



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

REGIONE  
TOSCANA



Qualità delle acque  
superficiali, sotterranee  
e sorgenti  
Area Geotermica  
del Monte Amiata

Monitoraggio ENEL  
Green Power Italia  
Monitoraggio e  
validazione ARPAT  
Anno 2022



Qualità delle acque  
superficiali, sotterranee  
e sorgenti

Area Geotermica  
del Monte Amiata

Monitoraggio ENEL  
Green Power Italia  
Monitoraggio e  
validazione ARPAT

Anno 2022

**Qualità delle acque superficiali, sotterranee e sorgenti.**

**Area Geotermica del Monte Amiata - Anno 2022**

**Riassetto Piancastagnaio (DGRT n. 229/2011)**

A cura di:

*Luca Sbrilli, Francesca Andreis, Cesare Fagotti*, ARPAT - Settore Geotermia

Con la collaborazione di:

*Federico Luchi*, ARPAT, Laboratorio AV Sud

*Simonetta Castellani, Simone Magi, Emanuele Cecconi, Andrea Fattori* -  
ARPAT, Settore Geotermia

Editing e copertina:

ARPAT, Settore Comunicazione, informazione e documentazione

Immagini di copertina: [ilceramista.com](http://ilceramista.com)



ARPAT 2024

## INDICE

SINTESI.....	5
1. INTRODUZIONE E FINALITÀ DEL MONITORAGGIO.....	5
2. PUNTI DI CAMPIONAMENTO.....	5
3. RISULTATI.....	7
4. OSSERVAZIONI E ANALISI DEI RISULTATI.....	28
4.1 Punti Acqua Superficiale (PAS).....	28
4.2 Punti Acqua di Falda (PAF).....	32
4.3 Piezometri (Pz 6, Pz7, Pz4 e Pz9).....	38
5. CONCLUSIONI.....	43
5.1 Considerazioni finali (PAS) (acque superficiali).....	43
5.2 Considerazioni finali (PAF) (acque di falda).....	43
5.3 Considerazioni finali (PZ) (acque di piezometro).....	43

## SINTESI

Questo documento rappresenta l'aggiornamento, relativo all'anno 2022, del monitoraggio di acque superficiali, sorgenti e piezometri nella zona geotermica del Monte Amiata, effettuato da ENEL GREEN POWER ITALIA (di seguito EGPI) nell'ambito della Delibera 229/2011 "*Riassetto dell'area geotermica di Piancastagnaio*" e del procedimento di VIA per la costruzione della nuova centrale Bagnore 4. Il Settore Geotermia di ARPAT effettua la verifica della congruità dei risultati di EGPI, sia mediante campionamenti in parallelo con relativo confronto dei risultati ottenuti, sia mediante la verifica della presenza di tendenze all'incremento dei parametri monitorati. Contestualmente viene delineata la tendenza del quadro chimico-fisico completo nello sviluppo temporale a partire dal 2011.

### 1. INTRODUZIONE E FINALITÀ DEL MONITORAGGIO

A partire dal 2002, ARPAT effettua, tramite i Dipartimenti di Siena e Grosseto, il monitoraggio della falda acquifera del Monte Amiata, nell'ambito del piano di controllo delle acque sotterranee promosso dalla Regione Toscana e in ottemperanza al Dlgs n.152/2006 e s.m.i.

Il piano di monitoraggio, oggetto del presente documento, è invece distinto dal succitato piano di controllo in quanto è il risultato di una attività svolta da ARPAT, Settore Geotermia, come verifica del monitoraggio svolto da parte di EGPI, ai sensi della pronuncia di compatibilità ambientale del progetto relativo al "*Riassetto dell'Area geotermica di Piancastagnaio*", di cui alla Delibera della RT n. 229/2011. Tale progetto ha previsto la realizzazione di opere volte a razionalizzare e migliorare l'impiego della risorsa geotermica sia sotto l'aspetto energetico sia sotto l'aspetto ambientale, e in tale ambito si inseriscono l'obbligo di monitoraggio da parte di EGPI e l'attività di verifica corrispondente da parte di ARPAT.

Si fa presente che tale piano è stato integrato e presentato nel procedimento di VIA di Bagnore 4 mediante l'esecuzione, nei mesi di settembre 2014 e luglio 2015, di due piezometri denominati rispettivamente Pz4 e Pz9, in aggiunta ai 2 piezometri già operativi dal 2012 e denominati Madonna del Castagno - Pz6 e La valle - Pz7.

Il presente piano di monitoraggio, sebbene distinto dal piano di controllo generale di cui al D.lgs. 152/2006 e s.m.i., ne costituisce di fatto un'integrazione poiché aumenta i punti di controllo della falda acquifera e prevede anche il monitoraggio delle acque superficiali e profonde del Monte Amiata.

### 2. PUNTI DI CAMPIONAMENTO

I controlli sono stati svolti presso i seguenti punti di campionamento:

- n.8 stazioni di acque superficiali (PAS) localizzate nei comuni di Piancastagnaio e Santa Fiora;
- n. 9 stazioni di acque di falda (PAF), delle quali tre coincidenti con il piano di controllo generale, localizzate nei comuni di Castiglione d'Orcia, Abbadia San Salvatore, Piancastagnaio, Castel del Piano, Santa Fiora e Arcidosso;
- n.4 piezometri (Pz4, Pz6, Pz7e Pz9), tutti ubicati nel comune di Santa Fiora (GR) eccetto Pz9, che risulta ubicato nel Comune di Abbadia San Salvatore (SI).

Nelle tabelle seguenti sono riportate le denominazioni delle stazioni di prelievo con le relative coordinate geografiche. È inoltre riportata la cartografia di localizzazione dei punti di prelievo in questione.

**Tabella 2.1: Acque superficiali (PAS) – georeferenziazione**

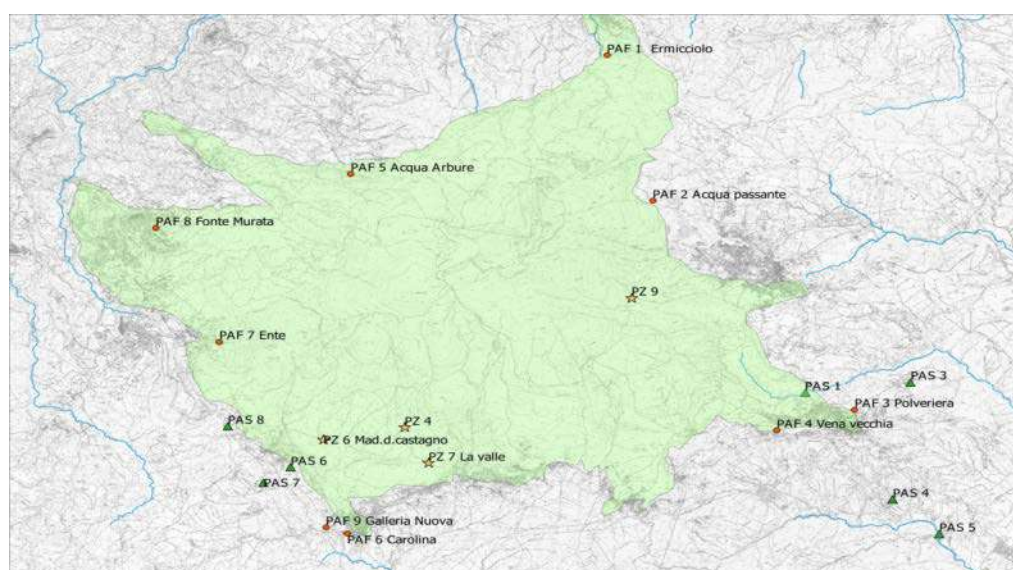
Codifica punto	Luogo	GB_E	GB_N	note
PAS1	Piancastagnaio (SI)	1721337	4749252	Punto di prelievo pericoloso dopo crollo del ponticello sul fosso
PAS1	Piancastagnaio (SI)	1721678	4748833	Punto di prelievo sostitutivo del precedente posto più a monte utilizzato dalla data ottobre 2021
PAS2	Piancastagnaio (SI)	1721678	4748833	costantemente secco
PAS3	Piancastagnaio (SI)	1720835	4748579	Punto sostituito con il vicino Fosso Sereno
PAS4	Piancastagnaio (SI)	1720796	4745957	
PAS5	Piancastagnaio (SI)	1721742	4745413	
PAS6	Bagnore-Santa Fiora (GR)	1709948	4746826	
PAS7	Bagnore-Santa Fiora (GR)	1709662	4746319	
PAS8	Bagnore-Santa Fiora (GR)	1709063	4747565	

**Tabella 2.2: Acque di falda (PAF) - georeferenziazione**

Codifica punto	Nome	Comune - Provincia	Quota (m s.l.m.)	GB_E	GB_N
PAF1	Ermicciolo	Castiglion d'Orcia (SI)	990	1715745	4755730
PAF2	Acqua Passante	Abbadia S. Salvatore (SI)	1057	1716537	4752501
PAF3	Polveriera	Piancastagnaio (SI)	732	1720146	4747931
PAF4	Vena Vecchia	Piancastagnaio (SI)	759	1718760	4747477
PAF5	Acque Arbure	Castel del Piano (GR)	850	1711184	4753085
PAF6	Carolina	Santa Fiora (GR)	634	1711140	4745218
PAF7	Ente	Arcidosso (GR)	715	1708863	4749424
PAF8	Fonte Michele	Castel del Piano (GR)	618	1707734	4751924
PAF9	Galleria Nuova	Santa Fiora (GR)	641	1710751	4745344

**Tabella 2.3: Acque di piezometro (Pz6, Pz7, Pz4 e Pz9) - georeferenziazione**

Codifica punto	Luogo	Quota (m s.l.m.)	GB_E	GB_N
Pz.4	Santa Fiora	938	1711470	4747596
Pz.6	Madonna del Castagno – Santa Fiora	839	1710705	4747304
Pz.7	La Valle – Santa Fiora	867	1712554	4746779
Pz.9	Poggio dei Frati – Abbadia S. Salvatore	1024	1716181	4750386



**Figura 1:** Cartografia con la posizione delle stazioni di monitoraggio PAF, PAS e dei piezometri

Si evidenzia che i punti PAS2 e PAS3 sono risultati sempre in secca in tutte le stagioni dal 2014. Per tale motivo, il primo è stato eliminato in quanto, in prossimità dello stesso, non vi erano siti idonei ad una sua sostituzione mentre il secondo punto di campionamento, a partire dal 2017 è stato modificato ricavandolo sul Fosso Sereno, sul quale scorre acqua tutto l'anno. Ciò ha permesso l'effettuazione di un monitoraggio continuativo.

Il monitoraggio si svolge nei modi e nei tempi stabiliti dal Piano di monitoraggio ENEL n. 1374206 del 11/02/2013, presentato nell'ambito del procedimento di VIA di Bagnore 4. Tale documento integra e aggiorna il piano di monitoraggio ENEL n. 1002229 del settembre 2011, già presentato nell'ambito del procedimento di compatibilità ambientale del progetto "*Riassetto dell'Area geotermica di Piancastagnaio*". Entrambi i documenti sono stati approvati da ARPAT.

Il monitoraggio di EGPI è iniziato nel mese di ottobre 2012 ed è previsto che prosegua fintanto che la centrale geotermoelettrica Bagnore 4 sarà operativa.

ARPAT, a partire dal 2012, accerta la congruità dei dati EGPI mediante l'effettuazione di prelievi in parallelo al fine di verificare eventuali scostamenti significativi. Nel presente documento sono dunque riportati i risultati ottenuti (le colonne evidenziate in grigio si riferiscono ai risultati ARPAT).

Di seguito sono riportati e commentati gli esiti dei campionamenti per quanto attiene i PAS, PAF e i Piezometri relativi all'anno 2022.

Nel presente report, visto che i dati disponibili si sviluppano in un arco temporale abbastanza significativo (dal 2012 al 2022), verranno anche illustrate elaborazioni per alcuni parametri di riferimento. Si fa presente infine che, a causa della situazione pandemica mondiale, in alcuni periodi, le campagne di rilevamento non sono state eseguite in virtù delle disposizioni in materia di sicurezza sanitarie imposte.

### **3. RISULTATI**

Si riportano di seguito, in forma tabellare, gli esiti relativi alle campagne analitiche svolte da EGPI e ARPAT nell'anno 2022 per le acque superficiali (PAS) e per le acque di sorgente (PAF). Per quanto concerne le acque sotterranee relative ai piezometri (PZ), tenuto conto che si tratta di letture mensili, si riportano i valori misurati nell'arco dell'anno 2022.

**Tabella 3.1- Risultati analisi acque superficiali (PAS-1)**

Data	04/05/22	04/05/22	07/11/22	07/11/22
Fonte	ENEL	ARPAT	ENEL	ARPAT
Portata (L/s)	0,1	-	-	In secca
Temp. acqua (°C)	13,5		-	-
PH (unità pH)	7,4	7,28	-	-
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	312	320	-	-
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	-	-	-	-
Ammoniaca (mg/L)	<0,2	<0,4	-	-
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	-
Nitrati (mg/L)	-	<1	-	-
Cloruri (mg/L)	12	14	-	-
Solfati (mg/L)	-	11	-	-
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	11	-	-	-
Fluoruri (mg/L)	-	-	-	-
Bromuri(mg/L)	-	-	-	-
Calcio (mg/L)	-	-	-	-
Magnesio (mg/L)	-	-	-	-
Sodio (mg/L)	-	-	-	-
Potassio (mg/L)	-	-	-	-
Silice (mg/L)	-	-	-	-
Arsenico(µg/L)	9,8	9,8	-	-
Antimonio (µg/L)	<2	-	-	-
Boro (µg/L)	38	<20	-	-
Selenio (µg/L)	<10	<1	-	-
Mercurio (µg/L)	<0,5	0,011	-	-
Titanio (µg/L)	<10	<1	-	-
Litio (µg/L)	-	1	-	-
Rubidio (µg/L))	-	25	-	-
Cesio (µg/L)	-	<1	-	-
Stronzio (µg/L)	-	140	-	-
Tallio (µg/L)	-	<0,1	-	-

**Note:** il campionamento di novembre 2022 non è stato possibile per alveo in secca



**Tabella 3.2 - Risultati analisi acque superficiali (PAS-3)**

Data	04/05/22	04/05/22	07/11/22	07/11/22
Fonte	ENEL	ARPAT	ENEL	ARPAT
Portata (L/s)	2	-	0,2	-
Temp. acqua (°C)	13,2	13,2	11	-
PH (unità pH)	7,6	7,5	7,2	7,2
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	212	230	250	260
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	-	-	-	-
Ammoniaca (mg/L)	<0,2	<0,4	<0,2	<0,4
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	0,06
Nitrati (mg/L)	-	2,4	-	3,2
Cloruri (mg/L)	11	11	11,2	13
Solfati (mg/L)	11	12	13,6	14
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fluoruri (mg/L)	-	-	-	-
Bromuri(mg/L)	-	-	-	-
Calcio (mg/L)	-	-	-	-
Magnesio (mg/L)	-	-	-	-
Sodio (mg/L)	-	-	-	-
Potassio (mg/L)	-	-	-	-
Silice (mg/L)	-	-	-	-
Arsenico(µg/L)	6,8	6,8	5,8	7
Antimonio (µg/L)	<2	0,69	0,5	<0,5
Boro (µg/L)	77	96	120	62
Selenio (µg/L)	<10	-	<10	<1
Mercurio (µg/L)	<0,05	0,019	<0,5	<0,01
Titanio (µg/L)	<10	1,2	< 10	<1
Litio (µg/L)	-	16	-	17
Rubidio (µg/L))	-	29	-	41
Cesio (µg/L)	-	1,3	-	4,7
Stronzio (µg/L)	-	130	-	65
Tallio (µg/L)	-	<0,1	-	<0,1

**Note:** il campionamento PAS 3 è realizzato sul Fosso Sereno

**Tabella 3.3 - Risultati analisi acque superficiali (PAS-4)**

Data	04/05/22	04/05/22	07/11/22	07/11/22
Fonte	ENEL	ARPAT	ENEL	ARPAT
Portata (L/s)	-	-	-	-
Temp. acqua (°C)	-	-	-	-
PH (unità pH)	-	-	-	-
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	-	-	-	-
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	-	-	-	-
Ammoniaca	-	-	-	-
Nitriti (mg/L)	-	-	-	-
Nitrati (mg/L)	-	-	-	-
Cloruri (mg/L)	-	-	-	-
Solfati (mg/L)	-	-	-	-
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fluoruri (mg/L)	-	-	-	-
Bromuri(mg/L)	-	-	-	-
Calcio (mg/L)	-	-	-	-
Magnesio (mg/L)	-	-	-	-
Sodio (mg/L)	-	-	-	-
Potassio (mg/L)	-	-	-	-
Silice (mg/L)	-	-	-	-
Arsenico(µg/L)	-	-	-	-
Antimonio (µg/L)	-	-	-	-
Boro (µg/L)	-	-	-	-
Selenio (µg/L)	-	-	-	-
Mercurio (µg/L)	-	-	-	-
Titanio (µg/L)	-	-	-	-
Litio (µg/L)	-	-	-	-
Rubidio (µg/L))	-	-	-	-
Cesio (µg/L)	-	-	-	-
Stronzio (µg/L)	-	-	-	-
Tallio (µg/L)	-	-	-	-

**Note:** il campionamento di maggio e novembre 2022 non è stato possibile per alveo in secca

**Tabella 3.4 - Risultati analisi acque superficiali (PAS-5)**

Data	04/05/22	05/05/22	09/11/22	70/11/22
<b>Fonte</b>	<b>ENEL</b>	<b>ARPAT</b>	<b>ENEL</b>	<b>ARPAT</b>
Portata (L/s)	-	-	-	-
Temp. acqua (°C)	16,2	-	13	11
PH (unità pH)	8,1	7,9	7,2	7,2
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	474	450	490	478
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	-	-	-	-
Ammoniaca(mg/L)	<0,2	<0,4	<0,1	<0,4
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	<0,05
Nitrati (mg/L)	-	1,8	-	5
Cloruri (mg/L)	16	17	18	19
Solfati (mg/L)	41	41	51	51
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fluoruri (mg/L)	-	-	-	-
Bromuri(mg/L)	-	-	-	-
Calcio (mg/L)	-	-	-	-
Magnesio (mg/L)	-	-	-	-
Sodio (mg/L)	-	-	-	-
Potassio (mg/L)	-	-	-	-
Silice (mg/L)	-	-	-	-
Arsenico(µg/L)	<2	1,6	3,2	2,8
Antimonio (µg/L)	<2	1,1	2,7	2,1
Boro (µg/L)	87	110	140	110
Selenio (µg/L)	<10	<1	<10	<1
Mercurio (µg/L)	<0,05	<0,01	<0,5	<0,01
Titanio (µg/L)	<10	<1	< 10	<1
Litio (µg/L)	-	12	-	13
Rubidio (µg/L))	-	5,9	-	6,6
Cesio (µg/L)	-	<1	-	<1
Stronzio (µg/L)	-	270	-	250
Tallio (µg/L)	-	<0,1	-	<0,1

**Tabella 3.5 - Risultati analisi acque superficiali (PAS-6)**

Data	04/05/22	05/05/22	09/11/22	09/11/22
<b>Fonte</b>	<b>ENEL</b>	<b>ARPAT</b>	<b>ENEL</b>	<b>ARPAT</b>
Portata (L/s)	0,1	-	0,1	-
Temp. acqua (°C)	14,3	14,3	13	12,8
PH (unità pH)	7,8	7,1	6,9	7,2
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	244	250	240	221
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	-	-	-	-
Ammoniaca(mg/L)	<0,2	<0,4	<0,2	8,9
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	0,5
Nitrati (mg/L)	-	3,4	-	9,6
Cloruri (mg/L)	16	17	15	73
Solfati (mg/L)	41	23	21	72
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fluoruri (mg/L)	-	-	-	-
Bromuri(mg/L)	-	-	-	-
Calcio (mg/L)	-	-	-	-
Magnesio (mg/L)	-	-	-	-
Sodio (mg/L)	-	-	-	-
Potassio (mg/L)	-	-	-	-
Silice (mg/L)	-	-	-	-
Arsenico(µg/L)	9	11	9,1	11
Antimonio (µg/L)	<2	<0,5	0,2	<0,5
Boro (µg/L)	51	78	90	99
Selenio (µg/L)	<10	<1	<10	<1
Mercurio (µg/L)	<0,05	0,018	<0,5	<0,01
Titanio (µg/L)	<10	<1	< 10	1,5
Litio (µg/L)	-	9,4	-	11
Rubidio (µg/L))	-	45	-	34
Cesio (µg/L)	-	4,8	-	4,3
Stronzio (µg/L)	-	120	-	120
Tallio (µg/L)	-	0,19	-	0,2

**Tabella 3.6 - Risultati analisi acque superficiali (PAS-7)**

Data	04/05/22	04/05/22	09/11/22	09/11/22
Fonte	ENEL	ARPAT	ENEL	ARPAT
Portata (L/s)	0,1	-	0,3	-
Temp. acqua (°C)	12,2	12,2	12	12,8
PH (unità pH)	7,8	7,9	7,2	7,5
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	613	790	560	517
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	-	-	-	-
Ammoniaca(mg/L)	<0,2	<0,4	<0,2	<2
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	<0,25
Nitrati (mg/L)	-	17	-	<5
Cloruri (mg/L)	25	27	17	860
Solfati (mg/L)	75	75	61	100
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fluoruri (mg/L)	-	-	-	-
Bromuri(mg/L)	-	-	-	-
Calcio (mg/L)	-	-	-	-
Magnesio (mg/L)	-	-	-	-
Sodio (mg/L)	-	-	-	-
Potassio (mg/L)	-	-	-	-
Silice (mg/L)	-	-	-	-
Arsenico(µg/L)	<2	<1	1,1	1,5
Antimonio (µg/L)	<2	1,2	1	1,4
Boro (µg/L)	450	450	470	440
Selenio (µg/L)	<10	<1	<10	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	<0,01	<0,5	<0,01
Titanio (µg/L)	<10	<1	< 10	1,7
Litio (µg/L)	-	3	-	3,3
Rubidio (µg/L))	-	<1	-	< 1
Cesio (µg/L)	-	<1	-	< 1
Stronzio (µg/L)	-	390	-	390
Tallio (µg/L)	-	<0,1	-	<0,1

**Tabella 3.7 - Risultati analisi acque superficiali (PAS-8)**

Data	04/05/22	05/05/22	09/11/22	09/11/22
<b>Fonte</b>	<b>ENEL</b>	<b>ARPAT</b>	<b>ENEL</b>	<b>ARPAT</b>
<b>Portata (L/s)</b>	0,5	-	-	-
<b>Temp. acqua (°C)</b>	12,7	12,7	10	11,7
<b>PH (unità pH)</b>	7,6	7,7	7,2	7,4
<b>Conducibilità (µS/cm a 20°C)</b>	2650	2720	3500	3140
<b>Ossigeno disciolto (mg/L)</b>	-	-	-	-
<b>Bicarbonati</b>	-	-	-	-
<b>Alcalinità</b>	-	-	-	-
<b>Ammoniaca (mg/L)</b>	<0,2	<0,4	<0,2	<2
<b>Nitriti (mg/L)</b>	-	<0,05	-	<0,25
<b>Nitrati (mg/L)</b>	-	2,2	-	13
<b>Cloruri (mg/L)</b>	628	580	-	18
<b>Solfati (mg/L)</b>	75	77	-	57
<b>Ortofosfati (mg/L)</b>	-	-	-	-
<b>Fosfati (mg/L)</b>	-	-	-	-
<b>Fluoruri (mg/L)</b>	-	-	-	-
<b>Bromuri(mg/L)</b>	-	-	-	-
<b>Calcio (mg/L)</b>	-	-	-	-
<b>Magnesio (mg/L)</b>	-	-	-	-
<b>Sodio (mg/L)</b>	-	-	-	-
<b>Potassio (mg/L)</b>	-	-	-	-
<b>Silice (mg/L)</b>	-	-	-	-
<b>Arsenico(µg/L)</b>	<0,2	<1	0,9	< 1
<b>Antimonio (µg/L)</b>	<0,2	<0,5	0,1	< 0,5
<b>Boro (µg/L)</b>	<20	30	50	34
<b>Selenio (µg/L)</b>	<10	<1	<10	<1
<b>Mercurio (µg/L)</b>	<0,5	-	<0,5	0,024
<b>Titanio (µg/L)</b>	<10	<1	< 10	< 1
<b>Litio (µg/L)</b>	-	4,3	-	3,2
<b>Rubidio (µg/L))</b>	-	23	-	16
<b>Cesio (µg/L)</b>	-	1,1	-	< 1
<b>Stronzio (µg/L)</b>	-	600	-	440
<b>Tallio (µg/L)</b>	-	<0,1	-	<0,1

**Tabella 3.8 - Risultati analisi acque di falda (PAF 1) - SORGENTE ERMICCIOLO**

Data	12/05/22	12/05/22	08/11/22	08/11/22
Fonte	ENEL	ARPAT	ENEL	ARPAT
Portata (L/s)	65	-	65	-
Temp. acqua (°C)	8	8	8	8
PH (unità pH)	6,6	6,6	6,5	6,7
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	91,2	103	93	100
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	0,588	-	0,61	-
Ammoniaca	<0,2	<0,4	<0,2	<0,4
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	<0,05
Nitrati (mg/L)	0,7	1,2	0,5	1,4
Cloruri (mg/L)	7,4	8,5	7,5	7,9
Solfati (mg/L)	2,6	2,9	2,9	3
Ortofosfati (mg/L)	-	<0,06	-	-
Fosfati (mg/L)	<0,2	-	< 0,2	-
Fluoruri (mg/L)	<0,1	<0,2	<0,1	-
Bromuri(mg/L)	<0,1	<0,2	< 0,1	-
Calcio (mg/L)	8,3	13	8,1	-
Magnesio (mg/L)	2,2	2,7	2,4	-
Sodio (mg/L)	4,6	6	5,2	-
Potassio (mg/L)	4	3,5	3,8	-
Silice (mg/L)	43	-	45	-
Arsenico (µg/L)	3,9	4,1	4,4	3,5
Antimonio (µg/L)	0,1	<0,5	<1	<0,5
Boro (µg/L)	39	53	54	45
Selenio (µg/L)	<1	<1	<10	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	-	<0,5	0,05
Titanio (µg/L)	<5	-	< 5	<1
Litio (µg/L)	9,7	14	14	11
Rubidio (µg/L))	40	54	35	22
Cesio (µg/L)	44	3,7	4,4	2,8
Stronzio (µg/L)	62	58	62	45
Tallio (µg/L)	-	<0,1	-	<0,1

**Tabella 3.9 Risultati analisi acque di falda (PAF 2) - SORGENTE ACQUA PASSANTE**

Data	12/05/22	12/05/22	07/11/22	07/11/22
Fonte	ENEL	ARPAT	ENEL	ARPAT
Portata (L/s)	-	-	-	-
Temp. acqua (°C)	12	13,8	13	7
PH (unità pH)	3,5	3,7	4,3	4,2
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	241	215	240	
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	0	-	-	-
Ammoniaca	<0,2	<0,4	<0,2	<0,4
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	<0,05
Nitrati (mg/L)	0,7	<1	<0,1	<1
Cloruri (mg/L)	4,8	6,4	5,4	6
Solfati (mg/L)	98	99	104	95
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	<0,2	-	< 0,2	-
Fluoruri (mg/L)	<0,1	-	<0,1	-
Bromuri(mg/L)	<0,1	-	< 0,1	-
Calcio (mg/L)	6	-	5,7	-
Magnesio (mg/L)	1,9	-	1,7	-
Sodio (mg/L)	3,9	-	4,5	-
Potassio (mg/L)	6,3	-	6,1	-
Silice (mg/L)	59	-	61	-
Arsenico (µg/L)	3,9	2,1	1,3	1,8
Antimonio (µg/L)	0,16	<0,5	0,14	<0,5
Boro (µg/L)	36	45	44	38
Selenio (µg/L)	<1	2,1	11	1,7
Mercurio (µg/L)	<0,5	-	<0,5	0,005
Titanio (µg/L)	<5	<1	< 5	<1
Litio (µg/L)	19,3	25	26	24
Rubidio (µg/L))	63	44	67	48
Cesio (µg/L)	9,6	8,7	9,9	6,7
Stronzio (µg/L)	48	33	47	31
Tallio (µg/L)	-	13	-	15



**Tabella 3.10 - Risultati analisi acque di falda (PAF 3) - SORGENTE POLVERIERA**

Data	12/05/22	12/05/22	07/11/22	07/11/22
Fonte	ENEL	ARPAT	ENEL	ARPAT
Portata (L/s)	21	-	9	-
Temp. acqua (°C)	13,6	15	14	8,6
PH (unità pH)	6,4	6,5	6,8	6,9
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	115	102	120	130
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	0,656	-	0,71	-
Ammoniaca	<0,2	<0,4	-	<0,4
Nitriti (mg/L)		<0,05	-	<0,05
Nitrati (mg/L)	2,8	3,7	3,1	4
Cloruri (mg/L)	8,1	9,7	8,9	8,9
Solfati (mg/L)	5,7	6,4	6,5	6,2
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	<0,2	-	< 0,2	-
Fluoruri (mg/L)	<0,1	-	<0,1	-
Bromuri(mg/L)	<0,1	-	< 0,1	-
Calcio (mg/L)	9,3	-	9,8	-
Magnesio (mg/L)	2,5	-	2,8	-
Sodio (mg/L)	6,1	-	7,1	-
Potassio (mg/L)	5,7	-	5,7	-
Silice (mg/L)	56	-	58	-
Arsenico (µg/L)	7,5	7,4	7,9	5,5
Antimonio (µg/L)	0,12	<0,5	0,14	0,6
Boro (µg/L)	55	59	64	100
Selenio (µg/L)	<1	<1	<10	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	0,021	<0,5	<0,5
Titanio (µg/L)	<5	<1	< 5	2
Litio (µg/L)	13	19	20	14
Rubidio (µg/L))	52	40	57	21
Cesio (µg/L)	6	5,3	5,5	<1
Stronzio (µg/L)	68	68	77	170
Tallio (µg/L)	-	<0,1	-	<0,1

**Tabella 3.11 - Risultati analisi acque di falda (PAF 4) - SORGENTE VENA VECCHIA**

Data	12/05/22	12/05/22	07/11/22	07/11/22
Fonte	ENEL	ARPAT	ENEL	ARPAT
Portata (L/s)	70	-	60	-
Temp. acqua (°C)	13,2	14,2	13,2	7
PH (unità pH)	6,5	6,13	7,1	7,1
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	119	108	120	120
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	0.694	-	0,73	-
Ammoniaca	<0,2	<0,4	-	<0,4
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	<0,05
Nitrati (mg/L)	1,4	2,4	1,5	2,5
Cloruri (mg/L)	9,2	9,3	8,2	8,9
Solfati (mg/L)	4,7	5	4,7	4,9
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	<0,2	-	< 0,2	-
Fluoruri (mg/L)	<0,1	-	<0,1	-
Bromuri(mg/L)	<0,1	-	< 0,1	-
Calcio (mg/L)	9,2	-	9	-
Magnesio (mg/L)	2,4	-	2,6	-
Sodio (mg/L)	5,9	-	6,6	-
Potassio (mg/L)	5,5	-	5,3	-
Silice (mg/L)	55	-	58	-
Arsenico (µg/L)	7	6,8	7	6,5
Antimonio (µg/L)	0,12	<0,5	0,11	<0,5
Boro (µg/L)	50	61	62	60
Selenio (µg/L)	<1	<1	<10	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	<0,01	<0,5	0,05
Titanio (µg/L)	<5	<1	< 5	<1
Litio (µg/L)	12	18	18	16
Rubidio (µg/L))	52	39	54	35
Cesio (µg/L)	53	4,7	4,8	3,9
Stronzio (µg/L)	67	67	71	80
Tallio (µg/L)	-	<0,1		<0,1

**Tabella 3.12 - Risultati analisi acque di falda (PAF 5) - SORGENTE ACQUA ARBURE**

Data	12/05/22	12/05/22	08/11/22	08/11/22
<b>Fonte</b>	<b>ENEL</b>		<b>ENEL</b>	<b>ARPAT</b>
Portata (L/s)	70	-	68	-
Temp. acqua (°C)	8,1	-	8,1	8
PH (unità pH)	6,6	-	6,5	6,5
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	84,3	-	93	100
Ossigeno disciolto (mg/L)		-	-	-
Bicarbonati		-	-	-
Alcalinità	0,57	-	0,60	-
Ammoniaca	<0,2	-	-	<0,4
Nitriti (mg/L)	-	-	-	<0,05
Nitrati (mg/L)	0,3	-	<0,1	1,2
Cloruri (mg/L)	6,6	-	8	7
Solfati (mg/L)	2,5	-	3,1	2,6
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	<0,2	-	< 0,2	-
Fluoruri (mg/L)	<0,1	-	<0,1	-
Bromuri(mg/L)	<0,1	-	< 0,1	-
Calcio (mg/L)	9,2	-	7,7	-
Magnesio (mg/L)	2,4	-	2,1	-
Sodio (mg/L)	5,9	-	5	-
Potassio (mg/L)	5,5	-	3,1	-
Silice (mg/L)	55	-	43	-
Arsenico (µg/L)	4,5	-	4,7	4
Antimonio (µg/L)	0,14	-	0,11	<0,5
Boro (µg/L)	40	-	54	44
Selenio (µg/L)	<1	-	<10	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	-	<0,5	0,05
Titanio (µg/L)	<5	-	< 10	<1
Litio (µg/L)	7	-	12	9,5
Rubidio (µg/L))	34	-	30	19
Cesio (µg/L)	3,5	-	3,1	2,3
Stronzio (µg/L)	53	-	54	38
Tallio (µg/L)	-	-	-	<0,1

**Tabella 3.13 - Risultati analisi acque di falda (PAF 6) - SORGENTE CAROLINA**

Data	11/05/22	11/05/22	07/11/22	07/11/22
Fonte	ENEL	ARPAT	ENEL	ARPAT
Portata (L/s)	18	-	6,2	-
Temp. acqua (°C)	12,1	13,9	14	8,6
PH (unità pH)	7	6,8	6,8	6,7
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	102	92	100	110
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	0,696	-	0,77	-
Ammoniaca	<0,2	<0,4	-	<0,4
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	<0,05
Nitrati (mg/L)	0,3	1,9	0,9	1,9
Cloruri (mg/L)	6,6	8,2	8,5	9,4
Solfati (mg/L)	2,5	4,1	4,6	4,7
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	<0,2	-	< 0,2	-
Fluoruri (mg/L)	<0,1	-	<0,1	-
Bromuri(mg/L)	<0,1	-	< 0,1	-
Calcio (mg/L)	8,1	-	9,3	-
Magnesio (mg/L)	2,3	-	2,6	-
Sodio (mg/L)	6,5	-	5,9	-
Potassio (mg/L)	3,3	-	3,6	-
Silice (mg/L)	45	-	47	-
Arsenico (µg/L)	8,5	8,7	8,7	8,5
Antimonio (µg/L)	0,16	<0,5	0,16	<0,5
Boro (µg/L)	58	71	71	70
Selenio (µg/L)	<1	<1	<1	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	<0,01	<0,5	0,05
Titanio (µg/L)	<5	<1	< 1	<1
Litio (µg/L)	11	16	16	14
Rubidio (µg/L))	38	27	32	27
Cesio (µg/L)	52	4,7	4,8	4
Stronzio (µg/L)	61	59	64	130
Tallio (µg/L)	-	<0,1	-	<0,1

**Tabella 3.14 - Risultati analisi acque di falda (PAF 7) - SORGENTE ENTE**

Data	12/05/22	12/05/22	08/11/22	08/11/22
<b>Fonte</b>	<b>ENEL</b>	<b>ARPAT</b>	<b>ENEL</b>	<b>ARPAT</b>
Portata (L/s)	57	-	57	-
Temp. acqua (°C)	11,8	12,5	12	12,5
PH (unità pH)	6,9	7	6,9	7
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	102	195	110	140
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	0,764	-	0,77	-
Ammoniaca	<0,2	<0,4	-	<0,4
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	<0,05
Nitrati (mg/L)	<0,1	1,1	<0,1	1,3
Cloruri (mg/L)	7,5	7,5	8,1	6,9
Solfati (mg/L)	2,5	2,7	16,5	2,6
Ortofosfati (mg/L)	-	<0,06	-	-
Fosfati (mg/L)	<0,2	-	< 0,2	-
Fluoruri (mg/L)	<0,1	<0,2	<0,1	-
Bromuri(mg/L)	<0,1	<0,2	< 0,1	-
Calcio (mg/L)	9,2	17	8,9	-
Magnesio (mg/L)	2,7	3,2	2,8	-
Sodio (mg/L)	5,5	7,3	6,2	-
Potassio (mg/L)	3	2,7	2,8	-
Silice (mg/L)	44	-	46	-
Arsenico (µg/L)	11	14	12	10
Antimonio (µg/L)	0,23	-	0,24	<0,5
Boro (µg/L)	65	150	82	66
Selenio (µg/L)	<1	<1	<1	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	-	<0,5	0,05
Titanio (µg/L)	<5	-	< 1	<1
Litio (µg/L)	11	17	17	14
Rubidio (µg/L))	38	24	33	21
Cesio (µg/L)	7,7	6,5	6,8	5
Stronzio (µg/L)	56	56	58	42
Tallio (µg/L)	-	<0,1	-	<0,1

**Tabella 3.15 - Risultati analisi acque di falda (PAF 8) - SORGENTE FONTE MURATA**

Data	12/05/22	12/05/22	08/11/22	08/11/22
Fonte	ENEL	ARPAT	ENEL	ARPAT
Portata (L/s)	-	-	6	-
Temp. acqua (°C)	11,3	12,2	11,3	12,2
PH (unità pH)	6,2	6,5	6,6	6,7
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	112	172	115,4	120
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	0,836		0,82	-
Ammoniaca	<0,2	<0,4	-	<0,4
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	<0,05
Nitrati (mg/L)	<0,1	<1	<0,1	1,1
Cloruri (mg/L)	7,5	8,6	7,9	8
Solfati (mg/L)	2,9	3,7	3,1	4,4
Ortofosfati (mg/L)	-	<0,06	-	-
Fosfati (mg/L)	<0,2	-	< 0,2	-
Fluoruri (mg/L)	<0,1	<0,2	<0,1	-
Bromuri(mg/L)	<0,1	<0,2	< 0,1	-
Calcio (mg/L)	11	28	10	-
Magnesio (mg/L)	2,9	3,2	3,1	-
Sodio (mg/L)	5,9	7,7	6,5	-
Potassio (mg/L)	3,9	3,6	3,7	-
Silice (mg/L)	52		55	-
Arsenico (µg/L)	4,9	5,3	4,9	4,5
Antimonio (µg/L)	0,075	<0,5	0,088	<0,5
Boro (µg/L)	55	80	70	60
Selenio (µg/L)	<1	<1	<1	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	-	<0,5	0,05
Titanio (µg/L)	<5	-	< 1	1,5
Litio (µg/L)	11	17	16	13
Rubidio (µg/L))	38	26	35	28
Cesio (µg/L)	4,1	3,7	3,8	2,9
Stronzio (µg/L)	72	200	75	56
Tallio (µg/L)	-	<0,1	-	<0,1

**Tabella 3.16 - Risultati analisi acque di falda (PAF 9) SORGENTE GALLERIA NUOVA**

Data	11/05/22	11/05/22	07/11/22	07/11/22
Fonte	ENEL	ARPAT	ENEL	ARPAT
Portata (L/s)	650	-	650	-
Temp. acqua (°C)	11,5	13	13	7,5
PH (unità pH)	6,1	6,7	6,6	6,6
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	104	86	120	120
Ossigeno disciolto (mg/L)	-	-	-	-
Bicarbonati	-	-	-	-
Alcalinità	0,652	-	0,65	-
Ammoniaca	<0,2	<0,4	-	<0,4
Nitriti (mg/L)	-	<0,05	-	<0,05
Nitrati (mg/L)	1,2	1,4	0,3	1,6
Cloruri (mg/L)	7,2	7,6	7	31
Solfati (mg/L)	3,6	3,8	3,7	15
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-
Fosfati (mg/L)	<0,2	-	< 0,2	-
Fluoruri (mg/L)	<0,1	-	<0,1	-
Bromuri(mg/L)	<0,1	-	< 0,1	-
Calcio (mg/L)	8,4	-	8,2	-
Magnesio (mg/L)	2,4	-	2,5	-
Sodio (mg/L)	5	-	5,6	-
Potassio (mg/L)	3,3	-	3,2	-
Silice (mg/L)	43	-	45	-
Arsenico (µg/L)	9,8	9,1	9,5	11
Antimonio (µg/L)	0,15	-	0,16	<0,5
Boro (µg/L)	58	69	74	83
Selenio (µg/L)	<1	<1	<1	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	<0,01	<0,5	0,05
Titanio (µg/L)	<5	-	< 1	<1
Litio (µg/L)	10	15	15	16
Rubidio (µg/L))	40	22	32	27
Cesio (µg/L)	5,4	4,2	4,3	4,8
Stronzio (µg/L)	55	54	58	110
Tallio (µg/L)	-	<0,1	-	<0,1

**Tabella 3.17 - Risultati piezometro Pz6 - Anno 2022**

Data	24/01/22	23/02/22	22/03/22	20/04/22	20/04/22	23/5/22	22/06/22	19/07/22	25/08/22	27/09/22	27/10/22	21/11/22	19/12/22	19/12/22
Fonte	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ARPAT	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ARPAT	ENEL
Temperatura Acqua (°C)	12,8	13,8	13,8	14,2	14,1	14,8	15,3	15,5	15,8	15,9	16	16,1	11	16
pH (unità pH)	6,3	6,7	6,6	6,1	5,94	5,7	6,1	6,13	5,87	6,6	6,07	6,6	6,5	6,4
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	172	202	244	205	171	180	196	170	205	186,2	174	180,7	160	200
Alcalinità (meq/L)	0,94	0,92	0,82	0,77	-	0,74	0,72	0,62	0,64	0,64	0,71	0,63	-	0,61
Ammoniaca (mg/L NH4)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,4	<0,2
Nitrati (mg/L)	3,5	2,2	2,0	1,2	2,2	1,4	0,4	0,7	0,5	0,9	<0,1	<0,1	1,2	0,3
Nitriti (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloruri (mg/L)	6,7	7,2	6,9	7,3	7,2	5,9	10	6,6	5,5	5,4	5,5	5,8	6,4	6,7
Solfati (mg/L)	21	22	27	31	31	33	36	36	38,9	39	39	36,9	39	40
Fosfati (mg/L)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2
Fluoruri (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1
Bromuri (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Calcio (mg/L)	17	17	16	17	20	8,3	15,5	15,5	14,5	14,9	15	15,2	23	16
Magnesio (mg/L)	3,5	3,6	3,7	3,8	4,1	3,9	3,87	4,12	3,98	4,3	4,14	4,17	5	3,9
Sodio (mg/L)	7	7,8	7,5	7,7	10	8,1	7,95	8,11	8,37	8,64	8,36	8,47	11	7,7
Potassio (mg/L)	5,6	6,1	5,8	6,1	5,6	6,3	6,27	6,04	6,04	6,16	6,16	6,22	6,3	5,8
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silice (mg/L)	59	60	63	65	-	68	67	68	71	71	73	72	-	70
Arsenico (µg/L)	8	5,7	5,8	6,1	6,5	7,2	7	6,8	6,6	6,9	8,8	8,4	8,4	9
Antimonio (µg/L)	0,16	0,017	0,012	0,013	<0,5	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,14	0,16	<0,5	0,26
Boro (µg/L)	110	95	160	140	140	150	158	150	190	190	190	190	190	180
Selenio (µg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,1	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Titanio (µg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Litio (µg/L)	17	30	19	20	32	22	21,7	22,3	22	29	30	28	19	28
Rubidio (µg/L)	46	70	54	54	59	52	55,9	59,9	63	69	73	68	15	70
Cesio (µg/L)	8	6,7	7,9	8,5	8	8,3	8,2	8,2	9,2	8,6	8,8	9	9,4	8,9
Stronzio (µg/L)	100	110	110	110	100	110	111	110	110	110	110	110	110	120
Tallio (µg/L)	-	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	-



**Tabella 3.18 - Risultati piezometro Pz7 - Anno 2022**

Data	25/01/22	24/02/22	22/03/22	21/04/22	21/04/22	24/05/22	23/06/22	20/07/22	26/08/22	28/09/22	28/10/22	22/11/22	19/12/22	20/12/22
Fonte	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ARPAT	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ARPAT	ENEL
Temperatura Acqua (°C)	13,6	13,6	13,7	13,7	13,8	13,6	13,7	13,7	13,7	14	13,7	13,6	10	14
pH (unità pH)	6,5	7,1	7,1	7,1	6,96	6,6	6,9	6,37	7	6,5	6,58	6,6	6,5	6,6
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	120	121	133	131	124,8	123	124	121	124	109	150	153	100	130
Alcalinità (meq/L)	0,71	0,72	0,72	0,62	-	0,73	0,71	0,66	0,71	-	0,79	0,73	-	0,75
Ammoniaca (mg/L NH4)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,4	<0,2	<0,2	<0,4	<0,2
Nitrati (mg/L)	2,5	2,1	2,3	2	3	2,6	2,1	2,5	2,1	<1	2,5	2,3	3,4	2,6
Nitriti (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloruri (mg/L)	9,8	10,5	10,3	11,2	11	10	9,8	9,9	10,4	10,9	12,1	12,6	11	11
Solfati (mg/L)	4,9	4,9	5	5,4	5,4	5,1	5,4	6,7	5,7	5,8	6,6	5,8	5,3	6
Fosfati (mg/L)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,06	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,06	<0,2
Fluoruri (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bromuri (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1
Calcio (mg/L)	10	10,8	10	10,6	15	10,4	10,3	10,5	9,5	10,9	10,8	11,2	26	12
Magnesio (mg/L)	2,3	2,4	2,3	2,4	3	2,4	2,37	2,52	2,42	2,62	2,58	2,61	3,5	2,6
Sodio (mg/L)	6,3	7	6,4	6,4	8,7	6,7	6,4	6,63	6,71	7,13	7,08	7,12	9	6,7
Potassio (mg/L)	5	5,6	5	5,2	4,8	5,3	5,15	5,09	5,02	5,19	5,13	5,2	5,4	5
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silice (mg/L)	56	56	57	56	-	57	56	56	58	57	59	58	-	57
Arsenico (µg/L)	7,9	8,2	7,7	7,6	5,6	7,1	7	6,7	6,1	5,3	7,5	6,6	6,2	7,4
Antimonio (µg/L)	<2	<0,5	0,1	0,11	<0,5	0,1	0,11	0,13	0,012	0,16	0,15	0,13	<0,5	0,22
Boro (µg/L)	74	62	81	46	73	68	70	64	88	77	82	76	80	64
Selenio (µg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<10	<1	<1	<1	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,1	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Titanio (µg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<5	<1	<1	<5	<1
Litio (µg/L)	14	20	13	14	18	14	13,3	13,3	13	18	19	17	19	18
Rubidio (µg/L)	49	60	45	48	51	48	47,7	48,5	44	54	64	56	11	55
Cesio (µg/L)	2,6	2,7	5,3	5,3	5,1	5,2	5,1	5,3	5,5	5,2	5	5,8	5,6	5,4
Stronzio (µg/L)	66	80	70	71	66	75	77,8	74	97	75	78	80	81	91
Tallio (µg/L)	-	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	-

**Tabella 3.19 - Risultati piezometro Pz4 - Anno 2022**

Data	25/01/22	23/02/22	23/03/22	20/04/22	20/04/22	23/05/22	23/06/22	19/07/22	25/08/22	27/09/22	27/10/22	21/11/22	20/12/22	19/12/22
Fonte	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ARPAT	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ARPAT	ENEL
Temperatura acqua (°C)	10,8	11	10,7	10,6	11,4	10,8	10,8	10,6	10,4	11,1	10,8	10,8	10	11
pH (unità pH)	6,6	7,2	7,2	7,3	7,3	6,7	6,7	6,8	6,62	7,07	6,8	6,8	6,3	6,6
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	92	94	98	97	80,6	97	97	91,5	97	97,2	92,4	96,7	100	100
Alcalinità (meq/L)	0,67	0,68	0,67	0,64	-	0,67	0,67	0,68	0,64	0,62	0,66	0,64	-	0,64
Ammoniaca (mg/L)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	<0,2	<0,4	<0,2	< 0,2	<0,2	<0,1	<0,1	< 0,2	< 0,2	<0,4	< 0,2
Nitrati (mg/L)	0,5	<0,1	<0,1	0,4	1,1	0,7	0,7	0,4	0,3	0,7	<0,1	<0,1	<1,0	0,5
Nitriti (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloruri (mg/L)	6,4	6,7	8,5	8,6	6,9	6,5	6,5	6,5	6,2	6,3	6,1	6,1	6,9	6,5
Solfati (mg/L)	2,1	1,8	2,1	2,2	2,4	1,9	1,9	2	2	2,2	2,4	2,2	1,8	2,1
Fosfati (mg/L)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,2	-	<0,2
Fluoruri (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,1
Bromuri (mg/L)	< 0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Calcio (mg/L)	7,9	8,6	8	8,3	13	8,3	8,3	8,04	7,81	7,86	8,04	8,06	16	8,8
Magnesio (mg/L)	2,3	2,3	2,3	2,3	2,9	2,3	2,3	2,38	2,28	2,31	2,43	2,38	3,4	2,4
Sodio (mg/L)	4,5	4,9	4,6	4,5	6,2	4,7	4,7	4,55	4,57	4,98	4,99	4,95	6,4	4,7
Potassio (mg/L)	2,6	3	2,6	2,7	2,5	2,8	2,8	2,6	2,58	2,84	2,68	2,59	2,8	2,6
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silice (mg/L)	38	39	39	38	-	39	39	38	40	39	40	39	-	39
Arsenico (µg/L)	10	10	11	12	7,8	10	10	13	14	7,6	14	11	9	16
Antimonio (µg/L)	<2	0,09	0,013	0,15	<0,5	0,14	0,14	0,14	0,15	0,18	0,16	0,15	<0,5	0,26
Boro (µg/L)	71	55	80	58	67	61	61	55	71	69	67	67	73	60
Selenio (µg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5
Titanio (µg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Litio (µg/L)	11	20	10	11	15	10	10	10,1	9,6	14	14	14	14	14
Rubidio (µg/L)	18	30	19	27	20	25	25	25,3	21	23	25	26	20	21
Cesio (µg/L)	3,6	3,7	3,4	3,5	3	3,4	3,4	3,3	3,5	3,3	3,2	3,1	3,6	3,4
Stronzio (µg/L)	55	60	60	60	52	60	60	57	55	55	57	58	56	53
Tallio (µg/L)	-	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	-

**Tabella 3.20 - Risultati piezometro Pz9 - Anno 2022**

Data	24/01/22	24/02/22	23/03/21	21/04/22	21/04/22	24/05/22	23/06/22	20/07/22	26/08/22	28/09/22	28/10/22	22/11/22	20/12/22	20/12/22
Fonte	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ARPAT	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ARPAT	ENEL
Temperatura acqua (°C)	10,5	10,6	10,6	10,6	10,9	10,6	10,7	10,7	11	11	10,8	10,8	10	11
pH (unità pH)	6,6	7,1	6,5	6,8	6,3	6,5	6,6	6,7	7,2	6,44	6,68	6,8	6,4	6,4
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	77	78	90	85	67	84	77	74	100	74	84,5	84,5	70	76
Alcalinità (meq/L)	0,47	0,48	0,48	0,48	-	0,48	0,49	0,48	0,47	0,48	0,47	0,46	-	0,51
Ammoniaca (mg/L NH4)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2-
Nitrati (mg/L)	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<1	0,4	0,3	<0,1	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<1	<0,1
Nitriti (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloruri (mg/L)	5,3	5,7	6,6	7,7	5,9	7,3	5,8	5,6	5	5,1	5,2	5,7	5,9	5,5
Solfati (mg/L)	3,5	3,3	3,3	3,7	3,6	3,6	3,8	3,8	3,5	3,8	4,1	4,3	3,4	3,9
Fosfati (mg/L)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,06	<0,2
Fluoruri (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1
Bromuri (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Calcio (mg/L)	5,4	5,8	5,4	7	9,8	5,6	5,45	5,6	5,23	5,82	5,72	5,83	13	6,9
Magnesio (mg/L)	1,8	1,9	1,8	1,8	2,5	1,9	1,8	1,9	1,8	2,01	1,98	1,97	3,1	2
Sodio (mg/L)	3,8	4,2	3,9	3,8	5,2	4	3,78	3,88	3,87	4,37	4,41	4,37	5,6	4,1
Potassio (mg/L)	3,2	3,6	3,1	3,1	3	3,4	3,24	3,22	3,09	3,31	3,3	3,27	3,5	3,1
Ortofosfati (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silice (mg/L)	46	47	46	47	-	47	46	46	48	47	48	48	-	48
Arsenico (µg/L)	9,5	8,5	7,7	8,7	8,3	8	9,1	9,7	9,3	7,8	12	8,8	9,1	12
Antimonio (µg/L)	<2	<0,05	0,013	0,18	<0,5	0,14	0,15	0,16	0,16	0,22	0,17	0,17	<0,5	0,32
Boro (µg/L)	51	40	60	38	53	47	54	44	62	56	54	53	61	45
Selenio (µg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio (µg/L)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,1	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Titanio (µg/L)	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Litio (µg/L)	11	20	10	11	15	11	10	10,4	9,7	14	15	14	14	15
Rubidio (µg/L)	25	30	28	30	27	28	25	27,7	27	29	34	34	16	28
Cesio (µg/L)	1,6	1,5	3,1	3	2,7	3	3	2,8	3,1	2,9	3	3	3,1	3,2
Stronzio (µg/L)	32	40	36	35	35	40	106	38	35	36	39	41	38	62
Tallio (µg/L)	-	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	-

## 4. OSSERVAZIONI E ANALISI DEI RISULTATI

### 4.1 PUNTI ACQUA SUPERFICIALE (PAS)

Riguardo all'andamento dei risultati analitici relativi all'intera campagna di monitoraggio di punti d'acqua superficiale, complessivamente, per l'anno 2022, non si rilevano marcati scostamenti rispetto agli anni precedenti.

Per quanto attiene alcuni parametri target come mercurio, boro e arsenico (parametri riconducibili all'attività geotermica), non si riscontrano valori assoluti di rilievo e non si registrano tendenze marcate.

La possibilità di mettere a confronto, per tutte le PAS, i dati riferibili ad un arco temporale di dieci anni, ci permette di poter effettuare delle valutazioni più ampie e significative.

Di seguito si riportano i grafici dell'andamento nel tempo del periodo di monitoraggio (2012-2022) di due parametri target: arsenico e boro. Per quanto riguarda il mercurio i valori sino ad oggi ricavati sono risultati molto bassi e in alcuni casi al di sotto del limite di rilevabilità degli strumenti e pertanto nel seguito non sono riportati specifiche elaborazioni grafiche.

Complessivamente è possibile asserire che i valori ricavati da EGPI, se confrontati con quelli di ARPAT, risultano sostanzialmente coerenti registrando gli stessi scostamenti e tendenze.

Dall'analisi di ogni singolo PAS si evidenzia quanto di seguito riportato in relazione ai parametri target.

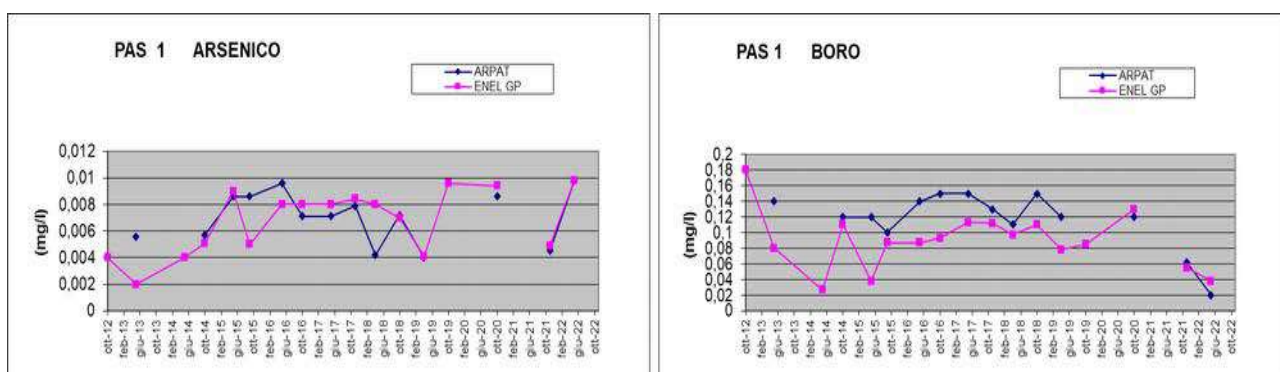
#### PAS 1

**Arsenico:** Per quanto attiene i valori dell'Arsenico si osserva una sostanziale corrispondenza tra i dati ARPAT e EGPI; entrambi evidenziano una tendenza all'aumento dei valori di concentrazione per attestarsi poco sotto i 0,01 mg/l nel periodo 2015-17. Nel corso degli anni successivi si rileva un andamento molto variabile delle concentrazioni che tuttavia rimangono sempre al di sotto del valore di 0,01 mg/l.

**Tendenza:** incremento

**Boro:** I valori delle concentrazioni del Boro risultano molto variabili nel confronto tra i dati ARPAT e EGPI. Dal 2015 in poi risultano oscillare su di un range più ristretto. Il valore medio si attesta intorno ai 0,1 mg/l. I dati ARPAT, hanno una variabilità molto più contenuta con un valore medio intorno a 0,125 mg/l. Dal 2020 i valori di ARPAT ed EGPI collimano e contestualmente evidenziano una evidente diminuzione delle concentrazioni fino a raggiungere i valori di circa 0,04 mg/l.

**Tendenza:** decremento



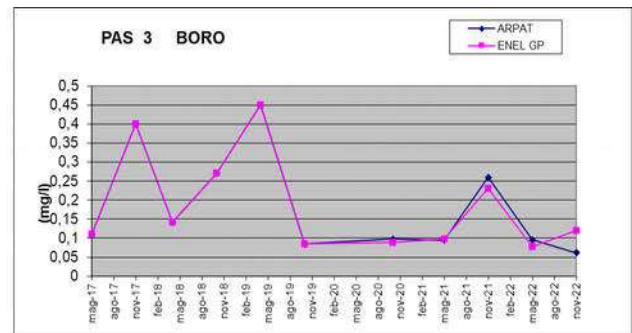
### PAS 3

**Arsenico:** Per il PAS 3 si ricorda che i valori, a differenza degli altri punti di campionamento, sono limitati al periodo 2017-2022. Per quanto attiene i valori dell'Arsenico, si osserva una netta corrispondenza tra i dati EGPI e ARPAT. La corrispondenza nel dato analitico è talmente netta che in molte occasioni, i laboratori hanno misurato le medesime concentrazioni, specie negli ultimi anni. Il grafico sotto riportato mette in chiara evidenza per questo PAS una netta costanza del dato nel tempo che dal 2020 sembra tendere alla riduzione. I valori di concentrazione sono sempre sotto la soglia dei 0,010 mg/l

**Tendenza:** decremento

**Boro:** Anche per il Boro si osserva una sostanziale corrispondenza tra i valori, in sostanziale riduzione e con valori di concentrazione sostanzialmente bassi.

**Tendenza:** decremento



### PAS 4

**Arsenico:** Per quanto attiene i valori dell'arsenico si osserva una netta corrispondenza tra i dati EGPI e ARPAT che registrano un costante scarto di 0,001 mg/l. La corrispondenza nel dato analitico è talmente netta che è stato misurato lo stesso picco di incremento anomalo del settembre 2015. Il grafico sotto riportato mette in chiara evidenza per questo PAS una netta costanza del dato nel tempo e valori estremamente bassi di concentrazione.

Purtroppo per alcuni mesi del 2021 e per tutto il 2022 il fosso della Madonnella è risultato in secca.

**Tendenza:** stabile

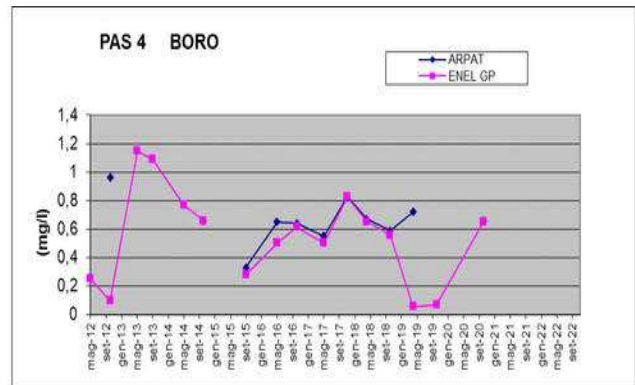
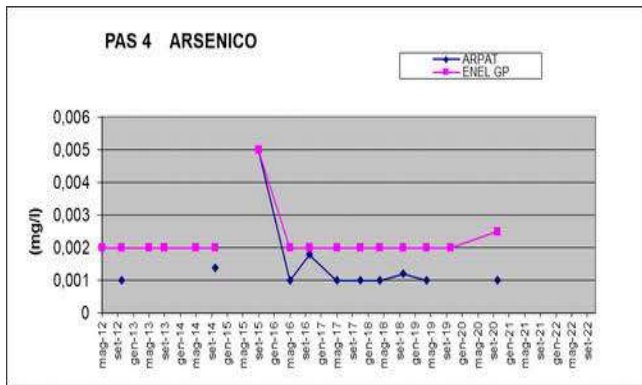
**Boro:** A differenza dell'Arsenico, il Boro si presenta con una maggiore variabilità delle misure. Si evidenzia come a partire dal 2013 di registri una sostanziale diminuzione delle concentrazioni che passano da oltre 1 mg/l a circa 0,1 mg/l nell'arco di circa 7 anni. Nel 2020 si è osservato un incremento.

Purtroppo negli anni 2021 e 2022 il fosso della Madonnella è risultato in secca.

Nel periodo 2016 - 2019 si osserva una uniformità di misure di concentrazione tra ARPAT a ed EGPI.

Pare comunque evidente che i valori relativi al boro risultano più alti rispetto agli altri punti di campionamento.

**Tendenza:** decremento



## PAS 5

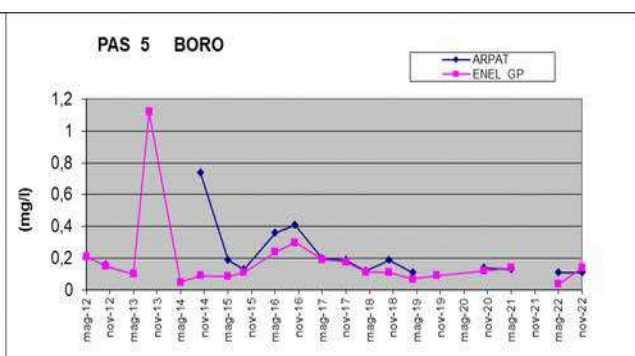
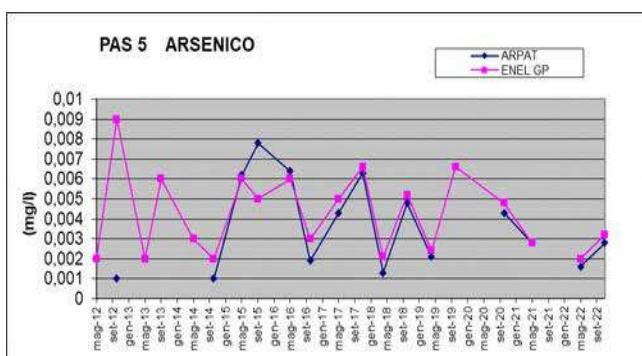
**Arsenico:** Nei primi anni di monitoraggio, dal 2012 al 2014, EGPI ha misurato valori di Arsenico variabili e comunque superiori a quelli misurati da ARPAT. Se osserviamo attentamente il grafico, le misure autunnali registrate nel 2012 e del 2013 sembrano anomale rispetto ad una media generale che si aggira ai 0,003/0,004 mg/l. Diverso e molto più chiaro appare il grafico a partire dall'autunno 2014 dove i dati EGPI e ARPAT hanno un andamento pressoché uguale. Entrambe le serie dei dati evidenziano un andamento altalenante registrando i medesimi valori.

Negli ultimi anni il valore del As appare in netto calo con le concentrazioni intorno ai 0,003 mg/l.

**Tendenza:** decremento

**Boro:** Anche il grafico del Boro, sembra evidenziare una sostanziale corrispondenza che denota una riduzione delle concentrazioni con valori che, nel periodo 2014-16, si aggiravano intorno ai 0,5 mg/l; dal 2019 al 2022 i valori sono costanti intorno ai 0,15 mg/l.

**Tendenza:** decremento



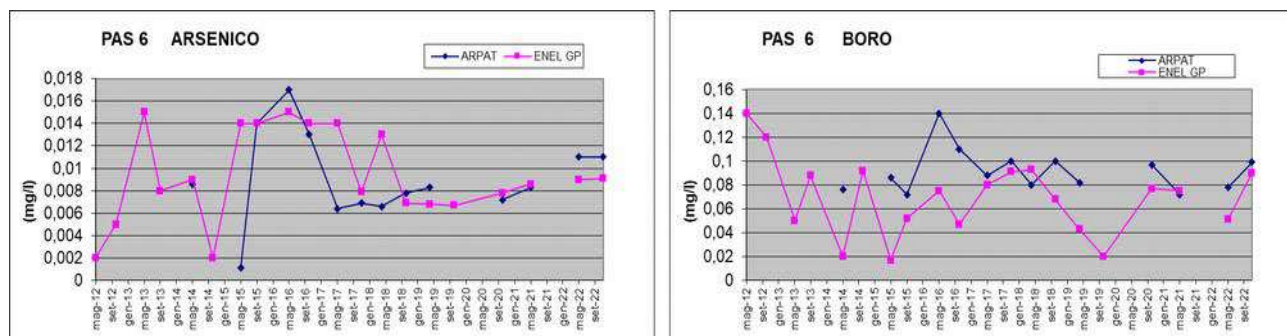
## PAS 6

**Arsenico:** Il grafico relativo all'Artenico mostra un'elevata variabilità dei valori misurati sia da EGPI che da ARPAT passando da un minimo di 0,001 mg/l a 0,017 mg/l. Nell'arco temporale preso in considerazione si nota un incremento delle concentrazioni di arsenico fino al 2017 per poi osservare un sostanziale decremento fino al 2019 con valori intorno a 0,008 mg/l. A partire da questo anno si osserva un lento ma costante aumento delle concentrazioni che mediamente si aggirano intorno a 0,01 mg/l.

**Tendenza:** stabile

**Boro:** Per quanto attiene al Boro, EGPI registra un andamento con evidenti oscillazioni. Solo nei due anni 2017 e 2018 i valori si presentano abbastanza allineati con quelli rilevati da ARPAT. Si osservano dei valori misurati da ARPAT sempre un poco superiori come valore di concentrazione e oscillanti intorno a 0,1 mg/l. Si rileva per entrambi i dataset di ARPAT e di EGPI un leggera tendenza alla diminuzione dei valori.

**Tendenza:** decremento



## PAS 7

**Arsenico:** Entrambi i grafici evidenziano una mancanza di dati nell'intero anno 2015 e nell'intervallo 2018-2020, in quanto il punto di monitoraggio è risultato in secca sia nel periodo primaverile sia in quello autunnale.

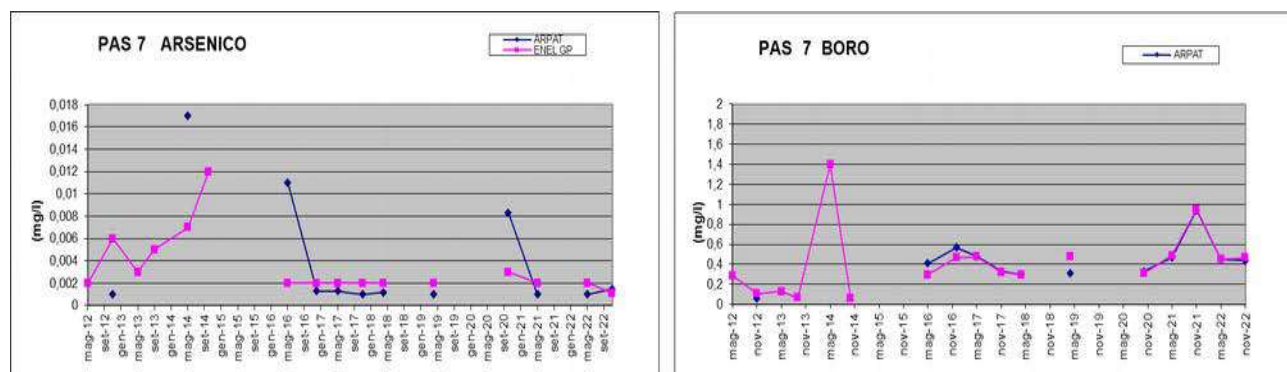
Per quanto attiene l'Arsenico, dal 2012 al 2014 i dati forniti da EGPI e da ARPAT sembrano indicare un incremento evidente oltre 0,010 mg/l, per poi decrescere sensibilmente a partire dai primi mesi del 2016. A partire dal 2016 infatti, le concentrazioni si riducono sensibilmente sino al valore di 0,002 mg/l mantenendosi costanti sino al 2022.

**Tendenza:** decremento

**Boro:** Come già riportato nel report 2016, il grafico del Boro evidenzia un dato anomalo registrato da EGPI nel maggio 2014, con valori di 14 mg/L.

A parte l'anomalia registrata, i dati del Boro delle due serie di ARPAT e EGPI, nel periodo di monitoraggio, hanno sempre coinciso con valori assestati a livelli di concentrazione pari a circa 0,5 mg/L. Nel novembre 2021 si osserva un incremento anomalo rientrato nel 2022.

**Tendenza:** incremento



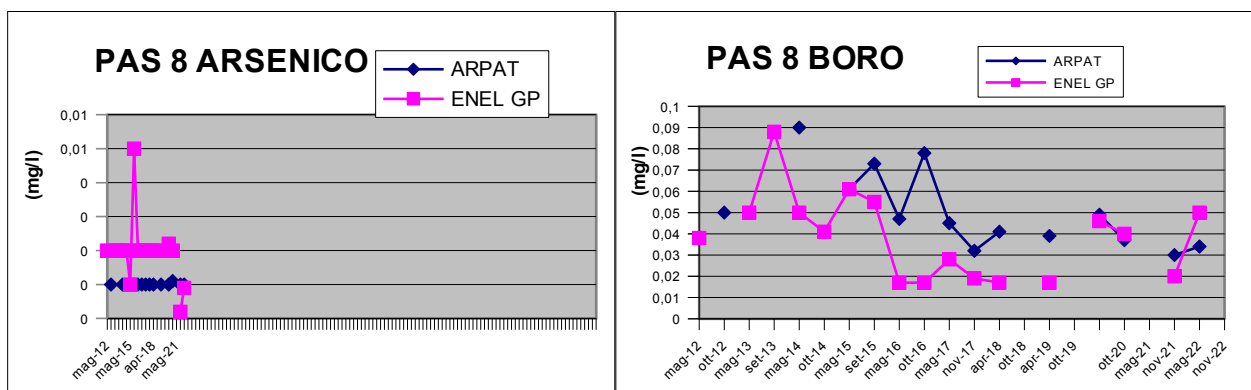
## PAS 8

**Arsenico:** Per l'arsenico ARPAT registra sempre lo stesso valore di concentrazione nel corso degli anni; stessa cosa per EGPI, seppure con un valore doppio. Nel mese di ottobre 2015 EGPI rileva un picco non registrato da ARPAT; visto l'andamento generale, tale dato può essere considerato anomalo. La tendenza comunque è da considerarsi di andamento costante nel tempo.

**Tendenza:** stabile

**Boro:** Il grafico del Boro per le due serie di dati evidenzia dei valori variabili; tuttavia il grafico mette bene in evidenza, per EGPI, una tendenza alla diminuzione dei valori di concentrazione; tale andamento è registrato anche da ARPAT. In generale tutti i valori misurati delle concentrazioni di boro, risultano bassi.

**Tendenza:** decremento



## 4.2 PUNTI ACQUA DI FALDA (PAF)

Per le acque di Falda (PAF) si registrano dati di concentrazione più omogenei e meno variabili nel tempo rispetto alle PAS osservando, complessivamente, dati senza evidenti tendenze e/o risultati particolarmente anomali. Pur non rilevando valori assoluti e marcate tendenze, per quanto attiene ad alcuni parametri target come Boro e Arsenico, dall'analisi dei singoli PAF nell'Anno 2022 non si evidenzia alcun valore anomalo di concentrazione e non si registrano tendenze marcate.

### PAF 1

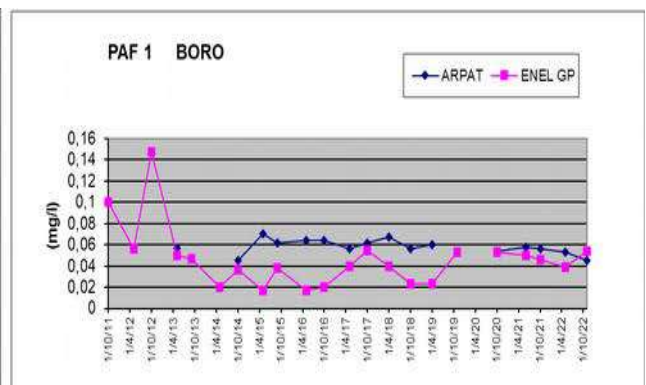
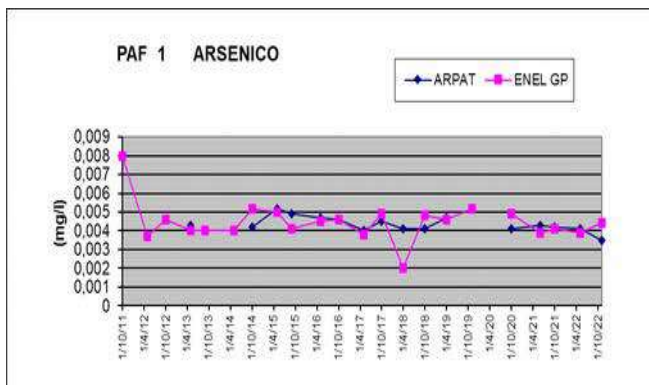
**Arsenico:** Per l'arsenico ARPAT registra sempre valori di concentrazione nel corso degli anni pressoché simili; stessa cosa per EGPI. La tendenza comunque è da considerarsi di andamento leggermente decrescente nel tempo. I valori riscontrati sono sempre molto inferiori ai 0,01 mg/l di concentrazione.

**Tendenza:** decremento

**Boro:** Il grafico del Boro per le due serie di dati evidenzia dei valori stabili nel tempo; tuttavia il grafico mette bene in evidenza, per EGPI, dal 2013 al 2019, dei valori leggermente più bassi. Per entrambe le serie i valori possono considerarsi costanti nel tempo con una leggera tendenza alla diminuzione dei valori di concentrazione.

**Tendenza:** decremento





## PAF 2

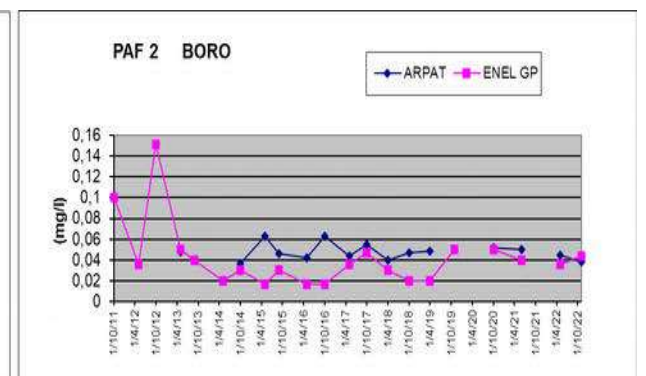
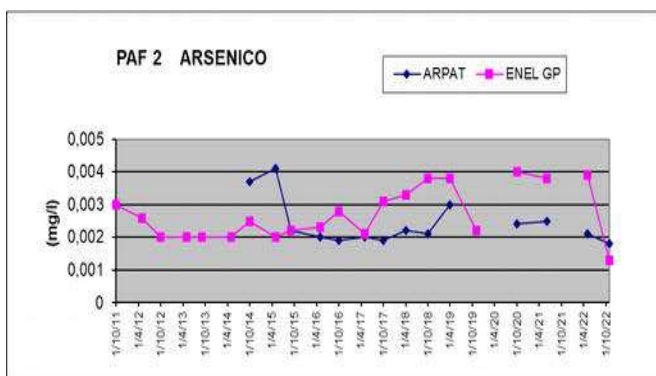
**Arsenico:** Per quanto concerne l'arsenico, il grafico evidenzia valori bassi di concentrazione variabili tra 0,002 e 0,004 mg/l. I dati EGPI evidenziano una leggera tendenza all'aumento nel tempo, mentre i valori di ARPAT mostrano un andamento più costante con una tendenza al decremento poco marcato. Se si confrontano i valori del 2022 rispetto agli anni passati, si osserva una riduzione delle concentrazioni.

**Tendenza:** incremento/decremento

**Boro:** Il grafico del Boro mette in evidenza per le due serie di dati dei valori bassi di concentrazione e stabili nel tempo; tuttavia il grafico mostra, per EGPI dal 2011 al 2013 dei valori leggermente più alti.

Per entrambe le serie i valori posso considerarsi con una leggera tendenza alla diminuzione dei valori di concentrazione.

**Tendenza:** decremento



## PAF 3

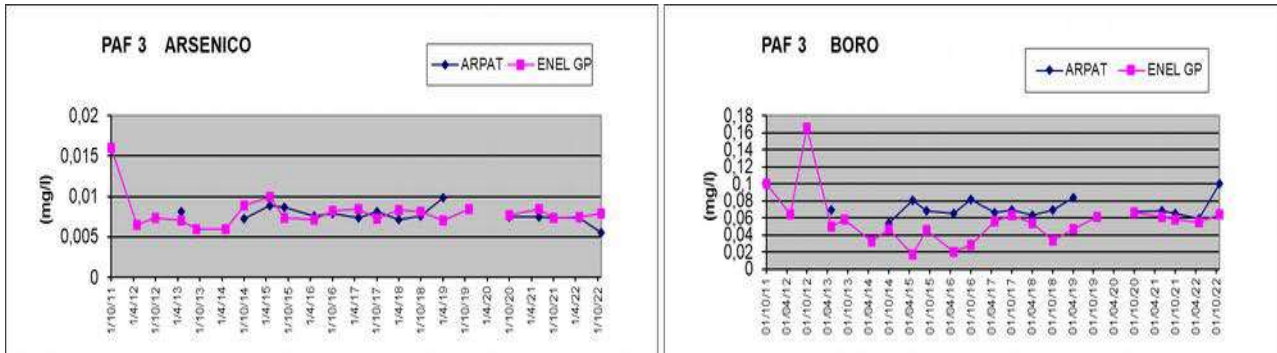
**Arsenico:** Per quanto concerne l'arsenico, il grafico evidenzia valori bassi di concentrazione variabili tra 7 e 8 µg/l per entrambe le serie di dati ma soprattutto si evidenzia una sostanziale costanza nel tempo che ad una elaborazione grafica indica una leggerissima tendenza alla riduzione.

**Tendenza:** decremento

**Boro:** Il grafico del Boro mette in evidenza per le due serie di dati dei valori bassi di concentrazione e stabili nel tempo; tuttavia il grafico mostra anche, per EGPI dal 2011 al 2013 dei va-

lori leggermente più alti. Dal 2014 al 2019 i valori di EGPI risultano leggermente inferiori rispetto a quelli misurati da ARPAT. Dal 2019 in poi si osserva una sostanziale coerenza delle misure analitiche. L'analisi statistica generale permette di osservare che le serie dei dati di EGPI determinano una leggerissima tendenza alla riduzione mentre i dati ARPAT portano ad un quasi impercettibile aumento.

***Tendenza:*** incremento/decremento



#### PAF 4

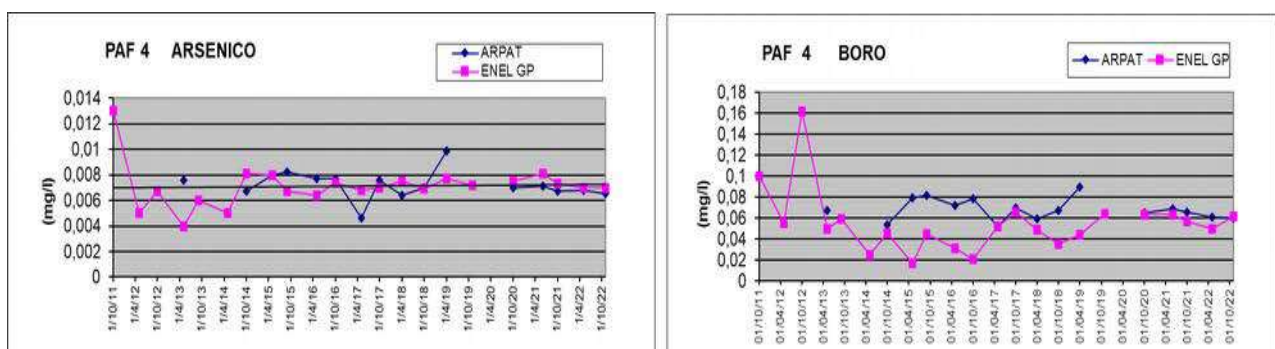
I grafici di arsenico e boro risultano sostanzialmente simili a quelli del PAF 3. L'arsenico mantiene un andamento costante che si attesta su valori di 0,008 mg/l e lo stesso il Boro che si mantiene su valori di 0,06 mg/l; anche i piccoli scostamenti dei valori dei due grafici risultano simili. Si specifica che le due sorgenti PAF 3-Polveriera e PAF 4-Vena Vecchia, distano tra loro circa 1,5 km e risultano pressoché alla medesima quota altimetrica.

**Arsenico:** Per quanto concerne l'arsenico, il grafico evidenzia valori bassi di concentrazione variabili poco sotto il valore soglia di 0,008 mg/l per entrambe le serie di dati (eccetto che nel 2019 ARPAT ha ricavato un valore di 0,01 mg/l). Si evidenzia tuttavia una sostanziale costanza nel tempo che ad una elaborazione grafica indica una leggerissima tendenza alla riduzione per entrambi i set dati.

***Tendenza:*** decremento

**Boro:** Il grafico del Boro mette in evidenza per le due serie di dati dei valori bassi di concentrazione e stabili nel tempo; tuttavia il grafico mette bene in evidenza, per EGPI dal 2011 al 2013 dei valori leggermente più alti. Dal 2014 al 2020 i valori di EGPI risultano leggermente inferiori rispetto a quelli misurati da ARPAT. Dal 2020 in poi si osserva una sostanziale coerenza delle misure analitiche. L'analisi statistica generale permette di osservare che le serie dei dati di EGPI e di ARPAT determinano una leggerissima tendenza alla riduzione.

***Tendenza:*** decremento



## PAF 5

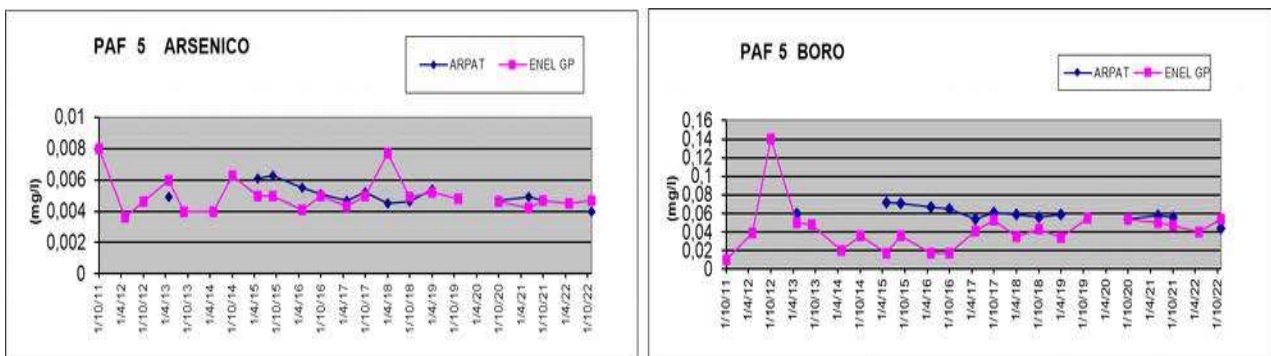
**Arsenico:** Per quanto concerne l'arsenico, il grafico evidenzia valori bassi di concentrazione variabili tra 4 e 6  $\mu\text{g/l}$  per entrambe le serie di dati (eccetto che nel 2018 EGPI ha ricavato un valore di 0,008 mg/l). Si evidenzia tuttavia una sostanziale costanza nel tempo che ad una elaborazione grafica indica una leggerissima tendenza alla riduzione per entrambi i set dati.

**Tendenza:** decremento

**Boro:** Il grafico del Boro mette in evidenza per le due serie di dati dei valori bassi di concentrazione e stabili nel tempo; tuttavia il grafico, mostra i valori del Boro registrati da ARPAT che risultano quasi il doppio rispetto a quelli misurati da EGPI fino al 2017; successivamente, tendono a uniformarsi. EGPI nel 2012 registra un dato anomalo (0,140 mg/l). Dal 2013 fino al 2017 dei valori di ARPAT risultano leggermente più alti. Dal 2017 si osserva una sostanziale uniformità dei dati di concentrazione.

Nel complesso di una valutazione generale dei dati nell'intero arco temporale, i valori di EGPI determinano un'impercettibile tendenza all'incremento, viceversa i dati di ARPAT mostrano una leggera tendenza al decremento.

**Tendenza:** decremento



## PAF 6

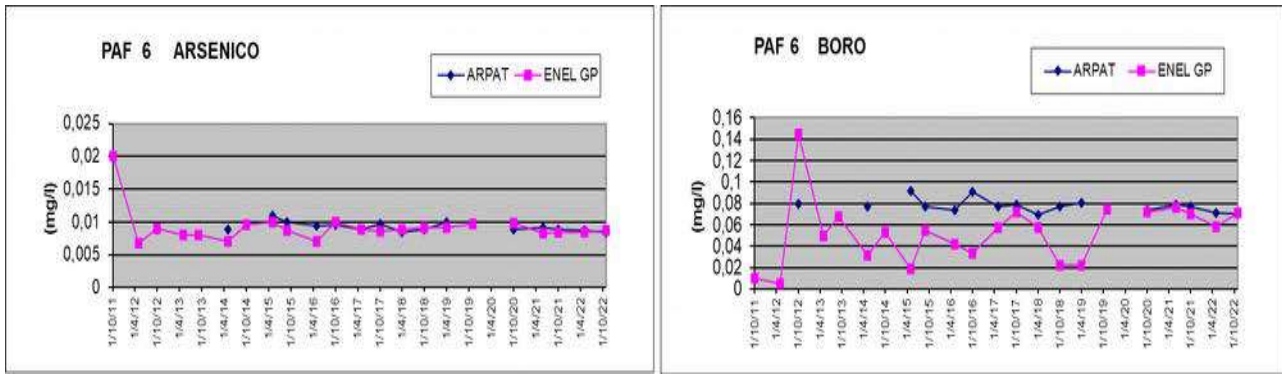
**Arsenico:** Il grafico dell'arsenico evidenzia valori abbastanza uniformi e costanti con una concentrazione che si attesta a valori pari a 0,01 mg/l. Anche per questo PAF, si registra una uniformità dei dati di EGPI con i dati ARPAT (eccetto che nel 2011 EGPI ha ricavato un valore di 20  $\mu\text{g/l}$ ). Per quanto concerne l'arsenico, si evidenzia tuttavia una sostanziale costanza nel tempo che ad una elaborazione grafica indica una leggerissima tendenza alla riduzione per entrambi i set dati.

**Tendenza:** decremento

**Boro:** Il grafico del Boro mette in evidenza per le due serie di dati dei valori bassi di concentrazione e stabili nel tempo; tuttavia il grafico, mostra i valori del Boro registrati da ARPAT che risultano più alti rispetto a quelli misurati da EGPI fino al 2020; successivamente, tendono a uniformarsi. EGPI nel 2012 registra un dato anomalo (0,140 mg/l).

Nel complesso di una valutazione generale dei dati nell'intero arco temporale, i valori di EGPI determinano un'impercettibile tendenza all'incremento, viceversa i dati di ARPAT mostrano una leggera tendenza al decremento.

**Tendenza:** incremento



### PAF 7

**Arsenico:** Riguardo alla sorgente Ente, il grafico dell'arsenico evidenzia un andamento altalenante dei valori delle concentrazioni. Infatti, nel 2012 si evidenziano valori di poco inferiori ai 0,01 mg/l per poi scendere nel 2013 a valori intorno ai 0,004 mg/l. Successivamente viene registrato un costante incremento sino a raggiungere il valore di 0,012 mg/l, dopodiché di nuovo una leggera riduzione dei valori di concentrazione nel 2017 che si mantengono costanti fino al 2022. Tale andamento, soprattutto per gli ultimi anni, è confermato anche dai dati ARPAT.

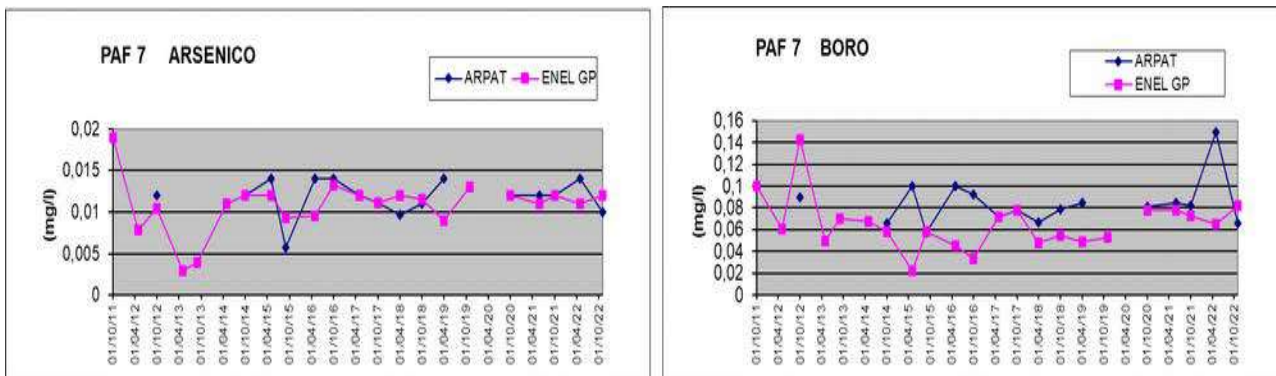
Per quanto concerne l'Arsenico, si evidenzia tuttavia una sostanziale costanza nel tempo che ad una elaborazione grafica indica una leggerissima tendenza all'incremento per quanto attiene i dati di EGPI, mentre una sostanziale stabilità per quanto attiene i dati ARPAT. I valori sono quasi sempre superiori al 0,01 mg/l.

**Tendenza:** incremento

**Boro:** Il grafico del Boro mette in evidenza per le due serie di dati dei valori bassi di concentrazione e stabili nel tempo; tuttavia il grafico, mostra i valori del Boro registrati da ARPAT che risultano leggermente più alti rispetto a quelli misurati da EGPI. Nel 2022 ARPAT rileva un dato più alto delle medie da considerarsi un dato anomalo (0,145 mg/l) visto lo storico dei precedenti 10 anni.

Nel complesso di una valutazione generale dei dati nell'intero arco temporale, i valori di EGPI determinano una leggera tendenza al decremento, viceversa i dati di ARPAT mostrano una leggera tendenza all'incremento in relazione alla presenza del dato anomalo.

**Tendenza:** incremento



## PAF 8

**Arsenico:** La sorgente Fonte Murata, ubicata nell'ambito urbano di Castel del Piano, a monte dell'abitato di Arcidosso, presenta un grafico dell'arsenico che evidenzia un andamento pressoché costante e uniforme con valori pari a 0,006 mg/l. Anche i valori di ARPAT confermano tale andamento eccetto per il dato di settembre del 2015 che può essere considerato un dato anomalo.

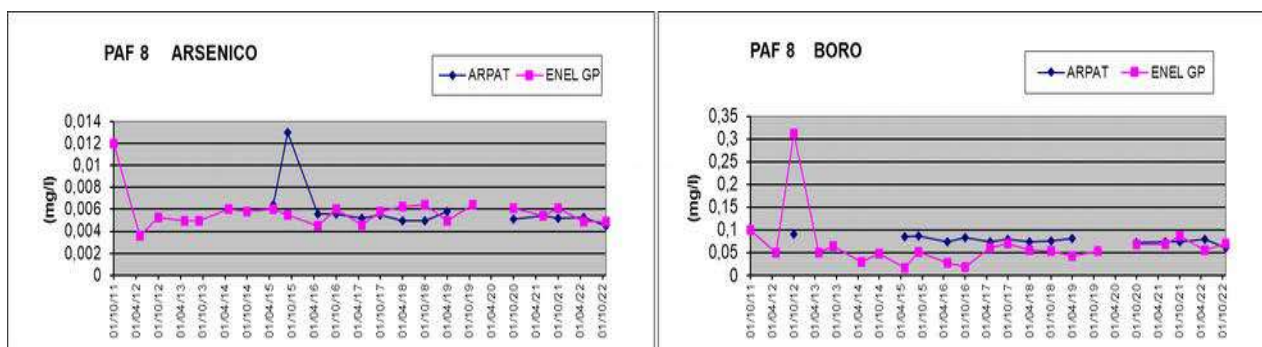
Per quanto concerne l'Arsenico, si evidenzia tuttavia una sostanziale costanza nel tempo che ad una elaborazione grafica indica una leggerissima tendenza al decremento per entrambi i data set.

**Tendenza:** decremento

**Boro:** Il grafico del Boro mette in evidenza per le due serie di dati dei valori bassi di concentrazione e stabili nel tempo con i valori del Boro registrati da ARPAT leggermente più alti rispetto a quelli misurati da EGPI. Nel 2012 EGPI rileva un dato più alto delle medie da considerarsi un dato anomalo (0,3 mg/l) visto lo storico dei successivi 10 anni e dato non misurato da ARPAT.

Nel complesso di una valutazione generale dei dati nell'intero arco temporale, i valori di EGPI e di ARPAT determinano una leggera tendenza al decremento.

**Tendenza:** incremento



## PAF 9

**Arsenico:** Le concentrazioni di Arsenico presentano valori di concentrazione pressoché costanti e uniformi nel tempo con valori intorno a 0,01 mg/l; tale andamento è confermato anche dai dati ARPAT.

Per quanto concerne l'Arsenico, si evidenzia tuttavia una sostanziale costanza nel tempo che ad una elaborazione grafica indica una leggerissima tendenza al decremento per entrambi i data set.

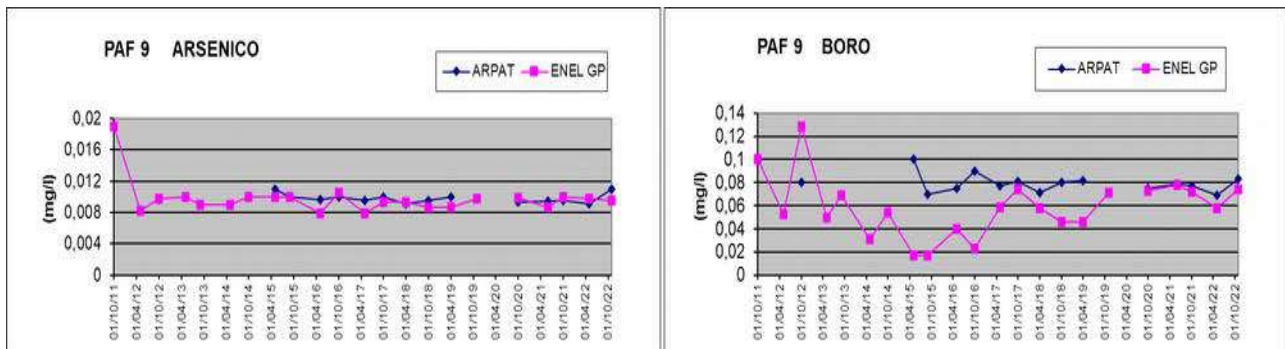
**Tendenza:** decremento

**Boro:** I valori del boro di EGPI, dal 2011 sino al 2016, registrano una leggera riduzione mostrando in seguito un incremento significativo nel 2017. Diversamente, i dati ARPAT mettono in luce un andamento più costante e uniforme; i valori comunque sono da considerarsi bassi.

Il grafico del Boro mette in evidenza per le due serie di dati dei valori bassi di concentrazione e stabili nel tempo; tuttavia il grafico, mostra i valori del Boro registrati da ARPAT che risultano leggermente più alti rispetto a quelli misurati da EGPI.

Nel complesso di una valutazione generale dei dati nell'intero arco temporale, i valori di EGPI e di ARPAT determinano una leggerissima tendenza al decremento.

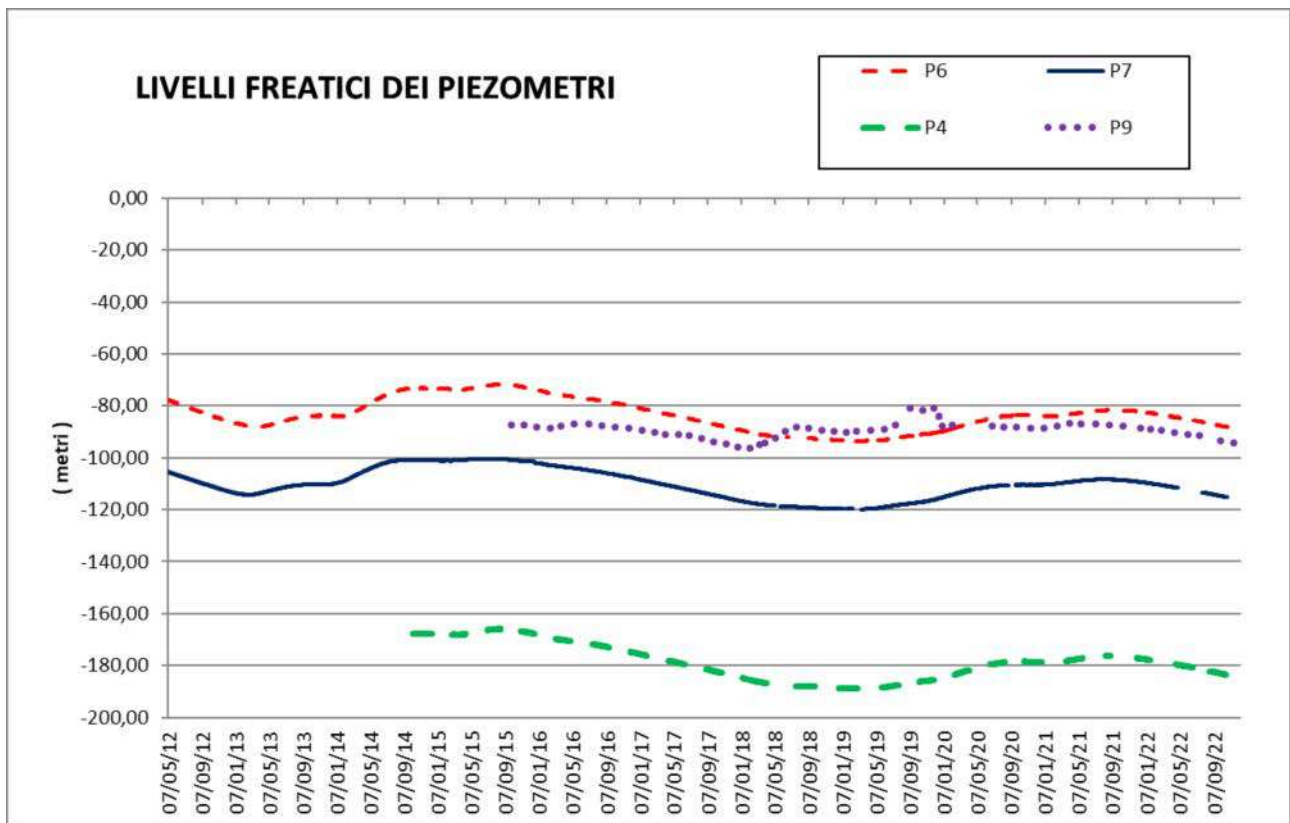
***Tendenza:*** decremento



#### 4.3 PIEZOMETRI (Pz 6, Pz7, Pz4 e Pz9)

Nelle tabelle di cui al par.3 della presente relazione risultanze sono riportati gli esiti delle analisi relative ai quattro piezometri monitorati per l'intero anno 2022. Nel presente paragrafo si riporta l'esito di un'analisi complessiva dell'andamento delle concentrazioni di arsenico e boro misurate nei singoli piezometri per il periodo di monitoraggio (2012-2022) utilizzando i dati già forniti nei report degli anni passati. Tale modalità ci permette di offrire un quadro dinamico e complessivo dei due parametri target. Si precisa che, per l'elaborazione dei grafici, saranno utilizzati solo i valori di EGPI in quanto determinati con frequenza mensile. I diagrammi, infine, sono stati predisposti avendo sull'asse delle ascisse un intervallo costante di due mesi permettendo, con tale modalità, di osservare meglio la variazione temporale dei valori di arsenico e boro.

Nella figura 2 seguente è riportato invece l'andamento della variazione della quota della falda rilevata nei quattro piezometri.



**Figura 2:** Andamento nel tempo dei livelli piezometrici rilevati nei quattro piezometri di controllo

**Nota:** i livelli freaticometrici sono misurati da EGPI e sono validati dall'Autorità competente (Regione Toscana – Settore Idrologico Regionale)

Si nota un andamento simile per i piezometri Pz 4, Pz6 e Pz7, che mostrano un punto di alto piezometrico nel settembre 2015 ed un minimo nel gennaio 2019 ed ancora un nuovo alto nel settembre 2021 seppur con valori inferiori rispetto al 2015.

Il piezometro Pz9 mostra un andamento diverso dagli altri piezometri, mostrando un leggero incremento della falda a partire dalla primavera del 2018.

L'andamento delle concentrazioni di Arsenico e Boro nel tempo per i quattro piezometri è osservabile nelle figure 3 e 4.

#### Piezometro n. 4.

Il monitoraggio mensile di questo piezometro ha preso avvio nel mese di settembre 2014. Nel 2022 non si sono registrati dati anomali e i valori di tutti i parametri misurati da ARPAT e EGPI sono da ritenersi coerenti.

Prendendo a riferimento la figura 3 ed osservando l'andamento delle concentrazioni nel tempo del PZ 4 si osserva che, per quanto riguarda l'**arsenico**, dal 2014 al 2016, i valori si sono mantenuti poco sopra a 0,01 mg/l per poi registrare un sostanziale incremento dei valori culminato nel picco di 0,022 mg/l registrato a fine anno 2016. Per l'intero 2017 i valori sono rapidamente scesi e si sono attestati ben sotto i 0,01 mg/l fino al 2022. Da questo anno si registra un evidente incremento di valori di concentrazione che hanno portato a fine anno le concentrazioni a valori superiori ai 0,015 mg/l.

Per quanto attiene la variazione del **boro**, si rileva che dal 2014 al 2017, a parte alcuni picchi, le concentrazioni sono intorno ai 0,03 mg/l, per poi aumentare a circa 0,06 mg/l per circa 2 anni e quindi registrare un leggero incremento che si è mantenuto costante nei valori.

### Piezometro n. 6.

Il monitoraggio mensile di questo piezometro ha preso avvio nel mese di settembre 2012. Nel 2022 non si sono registrati dati anomali e i valori di tutti i parametri misurati da ARPAT e EGPI sono da ritenersi coerenti.

Per quanto concerne il parametro arsenico in tutto il periodo analizzato, si evidenzia una sostanziale omogeneità tra i dati EGPI e quelli ARPAT.

I dati riportati nel grafico evidenziano una sostanziale assenza di tendenze con valori costanti di poco variabili intorno ai 0,0065 mg/l.

Per quanto riguarda i valori del **Boro**, si osserva una sostanziale corrispondenza tra i dati EGPI e ARPAT. Nel complesso si evince una diminuzione delle concentrazioni di boro a partire dal 2012 sino al 2014 passando da 0,15 mg/l a 0,04 mg/l, per poi rimanere su tali valori in modalità costante fino al termine del 2016. In seguito, nel 2017, si registra un incremento significativo a valori costanti per raggiungere in breve tempo le concentrazioni di circa 0,16 mg/l fino al 2020 quindi registrare una flessione e dal 2022 un nuovo rialzo dei valori, fino a raggiungere i 0,19 mg/l.

### Piezometro n. 7.

Il monitoraggio mensile del Pz7 ha preso avvio nel settembre 2012. Nel 2022 non si sono registrati dati anomali e i valori di tutti i parametri misurati da ARPAT e EGPI sono da ritenersi coerenti.

Per l'**arsenico** si rileva una sostanziale omogeneità tra i dati di EGPI e quelli dell'Agenzia (non si rilevano dati anomali). I dati riportati nel grafico evidenziano valori con una certa variabilità ma nel complesso mediamente assestati a circa 0,005 mg/l fino al 2014. A partire da questa data i valori crescono per attestarsi a circa 0,008 mg/l fino al 2017 per poi leggermente diminuire e ritornare ad una media di 0,005 mg/l. Dal 2021 si osserva un'ulteriore leggero incremento dei valori medi attestati a circa 0,008 mg/l.

Per quanto riguarda invece i valori del **boro**, si osserva una sostanziale corrispondenza tra i dati EGPI con quelli ARPAT. A partire da un valore costante registrato nel 2012 pari a 0,1 mg/l, dalla metà del 2013 si osserva una diminuzione delle concentrazioni del boro che si mantengono costanti sino a registrare un leggero aumento nel 2017 attestandosi a 0,6 mg/l.

Dal 2021 i valori si attestano sui 0,075 mg/l costanti.

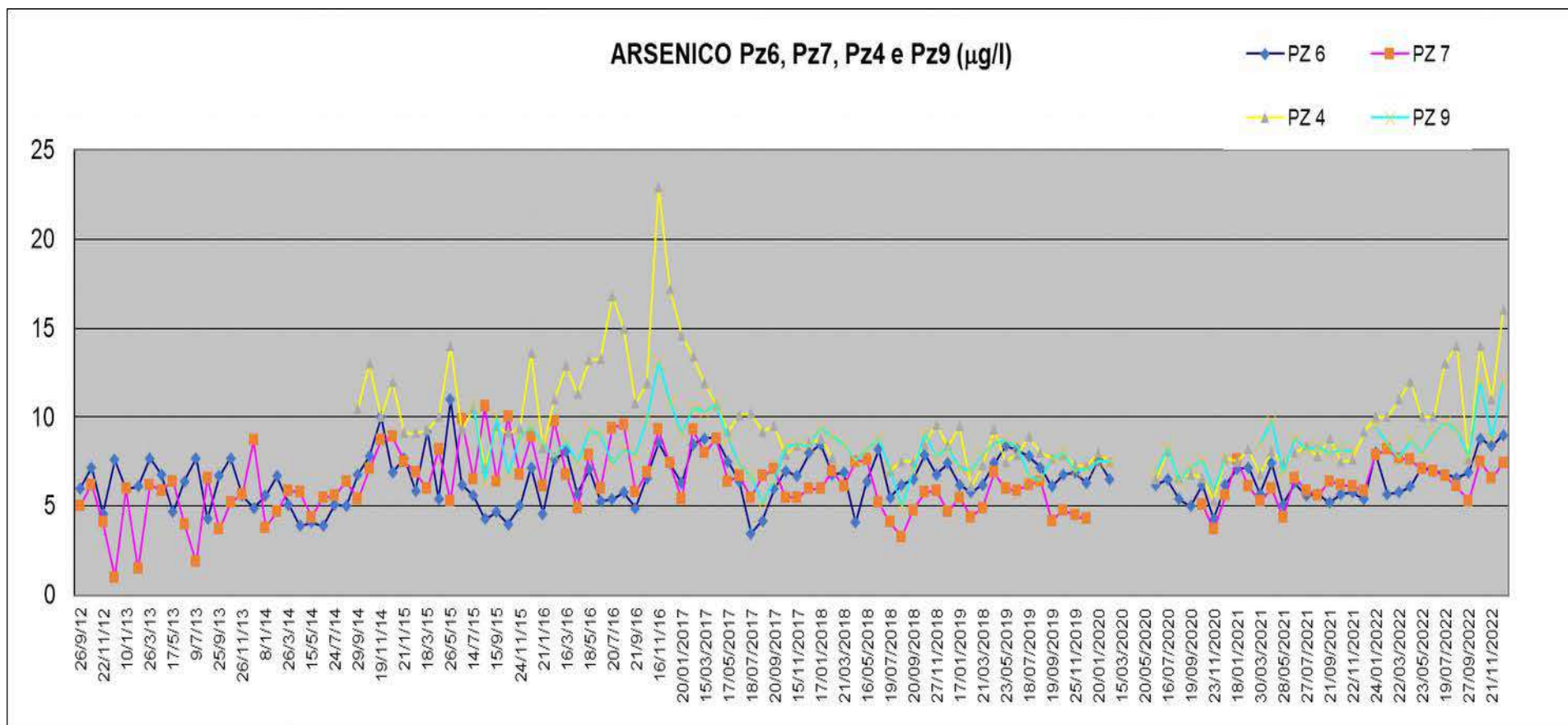
### Piezometro n. 9.

Nel mese di luglio 2015 prende avvio anche il monitoraggio del Piezometro n°9 che registra sia per EGPI che per ARPAT, valori in linea di tutti i parametri monitorati.

Nel 2017 non si registrano valori anomali e le concentrazioni di **arsenico** passano da una media di circa 0,08 mg/l ad un picco nel 2017 di 0,013 mg/l (in corrispondenza con il picco anomalo del Pz4), per poi avviare una lenta decrescita che trova un minimo nel 2020. Dal 2021 si osserva un lieve ma costante incremento dei valori di concentrazione fino a circa 0,012 mg/l.

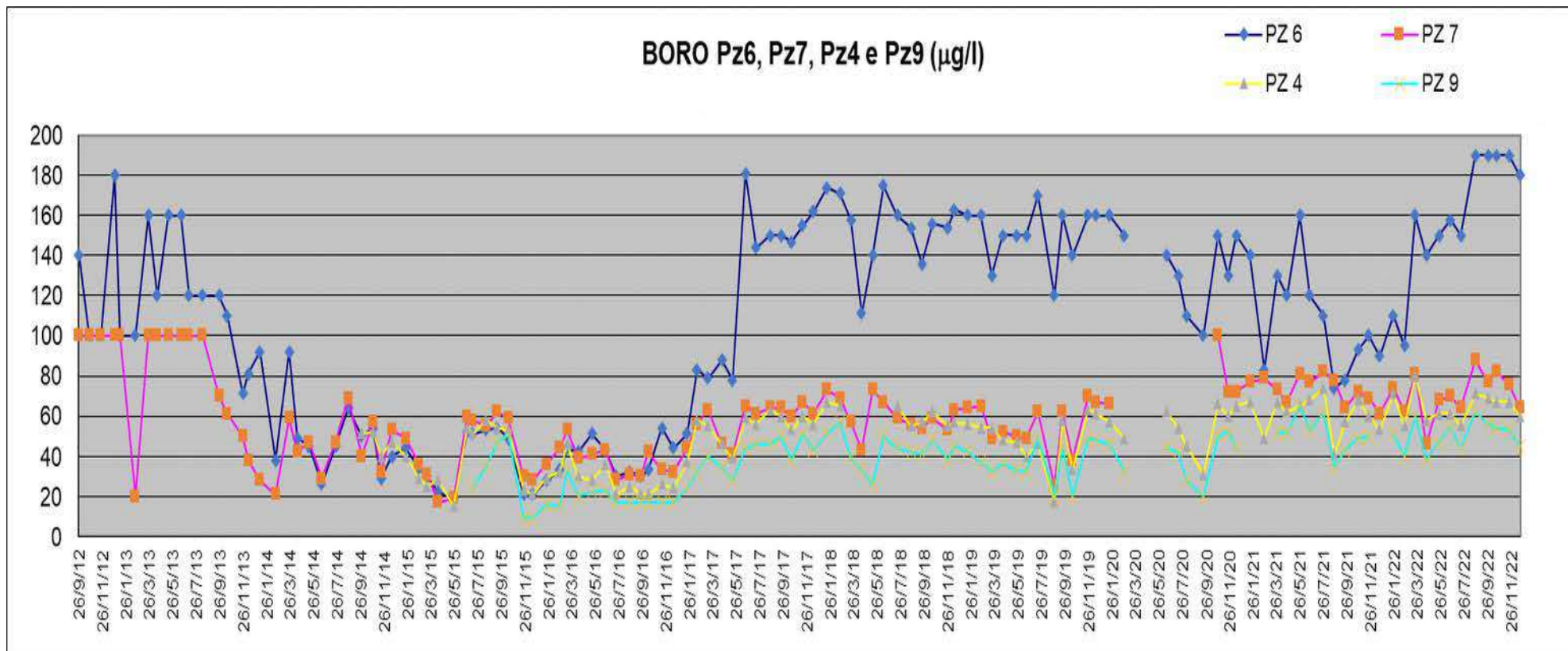
Nell'analisi complessiva le concentrazioni del **boro** sono assai basse anche se dal 2017 si registra un lieve aumento.





**Figura 3:** Dati di concentrazione dell'Arsenico nei 4 piezometri (fonte EGPI)

Andando a valutare in maniera comparata l'andamento piezometrico della falda con la variazione delle concentrazioni degli elementi permette di osservare come il boro presenti concentrazioni più elevate quando la falda è più depressa e viceversa quando la falda è in carica, quasi rispondendo ad un fenomeno di diluizione. Per le concentrazioni dell'arsenico invece si osserva che queste seguono l'andamento della piezometrica seppure con un ritardo di circa un anno.



**Figura 4:** Dati di concentrazione del Boro nei 4 piezometri (fonte EGPI)

## **5. CONCLUSIONI**

Fatte salve le osservazioni relative alle analisi dei dati puntuali per l'Anno 2022, riportate negli specifici paragrafi, relativamente a tutti i parametri e per tutti i comparti acquiferi non sono stati registrati valori anomali, ad eccezione del valore dei cloruri nel PAS 7 nel novembre 2022, dove è stato rilevato un valore anomalo nel campione ARPAT con la registrazione di una concentrazione di 860 mg/l. Nel PAS 8 si osservano sempre valori elevati della Conducibilità e nel campionamento di maggio 2022 è stato osservato sia da ARPAT che da EGPI un valore alto dei Cloruri (circa 600 mg/l), mentre nel campionamento di novembre 2022 i valori sono tornati a livelli conformi allo storico.

Complessivamente, è possibile affermare che i valori ricavati da EGPI, se confrontati con quelli di ARPAT, risultano sostanzialmente coerenti, registrando gli stessi scostamenti e tendenze.

### **5.1 CONSIDERAZIONI FINALI (PAS) (ACQUE SUPERFICIALI)**

Dall'analisi dei grafici si evince che tendenzialmente, nell'arco temporale analizzato 2012-2022, solo il PAS 1 registra un incremento della concentrazione di arsenico; tutti gli altri PAS registrano un decremento o una condizione di stabilità nel tempo delle concentrazioni.

L'andamento delle concentrazioni di boro appare invece più uniforme, registrando per tutti i PAS una tendenza alla riduzione dei valori di concentrazione eccetto che per il PAS 7, dove si rileva un leggero incremento. In conclusione, i dati complessivi mostrano andamenti variabili tipici delle acque superficiali a carattere torrentizio e comunque gli scostamenti registrati tra i dati ARPAT e quelli di EGPI risultano contenuti.

### **5.2 CONSIDERAZIONI FINALI (PAF) (ACQUE DI FALDA)**

Anche per quanto concerne le acque di sorgente, i grafici nell'arco temporale 2012-2022 hanno evidenziato complessivamente una sostanziale uniformità senza particolari tendenze.

I grafici dell'arsenico mettono in luce come vi siano alcune zone dove la concentrazione è intorno o leggermente superiore a 10 µg/l, ad esempio i PAF 6 e PAF 9, che risultano a poca distanza l'uno dall'altro, e il PAF 7, che supera tale valore ed è comunque territorialmente ubicato più a nord-ovest di circa 5 km.

Tutti i grafici del boro evidenziano valori sempre al di sotto di 0,1 mg/l (eccetto per il campione del 22/10/2012 in cui EGPI registra una concentrazione pari a 0,30 mg/l. Sia per i valori di EGPI che per quelli di ARPAT si osservano complessivamente i medesimi andamenti delle singole curve, compresa la tendenza alla convergenza dei valori tra le due serie di dati.

### **5.3 CONSIDERAZIONI FINALI (PZ) (ACQUE DI PIEZOMETRO)**

Le variazioni registrate relative all'arsenico e al boro (parametri target), nel complesso, si allineano entro un range di tolleranza consono per le acque sotterranee; sono da considerarsi corrispondenti anche per i piccoli scostamenti registrati. Andando a valutare in maniera comparata l'andamento piezometrico della falda con la variazione delle concentrazioni degli elementi permette di osservare come il boro presenti concentrazioni più elevate quando la falda è più depressa, e viceversa quando la falda è in carica, quasi rispondendo ad un fenomeno di diluizione. Per le concentrazioni dell'arsenico invece si osserva che queste seguono l'andamento della piezometrica seppure con un ritardo di circa un anno.



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

ARPAT, via del Ponte alle Mosse, 211 - 50144 Firenze

Tel. 055.32061 - Fax 055.3206324

[urp@arpat.toscana.it](mailto:urp@arpat.toscana.it)