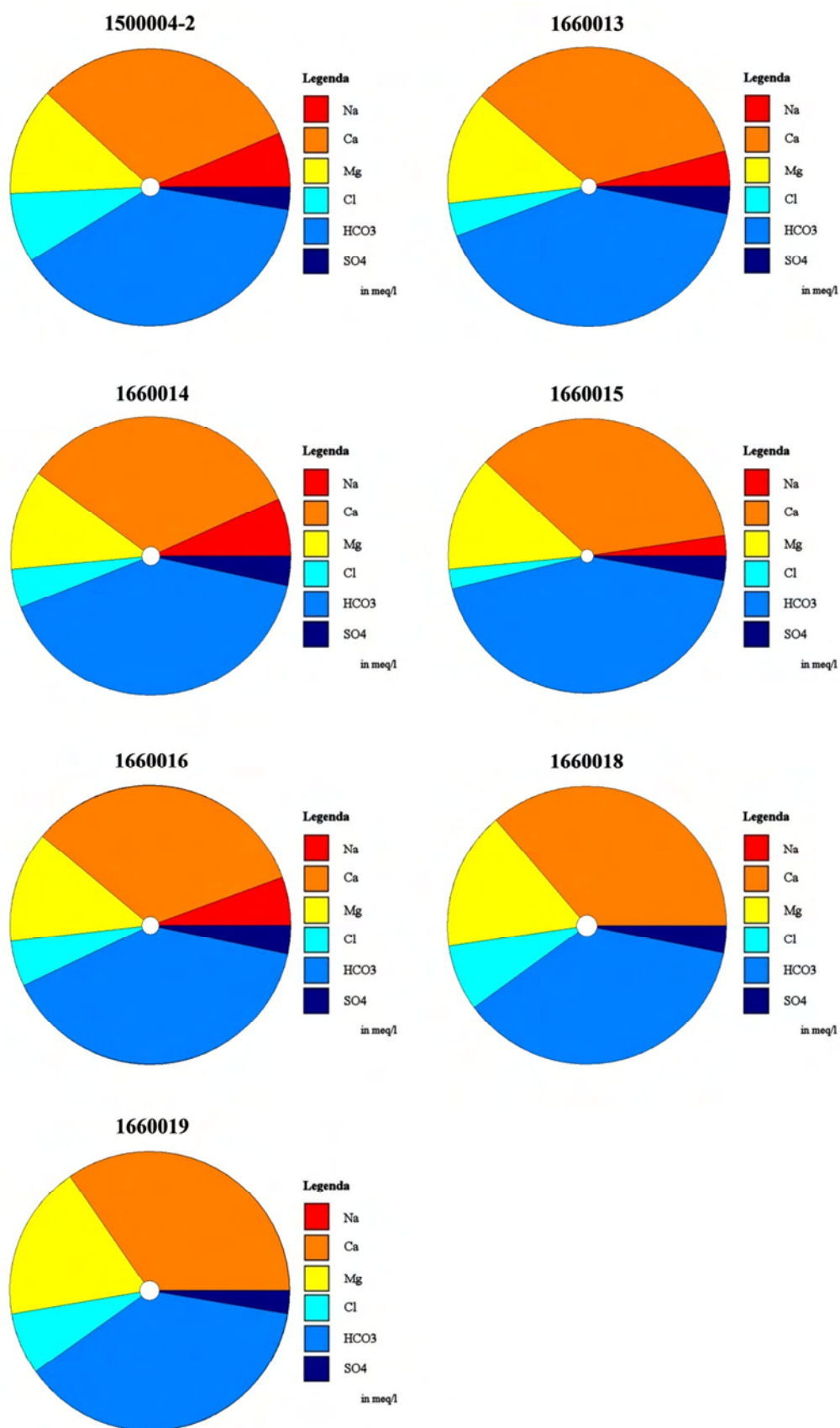
4. GEOCHIMICA DELLE ACQUE DELLA PIANA ISONTINA



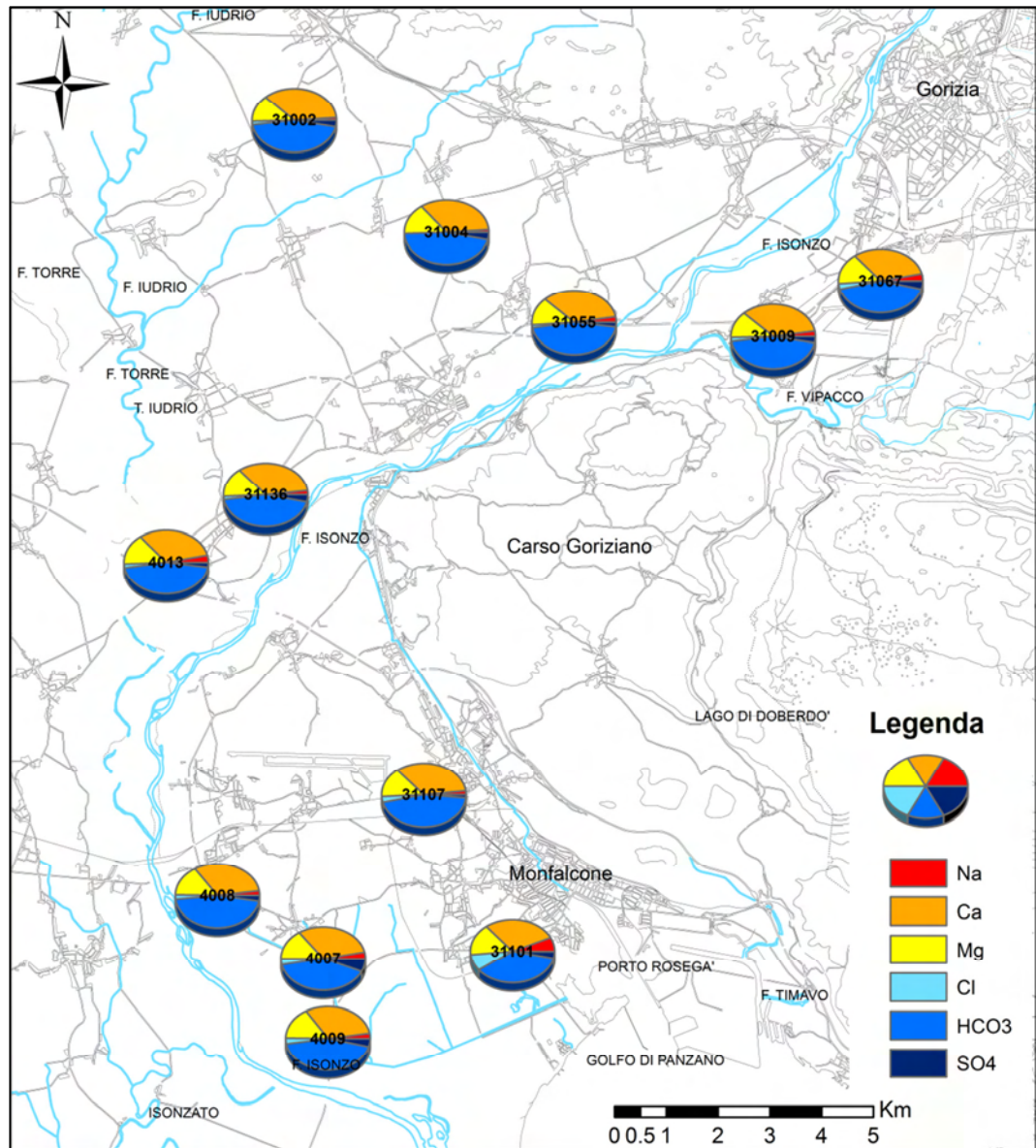
4. GEOCHIMICA DELLE ACQUE DELLA PIANA ISONTINA



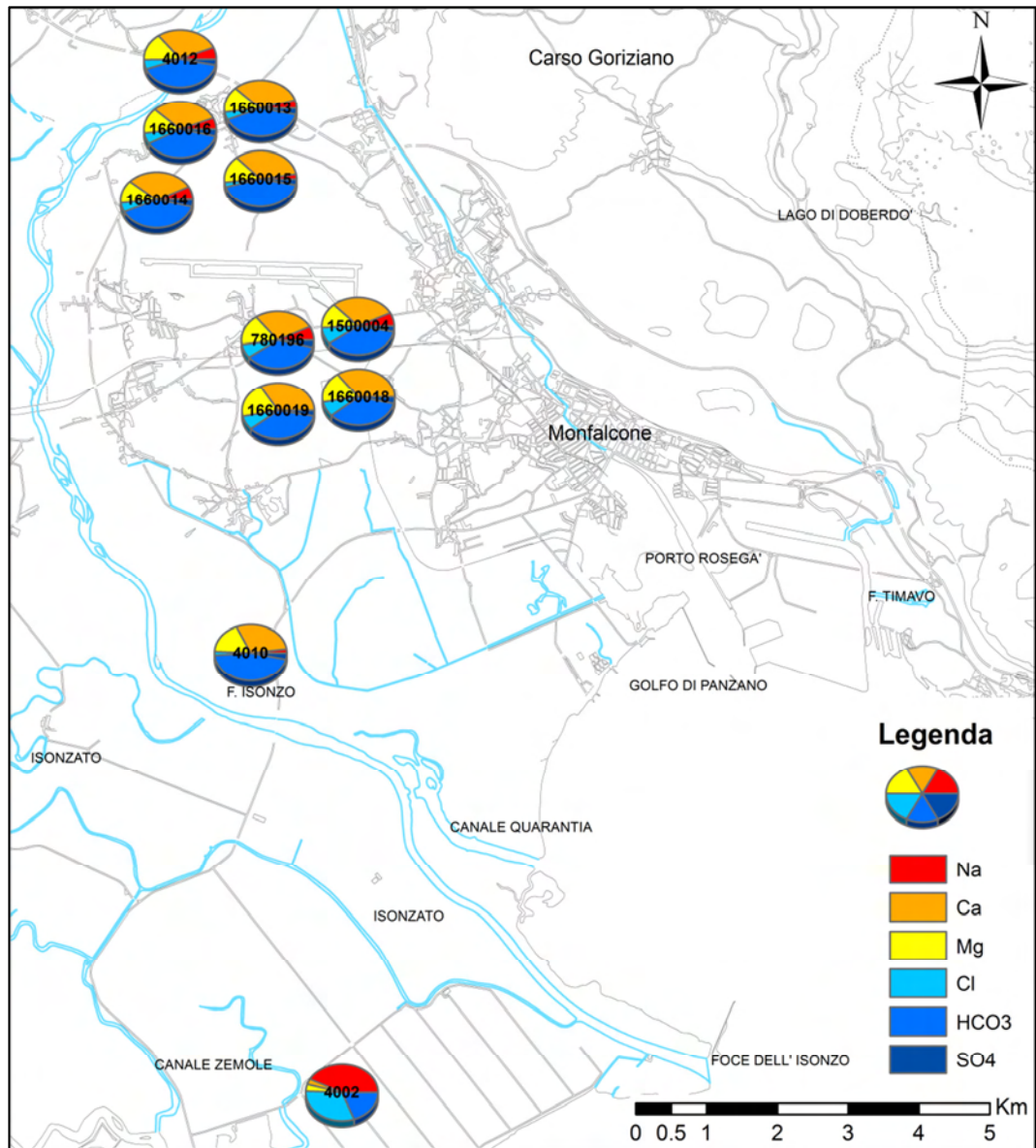
4. GEOCHIMICA DELLE ACQUE DELLA PIANA ISONTINA



DIAGRAMMI A TORTA PER LE ACQUE DI FALDA FREATICA



DIAGRAMMI A TORTA PER LE ACQUE DELLE FALDE IN PRESSIONE



I valori di conducibilità elettrica nelle acque di falda freatica sono variabili tra un massimo di 440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ per la stazione 31101 ed un minimo di 238 $\mu\text{S}/\text{cm}$ per la stazione 31009. Solamente per la stazione 31002, più settentrionale, si riscontra un valore di 642 $\mu\text{S}/\text{cm}$, che si discosta significativamente dagli altri. Le acque di falda freatica presentano caratteristiche chimiche molto simili. Si può immediatamente notare che per quanto riguarda le concentrazioni relative dei cationi $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$, mentre per quelle degli anioni $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} \geq \text{Cl}^-$, tranne per le stazioni 31101 e 31107, in cui $\text{Cl}^- \geq \text{SO}_4^{2-}$. Lo ione dominante è sempre HCO_3^- , seguito da Ca^{2+} e Mg^{2+} . Na^+ , Cl^- e SO_4^{2-} sono in genere presenti in concentrazioni decisamente minori. Le stazioni presentano una buona distribuzione nell'area d'interesse, coprendo sia la porzione di Alta Pianura che quella di Bassa. Non si riscontrano grosse differenze nella composizione chimica delle acque in relazione alla distribuzione spaziale delle stazioni. Si può notare che le acque in cui gli ioni Na^+ e Cl^- appaiono meno abbondanti sono quelle delle stazioni situate più a nord (31002 e 31004), mentre nelle acque della stazione 31101, più prossima al mare, Na^+ e Cl^- presentano concentrazioni relative più elevate.

La conducibilità elettrica nelle acque delle falde in pressione mostra valori abbastanza simili, attorno a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, per le diverse stazioni di prelievo. Fanno eccezione le stazioni 1660018 e 1660015, che presentano valori di 462 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 289 $\mu\text{S}/\text{cm}$ rispettivamente. I due pozzi attingono probabilmente da falde acquifere diverse, il che spiegherebbe queste differenze nei valori di conducibilità elettrica. Un caso a parte è rappresentato dalle acque a carattere marino della stazione 4002, che mostrano una conducibilità elettrica pari a 2380 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Le acque delle falde in pressione, tolte quelle appartenenti alla stazione 4002, presentano caratteristiche chimiche molto simili tra loro. Per quanto riguarda le concentrazioni relative dei cationi $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$, mentre per quelle degli anioni $\text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- \geq \text{SO}_4^{2-}$, tranne per le stazioni 4010 e 1660015, in cui $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$. Lo ione dominante è sempre HCO_3^- , seguito da Ca^{2+} e Mg^{2+} . Na^+ , Cl^- e SO_4^{2-} sono in genere presenti in concentrazioni minori. Nelle acque delle stazioni 1660018 e 1660019 lo ione Na^+ è addirittura assente. Le stazioni di prelievo sono distribuite

nella porzione di Bassa Pianura, in Sinistra Isonzo. Le loro acque non presentano sostanziali differenze in relazione alla loro distribuzione spaziale.

Un caso a parte è costituito dalle acque della stazione 4002, prossima al mare, che presentano una composizione chimica estremamente diversa dalle precedenti. Come già evidenziato dal diagramma di Piper, si tratta di acque di carattere marino, con elevato contenuto di Na^+ e Cl^- . Considerando le concentrazioni relative questi due ioni sono dominanti, seguiti da HCO_3^- . Ca^{2+} e Mg^{2+} sono presenti in quantità decisamente inferiori ed $\text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$. Lo ione SO_4^{2-} è assente.

Sono stati inoltre calcolati i rapporti $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ e $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ (Tabella 4.20), a partire dalle concentrazioni medie in mg/l di questi ioni per le diverse stazioni. I valori di questi due rapporti sono stati poi riportati in carta in modo da analizzarli anche in relazione alla loro distribuzione spaziale.

ID Stazione	Ca^{2+} mg/l	Mg^{2+} mg/l	SO_4^{2-} mg/l	Cl^- mg/l	$\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$
4002	26.33	19.85	0.27	536.90	1.33	0.00
4007	83.87	16.75	20.10	10.30	5.01	1.95
4008	48.73	14.03	8.05	5.35	3.47	1.50
4009	65.46	17.50	15.58	8.30	3.74	1.88
4010	58.25	18.60	13.28	5.85	3.13	2.27
4012	51.22	13.48	10.87	13.23	3.80	0.82
4013	58.03	13.63	8.30	4.93	4.26	1.69
31002	113.11	21.79	18.37	8.00	5.19	2.30
31004	68.45	15.64	10.39	3.76	4.38	2.76
31009	46.54	9.39	6.95	3.41	4.96	2.04
31055	50.44	10.45	6.49	3.10	4.83	2.09
31067	67.96	16.04	15.10	6.97	4.24	2.17
31101	60.72	17.03	13.82	25.41	3.57	0.54
31107	46.59	11.45	7.04	6.66	4.07	1.06
31136	52.23	11.60	9.24	3.73	4.50	2.48
780196	55.90	17.35	15.10	22.55	3.22	0.67
1660013	53.97	12.75	11.38	10.35	4.23	1.10
1660014	60.07	13.20	14.17	16.50	4.55	0.86
1660015	46.66	10.62	8.80	5.38	4.39	1.64
1660016	57.27	13.98	13.13	16.17	4.10	0.81
1660018	67.00	18.00	14.00	25.00	3.72	0.56
1660019	60.00	19.00	11.00	22.00	3.16	0.50
1500004-2	54.50	13.10	10.75	24.60	4.16	0.44

Tabella 4.20: Concentrazioni medie [mg/l] per gli ioni Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} e Cl^- e rapporti $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ e $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ calcolati per le acque delle 23 stazioni di prelievo. In azzurro le acque di falda freatica, in verde quelle delle falde in pressione.

Il rapporto $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ può dare un'indicazione sulla natura dei bacini di provenienza delle acque di falda, infatti acque che provengono da bacini montani ricchi in calcari ed arenarie calcaree e poveri in dolomite sono caratterizzate da un elevato valore di questo rapporto. Come si nota in Tabella 4.22 le acque appartenenti alla falda freatica presentano tutte un valore del rapporto $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ piuttosto alto, da un minimo di 3.47 per la stazione 4008, ad un massimo di 5.19 per la stazione 31002. Questi valori indicano che la falda freatica è alimentata dalle acque dell'Isonzo ($\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}=4.3$ a Cassegliano [Cucchi *et al.*, 1998]) e di altri corsi d'acqua, come il Versa e lo Judrio, che si sviluppano principalmente su materiali carbonatici. Osservando in carta (Figura 4.23) i valori del rapporto $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ per le diverse stazioni non si identifica una loro dipendenza con la distribuzione spaziale. Per quanto riguarda le acque appartenenti alle falde in pressione i valori del rapporto $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ si mantengono leggermente inferiori a quelli visti per la falda freatica, ma denotano comunque la loro provenienza dall'Isonzo. Si può notare che le stazioni situate a nord, più vicine al corso del fiume, mostrano valori tendenzialmente più alti, rispetto alle altre (Figura 4.24). L'unica eccezione è rappresentata dalle acque della stazione 4002, di origine marina, che mostrano un rapporto $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$, più basso, pari a 1.33.

Il rapporto $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ è utilizzato per individuare gli eventuali contributi del Tagliamento, dato che le sue acque sono quelle più ricche in SO_4^{2-} (141 mg/l a Ragogna [Cucchi *et al.*, 1998]). Per tutte le acque prese in considerazione il rapporto $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ si mantiene piuttosto basso, raggiungendo al massimo il valore di 2.76 per la stazione 31004. Non sono dunque individuabili possibili apporti da parte delle acque del Tagliamento. Per le acque di falda freatica si può notare comunque che i valori più elevati (>2) si riscontrano per le stazioni situate nella porzione di Alta Pianura (Figura 4.25), mentre scendendo verso sud i rapporti diminuiscono, assumendo valori minori di 2. Le stazioni 31107 e 31101 presentano i rapporti più bassi, pari a 1.06 e 0.54 rispettivamente. Essendo questi valori più simili a quelli rilevati per le acque delle falde in pressione, ciò potrebbe indicare una parziale comunicazione tra la falda superficiale e quelle più profonde. Le acque appartenenti alle falde in pressione presentano rapporti SO_4^{2-}

$/\text{Cl}^-$ generalmente inferiori rispetto a quelli delle acque di falda freatica. Osservando in carta questi valori non sembra esserci una dipendenza con la distribuzione spaziale (Figura 4.26).

DISTRIBUZIONE DEL RAPPORTO $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ PER LE ACQUE DI Falda Freatica

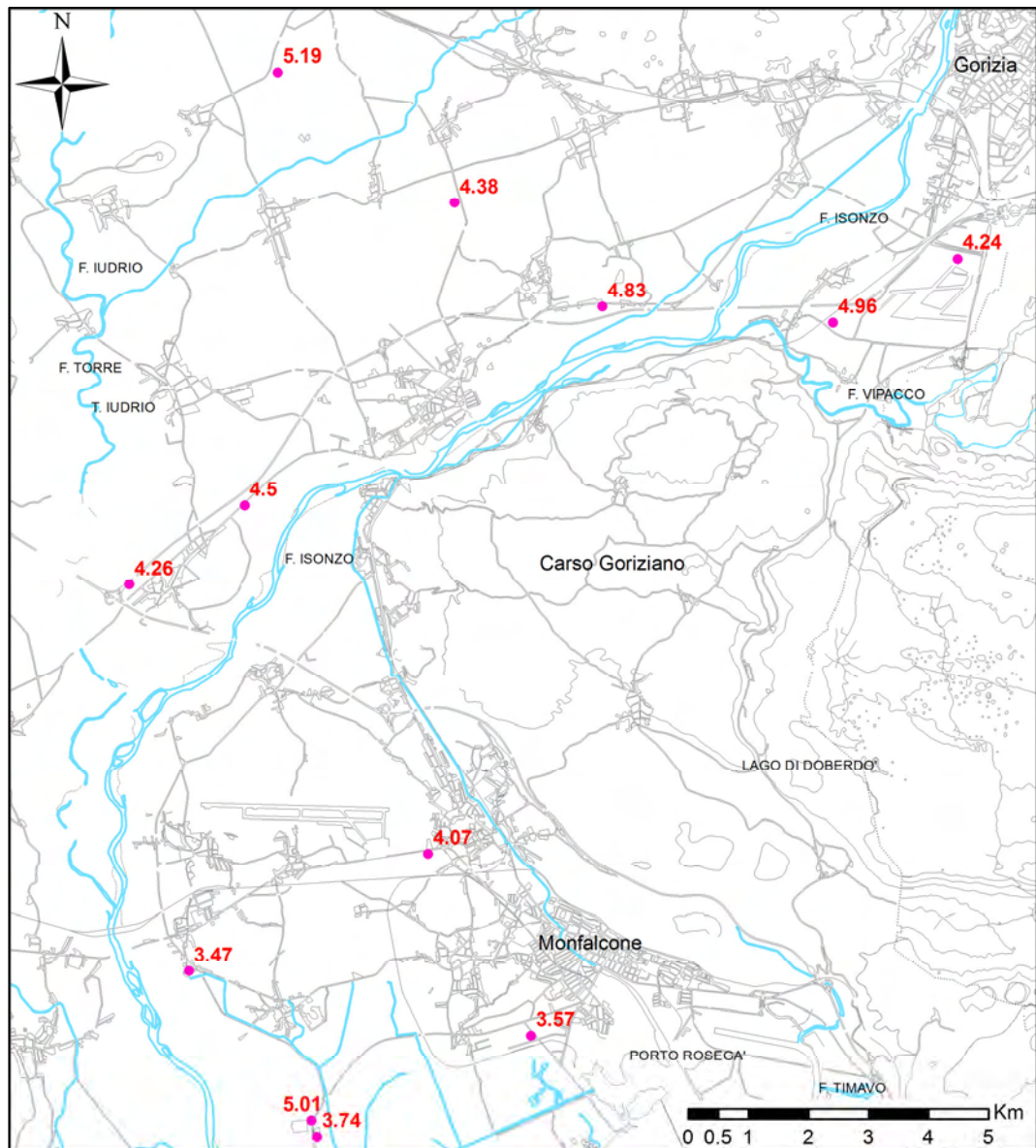


Figura 4.23

DISTRIBUZIONE DEL RAPPORTO $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ PER LE ACQUE DELLE FALDE IN PRESSIONE

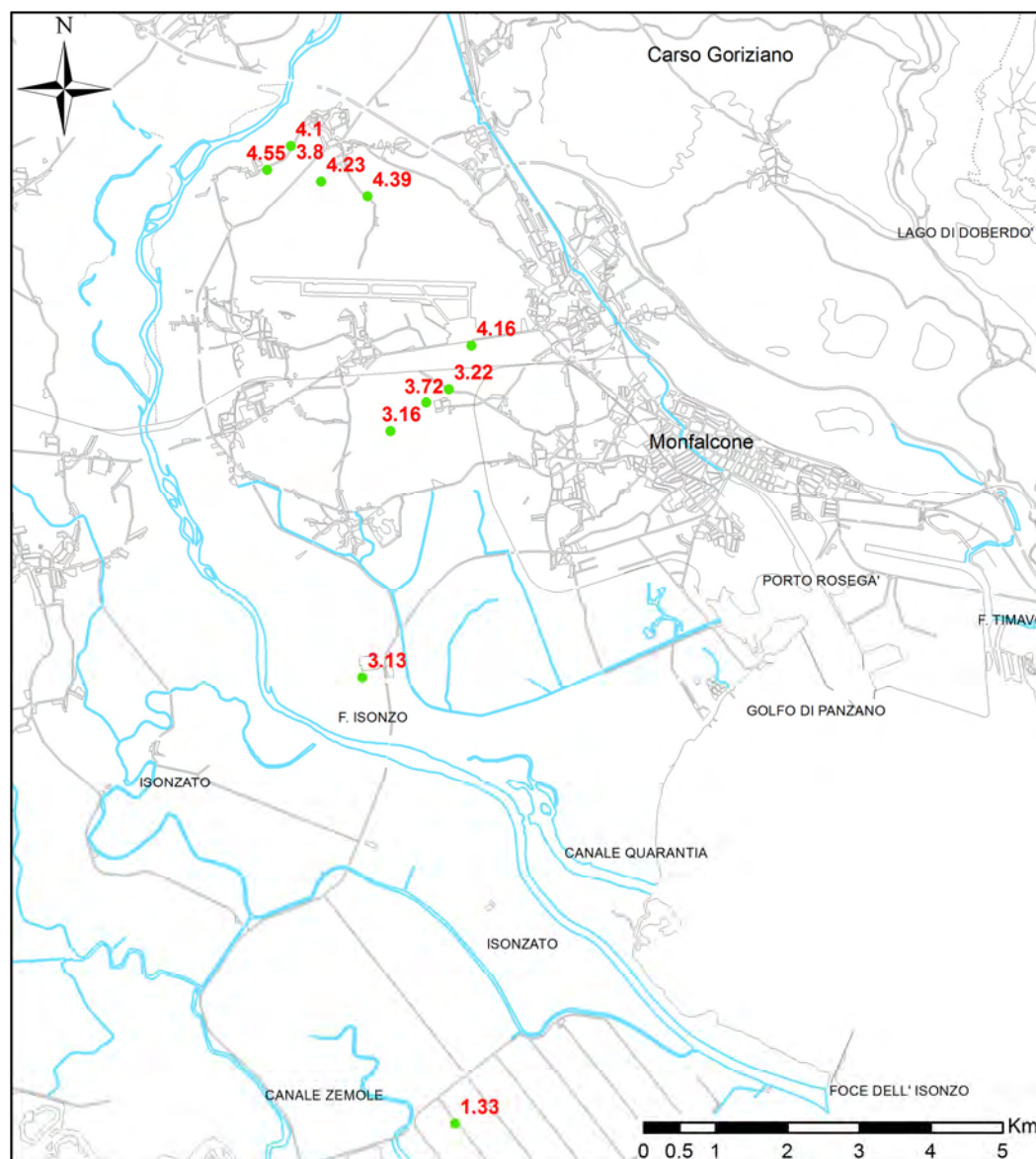


Figura 4.24

DISTRIBUZIONE DEL RAPPORTO $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ PER LE ACQUE DI Falda Freatica

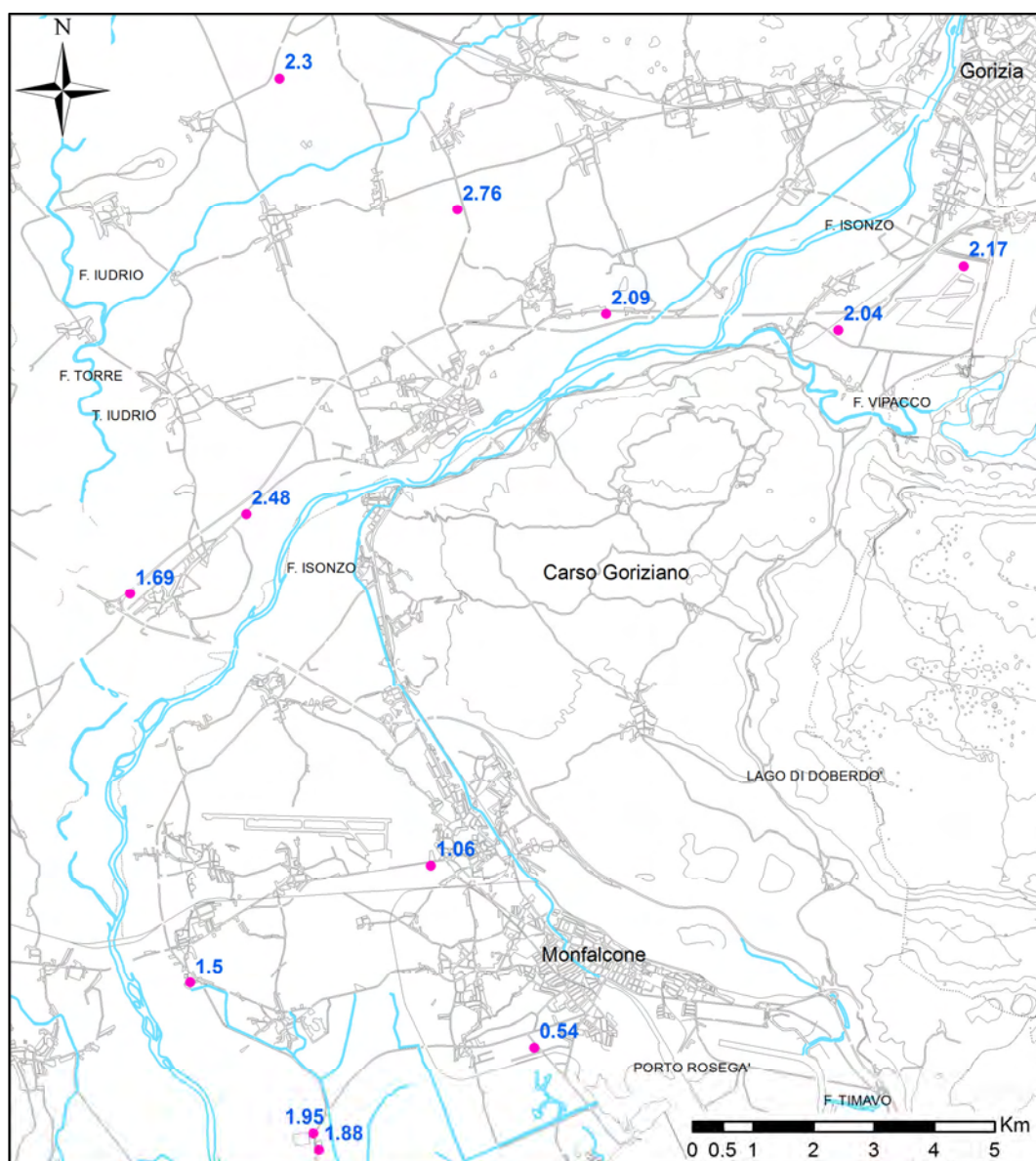


Figura 4.25

DISTRIBUZIONE DEL RAPPORTO $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ PER LE ACQUE DELLE FALDE IN PRESSIONE

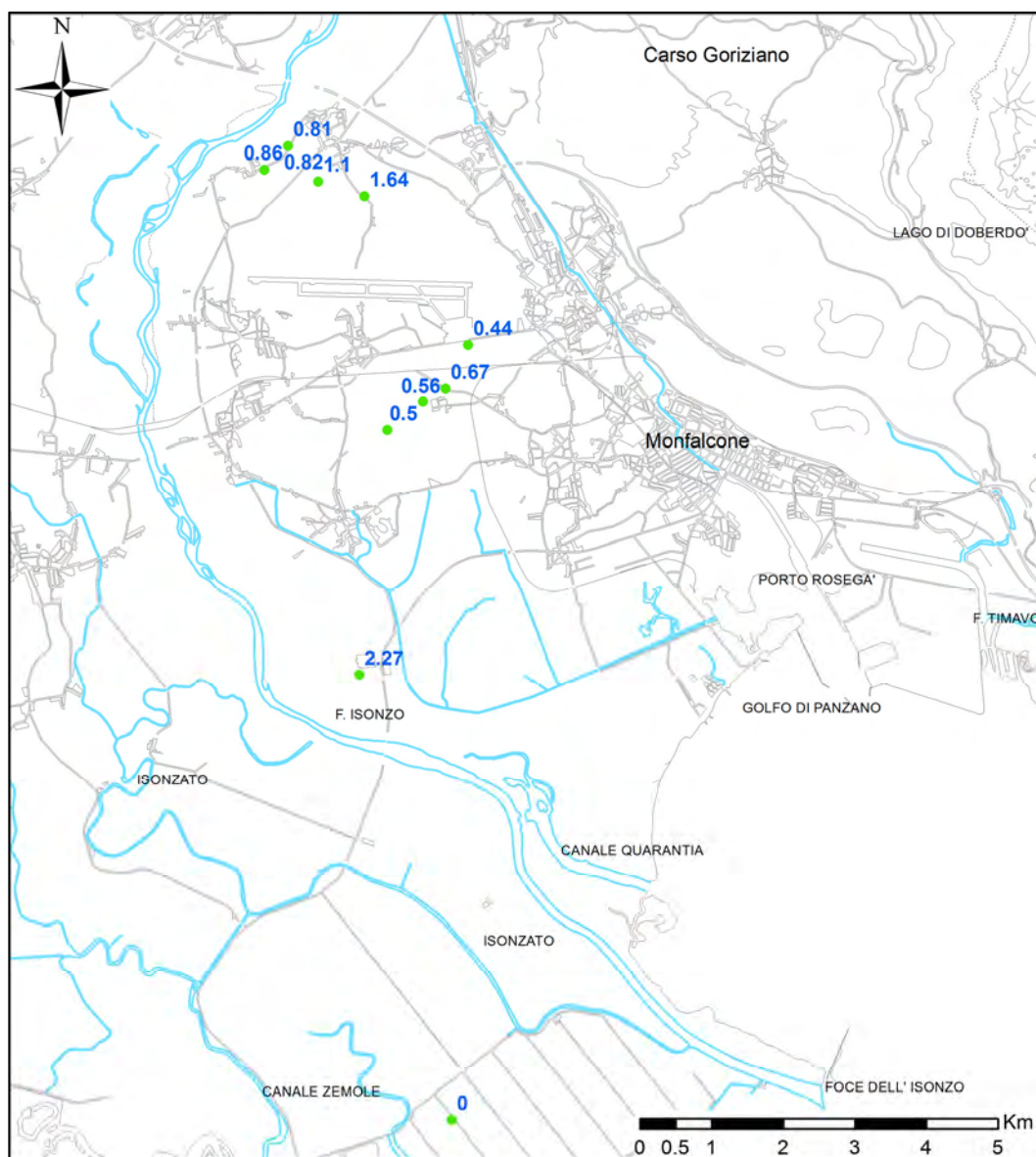


Figura 4.26

5 CONCLUSIONI

Mediante l'analisi dei valori di livello raccolti nel corso delle 14 campagne di misure freatimetriche, e relazionandoli con le precipitazioni, è stato possibile individuare le situazioni di massima e minima alimentazione per la falda freatica nel periodo di monitoraggio che si colloca tra il 5 giugno 2012 e l'8 agosto 2013. Nell'ultima campagna, svolta l'8 agosto 2013, sono stati registrati per la maggior parte dei pozzi i minimi valori di livello, conseguenti alle scarse precipitazioni nel mese di luglio. Essa è stata identificata quindi come una situazione di minimo ed è probabilmente rappresentativa della situazione di minimo annuale per la falda freatica. Come situazione di massimo è stata identificata, invece, la campagna del 5-6 giugno 2013, per la quale si riscontra il maggior numero di pozzi presentanti i valori di livello più elevati, in seguito alle abbondanti precipitazioni del periodo fine aprile-inizio giugno. Non è certo che questa situazione sia rappresentativa del massimo annuale della falda freatica, infatti, presentando le precipitazioni il massimo annuale alla fine di ottobre, è più probabile che anche per la falda questo si sia verificato nei mesi autunnali.

Analizzando le carte delle isofreatiche, costruite tramite interpolazione automatica dei livelli in ArcGIS, è stato possibile delineare le variazioni della superficie freatica nel tempo e definire le direzioni prevalenti dei deflussi sotterranei, chiarendo in particolare i rapporti tra la falda goriziana ed i calcari del Carso Classico. L'analisi delle carte ha messo da subito in evidenza che l'alimentazione della falda freatica della Piana Isontina avviene principalmente a carico delle dispersioni dell'Isonzo, indicate da chiare inflessioni delle isolinee lungo tutto il suo corso. I maggiori valori di livello della falda si registrano all'estremo orientale dell'area in esame, dove la falda è alimentata dagli acquiferi competenti ai rilievi collinari in flysch e presenta gradienti estremamente elevati a causa del brusco approfondimento del substrato roccioso. Nell'area a sud di Gorizia è stata individuata una fascia di drenaggio, che si estende fino alla zona di Savogna d'Isonzo, lungo il cosiddetto Vallone di Gorizia. In quest'area di forte

depressione della superficie freatica, l'andamento delle isolinee evidenzia un chiaro deflusso delle acque di falda verso il Carso Goriziano. Osservando nel dettaglio le diverse carte si è potuto notare che è proprio in questa zona che le isofreatiche presentano le variazioni più significative. Nella situazione di minimo della falda la depressione della superficie freatica risulta molto accentuata, specialmente a ridosso del Carso, nella zona dell'abitato di Peci, e nella zona del cimitero di Gorizia; ai lati di questa depressione sono presenti due "alti" di livello (30 m s.l.m.m.) in corrispondenza dei pozzi 0082 e DMG2, molto prossimi al corso del Vipacco, che testimoniano probabilmente un influsso da parte delle acque del fiume. Nella situazione di massimo, invece, la depressione della tavola d'acqua appare meno marcata, evidenziando una più decisa alimentazione della falda freatica da parte del Vipacco nell'area compresa tra Savogna d'Isonzo e Miren. Non sono stati riscontrati fattori morfologici in superficie né altri agenti in grado di determinare il deflusso delle acque verso questa fascia di drenaggio, è probabile quindi che esso sia guidato dal substrato, aspetto che potrebbe essere chiarito mediante indagini geofisiche.

Nella porzione centro-occidentale dell'area di studio si identifica una direzione di deflusso prevalente da NE verso SO, i gradienti sono decisamente minori ed i livelli di falda presentano valori via via decrescenti da NE, nella zona di Lucinico, a SO, lungo la fascia Medea-Gradisca d'Isonzo. Infine nella porzione di pianura sud-occidentale le isofreatiche ruotano gradualmente fino a raggiungere un andamento ovest-est, all'altezza di Villesse, che indica un influsso d'acqua da parte del sistema Torre-Natisone. Il livello di falda decresce spostandosi dalla fascia Medea-Gradisca d'Isonzo fino alle Risorgive, dove assume i valori più bassi, attorno ai 3 m s.l.m.m..

Tramite il monitoraggio in continuo del livello della falda freatica e dei parametri di conducibilità elettrica e temperatura in alcuni pozzi in territorio italiano e sloveno è stato possibile valutare al meglio le variazioni della superficie freatica nel tempo, anche in relazione alle precipitazioni. I pozzi situati in Italia hanno mostrato un andamento del livello di falda analogo, con curve dai profili

molto smussati. Si è notato che in seguito ai maggiori eventi piovosi il livello tende a risalire piuttosto lentamente, con un tempo di risposta di circa 5 giorni. Le escursioni di livello sono di modesta entità e distribuite su un lungo periodo (variazione massime di 2.6 m in 2 mesi circa). L'andamento della conducibilità elettrica è parallelo a quello del livello, a testimonianza del fatto che la principale fonte di alimentazione della falda non è costituita dalle piogge, che provocherebbero una diminuzione della conducibilità in concomitanza di un aumento di livello. Le variazioni di temperatura sono principalmente legate all'effetto stagionalità, che determina un cambiamento nella temperatura delle acque di alimentazione. Solo per il pozzo di Fogliano si è evidenziata una dipendenza della temperatura con le precipitazioni. I pozzi situati in territorio sloveno presentano delle curve di livello tra loro praticamente sovrapponibili, con profili piuttosto dolci, fatta eccezione per il pozzo 90, che mostra un andamento molto più simile a quelli evidenziati dai pozzi in territorio italiano, ma con curve di piena meno smussate. Ciò fa pensare che per i pozzi italiani sia prevalente l'influsso da parte dell'Isonzo, mentre per i pozzi 330 e 420 risulti dominante quello del Vipacco, essendo situati in prossimità del suo corso. Per quanto riguarda il pozzo 90, considerata la sua ubicazione, più distante dal corso dell'Isonzo, è da chiarire se le variazioni di livello siano influenzate dal regime fluviale, o se seguano piuttosto gli impulsi delle precipitazioni.

Esaminando le serie storiche di dati di livello relativi a pozzi distribuiti tra Alta e Bassa Pianura Isontina, si è notato che i massimi e minimi relativi di livello si verificano contemporaneamente nei diversi pozzi, con picchi praticamente sovrapponibili. Inoltre, pur essendo l'andamento diversificato per i diversi anni, si è osservato che i massimi valori di livello delle serie si concentrano principalmente nel periodo ottobre-dicembre. A seconda della zona in cui sono ubicati, i pozzi mostrano escursioni di livello di entità differente; quelle più marcate sono state registrate per i pozzi 0079 e 0087, che si trovano nell'area di drenaggio che si estende a sud di Gorizia. Non è stato evidenziato un trend generale per la falda, infatti alcune serie di livello mostrano un trend ascendente,

altre discendente o grosso modo costante. Confrontando i valori di livello massimi e minimi assoluti registrati all'interno delle diverse serie storiche con quelli relativi alle misure freatiche effettuate nell'ambito di questo lavoro, si nota che nessuno dei valori di minima e di massima registrati durante le campagne effettuate si avvicina significativamente ai massimi e minimi assoluti degli ultimi 40 anni.

Le misure di conducibilità elettrica effettuate durante i campionamenti hanno permesso di evidenziare sostanziali differenze legate all'alimentazione della falda freatica. Nell'area slovena e in quella immediatamente oltre il confine, in territorio italiano, la falda mostra i valori di conducibilità elettrica più elevati ($>600 \mu\text{S}/\text{cm}$), a testimoniare un'alimentazione dai rilievi collinari in flysch. Fa eccezione il pozzo 90 che presenta una conducibilità elettrica di $300 \mu\text{S}/\text{cm}$, imputabile ad un fenomeno di infiltrazione locale o forse addirittura alla presenza di una perdita dell'acquedotto. Per alcuni pozzi, situati in Sinistra Isonzo, prossimi al suo corso, i valori di conducibilità elettrica risultano paragonabili a quelli registrati per le acque del fiume, ad indicare un'alimentazione principalmente a carico delle acque isontine.

La comparazione dei valori isotopici dei campioni di acque sotterranee prelevati in condizioni statiche con quelli dei campioni prelevati in condizioni dinamiche ha permesso di stabilire che per la maggior parte dei pozzi vi è una stretta comunicazione con la falda circostante, che garantisce una buona circolazione d'acqua ed un frequente ricambio del volume al loro interno. Per la raccolta di campioni di acque della falda freatica, su cui svolgere analisi isotopiche, risulta quindi sufficiente effettuare il campionamento in condizioni statiche tramite bailer, evitando il pompaggio, che richiede un grosso dispendio di tempo, risorse ed energie.

Prendendo in esame le composizioni isotopiche delle acque superficiali si è notato che esse riflettono l'andamento stagionale delle piogge, presentando valori isotopici più negativi per i campioni raccolti nel mese di aprile e meno negativi per quelli prelevati a luglio. Analizzando i valori relativi ai campioni prelevati

durante una stessa campagna, si è visto inoltre che l'Isonzo mantiene la stessa composizione isotopica lungo il suo corso, da Salcano a Sagrado. Al contrario del Vipacco, per l'Isonzo non si sono evidenziate delle variazioni particolarmente spiccate nei valori isotopici passando dalla primavera all'estate.

Esaminando la composizione isotopica delle acque di falda si è potuto notare che il suo andamento non rispecchia quello seguito dai corsi d'acqua, legato alla stagionalità. Non è stata evidenziata, infatti, come per le acque superficiali, una tendenza generale alla positivizzazione della composizione isotopica per i campioni di luglio. Ciò indica che l'acqua di ricarica dei fiumi passa alla falda con un certo ritardo e la alimenta in modo differenziale a seconda delle zone.

La retta di regressione per la serie completa dei campioni non si discosta molto dalla LMWL, presentando una pendenza leggermente minore, ad indicare che le acque meteoriche, durante l'infiltrazione, hanno subito dei processi secondari che ne hanno alterato l'originaria composizione. Molti campioni di acque sotterranee, prelevati nel mese di luglio, si posizionano al di sopra della LMWL, testimoniando un mescolamento delle acque di alimentazione con l'acqua di fusione nivale o da ghiacciaio. Lo stesso discostamento dalla LMWL, verso valori isotopici più negativi, è stato osservato anche per i campioni prelevati ad aprile relativi alle acque di Isonzo e Vipacco che in questo periodo ricevono acque derivanti dallo scioglimento delle nevi.

Inoltre, tramite l'interpolazione spaziale dei valori isotopici dei campioni relativi alla falda freatica prelevati nei mesi di giugno e luglio, è stato possibile identificare una forte dipendenza della composizione isotopica dalla vicinanza con l'Isonzo. Le acque di falda nelle zone più prossime al fiume, e specialmente in Sinistra e nella zona di Bassa Pianura, ne ricevono l'influsso diretto, essendo caratterizzate da composizioni isotopiche più negative. Allontanandosi dal corso d'acqua le acque della falda freatica presentano valori isotopici meno negativi poiché gli apporti dall'Isonzo sono di minor entità e l'acqua è soggetta a fenomeni di mescolamento con acque di infiltrazione locale. L'unico pozzo che si discosta da questo generale andamento delle composizioni isotopiche, presentando valori

di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ decisamente più negativi rispetto a quelle dei pozzi adiacenti, è il 90, già evidenziato per le differenze riscontrate nei valori di conducibilità elettrica. Nel corso di future analisi andrebbe verificata la presenza di eventuali perdite dell'acquedotto in grado di alterare la conducibilità elettrica e la composizione isotopica originaria dell'acqua del pozzo, ed in seguito andrebbe valutata anche la sua esclusione dalla rete di monitoraggio dei livelli.

Esaminando i dati delle analisi geochimiche effettuate da ARPA FVG su campioni di acque della falda freatica e delle falde in pressione, è risultato che tutte le acque appartengono alla facies Ca-HCO_3 , tipica di acque di falde poco profonde non saline e con substrati carbonatici. L'unica acqua che si differenzia è quella della stazione 4002, situata vicino alla linea di costa, che, subendo importanti miscele con l'acqua marina, risulta appartenere alla facies Na-Cl . Si è notato inoltre che le acque di falda freatica presentano caratteristiche chimiche molto simili, con concentrazioni relative dei cationi che seguono la relazione $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$, e quelle degli anioni per cui vale in genere $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} \geq \text{Cl}^-$. Lo ione dominante risulta essere sempre HCO_3^- , seguito da Ca^{2+} e Mg^{2+} . Anche le acque delle falde in pressione, tolte quelle appartenenti alla stazione 4002, presentano caratteristiche chimiche molto simili tra loro. Per quanto riguarda le concentrazioni relative dei cationi $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$, mentre per quelle degli anioni $\text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- \geq \text{SO}_4^{2-}$. Anche in questo caso lo ione dominante risulta essere sempre HCO_3^- , seguito da Ca^{2+} e Mg^{2+} .

I valori piuttosto elevati del rapporto $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ delle acque appartenenti alla falda freatica hanno confermato che l'acquifero è alimentato dalle acque dell'Isonzo e di altri corsi d'acqua, come il Versa e lo Judrio, che si sviluppano principalmente su materiali carbonatici. I valori del rapporto $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ si mantengono leggermente inferiori nelle acque appartenenti alle falde in pressione, a causa della concentrazione di magnesio più elevata, ma denotano comunque la loro provenienza dall'Isonzo.

BIBLIOGRAFIA

ACEGAS (1985), Esecuzione di uno studio idrologico di dettaglio sulla potenzialità, alimentazione e possibilità di sfruttamento delle acque sotterranee della bassa pianura in sinistra del fiume Isonzo, *Studio Geochimico*.

Berlasso, G., and F. Cucchi (1991), Caratteristiche geologiche e strutturali dell' Bassa Pianura Isontina (Friuli - Venezia Giulia), *Rend. Soc. Geol. It.*, 14, 13-16.

Craig, H. (1961), Standard for reporting concentrations of deuterium and oxygen-18 in natural waters, *Science*, 133, 1833-1834.

Cucchi, F., G. Massari, and S. Oberti (1999a), Fluttuazioni della falda freatica nell'Alta Pianura Friulana, *Gortania - Atti Museo Friul. di Storia Nat.*, 21, 39-51.

Cucchi, F., G. Massari, and S. Oberti (1999b), Il chimismo delle falde freatiche e artesiane della Pianura Friulana, *Quaderno del Museo Carsico Geologico e Paleontologico*, 7, 3-20.

Cucchi, F., G. Franceschini, and L. Zini (2007), Hydrogeochemical investigations and groundwater provinces of the Friuli Venezia Giulia Plain aquifers, northeastern Italy, *Environ Geol.*

Cucchi, F., G. Franceschini, and L. Zini (2008), Hydrogeology and Geochemistry of the Friuli Venezia Giulia Plain Alluvial Aquifers, Northeastern Italy, *Groundwater: Modeling, Management*, 231-257.

Cucchi, F., G. Massari, S. Oberti, and C. Piano (2002), La vulnerabilità integrata delle falde acquifere della piana isontina, *Mem. Soc. Geol. It.*, 57, 551-560.

Cucchi, F., F. Giorgetti, F. Gemiti, G. Massari, and S. Oberti (1998), Caratterizzazione geochimica delle falde acquifere della Pianura Friulana, *Atti*

della Giornata Mondiale dell'Acqua, "Acque sotterranee: risorsa invisibile", 1955, 61-71.

de Smith, M. J., P. A. Longley, and G. M. F. (Eds.) (2007), *Geospatial Analysis: A comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools*, 2 ed., Winchelsea Press.

Di Molfetta, A., and R. Sethi (2002), Piano della caratterizzazione: metodologie di campionamento del mezzo saturo e non saturo.

Epstein, S., and T. K. Mayeda (1953), Variations of ^{18}O of waters from natural sources, *Geochim. Cosmochim. Ac.*, 4, 213-224.

Fontana, A. (Ed.) (2006), *Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana e sue relazioni con le dinamiche insediative antiche*, Udine.

Gratton, G. (2000), Vulnerabilità delle falde della Pianura Isontina, Tesi di Laurea - UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE, Trieste.

Horita, J., A. Ueda, K. Mizukami, and I. Takatori (1989), Automatic δD and $\delta^{18}\text{O}$ analyses of multi-water samples using H_2 - and CO_2 - water equilibration methods with a common equilibration set-up, *Appl. Radiat. Isotopes*, 40, 801-805.

Martelli, G., and C. Granati (2006), The confined aquifer system of Friuli Plain (North Eastern Italy): analysis of sustainable groundwater use, *Giornale di Geologia Applicata*, 3, 59-67.

Martelli, G., and C. Granati (2007), Valutazione della Ricarica del sistema acquifero della bassa pianura friulana, *Giornale di Geologia Applicata*, 5, 84-114.

Mosetti, F. (1983), *Sintesi sull'idrologia del Friuli - Venezia Giulia*, Ente tutela pesca del Friuli - Venezia Giulia, Udine.

Mosetti, F., and P. Mosetti Albrecht (1985), L'acqua che non vediamo. Le falde acquifere della Bassa Isontina. Una lettura geologica., *Il territorio*, 15, 27-36.

Nicolich, R., B. Della Vedova, M. Giustiniani, and R. Fantoni (2004), Carta del sottosuolo della Pianura Friulana, *Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Università degli Studi di Trieste*.

Penna, D., B. Stenni, M. Šanda, S. Wrede, T. A. Bogaard, A. Gobbi, M. Borga, B. M. Fischer, M. Bonazza, and Z. Chárová (2010), On the reproducibility and repeatability of laser absorption spectroscopy measurements for $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$ isotopic analysis, *Hydrology and Earth System Sciences*, 14, 1551-1566.

Piccinini, L. (2012), Dispense del Corso di Idrogeologia Applicata.

REGIONE AUTONOMA FVG (1987), Piano generale per il risanamento delle acque - Ubicazione dei punti di prelievo delle analisi chimico-fisiche e biologiche dei corpi idrici superficiali e profondi della regione.

REGIONE AUTONOMA FVG (2013), Carta Geologico-Tecnica alla scala 1:5000.

REGIONE SICILIA (2013), Idrologia Isotopica, 1-60.

Sibson, R. (1981), A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation, *Interpolating Multivariate Data*, 21-36.

Stefanini, S. (1978), Le acque freatiche della regione: sintesi delle attuali conoscenze, *Rassegna tecnica del Friuli Venezia Giulia*, 2, 3-11.

Stefanini, S., and F. Cucchi (1976), *Gli acquiferi nel sottosuolo della Provincia di Gorizia (Friuli - Venezia Giulia)*, Istituto di Ricerca sulle Acque, Roma.

Vatta, A. (1992), Risorse idropotabili sostitutive e di emergenza nelle Province di Trieste e Gorizia, 9-21, 29-36 pp, Tesi di Laurea - UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE, Trieste.

Zini, L., F. Cucchi, G. Franceschini, and F. Treu (2008), Caratteristiche idrologiche e geochemiche delle riserve acquifere sotterranee della pianura del Friuli Venezia Giulia, *Gortania - Atti Museo Friul. di Storia Nat.*, 30, 5-30.

Zini, L., C. Calligaris, F. Treu, D. Iervolino, and F. Lippi (2011), *Risorse idriche sotterranee del Friuli Venezia Giulia: sostenibilità dell'attuale utilizzo.*, Trieste.

Zuecco, G. (2012), Origine delle acque superficiali e sottosuperficiali in un bacino periglaciale analizzata tramite traccianti ambientali, 56-62 pp, Tesi di Laurea - UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA, Padova.

APPENDICE

SCHEDE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO



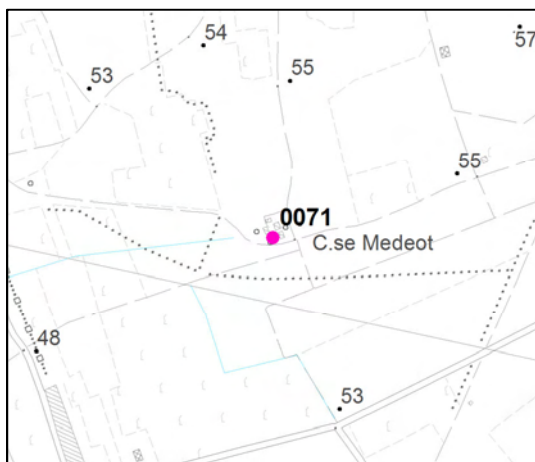
0071 CASE MEDEOT

DATI AMMINISTRATIVI

Località: Mossa

Comune: Mossa

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 386978.281211 m

Latitudine 5086310.08446 m

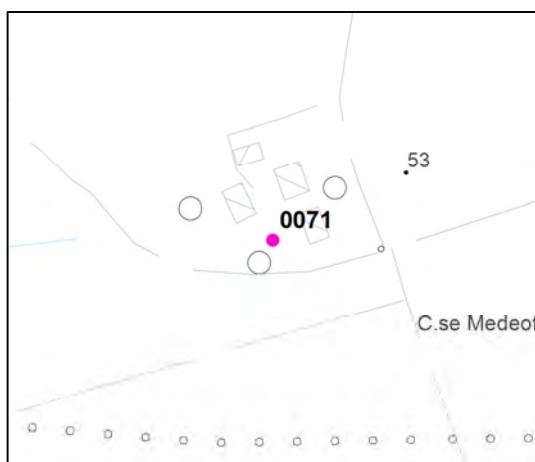
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2406983.45801 m

Latitudine 5086332.91814 m

Quota DTM: 54.73 m

Numero elemento: 088072



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 25 m

Diametro: >1000 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

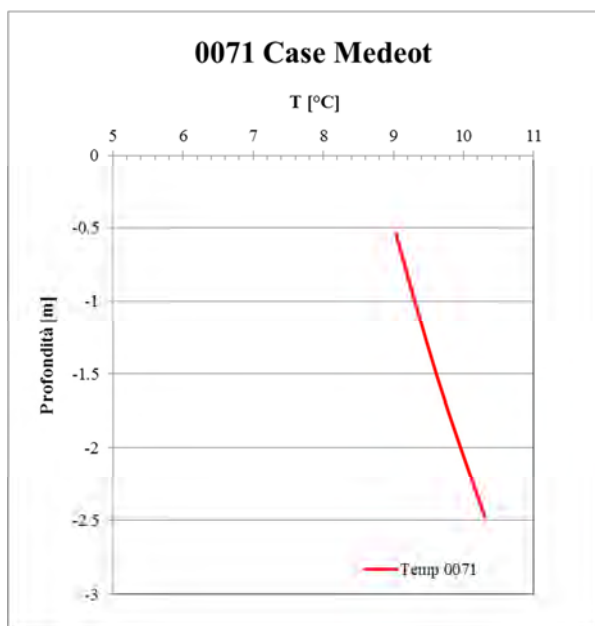
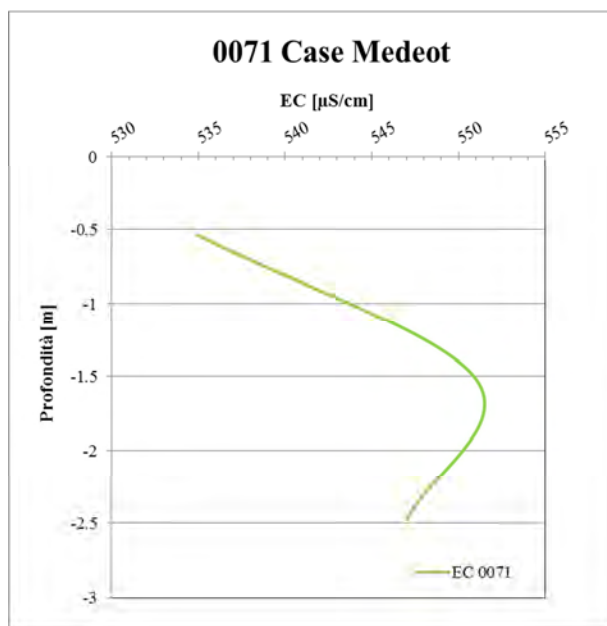
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: pozzo storico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	32.62	560	15.9
min	pozzo in secca	548	15.7
medio	31.58		





0075 MOCHETTA

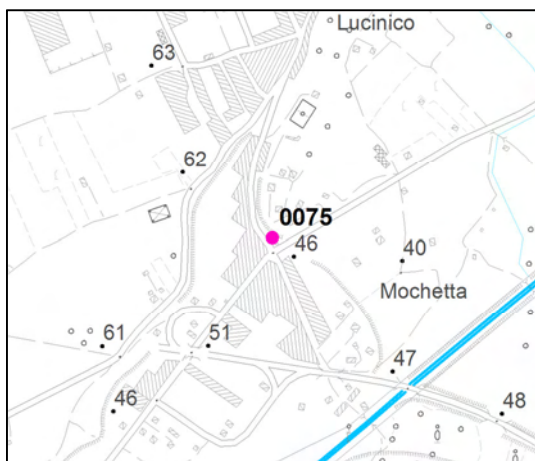
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Mochetta

Comune: Gorizia

Via: della Mochetta 2

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 389304.313199 m

Latitudine 5086896.83909 m

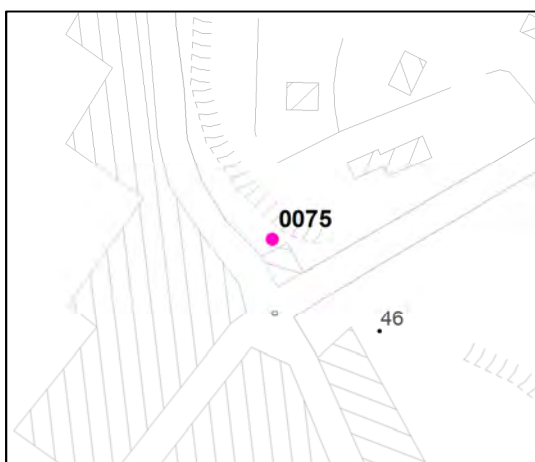
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2409309.49525 m

Latitudine 5086919.75109 m

Quota DTM: 46.89 m

Numero elemento: 088071



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 12.56 m

Diametro: 1100 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

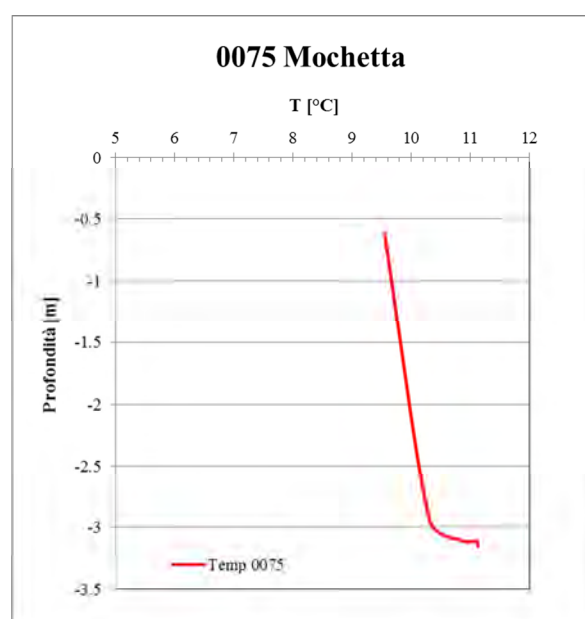
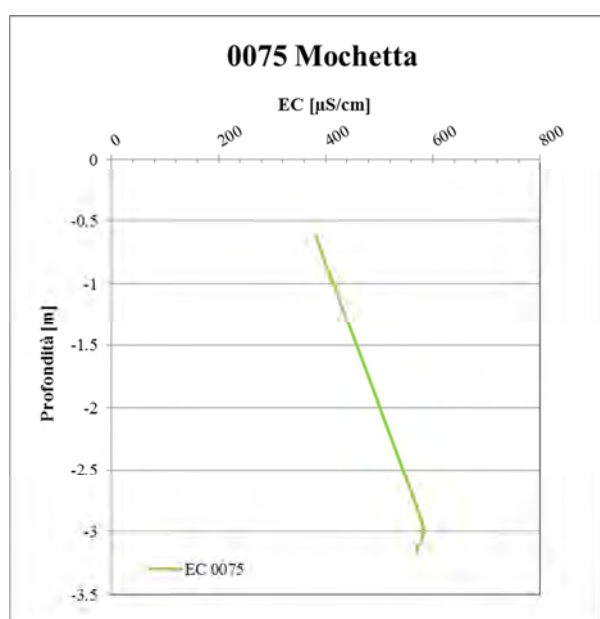
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Si ☐ No ☒

UTILIZZO: pozzo storico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	38.93	589	18.0
min	37.05	565	12.6
medio	37.93		





0079 PECI

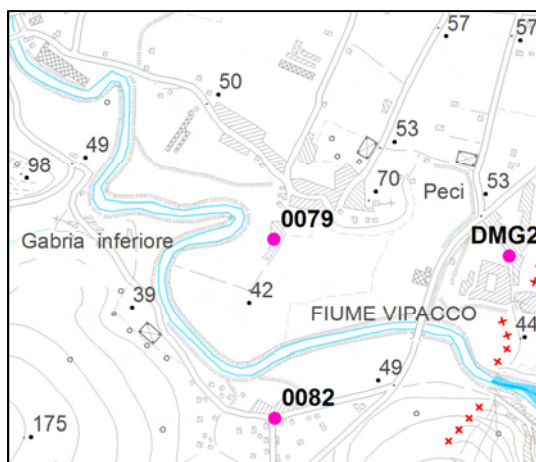
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Peci

Comune: Savogna d'Isonzo

Via: Srečko Kosovel 58

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 389942.906602 m

Latitudine 5083048.95008 m

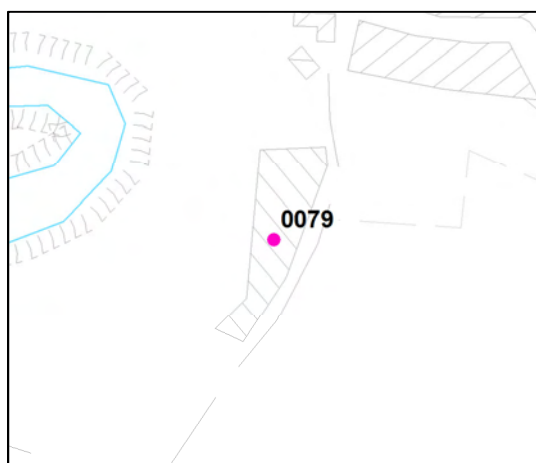
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2409948.17079 m

Latitudine 5083071.82197 m

Quota DTM: 42.05 m

Numero elemento: 088111



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 23.00 m

Diametro: 1100 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

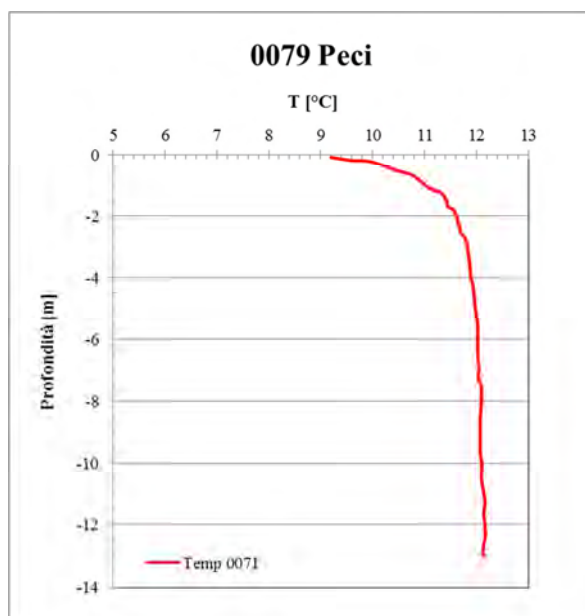
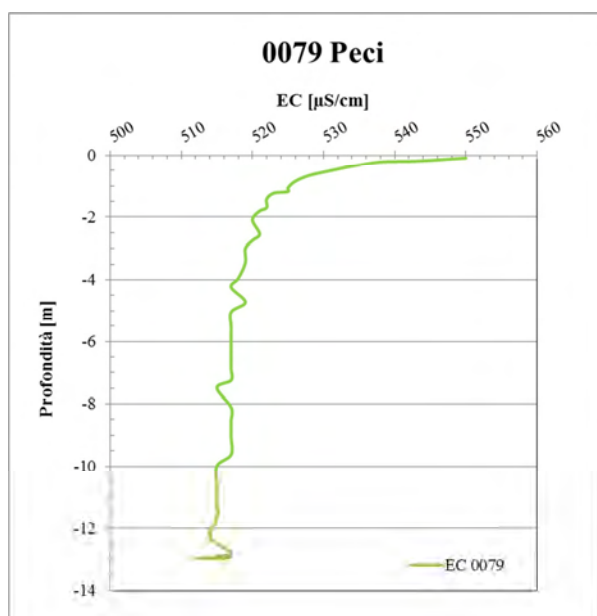
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Si ☐ No ☒

UTILIZZO: pozzo storico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	33.23	605	13.5
min	25.40	/	/
medio	30.94		





0082 GABRIA

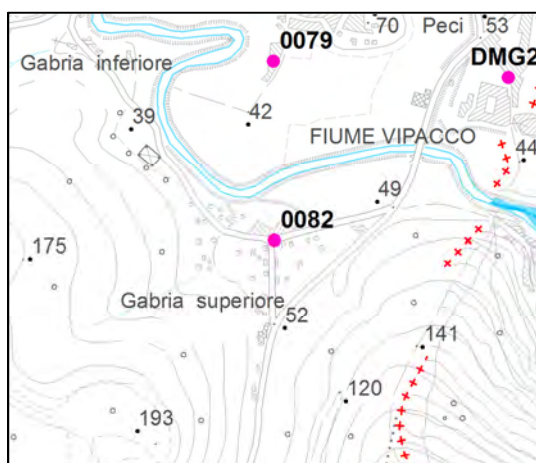
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Gabria

Comune: Savogna d'Isonzo

Via: Piazza Indipendenza

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 389945.728488 m

Latitudine 5082456.35968 m

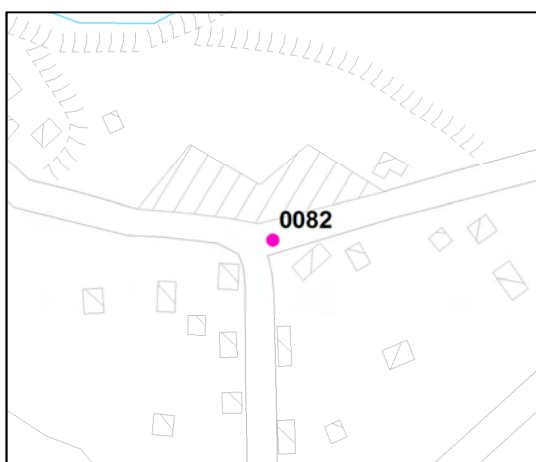
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2409951.00448 m

Latitudine 5082479.22272 m

Quota DTM: 46.92 m

Numero elemento: 088111



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 17.64 m

Diametro: 1220 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

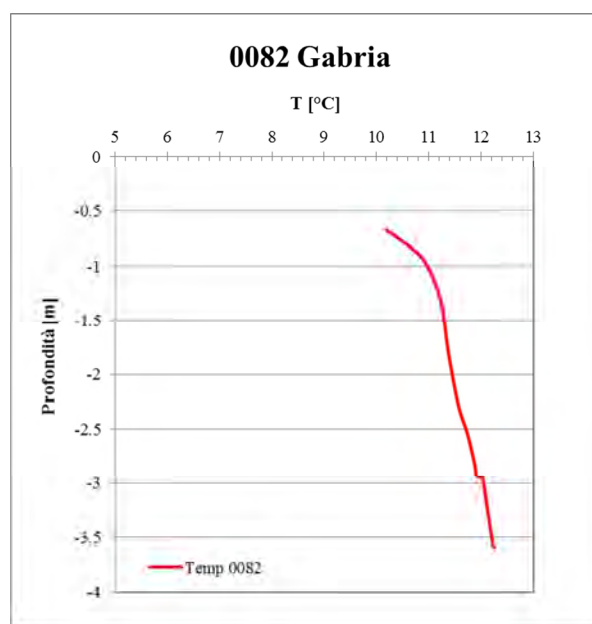
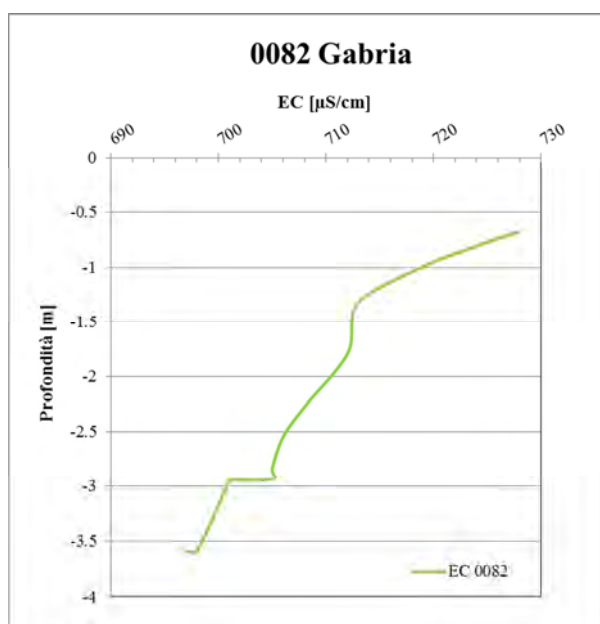
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: pozzo storico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	33.85	727	16.8
min	30.59	723	16.2
medio	32.19		





0084 VIA DEL S. MICHELE, CASELLO F.S.

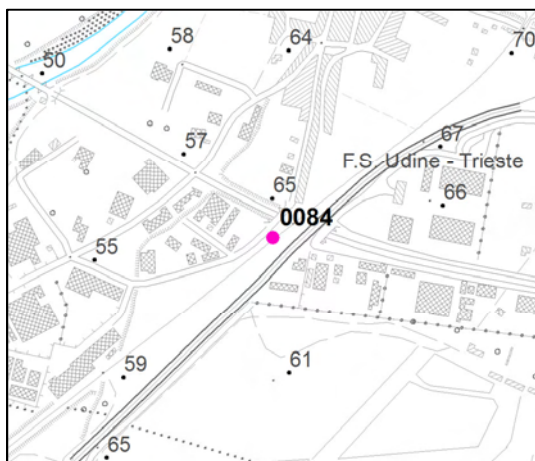
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Zona Industriale, Gorizia

Comune: Gorizia

Via: del San Michele 297

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 391372.465591 m

Latitudine 5085477.14355 m

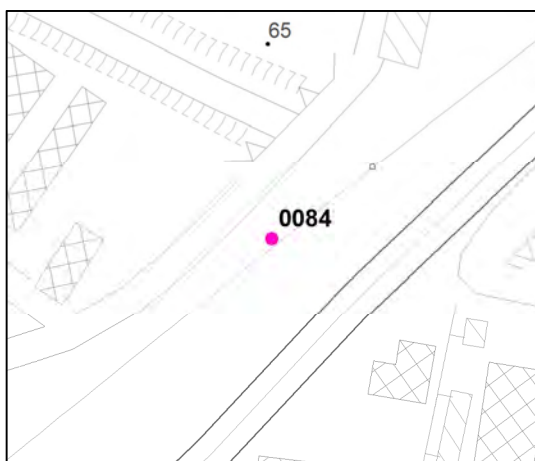
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2411377.70401 m

Latitudine 5085500.08068 m

Quota DTM: 63.63 m

Numero elemento: 088083



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 36.00 m

Diametro: >1000 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

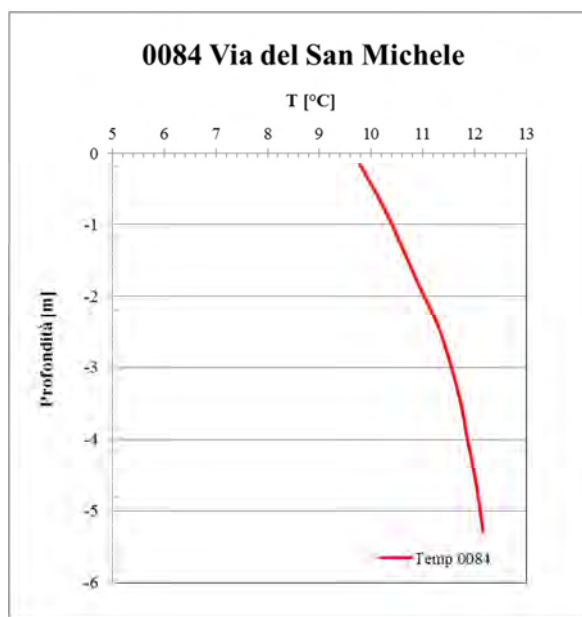
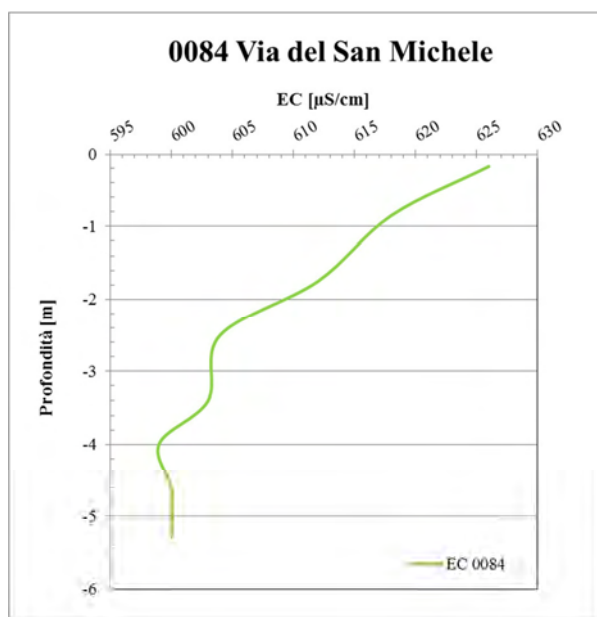
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: non più in utilizzo

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	35.93	599	16.2
min	pozzo in secca	553	16.0
medio	33.02		





0085 MADONNA DEL FANTE

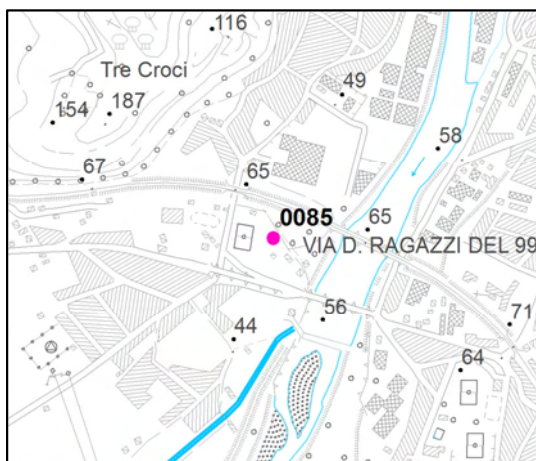
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Piedimonte

Comune: Gorizia

Via: delle Grappate

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 391126.096878 m

Latitudine 5087996.88567 m

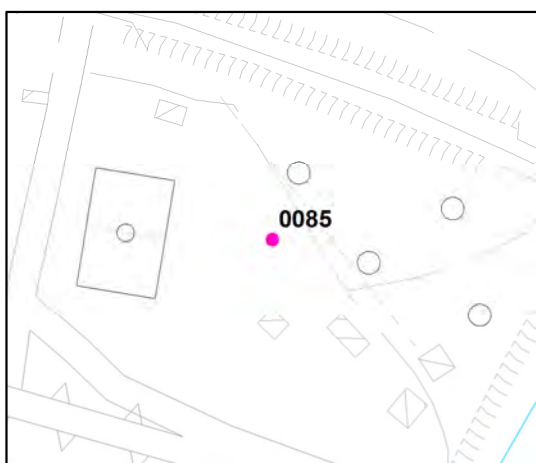
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 241131.28146 m

Latitudine 5088019.85573 m

Quota DTM: 46.00 m

Numero elemento: 088084



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità:

Diametro: 101 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

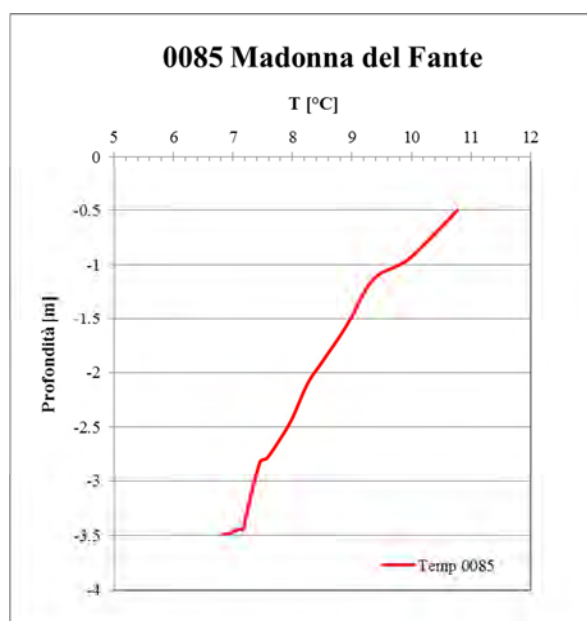
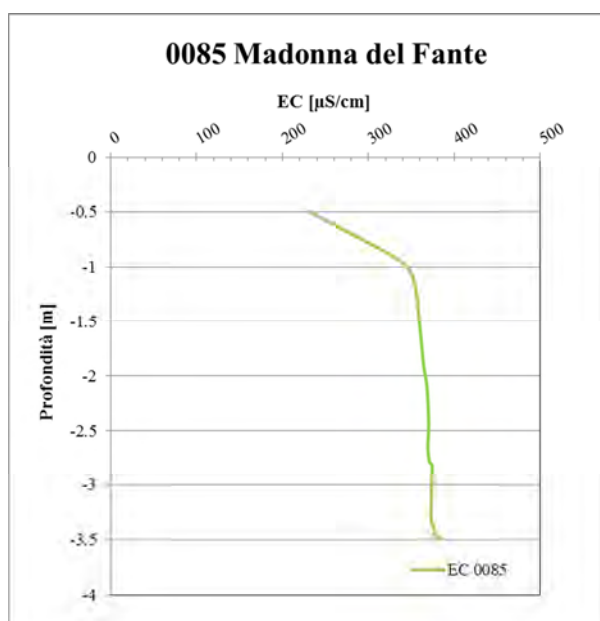
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: non più in utilizzo

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	43.21	/	/
min	38.30	/	/
medio	42.44		





0086 CENTRO SALESIANO SAN LUIGI

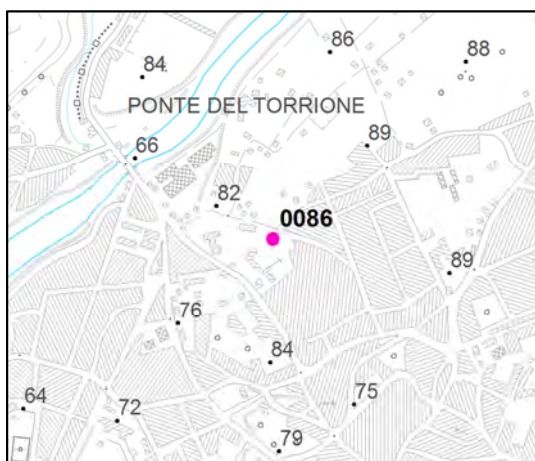
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Gorizia

Comune: Gorizia

Via: dei Campi 55

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 393097.178201 m

Latitudine 5089873.92988 m

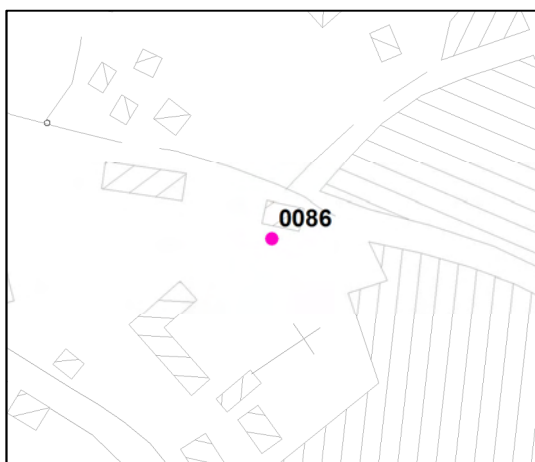
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2413102.36248 m

Latitudine 5089896.9744 m

Quota DTM: 86.43 m

Numero elemento: 088043



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 36.00 m

Diametro: 1300 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☒ No ☐

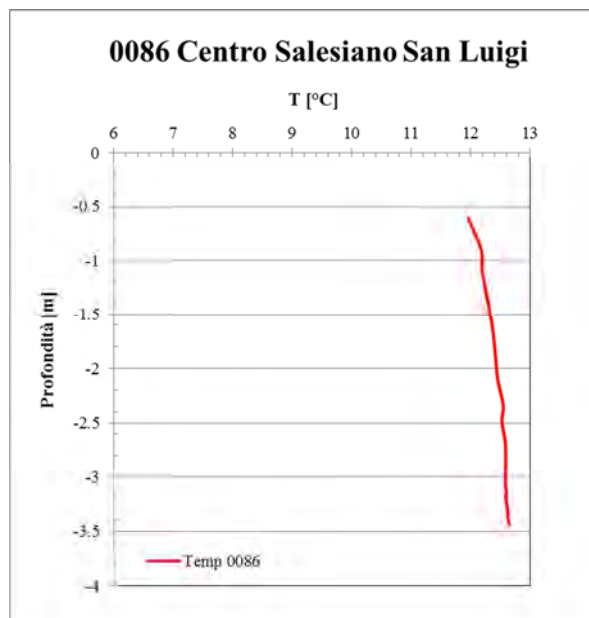
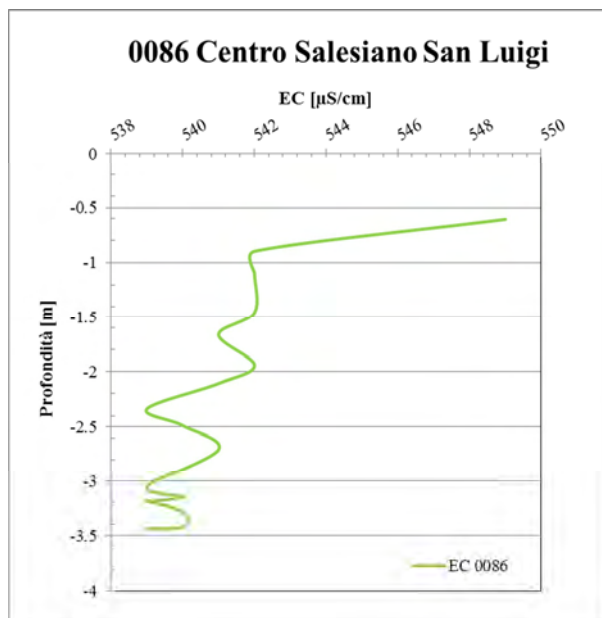
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: non più in utilizzo

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	54.43	557	16.8
min	51.97	530	15.2
medio	53.16		





0087 CIMITERO GORIZIA

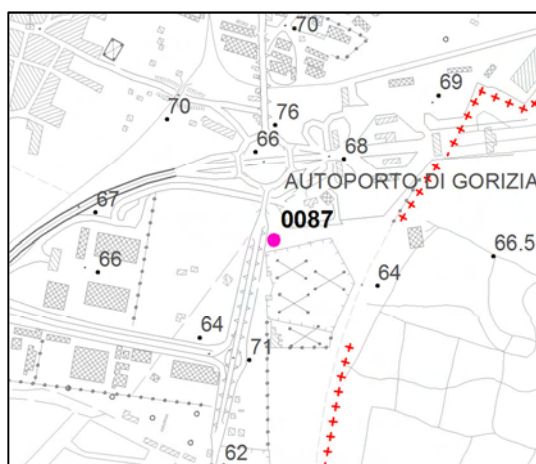
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Zona Industriale, Gorizia

Comune: Gorizia

Via: Trieste 327

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 392513.658584 m

Latitudine 5085687.03001 m

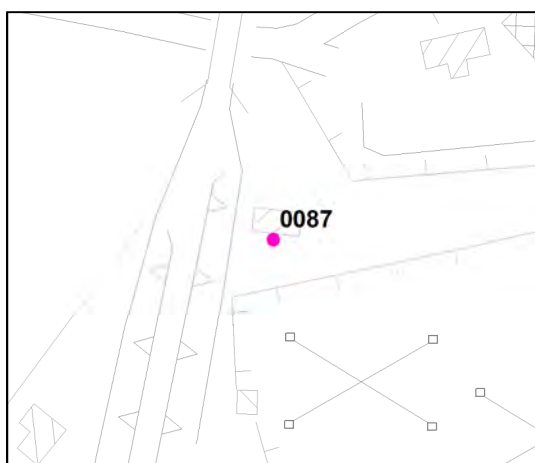
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2412518.91073 m

Latitudine 5085709.99324 m

Quota DTM: 66.08 m

Numero elemento: 088083



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 40.00 m

Diametro: 1420 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

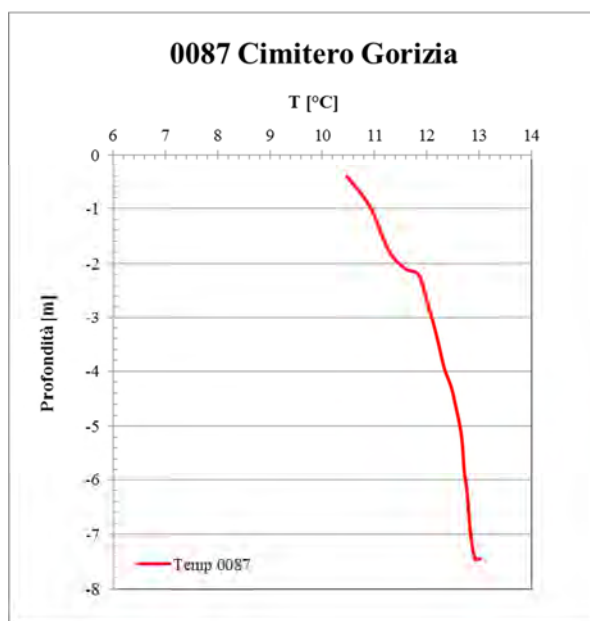
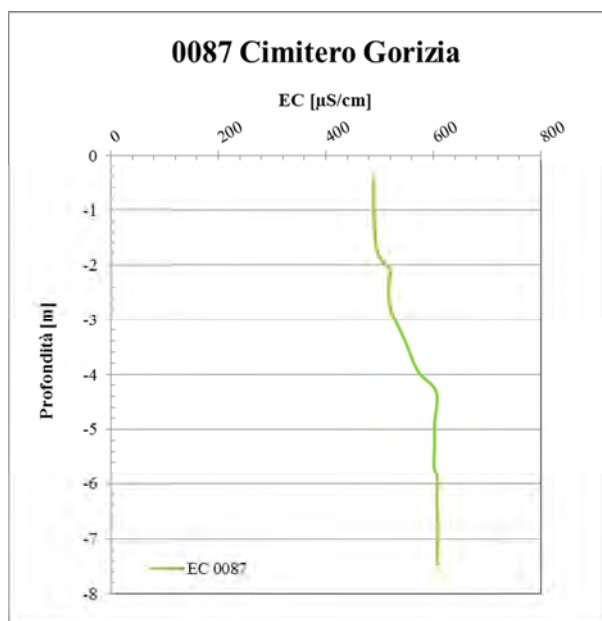
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Si ☐ No ☒

UTILIZZO: pozzo storico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	35.34	671	16.3
min	28.42	624	16.1
medio	32.22		





0088 BORGNANO

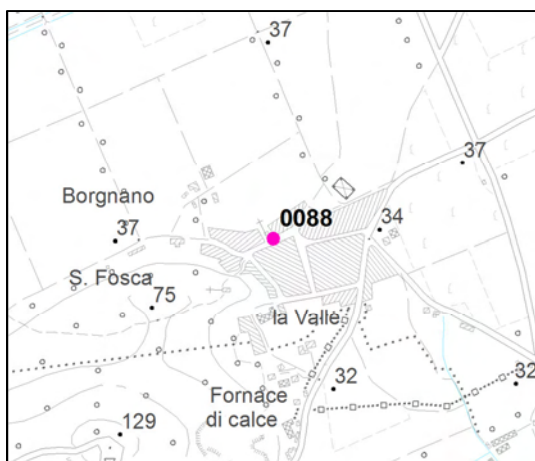
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Borgnano

Comune: Cormons

Via: Piazza della Repubblica

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 379190.207103 m

Latitudine 5087640.91713 m

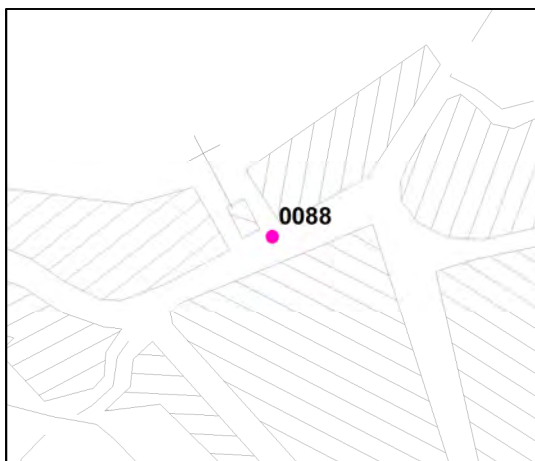
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2399195.33812 m

Latitudine 5087663.50964 m

Quota DTM: 35.67 m

Numero elemento: 088064



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 20.20 m

Diametro: 1600 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

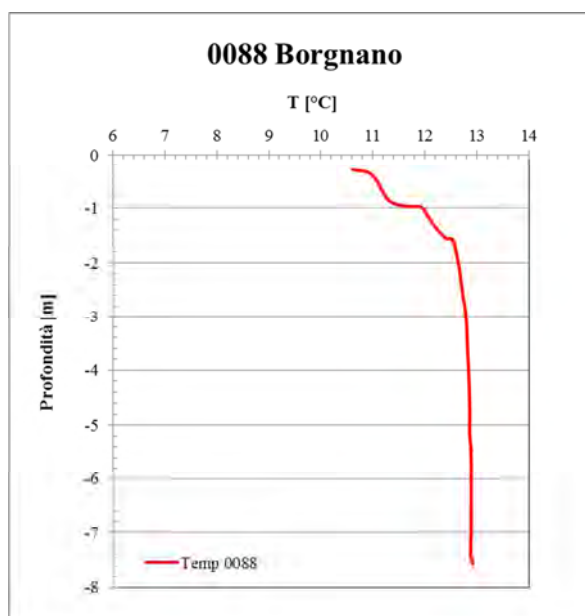
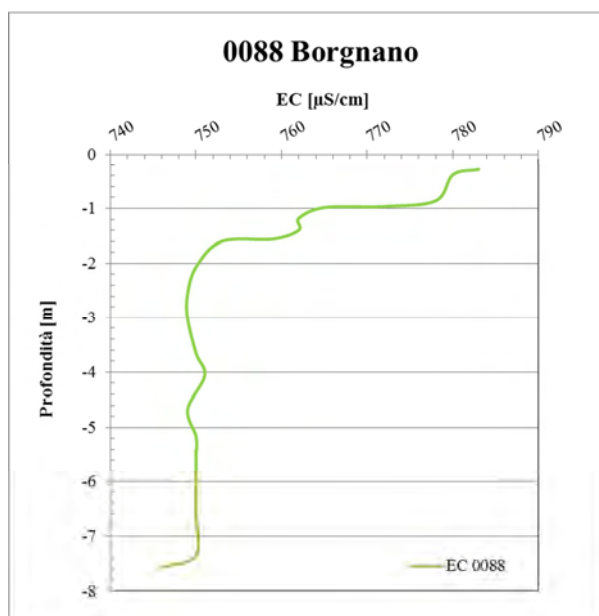
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: pozzo storico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	25.82	774	16.2
min	18.65	757	16.2
medio	22.44		





0089 SEDE IRIS GORIZIA

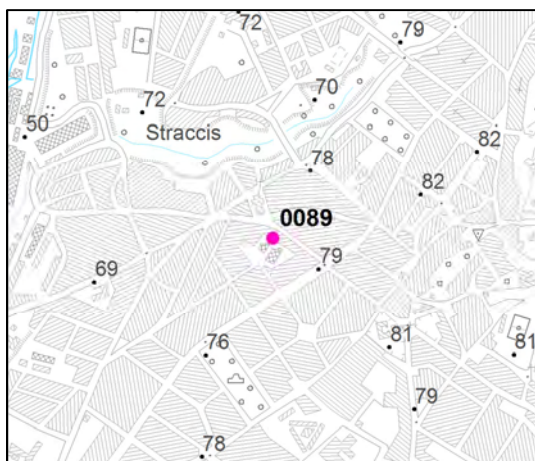
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Gorizia

Comune: Gorizia

Via: Via IX Agosto 15

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 392697.756006 m

Latitudine 5088529.31115 m

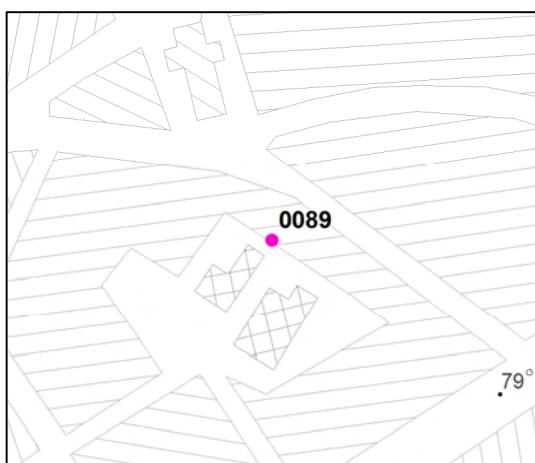
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2412702.95465 m

Latitudine 5088552.32081 m

Quota DTM: 79.22 m

Numero Elemento: 088084



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 36.00 m

Diametro: 2000 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

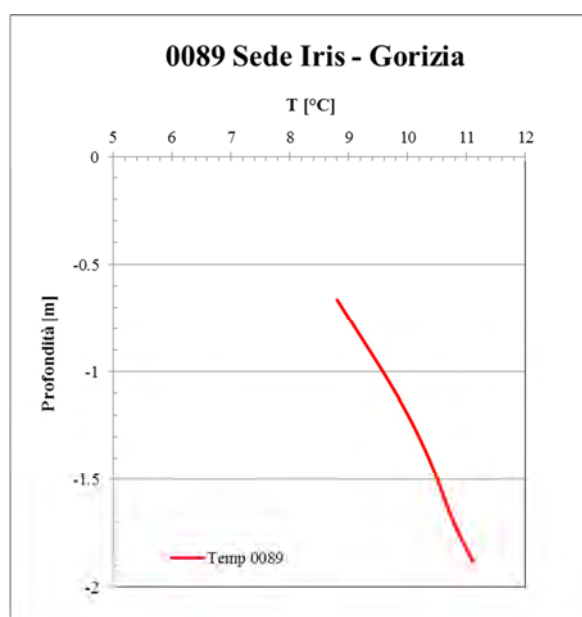
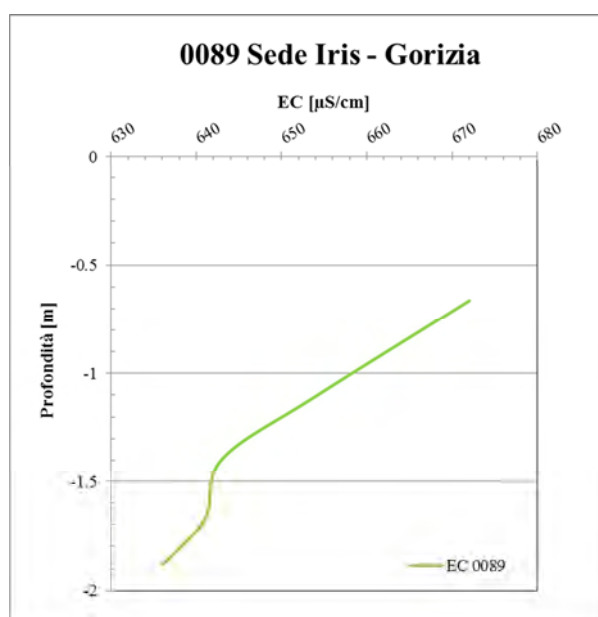
Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☐ No ☒**UTILIZZO:** non più in utilizzo

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	45.36	609	15.9
min	44.22	604	12.6
medio	44.81		





0092 MORARO

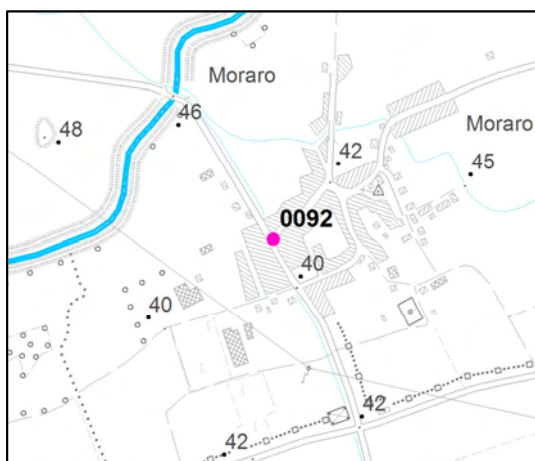
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Moraro

Comune: Moraro

Via: Petrarca

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 383238.768167 m

Latitudine 5087309.21363 m

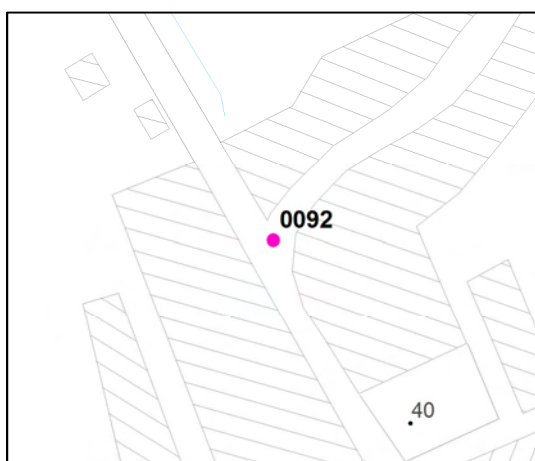
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2403243.91605 m

Latitudine 5087331.92955 m

Quota DTM: 41.92 m

Numero elemento: 088061



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 17.50 m

Diametro: >1000 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

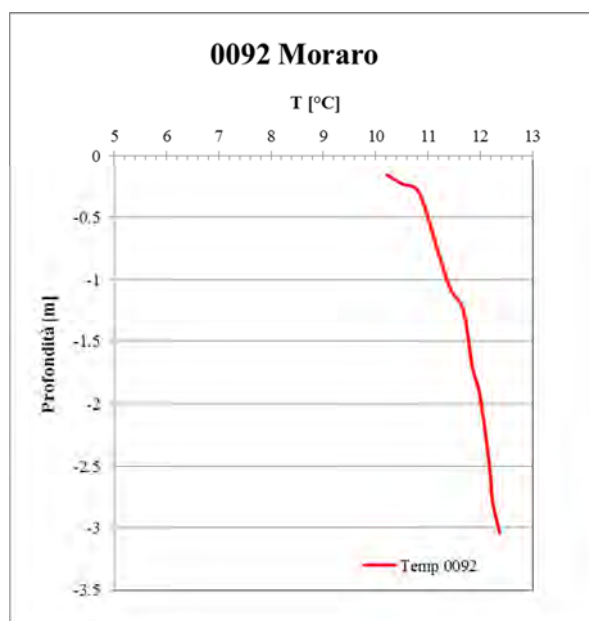
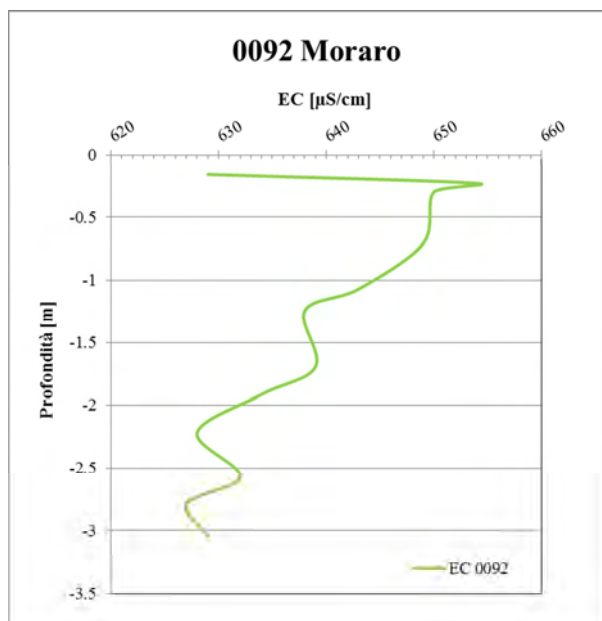
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: non più in utilizzo

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	27.94	594	17.1
min	25.02	569	16.3
medio	26.72		





0163 MEDEA, ACQUEDOTTO IRIS

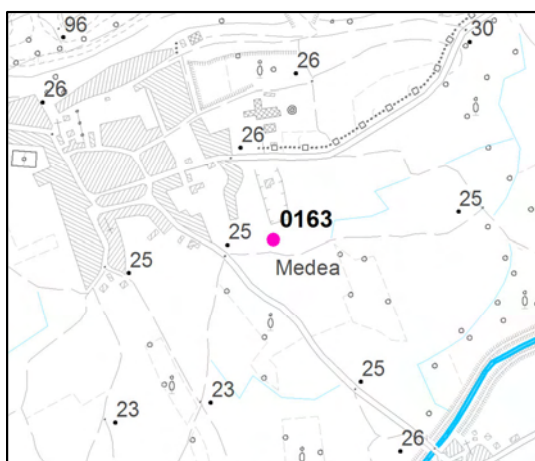
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Medea

Comune: Medea

Via: Castelculier

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 378262.714852 m

Latitudine 5085815.23805 m

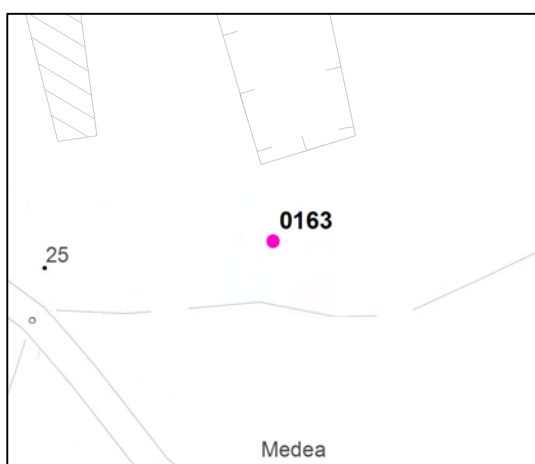
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2398267.854 m

Latitudine 5085837.78539 m

Quota DTM: 25.88 m

Numero elemento: 088063



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 57.00 m

Diametro:

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☒ No ☐

Profondità: da 42.00 m a 55.50 m

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☐ No ☒**UTILIZZO:** non più in utilizzo

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [°C]
max	18.54	/	/
min	14.07	/	/
medio	16.48		



0167 BORGO BASIOL, VIA UDINE

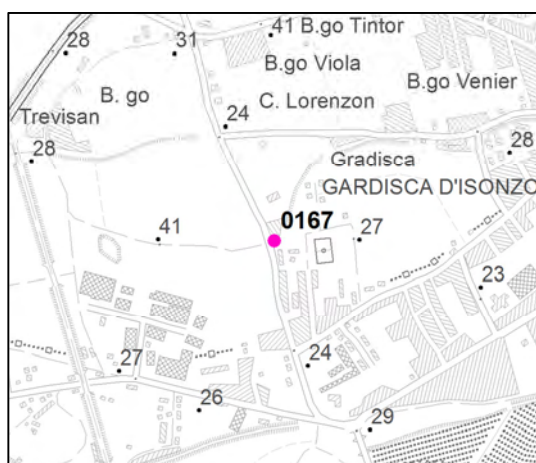
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Borgo Basiol

Comune: Gradisca d'Isonzo

Via: Udine 36

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 382100.20787 m

Latitudine 5082489.82136 m

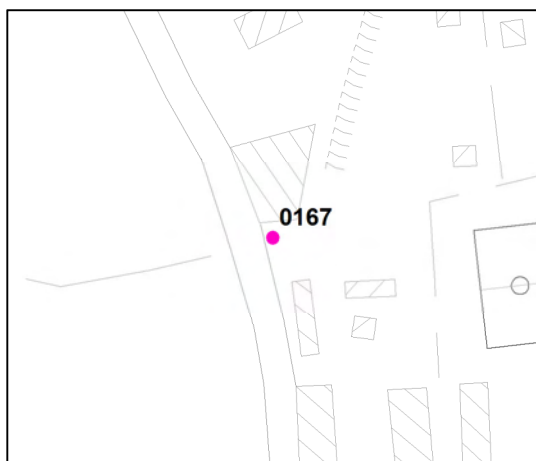
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2402105.40092 m

Latitudine 5082512.47986 m

Quota DTM: 27.51 m

Numero elemento: 088101



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 10.75 m

Diametro: >1000 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

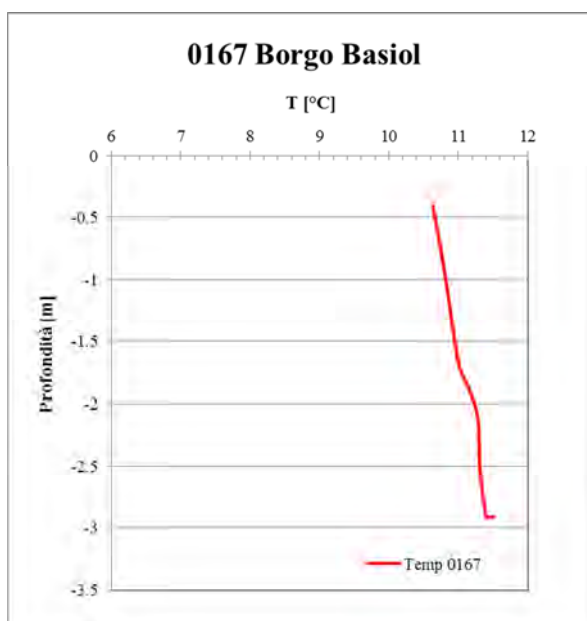
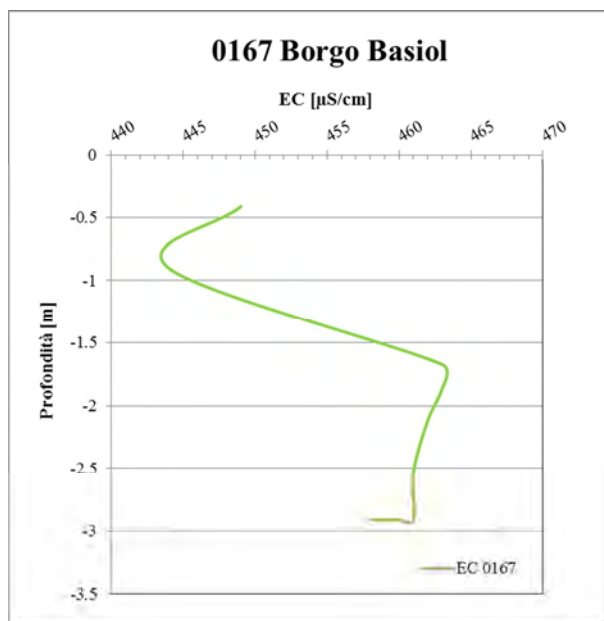
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: non più in utilizzo

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	20.45	461	15.4
min	18.13	/	/
medio	19.41		





0250 CROSERE

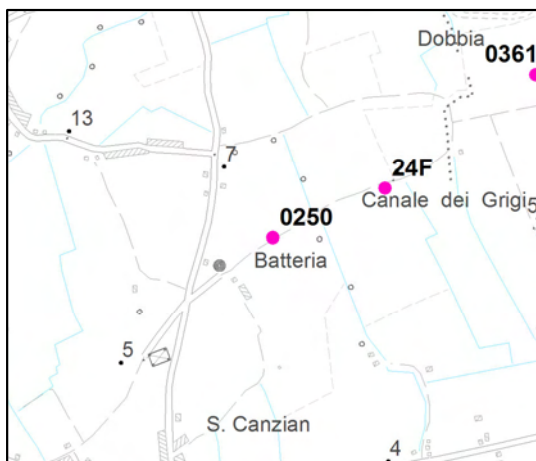
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Crosere

Comune: San Canzian d'Isonzo

Via: Dobbia

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 380901.196815 m

Latitudine 5073823.51881 m

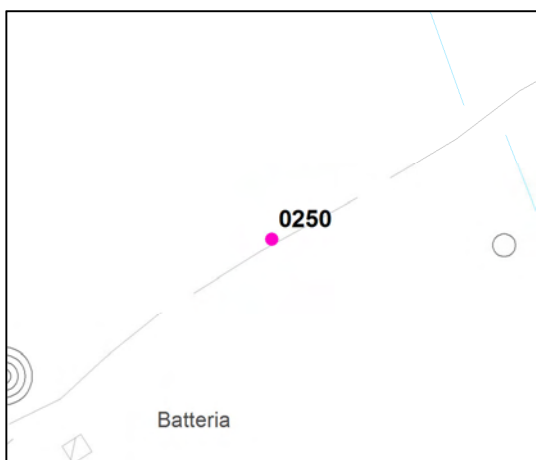
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2400906.53449 m

Latitudine 5073846.09109 m

Quota DTM: 5.81 m

Numero elemento: 088142



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 64.00 m

Diametro: 205 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

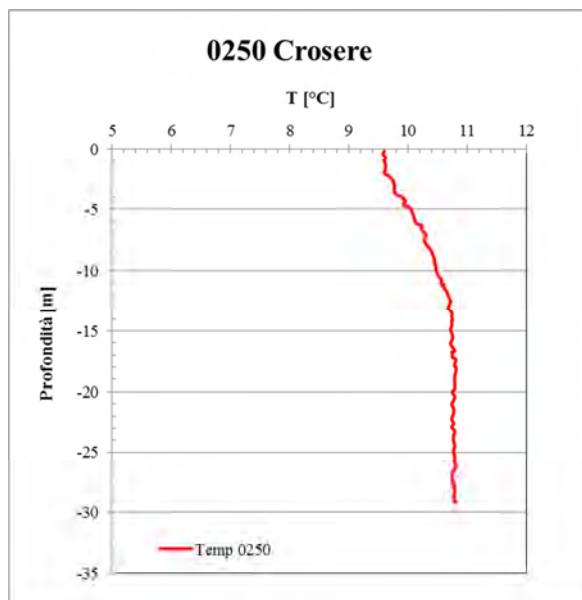
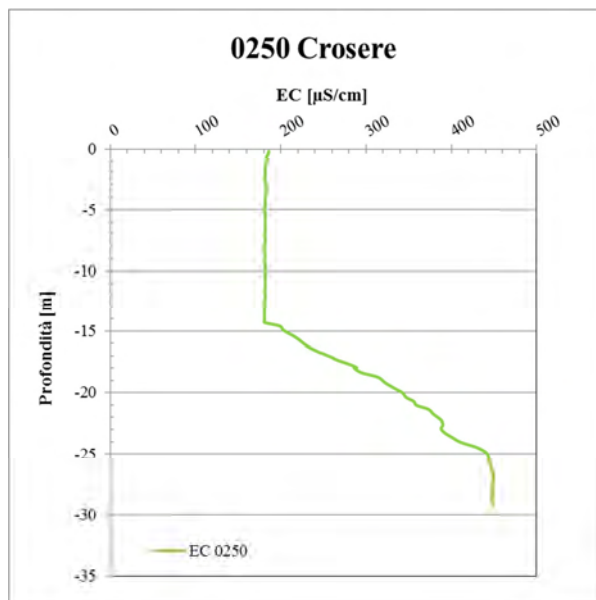
Stratigrafia: Sì ☒ No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☒ No ☐

Bibliografia: ACEGAS: *Esecuzione di uno studio idrologico di dettaglio sulla potenzialità, alimentazione e possibilità di sfruttamento delle acque sotterranee della bassa pianura in sinistra del fiume Isonzo*. Studio Geochimico 1985.

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	4.75	524	14.9
min	3.42	270	14.7
medio	4.24		





0253 BEGLIANO FERROVIA

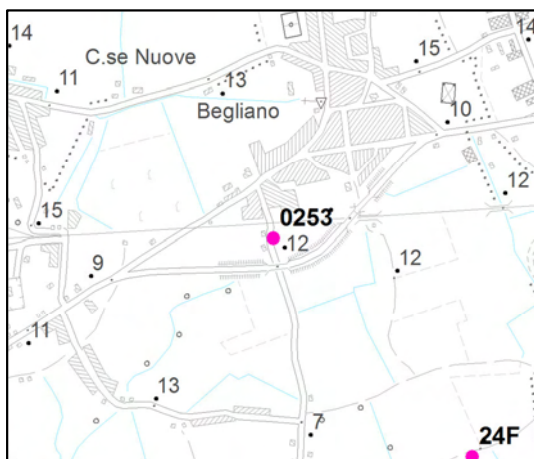
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Begliano

Comune: San Canzian d'Isonzo

Via: San Canzian 21

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 380614.640175 m

Latitudine 5074707.65648 m

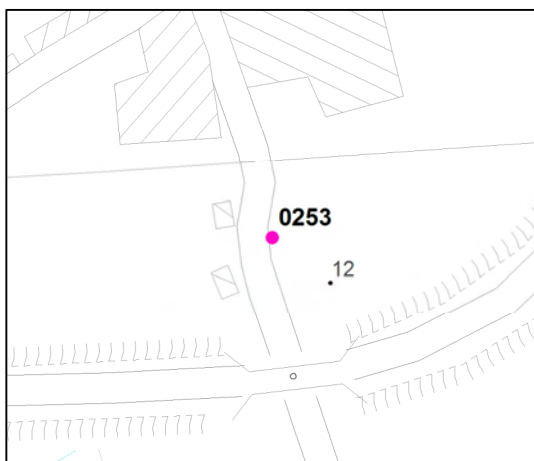
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2400619.95269 m

Latitudine 5074730.23426 m

Quota DTM: 8.23 m

Numero elemento: 088142



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 48.00 m

Diametro: 205 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

Bibliografia: ACEGAS: *Esecuzione di uno studio idrologico di dettaglio sulla potenzialità, alimentazione e possibilità di sfruttamento delle acque sotterranee della bassa pianura in sinistra del fiume Isonzo*. Studio Geochimico 1985.

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	6.25	290	14.4
min	4.89	183	14.0
medio	5.79		



0291 PETEANO, EX ACQUEDOTTO IRIS

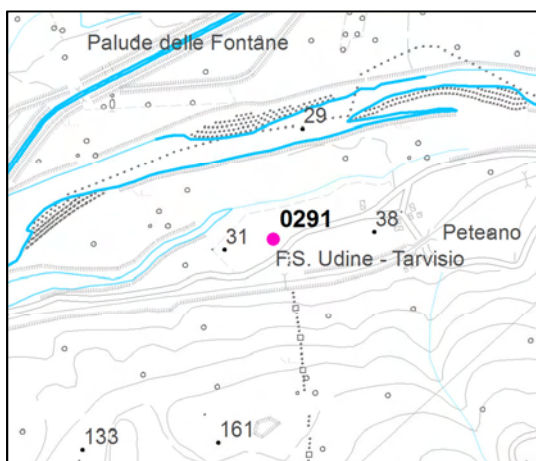
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Peteano

Comune: Sagrado

Via: SP8

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 386273.424275 m

Latitudine 5083336.19686 m

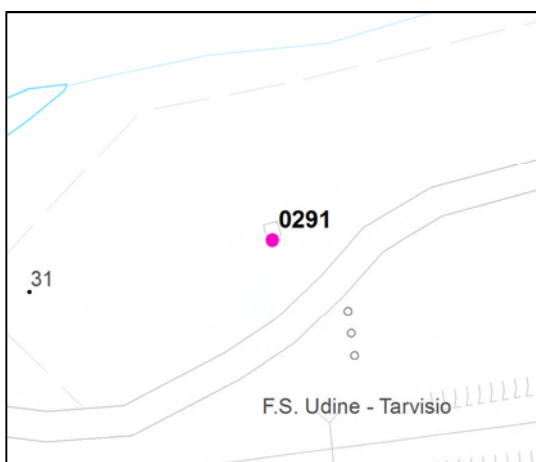
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2406278.62893 m

Latitudine 5083358.99504 m

Quota DTM: 34.79 m

Numero elemento: 088114



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità:

Diametro: 1000 mm

Tipologia costruttiva: pozzo con cerchi calcestruzzo

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☐ No ☒**UTILIZZO:** non più in utilizzo

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	32.48	/	/
min	30.13	/	/
medio	30.89		



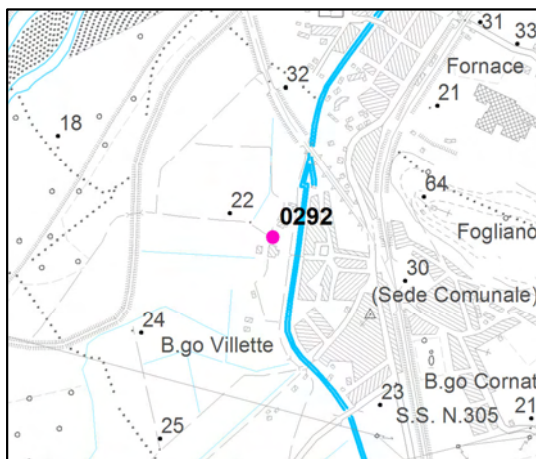
0292 FOGLIANO, LE GIARINE

DATI AMMINISTRATIVI

Località: Fogliano, Le Giarine

Comune: Fogliano Redipuglia

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 381803.680842 m

Latitudine 5080439.40917 m

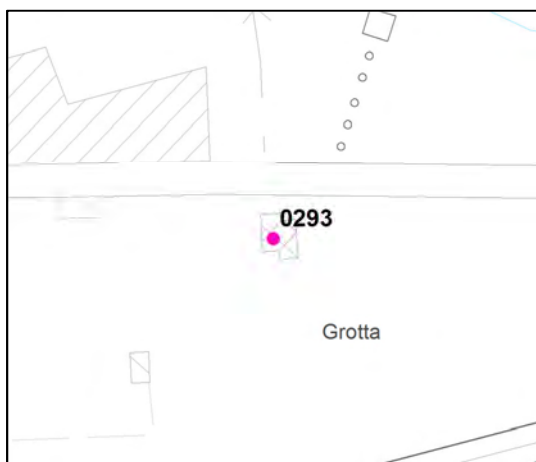
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2401808.89403 m

Latitudine 5080462.04938 m

Quota DTM: 21.38 m

Numero elemento: 088102



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 24.84 m

Diametro: 1000 mm

Tipologia costruttiva: pozzo con cerchi calcestruzzo

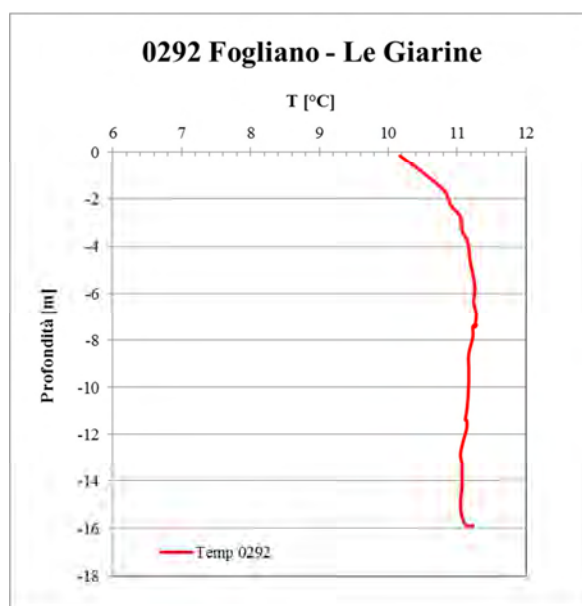
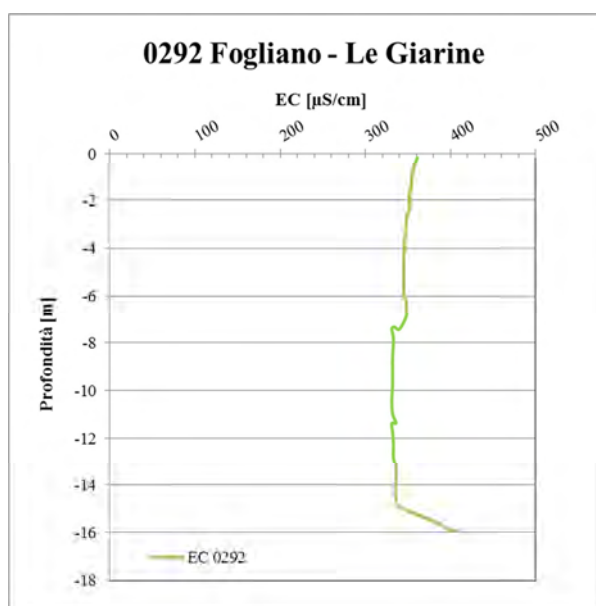
Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☐ No ☒**UTILIZZO:** non più in utilizzo

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	13.21	315	12.5
min	10.20	304	11.6
medio	11.99		





0293 GROTTA, ACQUEDOTTO IRIS

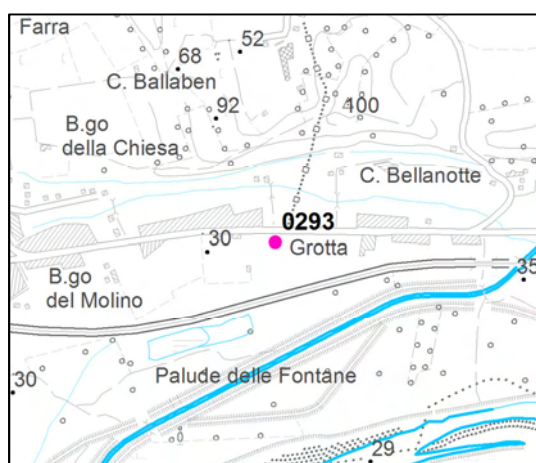
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Grotta

Comune: Farra d'Isonzo

Via: Stradone della Mainizza 88

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 386056.246703 m

Latitudine 5084426.74842 m

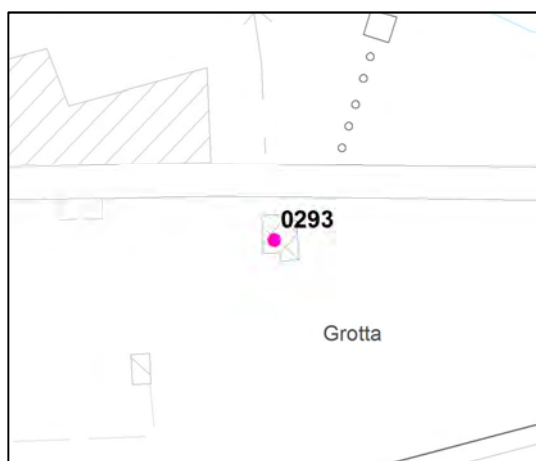
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2406061.4388 m

Latitudine 5084449.5441 m

Quota DTM: 31.32 m

Numero elemento: 088073



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 18.24 m

Diametro:

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☒ No ☐

Profondità:

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

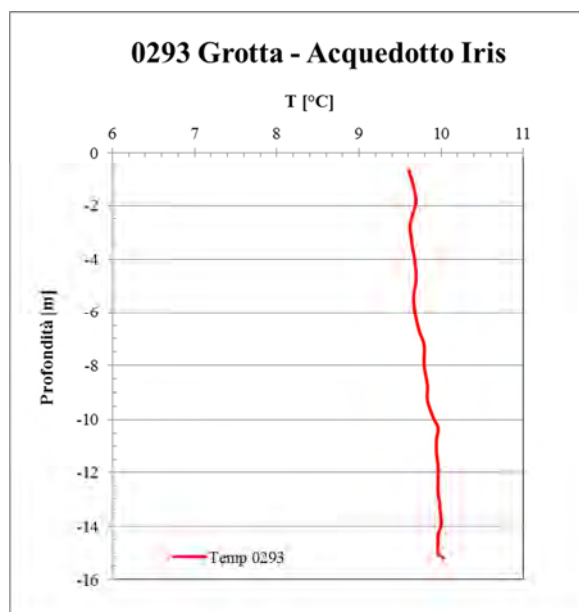
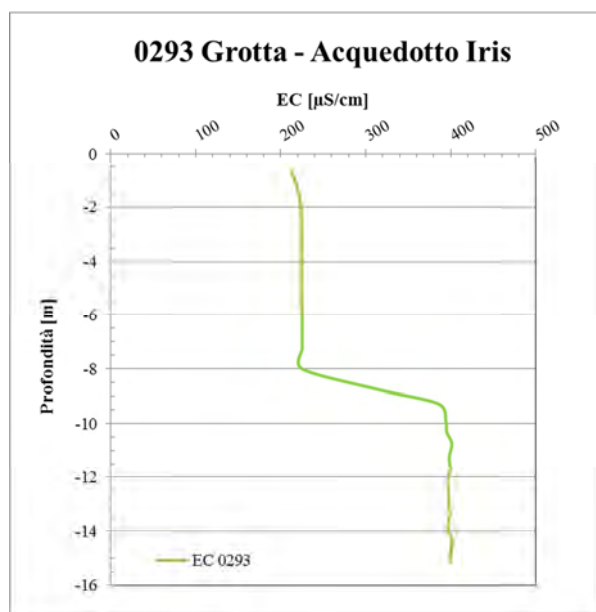
Stratigrafia: Sì ☒ No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	29.01	315	16.5
min	27.55	/	/
medio	28.24		





0300 - 11F CASE GERMANI

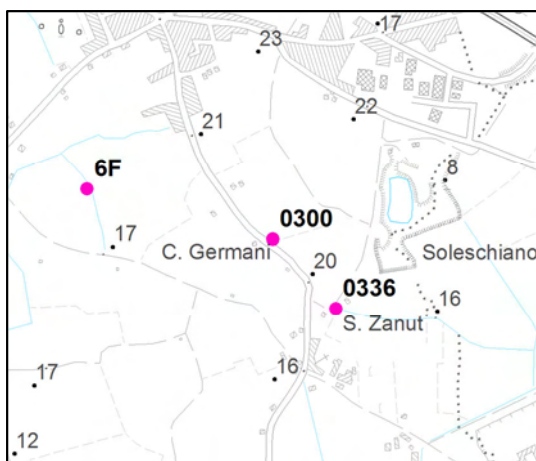
DATI AMMINISTRATIVI

Località: San Zanut

Comune: San Pier d'Isonzo

Via: San Zanut

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 380946.087907 m

Latitudine 5077286.38341 m

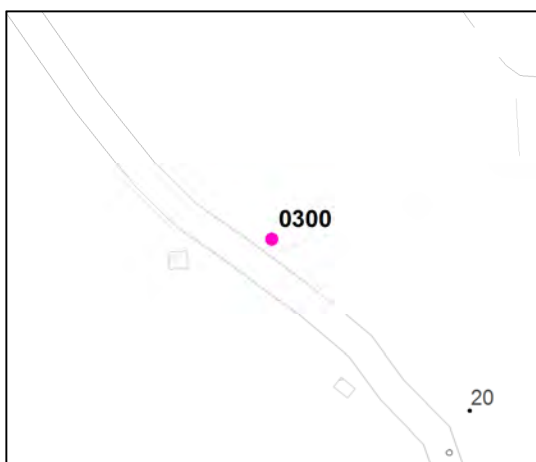
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2400951.34176 m

Latitudine 5077308.99382 m

Quota DTM: 15.48 m

Numero elemento: 088141



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 16.20 m

Diametro: 140 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ entro 27 m No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☒ No ☐

Bibliografia: ACEGAS: *Esecuzione di uno studio idrologico di dettaglio sulla potenzialità, alimentazione e possibilità di sfruttamento delle acque sotterranee della bassa pianura in sinistra del fiume Isonzo*. Studio Geochimico 1985.

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	7.71	/	/
min	5.45	/	/
medio	6.97		



0309 - 82F PIERIS, VIA BRUNNER

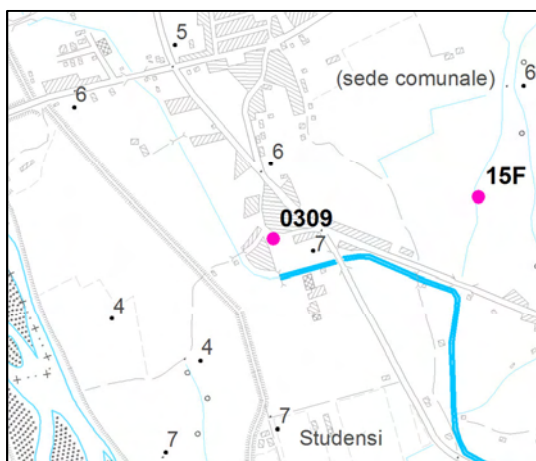
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Pieris

Comune: San Canzian d'Isonzo

Via: Via Brunner 79

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 379136.926073 m

Latitudine 5073344.72547 m

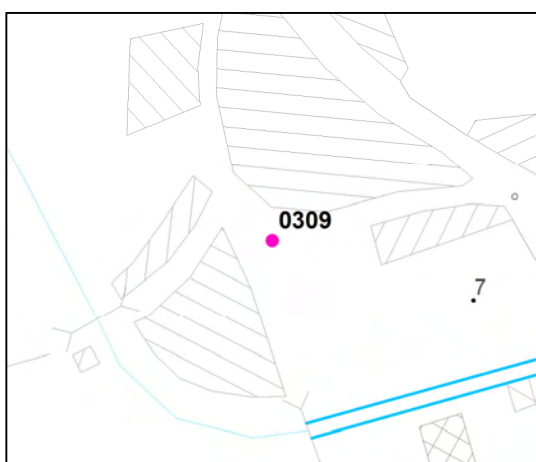
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2399142.25665 m

Latitudine 5073367.26224 m

Quota DTM: 6.56 m

Numero elemento: 088143



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 7.92 m

Diametro: 110 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Si ☒ No ☐

Bibliografia: ARPA FVG 2010, 2011, 2012.

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	4.36	377	13.3
min	3.11	/	/
medio	3.85		



0327 MAINIZZA, ACQUEDOTTO IRIS

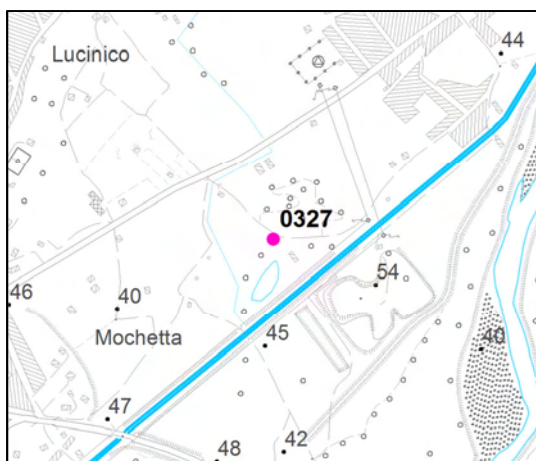
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Lucinico-San Andrea

Comune: Gorizia

Via: Stradone della Mainizza

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 390245.308381 m

Latitudine 5087050.21009 m

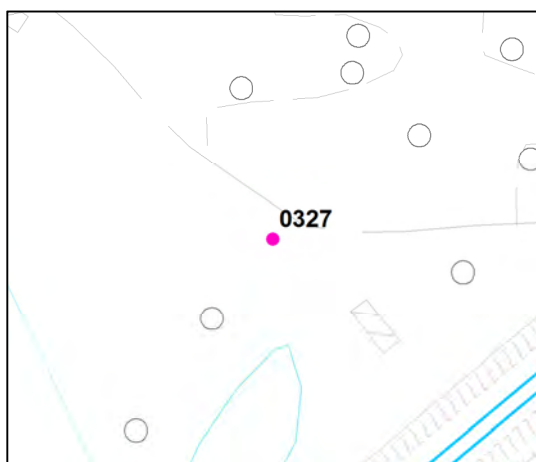
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2410250.49794 m

Latitudine 5087073.14821 m

Quota DTM: 41.73 m

Numero elemento: 088084



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 16.50 m

Diametro: 101 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

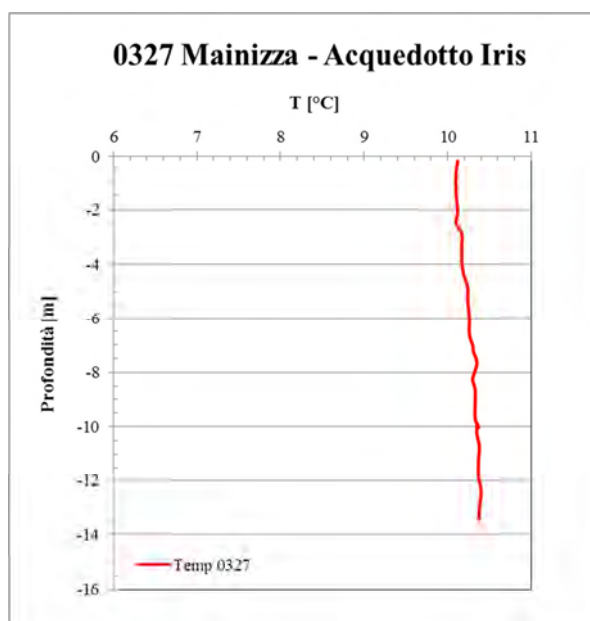
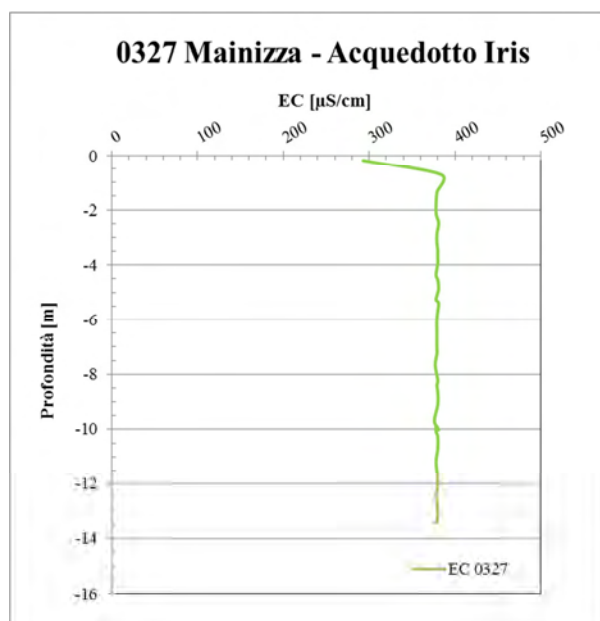
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	38.61	356	12.6
min	36.42	/	/
medio	37.60		





0328 SCARIANO

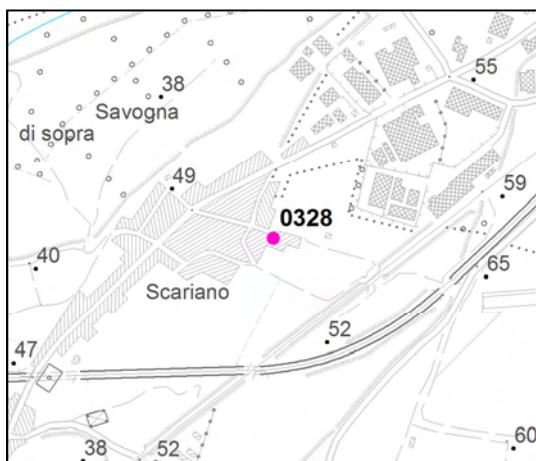
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Scariano

Comune: Savogna d'Isonzo

Via: Gaudenzio Tosi

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 390122.184716 m

Latitudine 5084878.79141 m

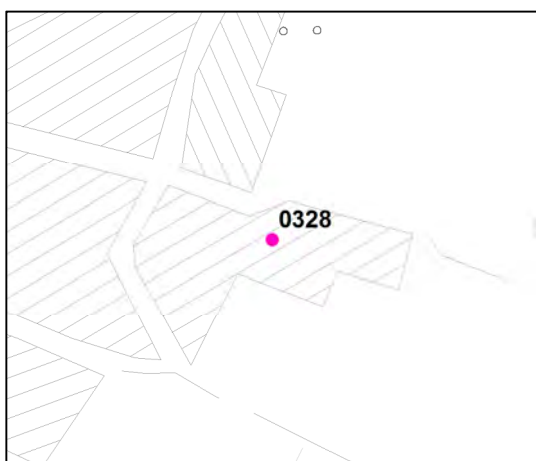
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2410127.41542 m

Latitudine 5084901.69441 m

Quota DTM: 53.10 m

Numero elemento: 088083



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 24 m

Diametro: 1690 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

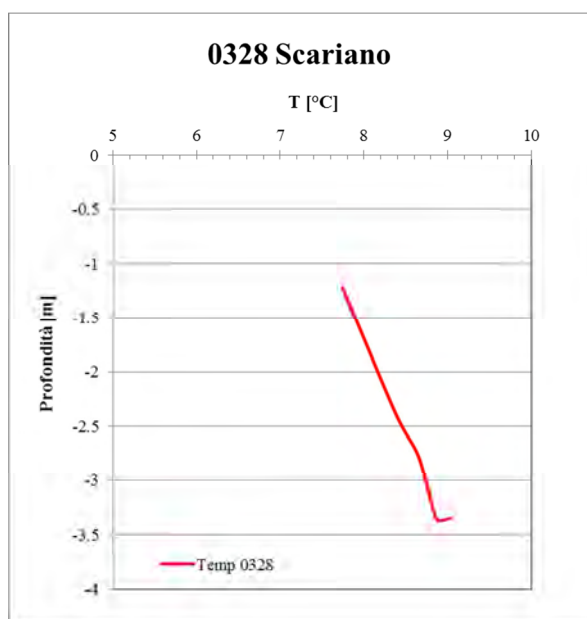
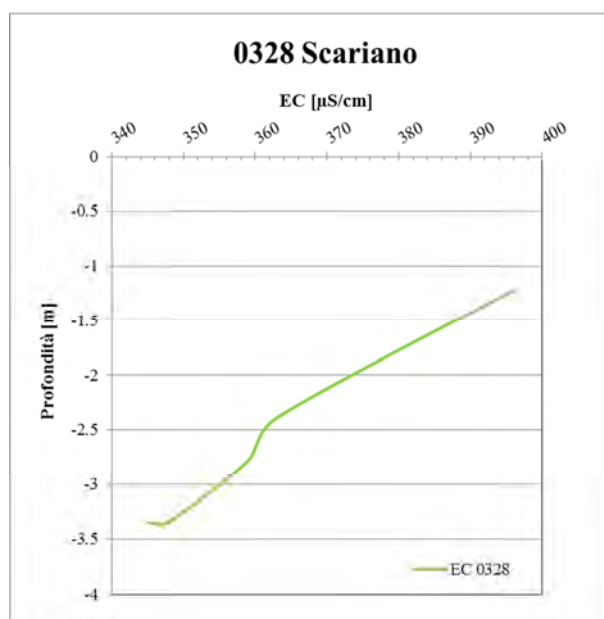
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Si ☐ No ☒

UTILIZZO: pozzo storico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	34.14	12.6	287
min	pozzo in secca	9.8	285
medio	32.66		





0336 SAN ZANUT, LE BASSE

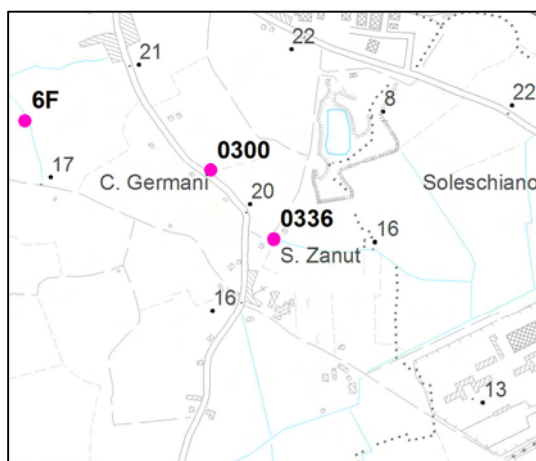
DATI AMMINISTRATIVI

Località: San Zanut

Comune: San Pier d'Isonzo

Via: San Zanut 15

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 381153.400229 m

Latitudine 5077058.35474 m

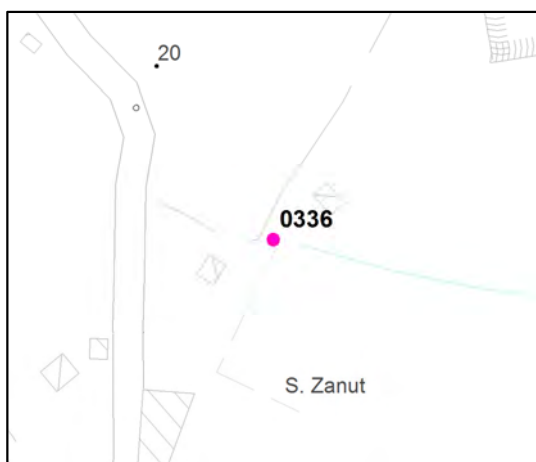
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2401158.65991 m

Latitudine 5077080.96919 m

Quota DTM: 15.13 m

Numero elemento: 088141



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 18.14 m

Diametro: 110 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

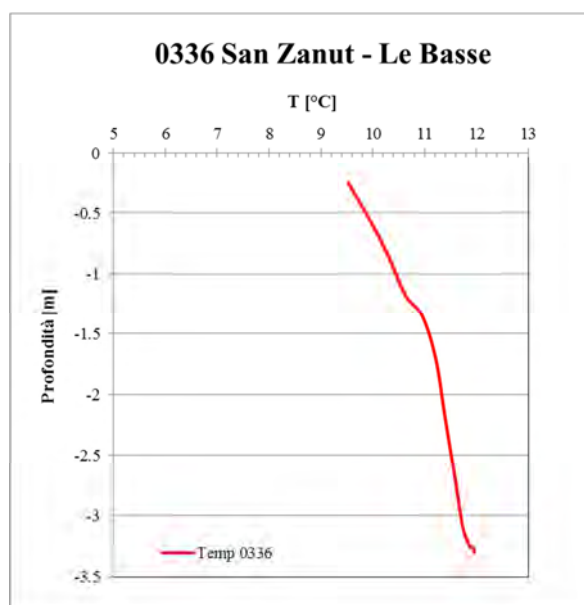
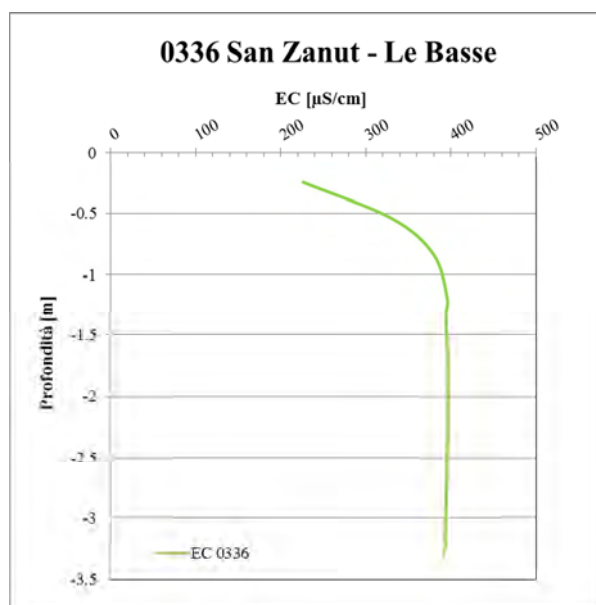
Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☐ No ☒**Bibliografia****UTILIZZO:** monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	6.96	317	11.8
min	4.80	/	/
medio	6.24		





0361 - 16F DOBBIA, STAZIONE ACEGAS

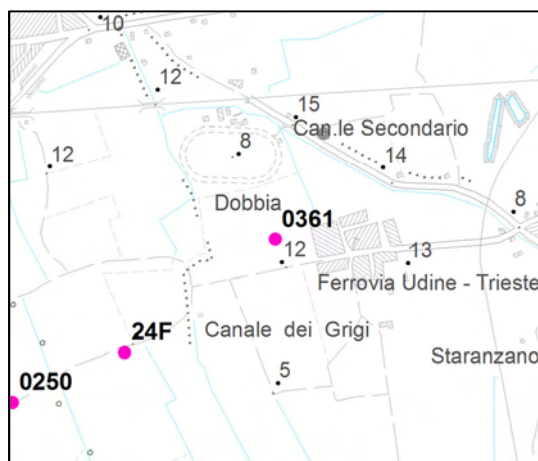
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Dobbia

Comune: Staranzano

Via: Vittorio Veneto

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 381766.843144 m

Latitudine 5074362.31214 m

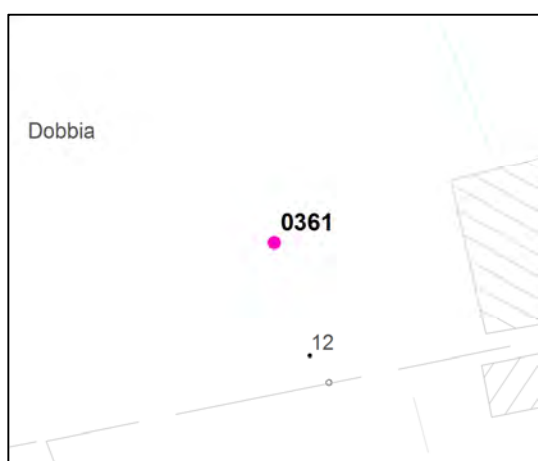
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2401772.17672 m

Latitudine 5074384.9054 m

Quota DTM: 6.68 m

Numero elemento: 088142



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 9.01 m

Diametro: 76.2 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☒ No ☐ **Profondità:** da 5.01 m a 9.01 m

Presenza pompa: Sì ☒ No ☐

Stratigrafia: Sì ☒ entro 22 m No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☒ No ☐

Bibliografia: ACEGAS: *Esecuzione di uno studio idrologico di dettaglio sulla potenzialità, alimentazione e possibilità di sfruttamento delle acque sotterranee della bassa pianura in sinistra del fiume Isonzo*. Studio Geochimico 1985.

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	3.69	/	/
min	2.50	/	/
medio	3.27		



0362 - 90F SAN POLO

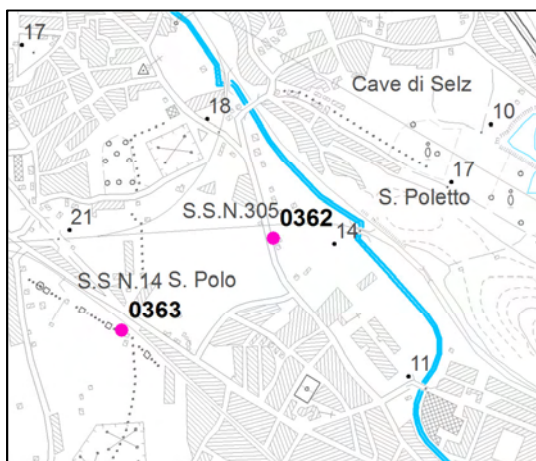
DATI AMMINISTRATIVI

Località: San Polo

Comune: Monfalcone

Via: San Polo

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 384587.793181 m

Latitudine 5074973.77217 m

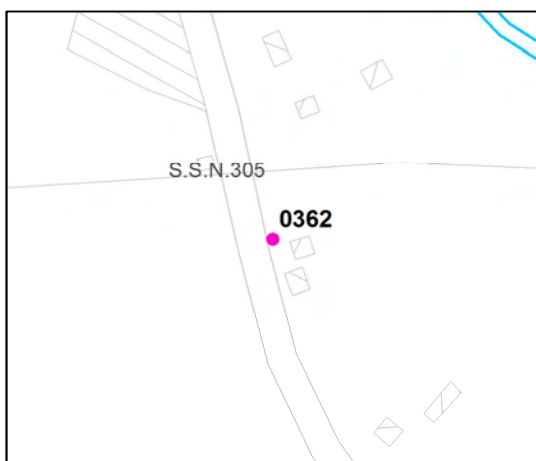
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2404593.14194 m

Latitudine 5074996.4204 m

Quota DTM: 9.42 m

Numero elemento: 088153



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 8.25 m

Diametro: 75 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

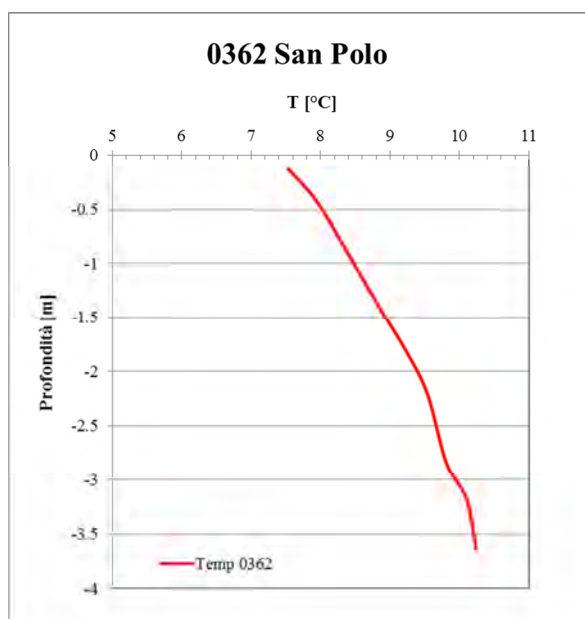
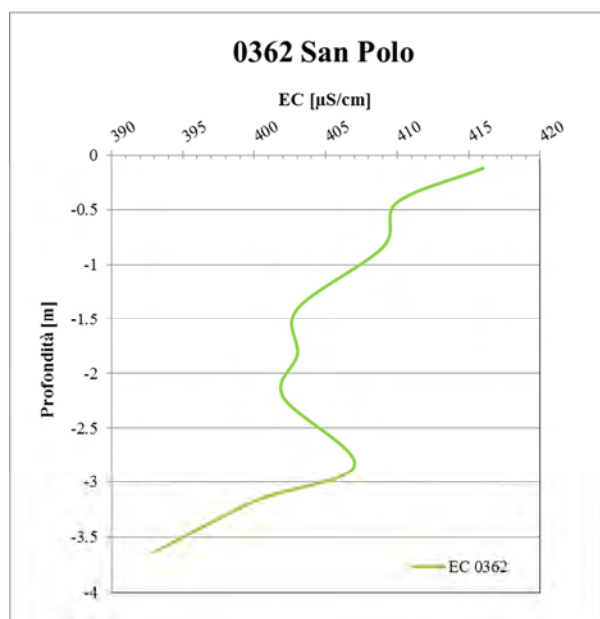
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	4.87	443	14.1
min	3.63	/	/
medio	4.40		





0363 VIA 24 MAGGIO

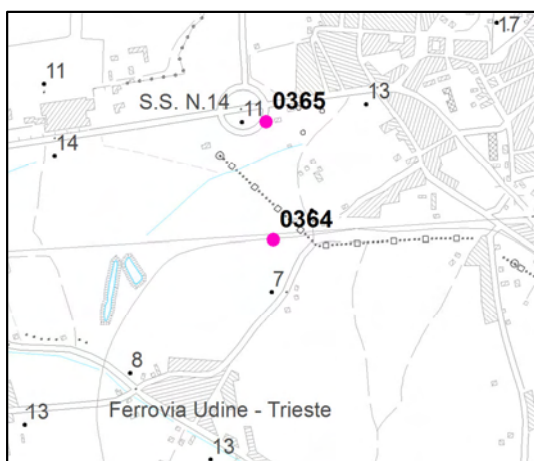
DATI AMMINISTRATIVI

Località: San Polo

Comune: Ronchi dei Legionari

Via: XXIV Maggio

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 384088.914796 m

Latitudine 5074668.39279 m

Coordinate Gauss-Boaga:

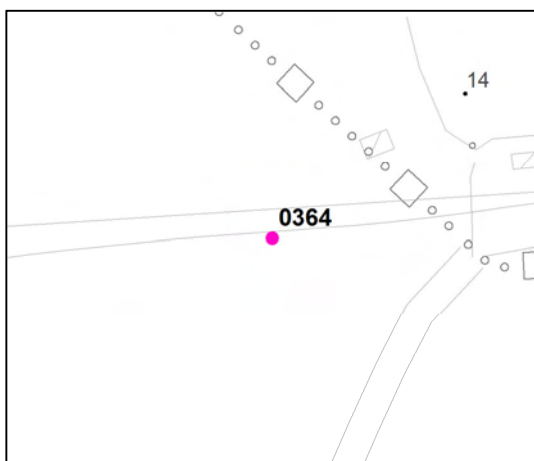
Longitudine 2404094.26579 m

Latitudine 5074691.02898 m

Quota DTM: 8.18 m

Quota Laser Scanning:

Numero elemento: 088153



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 11.00 m

Diametro: 75 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☐ No ☒**UTILIZZO:** monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	3.66	409	14.3
min	2.63	/	/
medio	3.20		



0364 SAN VITO, BIVIO FERROVIARIO

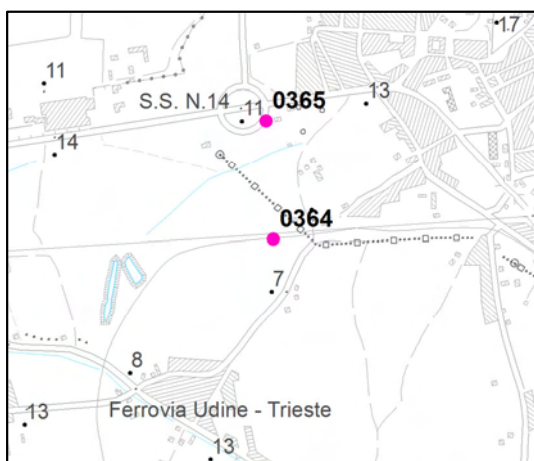
DATI AMMINISTRATIVI

Località: San Vito

Comune: Ronchi dei Legionari

Via: San Vito

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 383023.745366 m

Latitudine 5074895.73228 m

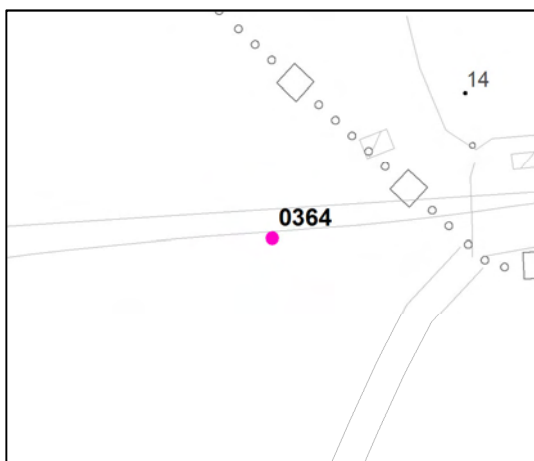
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2403029.07919 m

Latitudine 5074918.35309 m

Quota DTM: 8.91 m

Numero elemento: 088142



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 6.24 m

Diametro: 75 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

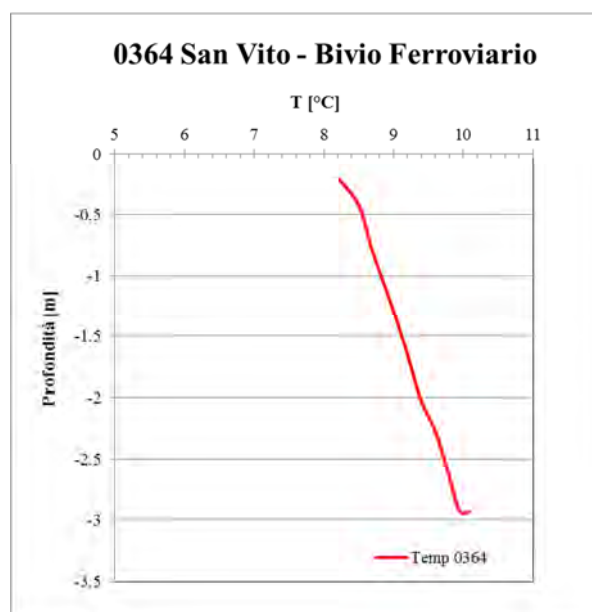
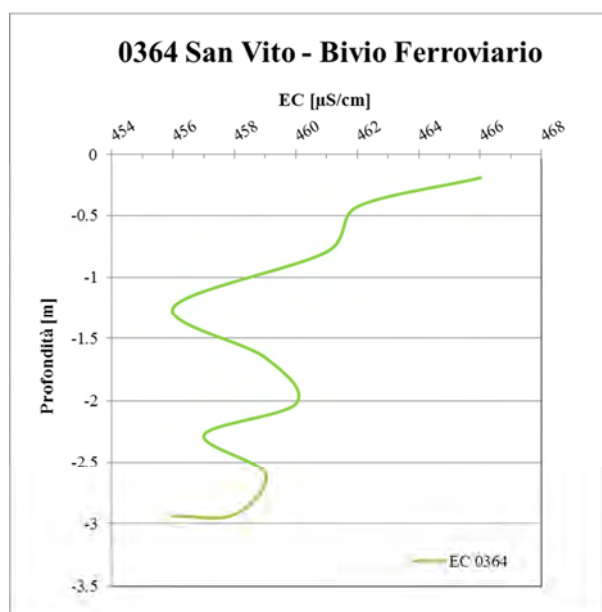
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	5.60	463	14.8
min	4.25	/	/
medio	5.10		





0365 - 95F ROTONDA AEROPORTO

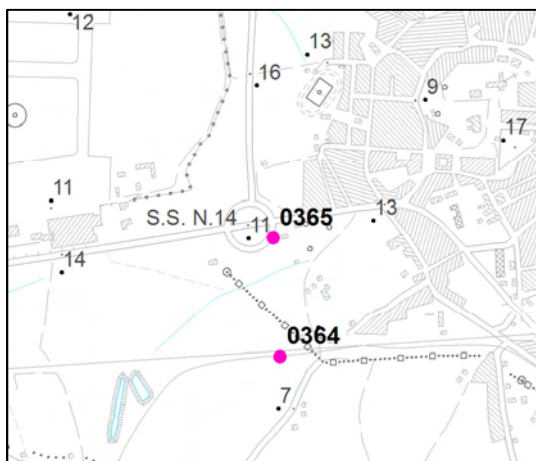
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Ronchi dei Legionari

Comune: Ronchi dei Legionari

Via: Via Aquileia

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 383000.544778 m

Latitudine 5075288.88483 m

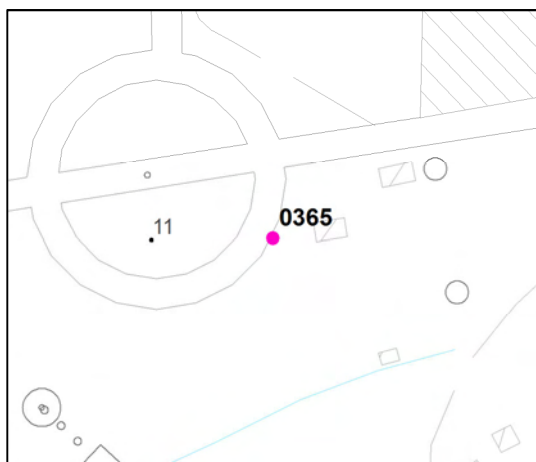
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2403005.86855 m

Latitudine 5075311.50985 m

Quota DTM: 9.29 m

Numero elemento: 088142



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 9.65 m

Diametro: 75 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

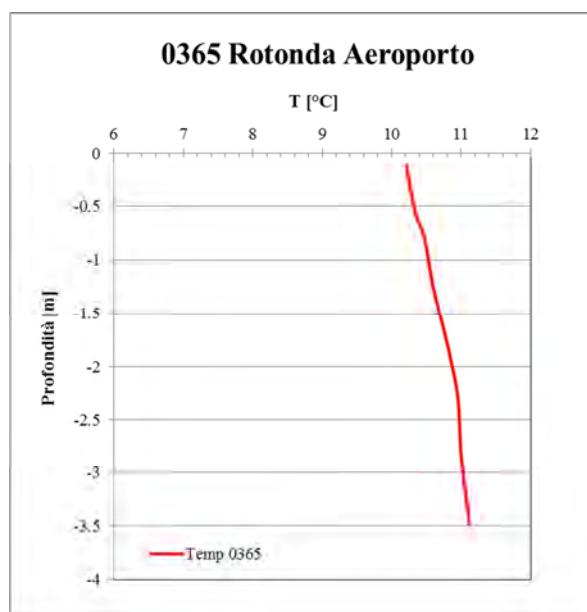
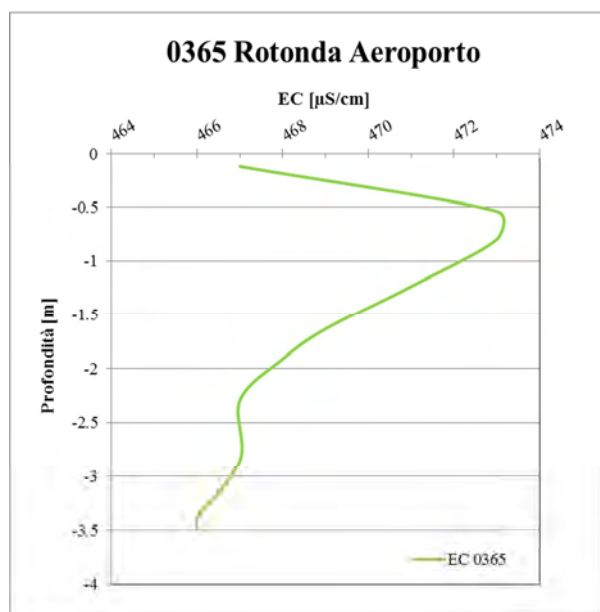
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	5.41	449	17.0
min	3.92	448	15.1
medio	4.87		





0366 - 97F CASSEGLIANO, CIMITERO

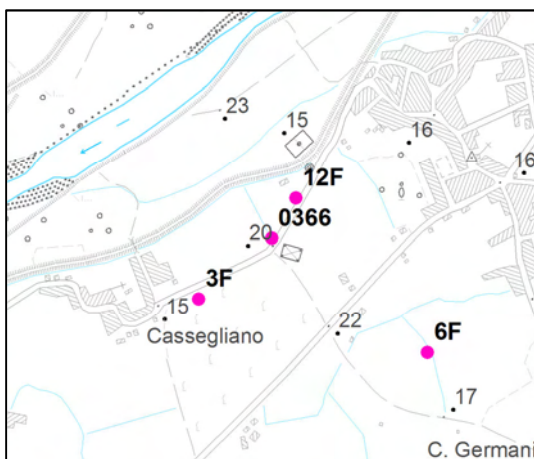
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Cassegliano

Comune: San Pier d'Isonzo

Via: Giacomo Matteotti

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 379819.302 m

Latitudine 5077828.206 m

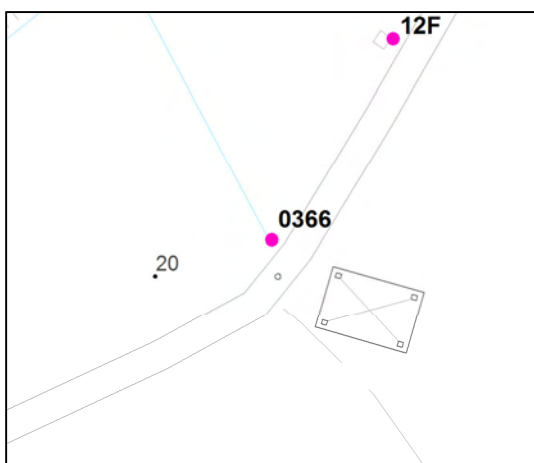
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2399824.54451 m

Latitudine 5077850.78185 m

Quota DTM: 15.28 m

Numero elemento: 088144



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 12.00 m

Diametro: 110 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☐ No ☒**UTILIZZO:** monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [°C]
max	9.48	271	15.0
min	6.78	263	11.6
medio	8.74		



3F CASSEGLIANO

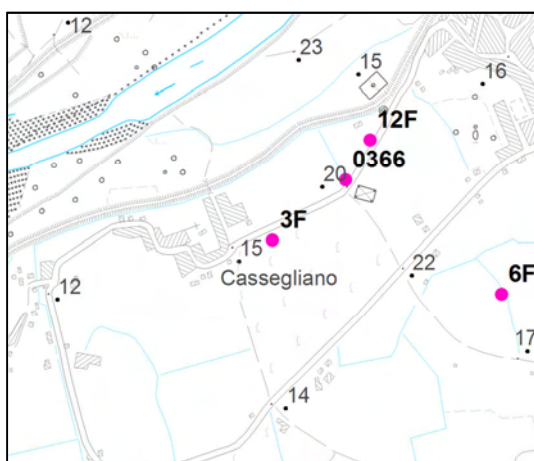
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Cassegliano

Comune: San Pier d'Isonzo

Via: Giacomo Matteotti

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 379578.589962 m

Latitudine 5077628.88259 m

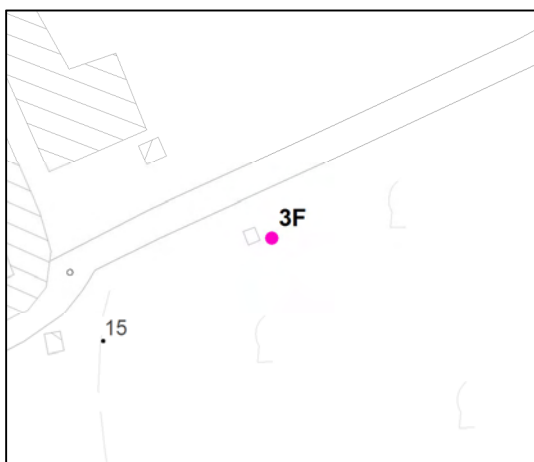
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2399583.83518 m

Latitudine 5077651.45151 m

Quota DTM: 14.48 m

Numero elemento: 088144



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 16.00 m

Diametro: 80 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☒ No ☐ **Profondità:** da 11.50 m a 16.00 m

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ entro 15 m No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☐ No ☒**UTILIZZO:** monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	9.50	/	/
min	6.79	/	/
medio	8.75		



6F CASSEGLIANO

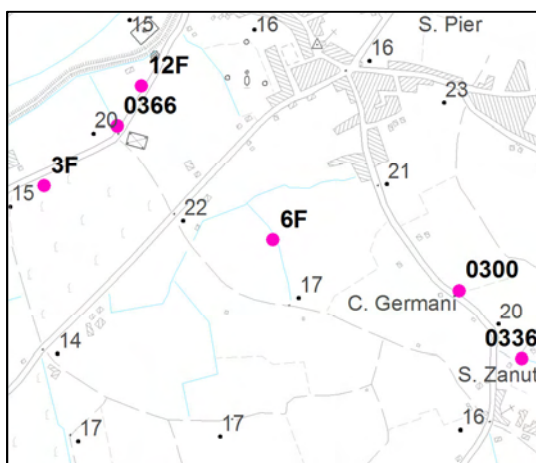
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Cassegliano

Comune: San Pier d'Isonzo

Via: Rosarol

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 380333.355957 m

Latitudine 5077451.90314 m

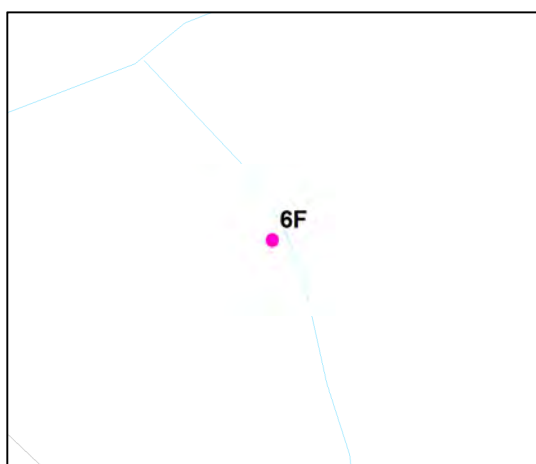
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2400338.60575 m

Latitudine 5077474.49494 m

Quota DTM: 14.65 m

Numero elemento: 088141



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 31.00 m

Diametro: 80 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☒ No ☐ **Profondità:** da 6.85 a 31.00 m

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ entro 6 m No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☒ No ☐

Bibliografia: ACEGAS: *Esecuzione di uno studio idrologico di dettaglio sulla potenzialità, alimentazione e possibilità di sfruttamento delle acque sotterranee della bassa pianura in sinistra del fiume Isonzo*. Studio Geochimico 1985.

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	7.85	/	/
min	5.25	/	/
medio	7.09		



12F CASSEGLIANO

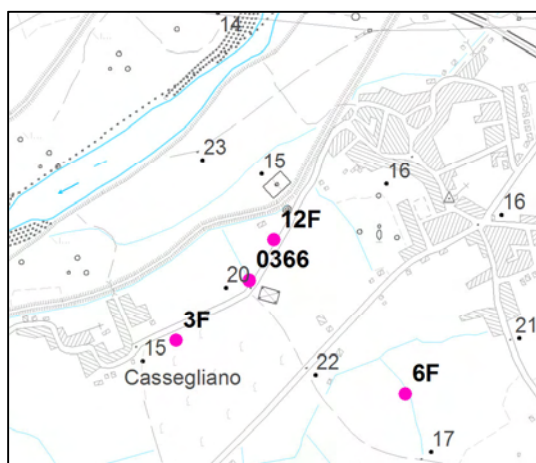
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Cassegliano

Comune: San Pier d'Isonzo

Via: Giacomo Matteotti

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 379899.378024 m

Latitudine 5077960.95035 m

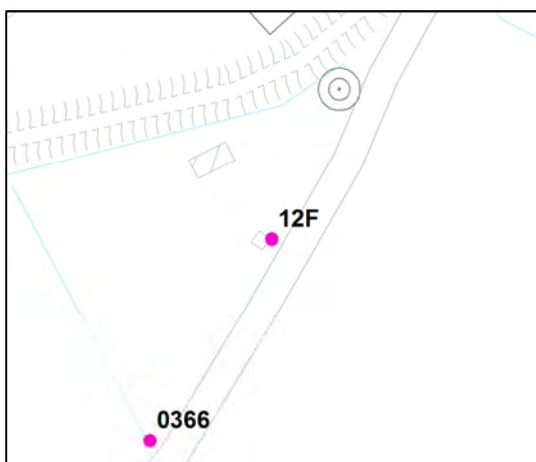
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2399904.61855 m

Latitudine 5077983.52841 m

Quota DTM: 15.68 m

Numero elemento: 088144



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 30.00 m

Diametro: 80 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☒ No ☐

Profondità: da 9.30 m a 15.70 m, da 16.30 m a 22.70 m, da 23.30 m a 29.70 m

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ entro 7 m No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☐ No ☒**UTILIZZO:** monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	10.49	270	12.50
min	7.68	215	11.3
medio	9.77		



15F PIERIS

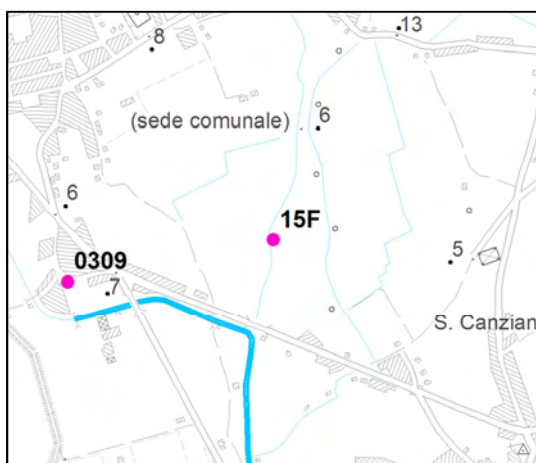
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Pieris

Comune: San Canzian d'Isonzo

Via: Primo Maggio-Aquileia

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 379814.47507 m

Latitudine 5073481.41485 m

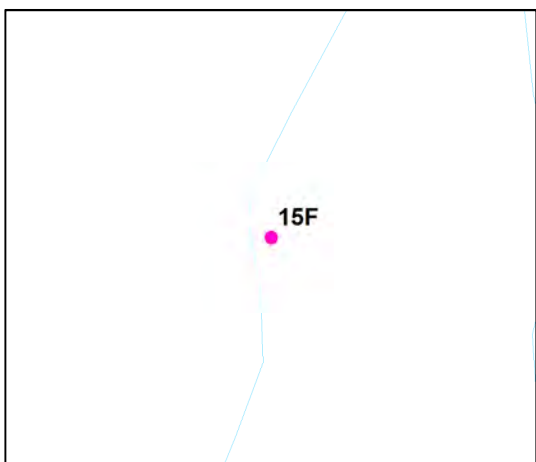
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2399819.80955 m

Latitudine 5073503.9647 m

Quota DTM: 5.57 m

Numero elemento: 088143



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 14.08 m

Diametro: 76.2 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☒ No ☐ **Profondità:** da 10.08 m a 14.08 m

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ entro 10 m No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☒ No ☐

Bibliografia: ACEGAS: *Esecuzione di uno studio idrologico di dettaglio sulla potenzialità, alimentazione e possibilità di sfruttamento delle acque sotterranee della bassa pianura in sinistra del fiume Isonzo*. Studio Geochimico 1985.

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	3.37	366	13.2
min	2.23	/	/
medio	2.82		



24F

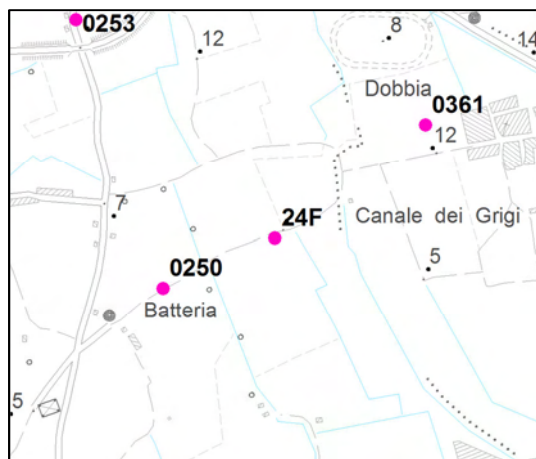
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Crosere

Comune: San Canzian d'Isonzo

Via: Dobbia

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 381271.009574 m

Latitudine 5073987.66996 m

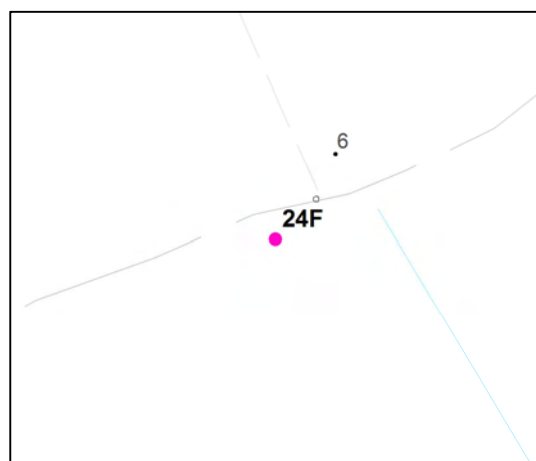
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2401276.34714 m

Latitudine 5074010.25043 m

Quota DTM: 5.56 m

Numero elemento: 088142



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 12.15 m

Diametro: 76.2 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☒ No ☐ **Profondità:** da 8.15 m a 12.15 m

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ entro 7 m No ☐

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☒ No ☐

Bibliografia: ACEGAS: *Esecuzione di uno studio idrologico di dettaglio sulla potenzialità, alimentazione e possibilità di sfruttamento delle acque sotterranee della bassa pianura in sinistra del fiume Isonzo*. Studio Geochimico 1985.

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	3.48	296	14.1
min	2.43	/	/
medio	3.13		



DMG1 - GO/IPD/280 STALLA GRUDINA

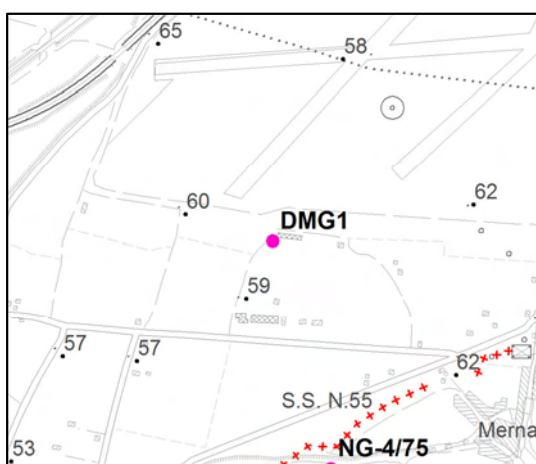
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Rupa

Comune: Savogna d'Isonzo

Via: Stradalta

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 391203.364333 m

Latitudine 5084099.26215 m

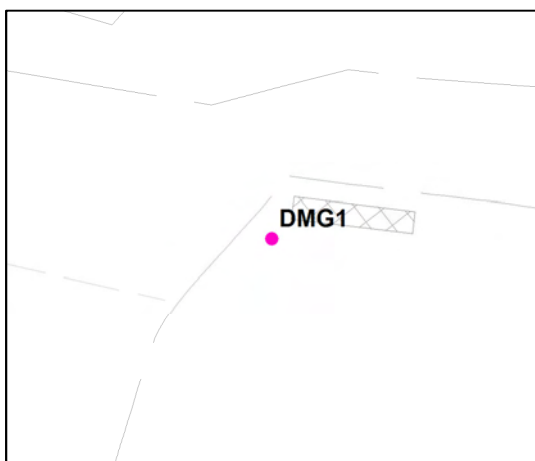
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2411208.62744 m

Latitudine 5084122.17517 m

Quota DTM: 55.34 m

Numero elemento: 088083



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 60 m

Diametro:

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☒ No ☐

Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

APPENDICE

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: zootecnico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	34.07	344	13.0
min	29.18	341	12.9
medio	31.96		



DMG2 RUPA

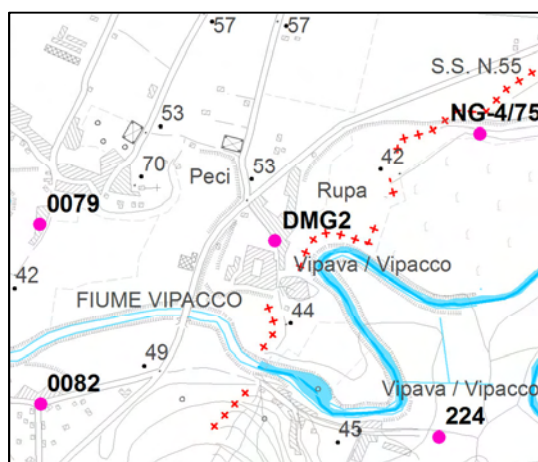
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Rupa

Comune: Savogna d'Isonzo

Via: Andrej Jakil

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 390718.126669 m

Latitudine 5082994.91634 m

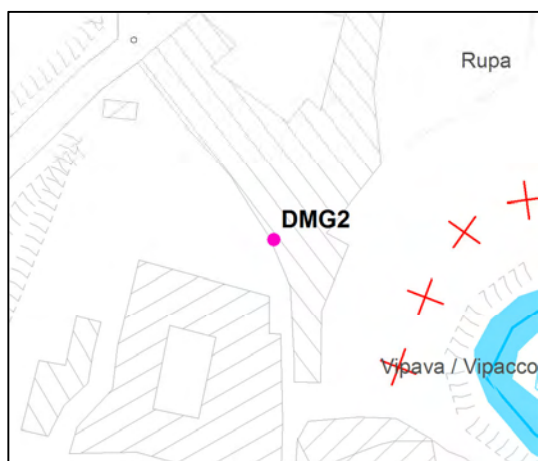
Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2410723.40408 m

Latitudine 5083017.803 m

Quota DTM: 46.83 m

Numero elemento: 088124



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 18.14 m

Diametro: 1290 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

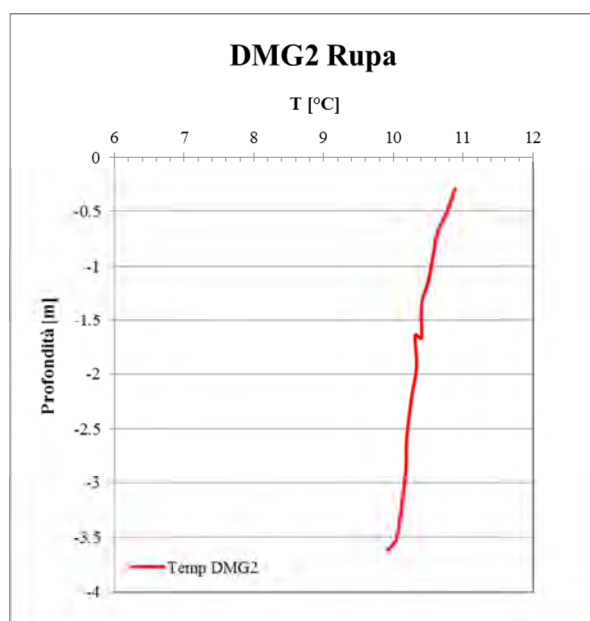
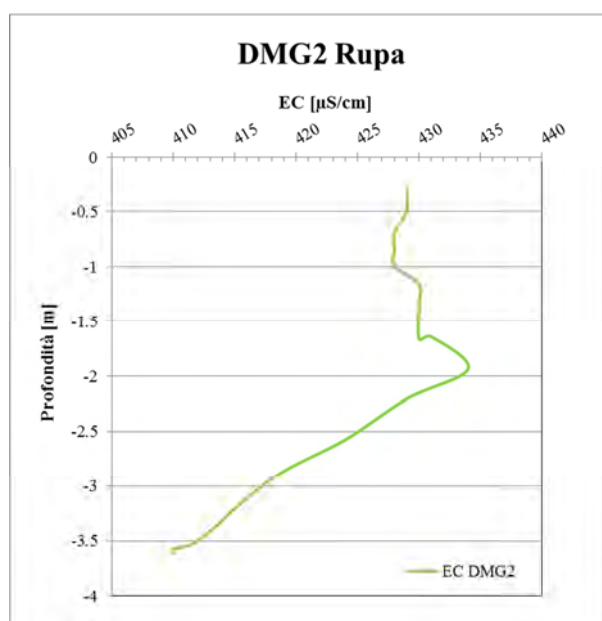
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Si ☐ No ☒

UTILIZZO: pozzo storico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	33.40	370	14.7
min	30.24	/	/
medio	31.90		





18 KROŽNA CESTA

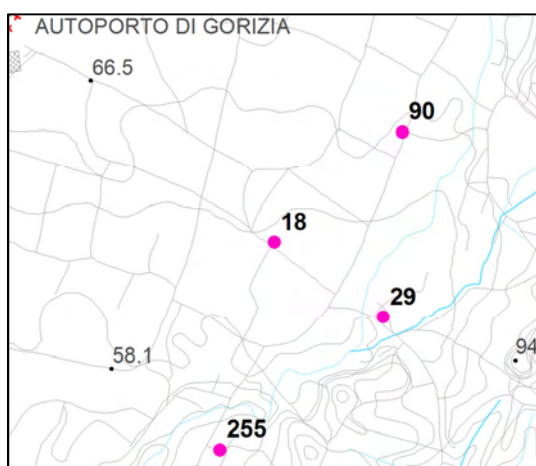
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Vrtojba

Comune: Šempeter -Vrtojba

Via: Krožna Cesta 18

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 393841.544438 m

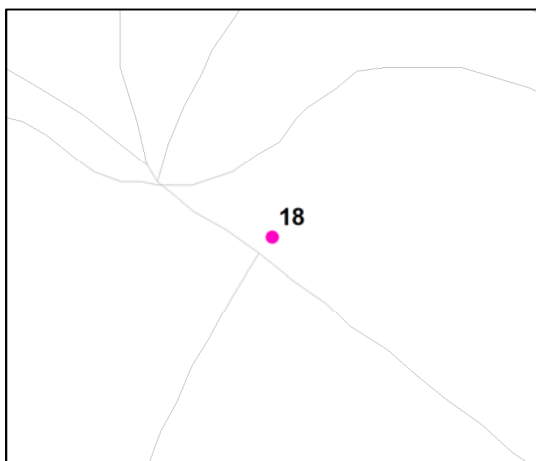
Latitudine 5085102.02633 m

Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2413846.82899 m

Latitudine 5085125.00746 m

Quota DTM: 61.06 m



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 24.45 m

Diametro: 15000 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

APPENDICE

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: pozzo storico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [°C]
max	40.21	730	16.7
min	40.02	586	14.7
medio	40.09		



26 CESTA PREKOMORSKIH BRIGAD

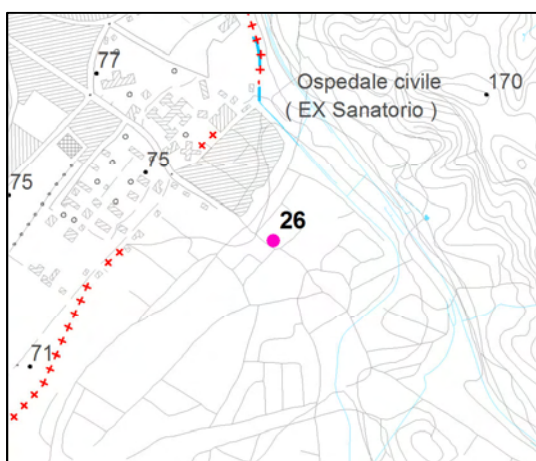
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Šempeter pri Gorici

Comune: Šempeter - Vrtojba

Via: Ulica Prekomrskih Brigad 26

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 394451.583646 m

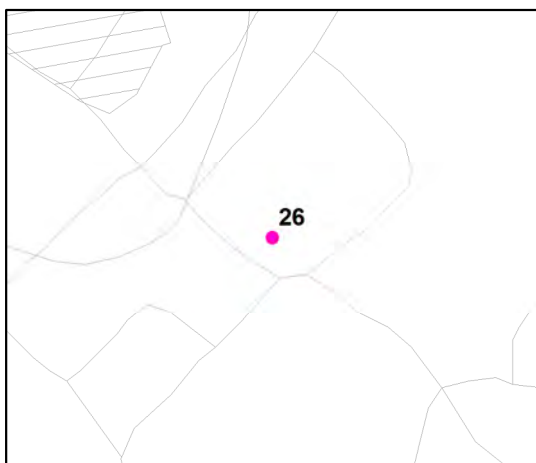
Latitudine 5087280.70207 m

Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2414456.82554 m

Latitudine 5087303.74087 m

Quota DTM: 74.13 m



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 12.37 m

Diametro: 1200 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

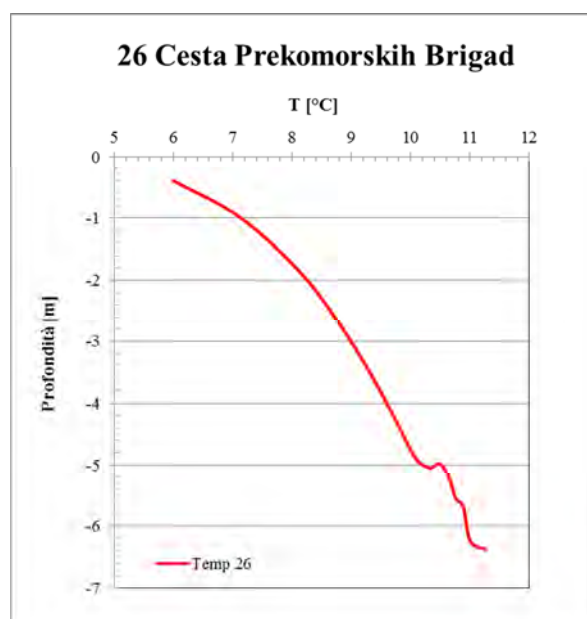
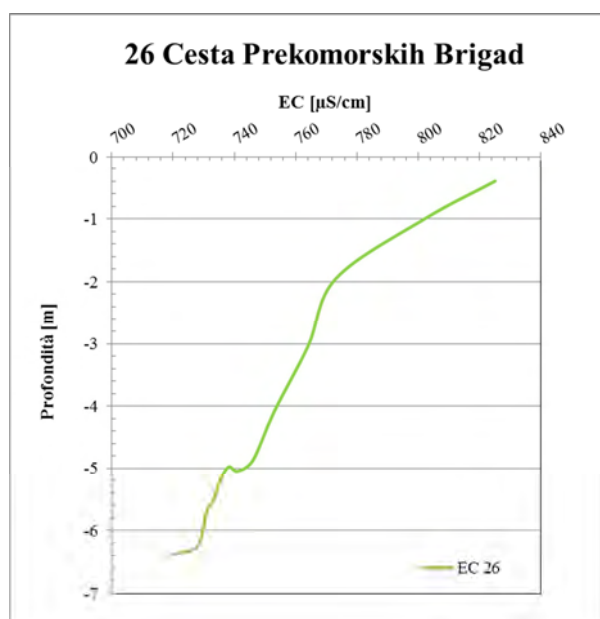
Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHESì ☐ No ☒**UTILIZZO:** irriguo saltuario

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	69.39	752	15.6
min	65.77	741	15.0
medio	68.22		





29 ULICA ZAPUČKE

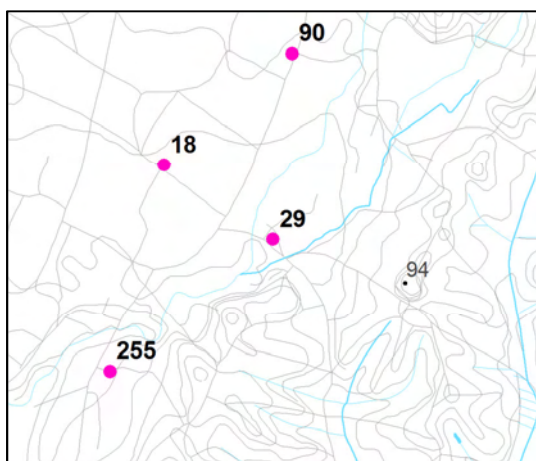
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Vrtojba

Comune: Šempeter - Vrtojba

Via: Ulica Zapučke 29

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 394201.434577 m

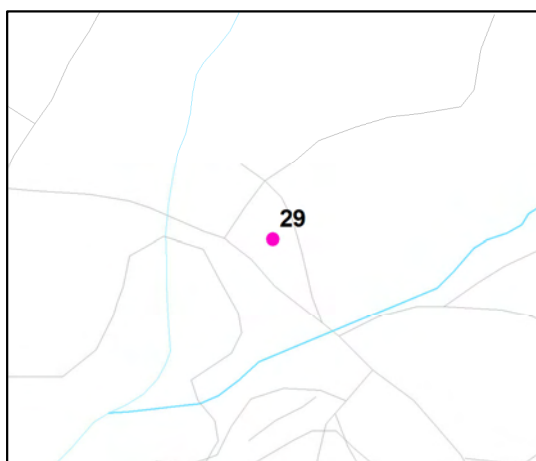
Latitudine 5084855.08936 m

Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2414206.7252 m

Latitudine 5084878.08358 m

Quota DTM: 60.04 m



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 6.78 m

Diametro: 800 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

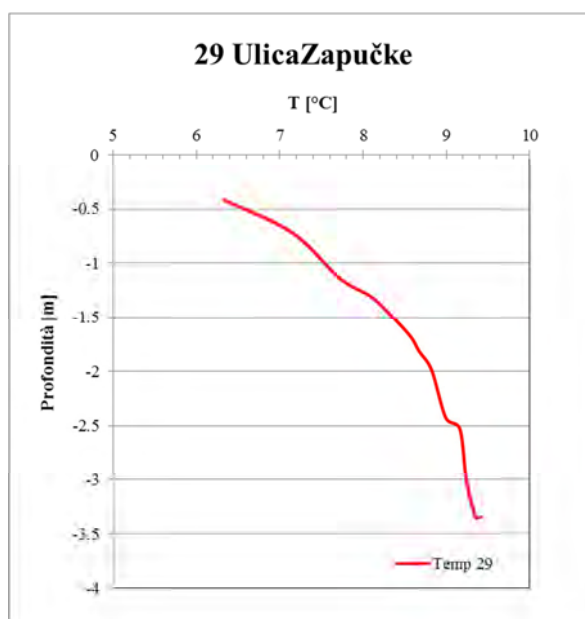
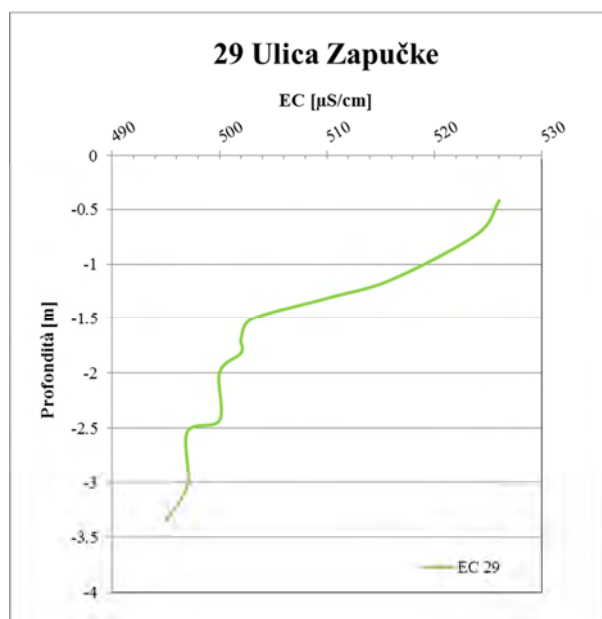
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Si ☐ No ☒

UTILIZZO: irriguo saltuario

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	57.93	464	15.7
min	55.56	449	13.1
medio	56.99		





30 OREHOVLJE

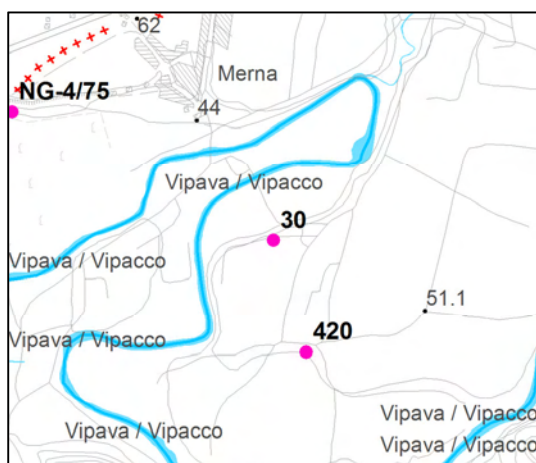
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Orehovlje

Comune: Miren-Kostanjevica

Via: Orehovlje 30

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 392257.305393 m

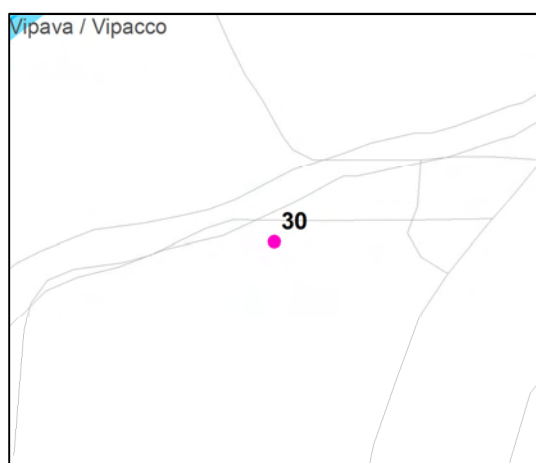
Latitudine 5082923.29621 m

Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2412262.60834 m

Latitudine 5082946.21274 m

Quota DTM: 50.38 m



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 25.86 m

Diametro: 1170 m

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☒ No ☐

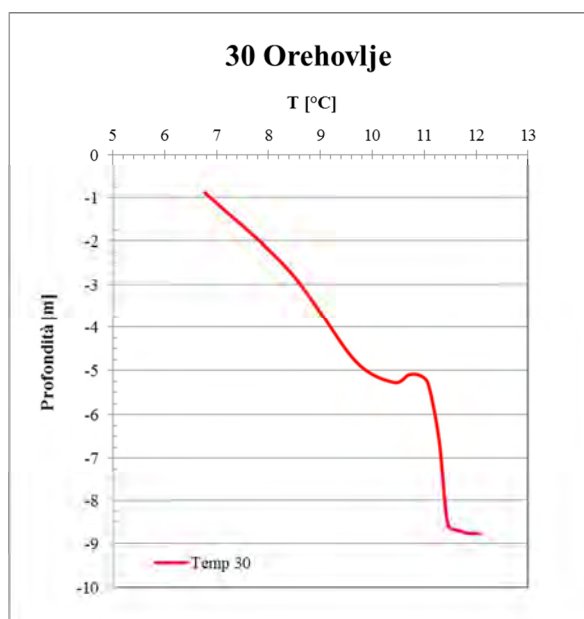
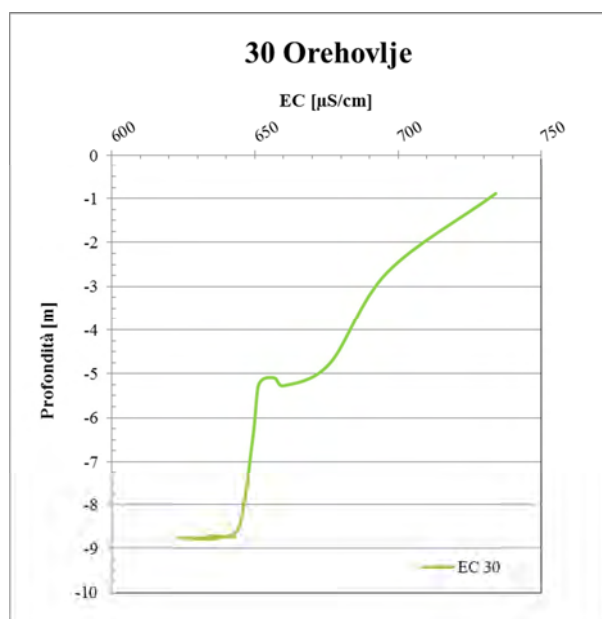
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Si ☐ No ☒

UTILIZZO: domestico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	39.16	628	16.2
min	29.72	622	14.4
medio	33.28		





90 ULICA 9 SETTEMBRA

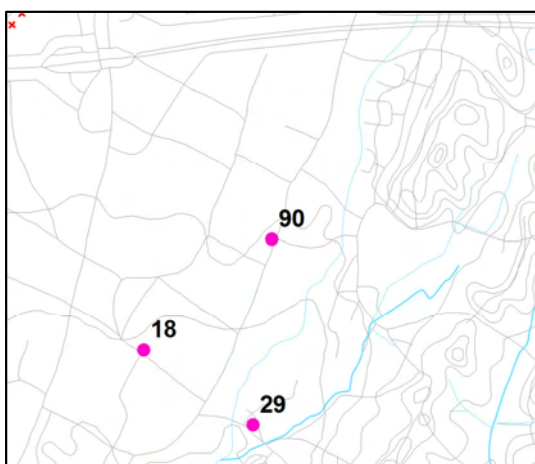
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Vrtojba

Comune: Šempeter - Vrtojba

Via: Ulica 9 Settembre 90

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 394264.033658 m

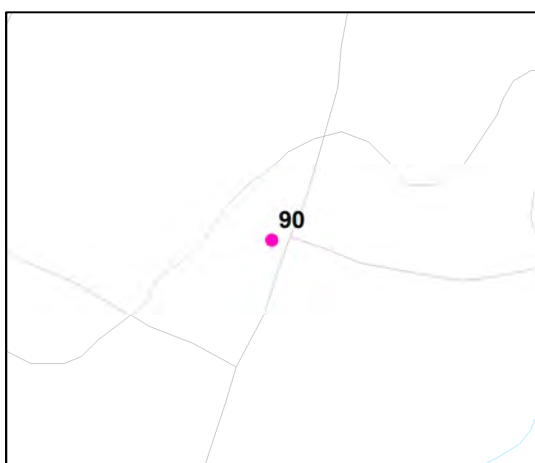
Latitudine 5085467.64245 m

Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2414269.30947 m

Latitudine 5085490.65492 m

Quota DTM: 64.33 m



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 26.00 m

Diametro: 1530 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

APPENDICE

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Si ☐ No ☒

UTILIZZO: pozzo storico

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	52.25	300	16.5
min	46.36	261	11.9
medio	50.07		



220 SEMPETER

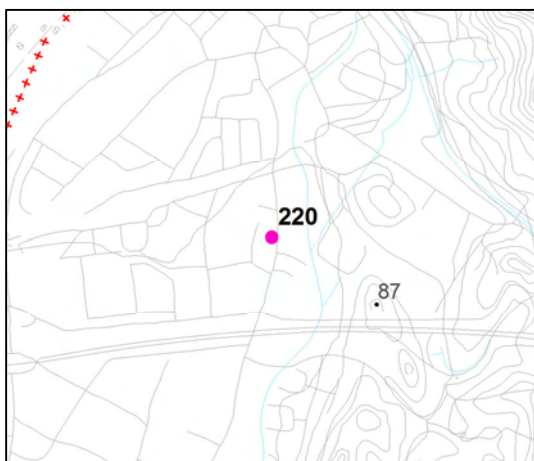
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Šempeter pri Gorici

Comune: Šempeter -Vrtojba

Via: Vrtojbenska Cesta 68

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 394586.292642 m

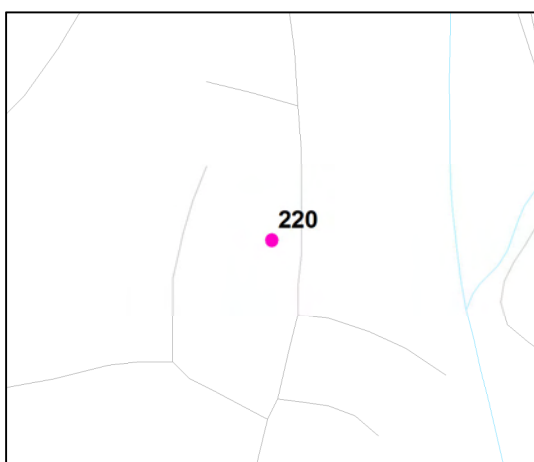
Latitudine 5086484.19694 m

Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2414591.54358 m

Latitudine 5086507.22486 m

Quota DTM: 68.88 m



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 23.50 m

Diametro: 1200 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

APPENDICE

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Si ☐ No ☒

UTILIZZO: irriguo saltuario

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	50.85	851	15.8
min	47.55	707	15.7
medio	49.43		



224 MIREN

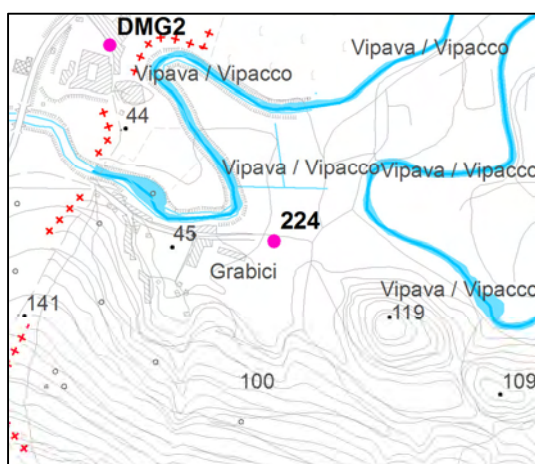
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Miren

Comune: Miren-Kostanjevica

Via: Miren 224

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 391258.227611 m

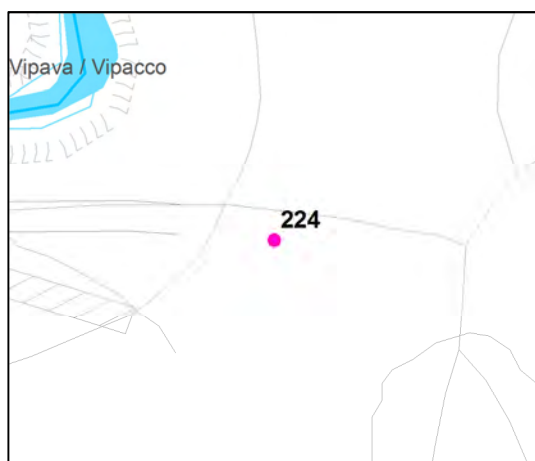
Latitudine 5082348.88261 m

Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2411263.5263 m

Latitudine 5082371.77042 m

Quota DTM: 40.54 m



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 16.04 m

Diametro: 2000 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☒ No ☐

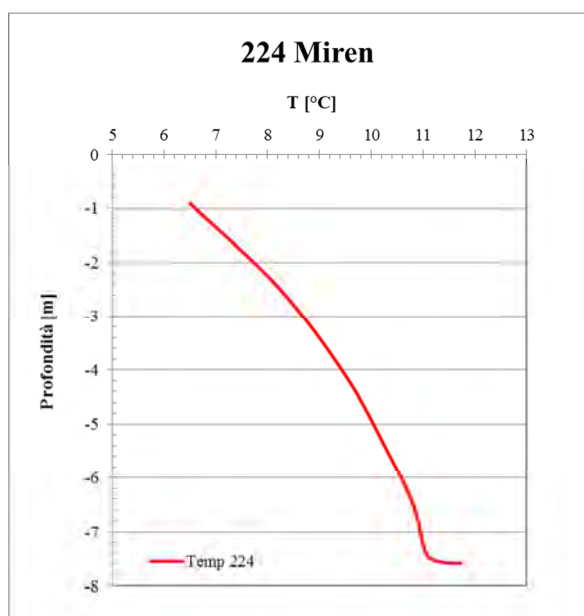
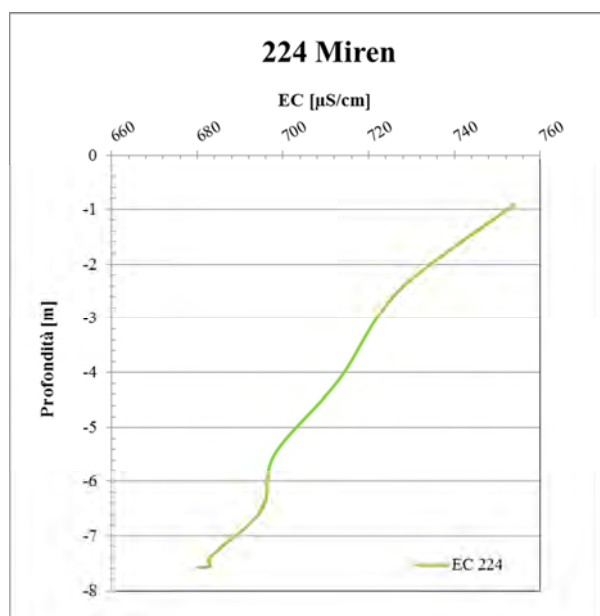
Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: irriguo

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	34.19	657	14.4
min	27.77	629	13.4
medio	30.80		





255 ULICA 9 SEPTEMBRA

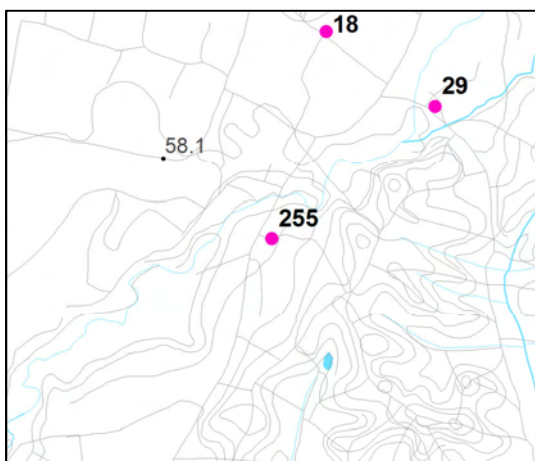
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Vrtojba

Comune: Šempeter - Vrtojba

Via: Ulica 9 Septembra 255

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 393663.579995 m

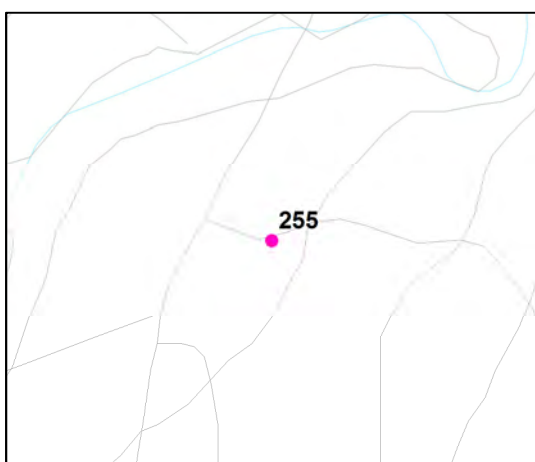
Latitudine 5084418.22822 m

Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2413668.87532 m

Latitudine 5084441.1955 m

Quota DTM: 58.61 m



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 11.04 m

Diametro: 1180 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: irriguo saltuario

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	57.69	652	15.4
min	54.51	545	12.1
medio	56.91		





330 MIREN 5/b

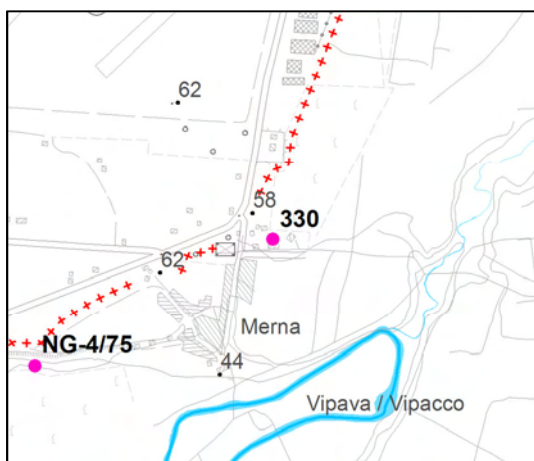
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Miren

Comune: Miren-Kostanjevica

Via: Miren 5/b

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 392178.99429 m

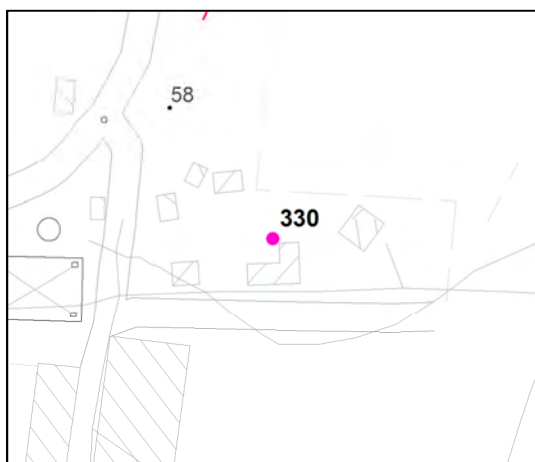
Latitudine 5083767.45097 m

Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2412184.27927 m

Latitudine 5083790.37862 m

Quota DTM: 55.31 m



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 23.50 m

Diametro: 1350 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☒ No ☐

Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

APPENDICE

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Si ☐ No ☒

UTILIZZO: irriguo

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	36.44	666	15.9
min	34.27	640	12.8
medio	35.12		



420 OREHOVLJE

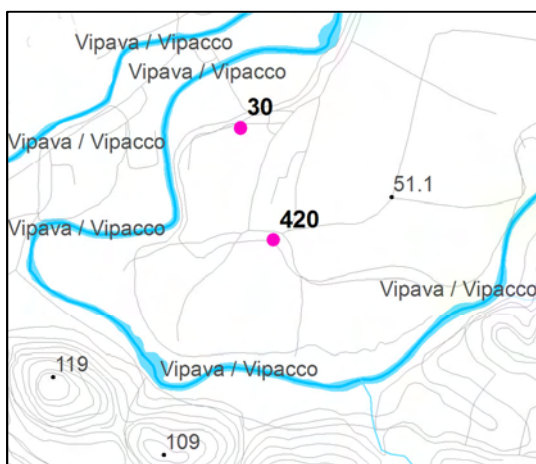
DATI AMMINISTRATIVI

Località: Orehovlje

Comune: Miren-Kostanjevica

Via: Orehovlje 420

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 392364.912239 m

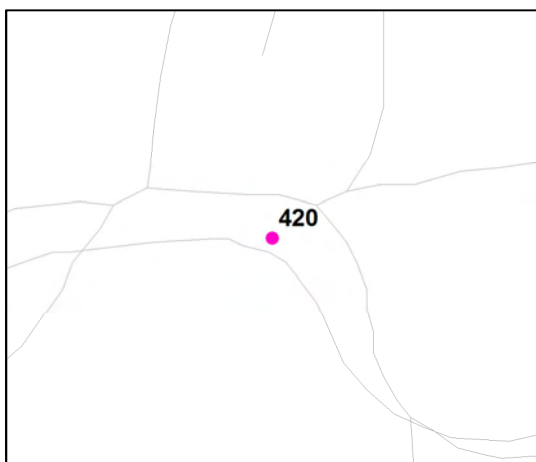
Latitudine 5082552.79789 m

Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2412370.22422 m

Latitudine 5082575.71102 m

Quota DTM: 49.67 m



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 22.8 m

Diametro: 1250 mm

Tipologia costruttiva: pozzo in pietra

Filtri: Sì ☐ No ☒

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☐ No ☒

APPENDICE

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: irriguo saltuario

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	35.69	624	16.6
min	29.06	621	15.1
medio	33.44		



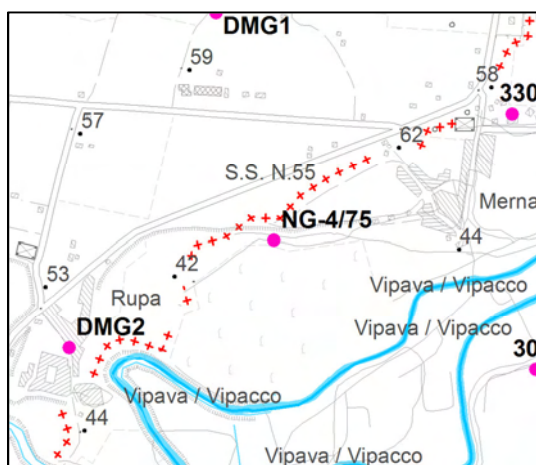
NG-4/75

DATI AMMINISTRATIVI

Località: Miren

Comune: Miren-Kostanjevica

DATI GEOGRAFICI



1:25000

Coordinate WGS 84:

Longitudine 391394.211568 m

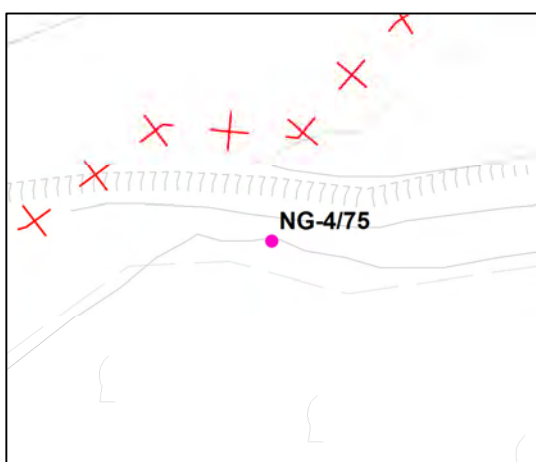
Latitudine 5083349.59007 m

Coordinate Gauss-Boaga:

Longitudine 2411399.49254 m

Latitudine 5083372.49567 m

Quota DTM: 43.44 m



1:5000

CARATTERISTICHE TECNICHE

Profondità: 46.00 m

Diametro: 140 mm

Tipologia costruttiva: tubo in acciaio

Filtri: Sì ☐ No ☐

Presenza pompa: Sì ☐ No ☒

Stratigrafia: Sì ☒ No ☐

APPENDICE

ANALISI CHIMICHE e/o GEOCHIMICHE

Sì ☐ No ☒

UTILIZZO: monitoraggio del livello di falda

	Livello [mslmm]	EC $\mu\text{S/cm}$	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
max	34.35	554	18.8
min	31.95	520	15.7
medio	32.75		

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano

Il Prof. Paolo Fabbri per essersi reso disponibile a collaborare con il DMG dell'Università degli Studi di Trieste per questo lavoro e per i consigli in fase di revisione e preparazione dell'esposizione

Il Dott. Luca Zini per avermi dato l'opportunità di svolgere questo lavoro di tesi all'interno del DMG dell'Università degli Studi di Trieste e per l'aiuto fornito in fase di revisione della tesi

Il Dott. Enrico Zavagno del DMG dell'Università degli Studi di Trieste per il costante aiuto ed i consigli forniti durante l'intero lavoro sul campo, di elaborazione ed interpretazione dei dati e di stesura della tesi, e per aver dimostrato sempre il massimo impegno e grande disponibilità

Il Prof. Franco Cucchi del DMG dell'Università degli Studi di Trieste per la supervisione in fase di interpretazione e predisposizione delle carte delle isofreatiche

Le Dott.sse Sara Biolchi e Chiara Boccali e i Dott. Stefano Devoto, Francesco Treu e Philippe Turpaud del DMG dell'Università degli Studi di Trieste per la collaborazione alle campagne di campionamento

Il Dott. Daniele Penna e la Dott.ssa Giulia Zuecco del Dipartimento TESAF dell'Università degli Studi di Padova per le analisi isotopiche ed il materiale bibliografico fornito

La Dott.ssa Marzia Michellini del DMG dell'Università degli Studi di Trieste per le analisi isotopiche

Le Dott.sse Asta Gregorič e Tanja Prebil dell'Università di Nova Gorica per la collaborazione alle campagne di misure freatimetriche

Tamara Ferjan-Stanič e Miro del Servizio Geologico Sloveno per aver collaborato alle campagne di campionamento

Enio Del Frari dell'Iris Acqua per la disponibilità dimostrata durante le campagne di misure freatimetriche

Sergio De Zorzi dell'ARPA FVG per per la disponibilità dimostrata durante le campagne di campionamento

AcegasAps per aver fornito i dati dei livelli freatimetrici relativi ai pozzi di propria competenza