



**AZIENDA  
MULTISERVIZI  
BELLINZONA**

# **ACQUEDOTTO INTERCOMUNALE DI BELLINZONA E DINTORNI**

## **CAPTAZIONE A SCOPO POTABILE DI 13'000 l/min DI ACQUA DEL SOTTOSUOLO**

### **Delimitazione delle zone di protezione**

**1**

### **Relazione idrogeologica**

**STUDIO DI GEOLOGIA  
Dr. PAOLO AMMANNSA  
6616 LOSONE**

Tel. 091 791'51'82  
Fax 091 791'07'36  
info@studioammann.ch

Novembre 2017

## INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	INTRODUZIONE ALLE ZONE DI PROTEZIONE .....	1
3	DOCUMENTAZIONE A DISPOSIZIONE .....	2
4	RISERVA IDRICA CANTONALE No. 4.....	3
4.1	Situazione idrogeologica locale .....	3
4.2	Punti di monitoraggio della falda.....	4
5	CARATTERISTICHE DEI POZZI DI CAPTAZIONE.....	6
5.1	Posizione .....	6
5.2	Colonne filtranti .....	6
5.3	Permeabilità .....	8
5.4	Raggi d'influenza dei singoli pozzi.....	10
6	PROVA DI POMPAGGIO DI LUNGA DURATA .....	12
6.1	Portate di emungimento durante la prova .....	12
6.2	Quota della falda durante la prova.....	13
6.3	Raggio d'influenza .....	13
7	PROVA DI TRACCIAMENTO.....	16
7.1	Scelta e quantitativo dei traccianti .....	16
7.2	Immissione del tracciante .....	17
7.3	Risultati della prova di tracciamento .....	17
8	POROSITÀ EFFICACE ( $n_e$ ) .....	19
9	QUALITÀ DELL'ACQUA.....	24
10	SIMULAZIONI DELLA FALDA FREATICA.....	24
10.1	Definizione del modello.....	24
10.2	Falda a riposo .....	26
10.3	Simulazione dei pompaggi.....	31
10.4	Tracciamento delle isocrone .....	35
11	ZONE DI PROTEZIONE.....	37
12	REGOLAMENTO D'APPLICAZIONE .....	40

### Allegato

- Analisi batteriologiche e fisico-chimiche complete per ogni pozzo

## **1 PREMESSA**

Il lungo iter per lo sfruttamento della riserva idrica cantonale No. 4 di Gorduno-Gnosca, iniziato nel 1976, si conclude con l'esecuzione di tre pozzi di captazione per un emungimento complessivo di 13'000 l/min. Il progetto definitivo prevede già un ampliamento dell'impianto con l'esecuzione di un quarto pozzo che permetterà di captare un totale di 16'100 l/min di acqua dal sottosuolo.

La presente relazione riassume tutti i risultati scaturiti durante la fase esecutiva: la realizzazione dei pozzi da parte della ditta Paler SA, Castione; le prove di pompaggio di corta durata nei singoli pozzi in aprile e maggio 2016 e la prova di pompaggio finale con i tre pozzi in esercizio simultaneo, della durata di un mese, eseguita tra l'8 marzo e il 5 aprile 2017. Tali indagini sono volte alla delimitazione delle zone di protezione e quindi all'ottenimento della concessione a scopo potabile dell'acqua prelevata dai pozzi.

## **2 INTRODUZIONE ALLE ZONE DI PROTEZIONE**

La legge del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque sancisce che le zone di protezione delle acque sotterranee devono essere dimensionate al fine di salvaguardare dall'inquinamento le captazioni dell'acqua potabile. In genere il dimensionamento delle zone di protezione viene calcolato sulla base del tempo impiegato dalle acque sotterranee per raggiungere il punto di captazione (isocrona dei 10 giorni).

Nel caso particolare di captazioni in falda la guida pratica sulla protezione delle acque: "*Istruzioni pratiche per la protezione delle acque sotterranee*", UFAFP 2004, e il più recente modulo "*Grundwasserschutz zonen bei Lockergesteinen*", UFAM 2012, indicano che le velocità del flusso si possono quantificare tramite

quattro metodi principali: tracciamenti, metodi grafici manuali, metodo di Wyssling e modelli matematici.

Vista l'ampia disponibilità di dati idrogeologici, è stato possibile simulare l'andamento della falda, sia a riposo sia durante la messa in funzione dei pozzi, grazie ad un modello matematico a differenze finite. La prova di tracciamento eseguita durante la prova di lunga durata, ha inoltre permesso di determinare l'effettiva velocità di scorrimento dell'acqua e quindi l'isocrona dei 10 giorni, necessaria per definire l'estensione delle zone di protezione, obiettivo di questo rapporto.

### **3 DOCUMENTAZIONE A DISPOSIZIONE**

- *“Indagini idrogeologiche nella zona di riserva Gorduno-Gnosca, Risultato dei pozzi di prova”*, Prof. Dr. H. Jäckli, Zurigo, Ing. P. Pedrozzi, Pregassona, luglio 1983;
- *“Analisi del rischio di inquinamento generato dalla zona industriale di Preonzo - Relazione tecnica”*, Studio di geologia Dr. P. Ammann SA, Losone, aprile 2001;
- *“Captazione a scopo potabile di 12'000 l/min di acqua dal sottosuolo nella riserva idrica cantonale Nr. 4 Gorduno-Gnosca - Relazione idrogeologica”*, Studio di geologia Dr. P. Ammann SA, Losone, gennaio 2003;
- *“Captazione a scopo potabile di 13'000 l/min di acqua dal sottosuolo nella riserva idrica cantonale Nr. 4 Gorduno-Gnosca - Progetto definitivo”*, Studio di geologia Dr. P. Ammann SA, Losone, giugno 2006;
- *“Captazione a scopo potabile di acqua nella riserva idrica No. 4 di Gorduno-Gnosca - Delimitazione delle potenziali zone di protezione”*, Studio di geologia Dr. P. Ammann SA, Losone, settembre 2006;

- *“Captazione a scopo potabile di acqua nella riserva idrica No. 4 di Gorduno-Gnosca - Delimitazione delle potenziali zone di protezione - Relazione N. 2”, Studio di geologia Dr. P. Ammann SA, Losone, gennaio 2007.*
- *“Acquedotto intercomunale di Bellinzona e dintorni - Progetto esecutivo, Lotto 11”, Consorzio NaiBe, luglio 2015.*

## **4 RISERVA IDRICA CANTONALE NO. 4**

### **4.1 Situazione idrogeologica locale**

La riserva idrica cantonale No. 4 si estende in sponda destra del Fiume Ticino, tra gli abitati di Gorduno e Gnosca, dove l'acquifero è formato da depositi alluvionali di fondovalle e da quelli del conoide di deiezione del Riale della Valle di Gnosca. Al margine meridionale l'acquifero si restringe in corrispondenza del promontorio di San Carpoforo.

I terreni particolarmente ghiaiosi e quindi idonei ad una captazione si spingono fino ad una profondità di ca. 23 m dal piano campagna. Questi sedimenti costituiscono i depositi fluviali, al di sotto dei quali sono presenti, fino alla profondità di ca. 30 m dal piano campagna, sabbie limose, depositi fluvio-lacustri, ed in seguito limi sabbioso-argillosi, depositi lacustro-glaciali, che definiscono anche la base dell'acquifero.

L'eterogeneità della granulometria dei terreni crea variazioni anche a livello di permeabilità del sottosuolo sia verticalmente che orizzontalmente. La permeabilità media dell'acquifero è ca. 0.001 m/s.

La superficie freatica indisturbata si situa tra la quota di 232.0 m.s.m. (falda minima) e la quota di 236.0 m.s.m. (falda massima).

## 4.2 Punti di monitoraggio della falda

La tabella seguente riporta le coordinate e le quote di riferimento dei vari punti di misura (piezometri e pozzi) disponibili in prossimità dei nuovi pozzi:

No. catasto cantonale	coordinate		quota orlo tubo (m.s.m.)
106.9	722'595	121'560	240.63
106.10	722'662	121'055	238.95
107.21	722'755	121'030	238.68
107.26	722'981	120'657	238.92
107.27	722'896	120'664	238.96
107.30	723'034	120'895	239.87
107.31	722'937	120'890	239.19
107.33	722'743	120'856	238.82
107.35	722'796	121'193	240.01
107.36	722'875	121'213	239.58
107.37	722'955	121'230	240.05
107.38	723'006	121'245	240.25
107.45 (Pozzo A)	722'932	120'900	238.90
107.47 (Pozzo B)	722'966	120'898	239.33
107.119	723'107	120'800	239.16
107.120	722'930	120'988	239.21
107.122	723'066	121'006	239.51
107.123	722'995	120'890	239.43
107.128	722'889	121'085	239.50
107.129 (Pozzo C)	722'905	120'781	238.54

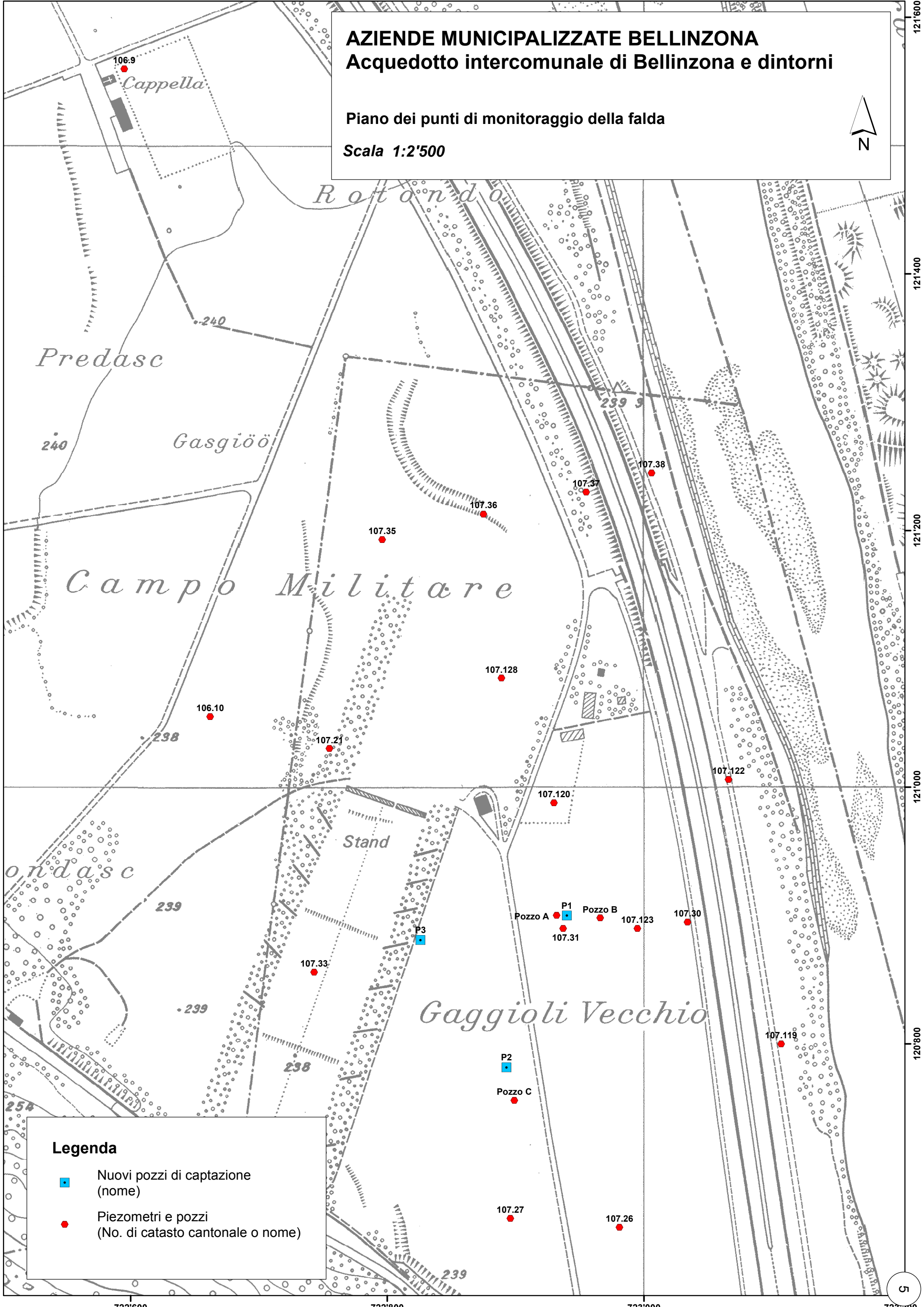
I punti sono anche indicati sul piano di situazione della pagina successiva.

# AZIENDE MUNICIPALIZZATE BELLINZONA



## Acquedotto intercomunale di Bellinzona e dintorni

Piano dei punti di monitoraggio della falda

Scala 1:2'500



### Legenda

-  Nuovi pozzi di captazione (nome)
-  Piezometri e pozzi (No. di catasto cantonale o nome)

722'600

722'800

723'000

723'200

121'600

121'400

121'200

121'000

120'800

## 5 CARATTERISTICHE DEI POZZI DI CAPTAZIONE

### 5.1 Posizione

I pozzi di captazione sono stati eseguiti dalla ditta Paler SA, Castione, tra il 17 marzo e il 10 maggio 2016, conformemente a quanto indicato nella nostra relazione “*Captazione a scopo potabile di 13'000 l/min di acqua dal sottosuolo nella riserva idrica No. 4 Gorduno-Gnosca - Progetto definitivo*”, giugno 2006.

Ai tre nuovi pozzi è stato dato il nome di P1, P2 e P3. La tabella seguente ne riporta No. di catasto cantonale, coordinate e quote mentre la loro posizione è indicata sul piano di situazione di pagina 5.

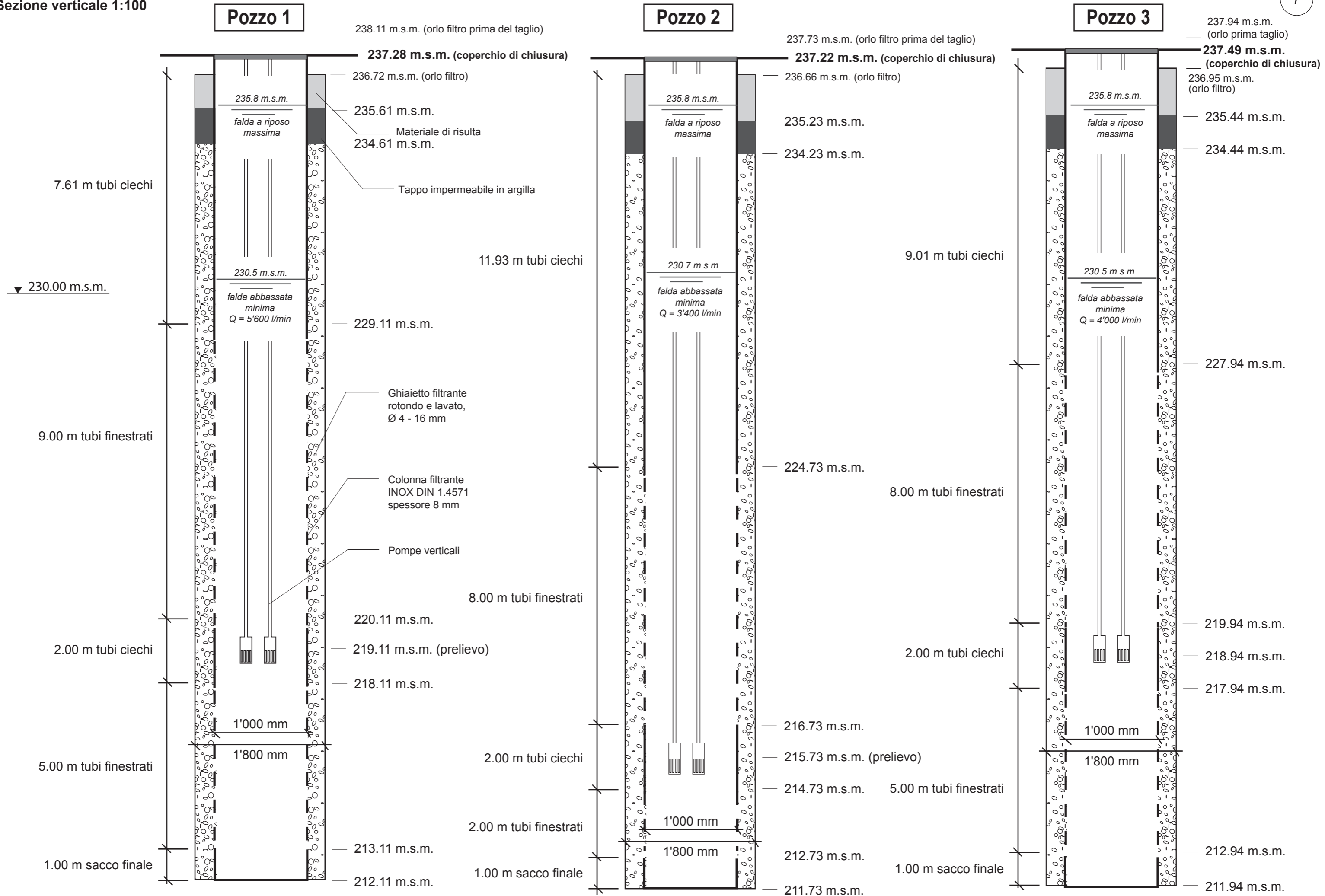
Pozzi	No. Catasto cantonale	Coordinate	Quota (m.sm.)*
P1	107.139	722'940.00 / 120'900.00	237.28
P2	107.140	722'892.88 / 120'781.65	237.22
P3	107.141	722'825.91 / 120'880.98	237.49

\* quota di riferimento per le misure = quota coperchio di chiusura del pozzo.

### 5.2 Colonne filtranti

I nuovi pozzi hanno tutti una profondità di ca. 26 m dal p.c. così da sfruttare completamente lo strato più permeabile costituito dai depositi fluviali ghiaioso-sabbiosi e solo parzialmente il livello sabbioso-limoso dei depositi fluvio-lacustri, che corrisponde anche alla base dell'acquifero. Tale tipologia di pozzo viene definita “pozzo perfetto”.

Il diametro di perforazione è di 1'800 mm all'interno dei quali è stata inserita una colonna filtrante del diametro di 1'000 mm. Nell'intercapedine è stato inserito ghiaietto lavato di 4÷16 mm, in ogni pozzo è presente, alla sommità del ghiaietto filtrante, un tappo di argilla impermeabile.



La formazione delle colonne filtranti varia da pozzo a pozzo in quanto il primo tratto di tubo cieco, che deve impedire l'aspirazione dell'acqua più superficiale della falda freatica con il pozzo in funzione, dipende dagli abbassamenti stimati in fase di progetto. Due metri di tubi ciechi sono stati posati in corrispondenza delle pompe per evitare l'"effetto strappo" sulle pareti del pozzo. Infine i pozzi presentano sul fondo un metro di sacco che permette il deposito di eventuali particelle fini che vengono a trovarsi all'interno della colonna filtrante durante l'esercizio delle pompe.

Le sezioni definitive dei pozzi sono riportate negli schizzi della pagina precedente.

Immediatamente dopo la formazione dei pozzi sono state eseguite prove di verticalità sulle colonne filtranti da parte della ditta Solexperts AG, Mönchaltorf. La deviazione rispetto alla verticale risulta, per ogni pozzo, inferiore a 0.5%, rispettando così quanto richiesto.

### 5.3 Permeabilità

Le prove di pompaggio nei singoli pozzi sono state eseguite al termine della loro esecuzione avvenuta tra i mesi di aprile e maggio del 2016. Queste hanno permesso di stabilire le permeabilità in corrispondenza dei pozzi e l'abbassamento in esercizio singolo.

I risultati della prova di pompaggio eseguita in **P1** il 7 aprile e il 18 aprile 2016 sono riassunti nelle due tabelle seguenti:

Portata (l/min)	Quota della falda nel pozzo (m.s.m.)	Abbassamento del livello d'acqua rispetto alla situazione a riposo (m)
0	234.30	Falda a riposo il 07.04.2016
1'430	234.00	0.30
3'280	233.45	0.85

Portata (l/min)	Quota della falda nel pozzo (m.s.m.)	Abbassamento del livello d'acqua rispetto alla situazione a riposo (m)
0	234.89	Falda a riposo il 18.04.2016
7'000	232.89	2.00

Applicando la formula di Babouchkine-Guirinsky ai valori misurati, si ottiene un valore medio della permeabilità (K) del sottosuolo in corrispondenza del pozzo P1 pari a:

$$K_{P1} = 0.00186 \text{ m/s}$$

I risultati della prova di pompaggio eseguita in **P2** il 12-13 maggio 2016 sono:

Portata (l/min)	Quota della falda nel pozzo (m.s.m.)	Abbassamento del livello d'acqua rispetto alla situazione a riposo (m)
0	234.33	Falda a riposo il 12.05.2016
1'300	233.92	0.41
2'600	233.44	0.89
4'700	232.59	1.74

Il valore medio della permeabilità (K) del sottosuolo in P2 è pari a:

$$K_{P2} = 0.00133 \text{ m/s}$$

Infine i risultati della prova di pompaggio eseguita in **P3** il 26-27 aprile 2016 sono:

Portata (l/min)	Quota della falda nel pozzo (m.s.m.)	Abbassamento del livello d'acqua rispetto alla situazione a riposo (m)
0	234.64	Falda a riposo il 26.04.2016
1'200	234.27	0.37
2'100	233.98	0.66

Portata (l/min)	Quota della falda nel pozzo (m.s.m.)	Abbassamento del livello d'acqua rispetto alla situazione a riposo (m)
4'300	232.92	1.72

Il valore medio della permeabilità (K) del sottosuolo in P3 è pari a:

$$K_{P3} = 0.00134 \text{ m/s}$$

#### 5.4 Raggi d'influenza dei singoli pozzi

Per il calcolo dei raggi di influenza (tramite la formula di Sichart) sono stati innanzitutto stimati gli abbassamenti nei singoli pozzi, tramite la formula di Babouchkine-Guirinsky, considerando la falda a riposo minima (232.00 m.s.m.). Il calcolo non tiene conto delle interferenze tra i pozzi.

I risultati sono riassunti nella tabella seguente:

Pozzo	Portata, Q (l/min)	Abbassamento, $\Delta s$ (m)	Raggio d'influenza, R (m)
P1	5'600	1.5	193
P2	3'400	1.3	142
P3	4'000	1.5	165

I raggi d'influenza così ottenuti sono stati utilizzati nel modello matematico per la simulazione della falda freatica (Cap. 10).

Riassunto delle principali caratteristiche dei nuovi pozzi:

	P1	P2	P3
Coordinate:	722'940.00 120'900.00	722'892.88 120'781.65	722'825.91 120'880.98
No. di catasto cantonale:	107.139	107.140	107.141
Quota orlo filtro:	236.72 m.s.m.	236.66 m.s.m.	236.93 m.s.m.
Quota di riferimento (coperchio di chiusura):	237.28 m.s.m.	237.22 m.s.m.	237.49 m.s.m.
Profondità di perforazione (da piano campagna):	26 m	26 m	26 m
Ø del pozzo:	1'800 mm	1'800 mm	1'800 mm
Ø della colonna filtrante:	1'000 mm	1'000 mm	1'000 mm
Composizione dei filtri:	7.61 m tubi ciechi 9.00 m tubi filtranti 2.00 m tubi ciechi 5.00 m tubi finestrati 1.00 m sacco finale	11.93 m tubi ciechi 8.00 m tubi filtranti 2.00 m tubi ciechi 2.00 m tubi finestrati 1.00 m sacco finale	9.01 m tubi ciechi 8.00 m tubi filtranti 2.00 m tubi ciechi 5.00 m tubi finestrati 1.00 m sacco finale
Quota filtri (m.s.m.):	229.11 - 220.11 218.11 - 213.11	224.73 - 216.73 214.73 - 212.73	227.94 - 219.94 217.94 - 212.94
Portata concessionata:	5'600 l/min	3'400 l/min	4'000 l/min
Profondità pompe:	219.11 m.s.m.	215.73 m.s.m.	218.92 m.s.m.
Permeabilità media (prova):	$K_1 = 1.86 \cdot 10^{-3}$ m/s	$K_2 = 1.33 \cdot 10^{-3}$ m/s	$K_3 = 1.34 \cdot 10^{-3}$ m/s
Abbassamenti (alle portate d'esercizio, falda minima):	$\Delta s_{5600} = 1.5$ m	$\Delta s_{3400} = 1.3$ m	$\Delta s_{4000} = 1.5$ m
Quota falda massima:	235.8 m.s.m.	235.8 m.s.m.	235.8 m.s.m.
Quota falda minima:	232.0 m.s.m.	232.0 m.s.m.	232.0 m.s.m.
Quota falda minima abbassata:	230.5 m.s.m.	230.7 m.s.m.	230.5 m.s.m.
Raggio del cono d'abbassamento (alla portata d'esercizio, falda minima):	$R_{5600} = 193$ m	$R_{3400} = 142$ m	$R_{4000} = 165$ m

## 6 PROVA DI POMPAGGIO DI LUNGA DURATA

La prova di pompaggio di lunga durata, con l'emungimento simultaneo dai tre pozzi è iniziata l'8 marzo 2017 ed è terminata il 5 aprile 2017. In questo periodo, in totale 28 giorni, la quota della falda all'interno dei pozzi e in 4 piezometri è stata monitorata in continuo, mentre misure settimanali sono state eseguite sui punti di monitoraggio.

### 6.1 Portate di emungimento durante la prova

Durante la prova, le portate emunte dai singoli pozzi sono state monitorate attraverso lettura dei contaltri posti sulle condotte all'uscita da ogni pozzo.

La tabella seguente riporta i valori delle letture:

Data	P1 (l/min)	P2 (l/min)	P3 (l/min)	Data	P1 (l/min)	P2 (l/min)	P3 (l/min)
08.03.2017	5'769			24.03.2017	5'629	3'066	3'904
09.03.2017	5'865	3'077	4'003	26.03.2017	5'655	3'077	3'914
13.03.2017	5'576	3'077	3'896	28.03.2017	5'676	3'064	3'922
14.03.2017	5'618	3'088	3'896	29.03.2017	5'561	3'080	3'922
15.03.2017	5'660	3'109	3'822	30.03.2017	5'660	3'101	3'968
16.03.2017	5'607	3'061	3'871	01.04.2017	5'660	3'094	3'940
18.03.2017	5'613	3'017	3'909	03.04.2017	5'660	3'077	3'929
20.03.2017	5'607	3'053	3'861	05.04.2017	5'666	3'067	3'906
22.03.2017	5'639	3'021	3'886	<b>MEDIA</b>	<b>5'653</b>	<b>3'070</b>	<b>3'909</b>

In media, il pompaggio complessivo è stato di 12'632 l/min.

## **6.2 Quota della falda durante la prova**

La tabella alla pagina seguente riporta le misure manuali della quota della falda eseguite settimanalmente dal personale AMB. Oltre alla quota assoluta della falda la tabella riporta anche gli abbassamenti effettivi (rispetto alla situazione a riposo).

La figura di pagina 15 riporta il grafico dell'andamento della falda nei 3 pozzi e nei 4 piezometri monitorati in continuo e le rispettive misure manuali. Al grafico sono state aggiunte anche le precipitazioni giornaliere registrate al pluviometro di Bellinzona al fine di valutare l'influenza delle precipitazioni sulla quota della falda freatica.

L'esame del grafico permette le seguenti considerazioni:

- dall'inizio della prova, 8 marzo, fino al 21 marzo non ci sono state precipitazioni di rilievo, la falda freatica è influenzata quasi esclusivamente dall'emungimento dei pozzi, sebbene un calo di pochi centimetri può essere imputato ad un abbassamento generale del livello freatico dovuto alla mancanza di precipitazioni;
- dal 21 al 25 marzo ha piovuto complessivamente ca. 55 mm, questo ha un riscontro sulla quota della falda, la quale ha subito un incremento di ca. 20 cm in tutti i punti misurati.
- le precipitazioni dell'1 e 2 aprile di ca. 10 mm, non hanno avuto riscontri sulla quota della falda.

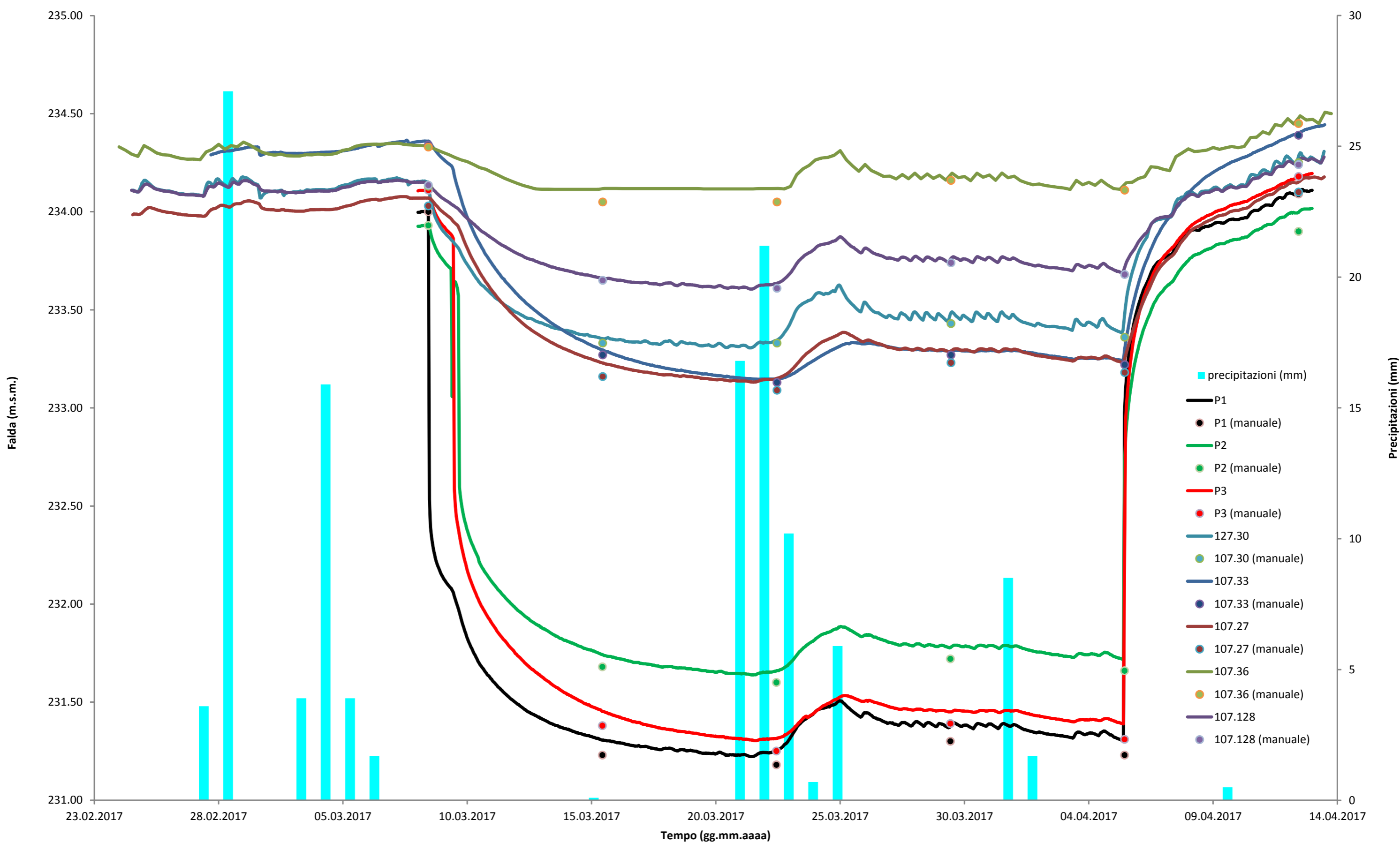
## **6.3 Raggio d'influenza**

La prova di lunga durata ha permesso di definire il raggio d'influenza del sistema costituito dai tre pozzi utilizzando la formula di Sichart. Considerando quale abbassamento della falda, quello massimo misurato nel pozzo P3 (2.86 m) e una permeabilità media di 0.0013 m/s, si ottiene un raggio di ca. 300 m.

DATA	Falda a riposo			Falda abbassata								Falda a riposo	
	11.12.2002*	08.03.2017		15.03.2017		22.03.2017		29.03.2017		05.04.2017		12.04.2017	
	Quota (m.s.m.)	Quota (m.s.m.)	$\Delta s$ ('17-'02) (m)	Quota (m.s.m.)	$\Delta s$ totale (m)	Quota (m.s.m.)	$\Delta s$ totale (m)	Quota (m.s.m.)	$\Delta s$ totale (m)	Quota (m.s.m.)	$\Delta s$ totale (m)	Quota (m.s.m.)	$\Delta s$ totale (m)
P1		<b>234.00</b>		231.23	-2.77	231.18	-2.82	231.30	-2.70	231.23	-2.77	234.09	0.09
P2		<b>233.93</b>		231.68	-2.25	231.6	-2.33	231.72	-2.21	231.66	-2.27	233.9	-0.03
P3		<b>234.11</b>		231.38	-2.73	231.25	-2.86	231.39	-2.72	231.31	-2.80	234.18	0.07
106.10	235.38	<b>234.42</b>	-0.96	233.93	-0.49	233.84	-0.58	233.97	-0.45	233.92	-0.50	234.48	0.06
107.21	235.11	<b>234.32</b>	-0.79	233.70	-0.62	233.63	-0.69	233.75	-0.57	233.70	-0.62	234.39	0.07
107.128		<b>234.14</b>		233.65	-0.48	233.61	-0.52	233.74	-0.39	233.68	-0.45	234.24	0.11
107.36	234.84	<b>234.33</b>	-0.51	234.05	-0.28	234.05	-0.28	234.16	-0.17	234.11	-0.22	234.45	0.12
107.35	235.04	<b>234.38</b>	-0.66	234.06	-0.32	234.04	-0.34	234.16	-0.22	234.11	-0.27	234.49	0.11
106.9	235.81	<b>235.10</b>	-0.71	234.58	-0.52	234.60	-0.50	234.73	-0.37	234.67	-0.43		
107.37	234.64	<b>234.25</b>	-0.39	234.00	-0.25	234.03	-0.22	234.12	-0.13	234.07	-0.18	234.36	0.11
107.38	234.57	<b>234.25</b>	-0.32	234.05	-0.20	234.10	-0.15	234.19	-0.06	234.11	-0.14	234.37	0.12
107.122	234.24	<b>233.95</b>	-0.29	233.48	-0.47	233.52	-0.43	233.60	-0.35	233.54	-0.41	234.06	0.11
107.119	233.98	<b>233.64</b>	-0.34	233.28	-0.36	233.36	-0.28	233.40	-0.24	233.34	-0.30	233.74	0.10
107.30	234.53	<b>234.13</b>	-0.40	233.33	-0.80	233.33	-0.80	233.43	-0.70	233.36	-0.77	234.25	0.12
107.123	234.30	<b>233.86</b>	-0.44										
Pozzo B	234.46	<b>233.98</b>	-0.48	232.82	-1.16	232.79	-1.19	232.90	-1.08	232.85	-1.13	234.08	0.10
107.120	234.56	<b>233.98</b>	-0.58										
107.33	235.23	<b>234.34</b>	-0.89	233.27	-1.07	233.13	-1.21	233.27	-1.07	233.22	-1.12	234.39	0.05
107.27	234.77	<b>234.03</b>	-0.74	233.16	-0.87	233.09	-0.94	233.23	-0.80	233.18	-0.85	234.10	0.07
107.26	234.54	<b>233.91</b>	-0.63	233.22	-0.69	233.19	-0.72	233.31	-0.60	233.25	-0.66	233.99	0.08

\* Quote utilizzate per il modello

### Quota della falda dal 24.02.2017 al 13.04.2017



## 7 PROVA DI TRACCIAMENTO

Durante la prova di pompaggio di lunga durata, il 14.03.2017, dopo ca. una settimana, quando gli abbassamenti all'interno dei pozzi risultavano stabili, si è proceduto all'esecuzione di una prova di tracciamento tra due piezometri (107.120 e 107.123) e il pozzo P1.

La prova di tracciamento volta a determinare la porosità efficace del sottosuolo è stata effettuata conformemente alle indicazioni contenute nella guida pratica per l'utilizzo di traccianti in idrogeologia: "*Einsatz künstliche Tracer in der Hydrogeologie*", UFAEG 2002.

### 7.1 Scelta e quantitativo dei traccianti

I traccianti sono stati scelti in base a criteri di praticità. È importante che il tracciante sia stabile chimicamente e solubile in acqua. Inoltre, è fondamentale che sia innocuo per l'uomo, gli animali e l'ambiente; facile da analizzare e con un basso limite analitico; economico. Tutti questi requisiti sono soddisfatti sia dall'uranina, conosciuta anche con il nome di fluoresceina, che dall'amidorodamina G.

Il quantitativo di tracciante è stato stabilito in base alla formula:

$$M = \alpha \cdot L \cdot A$$

dove:

M è la quantità di tracciante (g)

$\alpha$  è il fattore di correzione (g/m), per l'uranina:  $\alpha = 1$ , per l'amidorodamina G:  $\alpha = 2$

L è la distanza (m) tra immissione e punto di prelievo

A è un fattore che dipende dall'acquifero (-), in acquifero poroso con una permeabilità compresa tra  $10^{-3}$  e  $10^{-4}$  m/s,  $A = 0.5$

Si ottengono così i seguenti quantitativi: 1.3 kg di uranina e 1.5 kg di amidorodamina G.

## **7.2 Immissione del tracciante**

L'uranina è stata immessa il 14.03.2017 alle ore 10:00 nel piezometro 107.120 che si trova a ca. 90 m a nord di P1, mentre l'amidorodamina G è stata immessa lo stesso giorno, alle ore 11:00 nel piezometro 107.123 che si trova ca. 60 m est dello stesso pozzo (vedi piano di situazione alla pagina 5).

Le polveri dei traccianti sono state diluite in ca. 100 litri d'acqua appena prima dell'inizio della prova di tracciamento.

Al momento dell'immissione i tre pozzi di captazione erano in funzione a regime d'esercizio. L'impianto è rimasto attivo ininterrottamente per tutta la durata della prova di tracciamento.

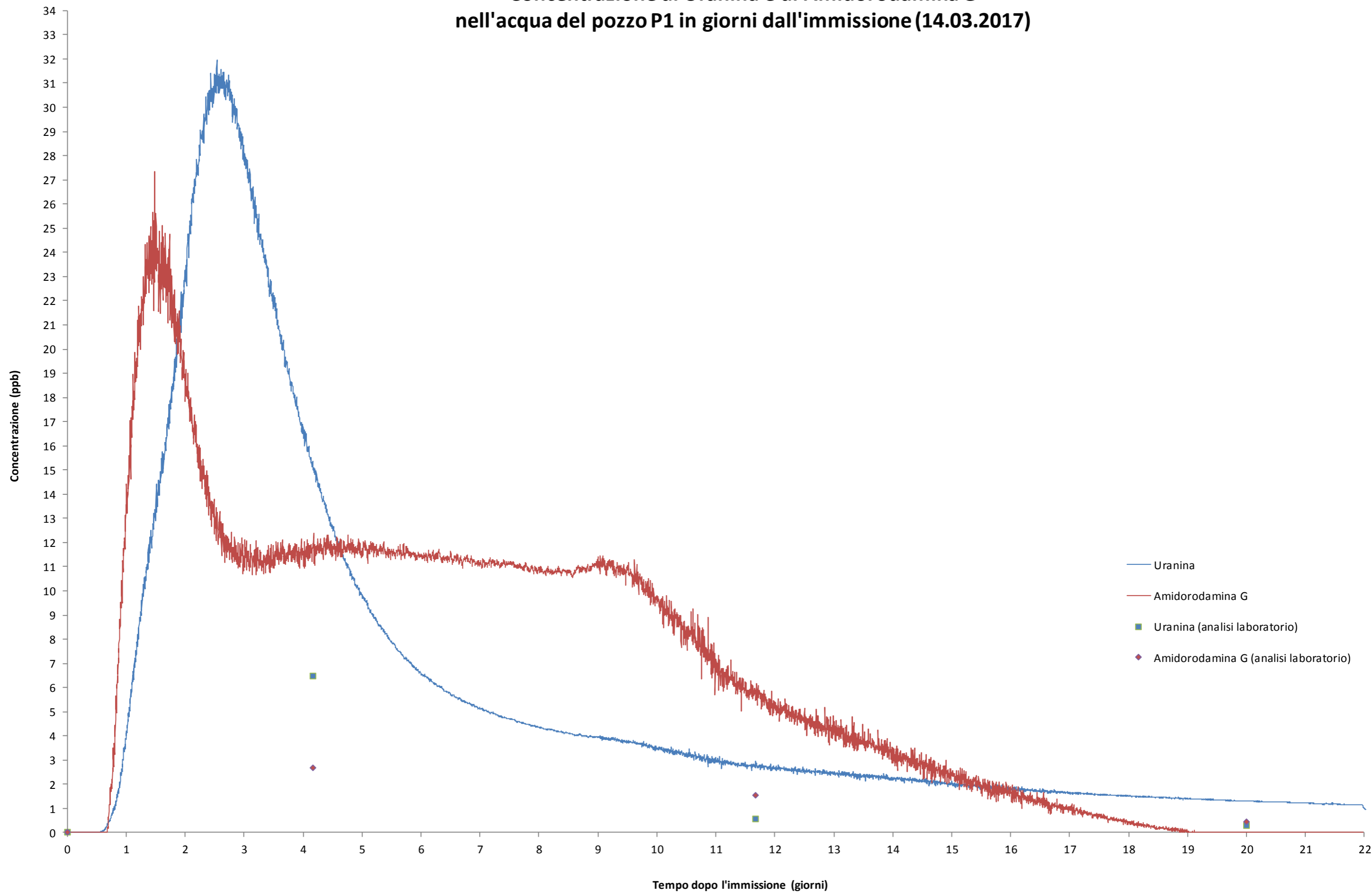
## **7.3 Risultati della prova di tracciamento**

Grazie all'utilizzo del fluorimetro digitale GGUN-FL30 della ditta Albilis Co, Neuchâtel, sono disponibili misure della concentrazione dei due traccianti ad intervalli di tempo di 5 min. Questo ha permesso di disegnare nel dettaglio la curva di restituzione sia per l'uranina che per l'amidorodamina G, come riportato nel grafico della pagina 18.

Le concentrazioni di uranina e amidorodamina G di alcuni campioni prelevati dai tre pozzi sono anche state misurate dal laboratorio Hydro-Geo environnement, Moudon.

Le analisi sui campioni prelevati dai pozzi P2 e P3 non hanno rilevato la presenza dei traccianti, mentre quelle del pozzo P1 sono riportate nella tabella alla pagina 19 e sul grafico della pagina seguente.

### Concentrazione di Uranina e di Amidorodamina G nell'acqua del pozzo P1 in giorni dall'immissione (14.03.2017)



Analisi sui campioni di acqua prelevati dal pozzo P1:

Tempo dall'immissione (ore)	Uranina (ppb)	Amidorodamina G (ppb)
0	0.00	0.00
100	6.48	2.68
280	0.57	1.53
480	0.30	0.45

Dal grafico si possono notare discrepanze tra le concentrazioni rilevate dal fluorimetro digitale e quelle nei campioni analizzati in laboratorio. Tali problemi sono dovuti verosimilmente a difetti di conservazione dei campioni. Per i calcoli sono state utilizzate le concentrazioni rilevate dal fluorimetro digitale, ritenute in questo caso più attendibili.

Analizzando le curve di restituzione dell'uranina e dell'amidorodamina G e applicando le formule contenute nella guida pratica citata è possibile calcolare i seguenti tempi e velocità:

Tracciante:	Uranina	Amidorodamina G
Tempo di primo arrivo del tracciante ( $t_{\text{primo}}$ ):	13.30 ore	16.42 ore
Velocità massima ( $V_{\text{max}}$ ):	157 m/g	82 m/g
Concentrazione del picco ( $C_{\text{picco}}$ ):	31.95 ppb	27.33 ppb
Tempo di arrivo del picco ( $t_{\text{picco}}$ ):	60.92 ore	35.67 ore
Velocità del picco ( $V_{\text{picco}}$ ):	34 m/g	37 m/g

## 8 POROSITÀ EFFICACE ( $n_e$ )

Per poter definire la porosità efficace ( $n_e$ ), indispensabile al modello matematico per la simulazione dell'isocrona dei 10 giorni, si è fatto capo ai risultati dalla prova di tracciamento descritta al capitolo precedente.

La guida pratica: “*Einsatz künstliche Tracer in der Hydrogeologie*”, UFAEG 2002, indica quale metodologia per la determinazione della porosità efficace attraverso le prove di tracciamento, la soluzione matematica della seguente formula:

$$n_e = \frac{Q \cdot t_{medio}}{\pi \cdot x^2 \cdot H}$$

dove:

Q è la portata complessiva durante la prova (m<sup>3</sup>/s)

t<sub>medio</sub> è il tempo medio di scorrimento del tracciante (m/s)

x è la distanza di scorrimento (m)

H è lo spessore medio dell’acquifero (m)

È dunque indispensabile conoscere il valore di t<sub>medio</sub>, che corrisponde al tempo di scorrimento medio del tracciante.

Il valore di t<sub>medio</sub> può essere calcolato grazie alla formula:

$$t_{medio} = t_{picco}^* \cdot \left[ \sqrt{1 + \left(4 \cdot \frac{D_L}{v \cdot x}\right)^2} + 4 \cdot \frac{D_L}{v \cdot x} \right]$$

dove:

t<sub>picco</sub>\* è t<sub>picco</sub> diminuito di un’ora (s)

ottenendo così i seguenti tempi e velocità di scorrimento medi:

Tracciante:	Uranina	Amidorodamina G
Tempo medio di scorrimento (t <sub>medio</sub> ):	80.37 ore	46.87 ore
Velocità media di scorrimento (V <sub>media</sub> ):	26 m/g	29 m/g

Per stabilire la buona approssimazione della soluzione analitica rispetto a quanto risultato dalla prova di tracciamento si può far capo alla curva di restituzione:

$$C(t_i) = C_{picco} \cdot \left(\frac{t_{picco}}{t_i}\right) \cdot \exp \left[ \frac{1 - \left(\frac{t_{picco}}{t_i}\right)}{4 \cdot \left(\frac{D_L}{v \cdot x}\right) \cdot t_{picco}} \cdot \left(t_{medio} - \frac{t_{picco} \cdot t_i}{t_{medio}}\right) \right]$$

dove:

t<sub>medio</sub> è il tempo di dimezzamento del tracciante (s)

$t_{\text{picco}}$  è il tempo di arrivo del picco (s)

$C_{\text{picco}}$  è la concentrazione a  $t_{\text{picco}}$  (ppm)

$D_L$  è il coefficiente di dispersione (-)

Utilizzando la formula per il calcolo di  $t_{\text{medio}}$  della pagina precedente si ottengono i seguenti valori di porosità efficace:

Tracciante:	Uranina	Amidorodamina G
Porosità efficace ( $n_e$ ) – metodo analitico:	0.13	0.19

Le curve analitiche per la restituzione dell'uranina e dell'amidorodamina G sono rappresentate sui grafici di pagina 22. Il confronto tra il risultato analitico e quello reale dimostra la buona approssimazione del valore di  $t_{\text{medio}}$  calcolato.

La differenza tra le curve di restituzione analitiche e quelle reali, sia dell'uranina ma soprattutto dell'amidorodamina G, è causata da fattori legati a fenomeni di dispersione.

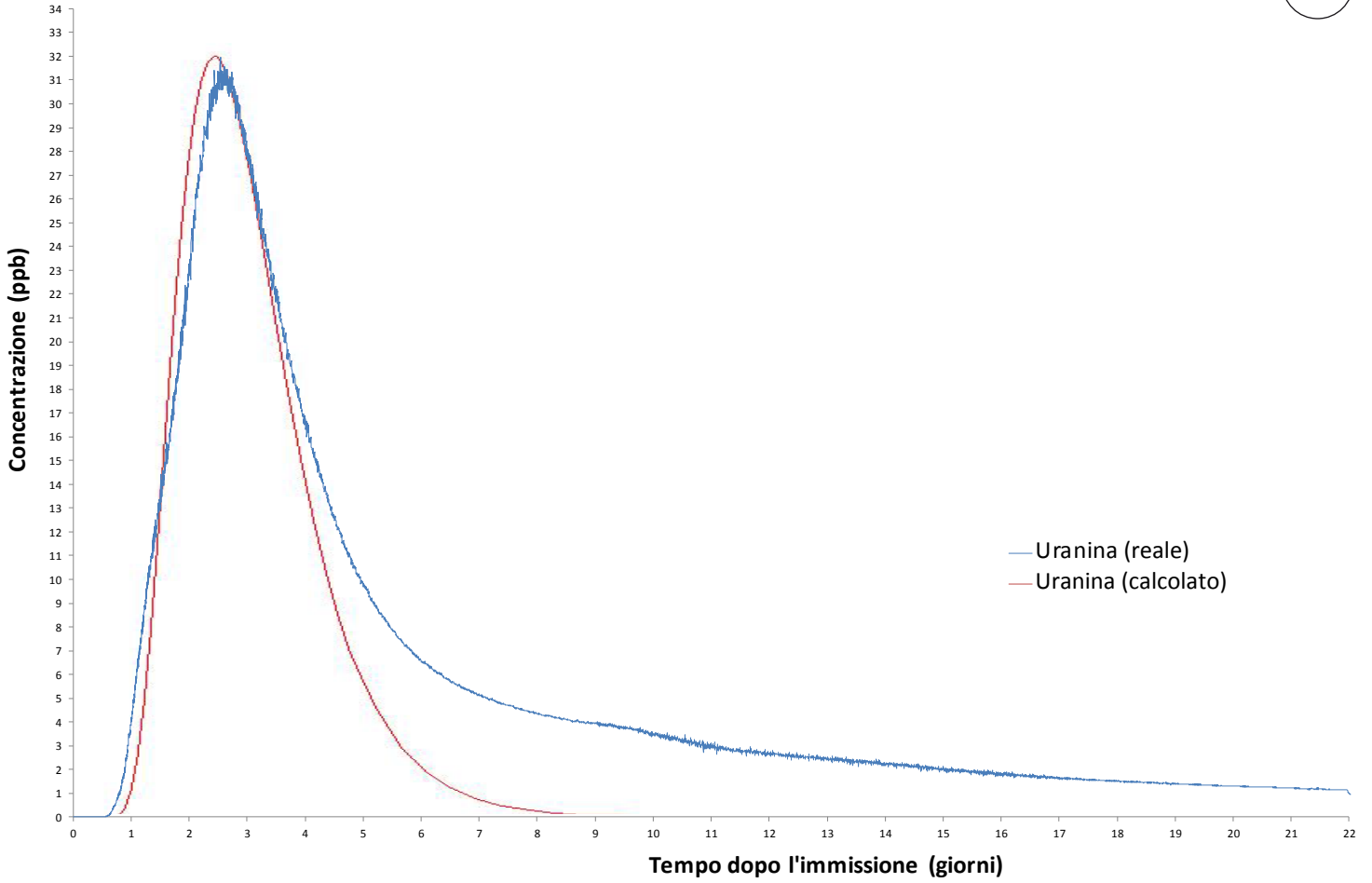
Parallelamente a quanto calcolato, la porosità efficace è stata anche definita tramite calibrazione in "back analysis" del modello matematico presentato al Cap. 10. Il modello simula l'arrivo dei traccianti nei tempi realmente registrati, assegnando al sottosuolo le seguenti porosità:

Tracciante:	Uranina	Amidorodamina G
Porosità efficace ( $n_e$ ) – metodo numerico:	0.035	0.045

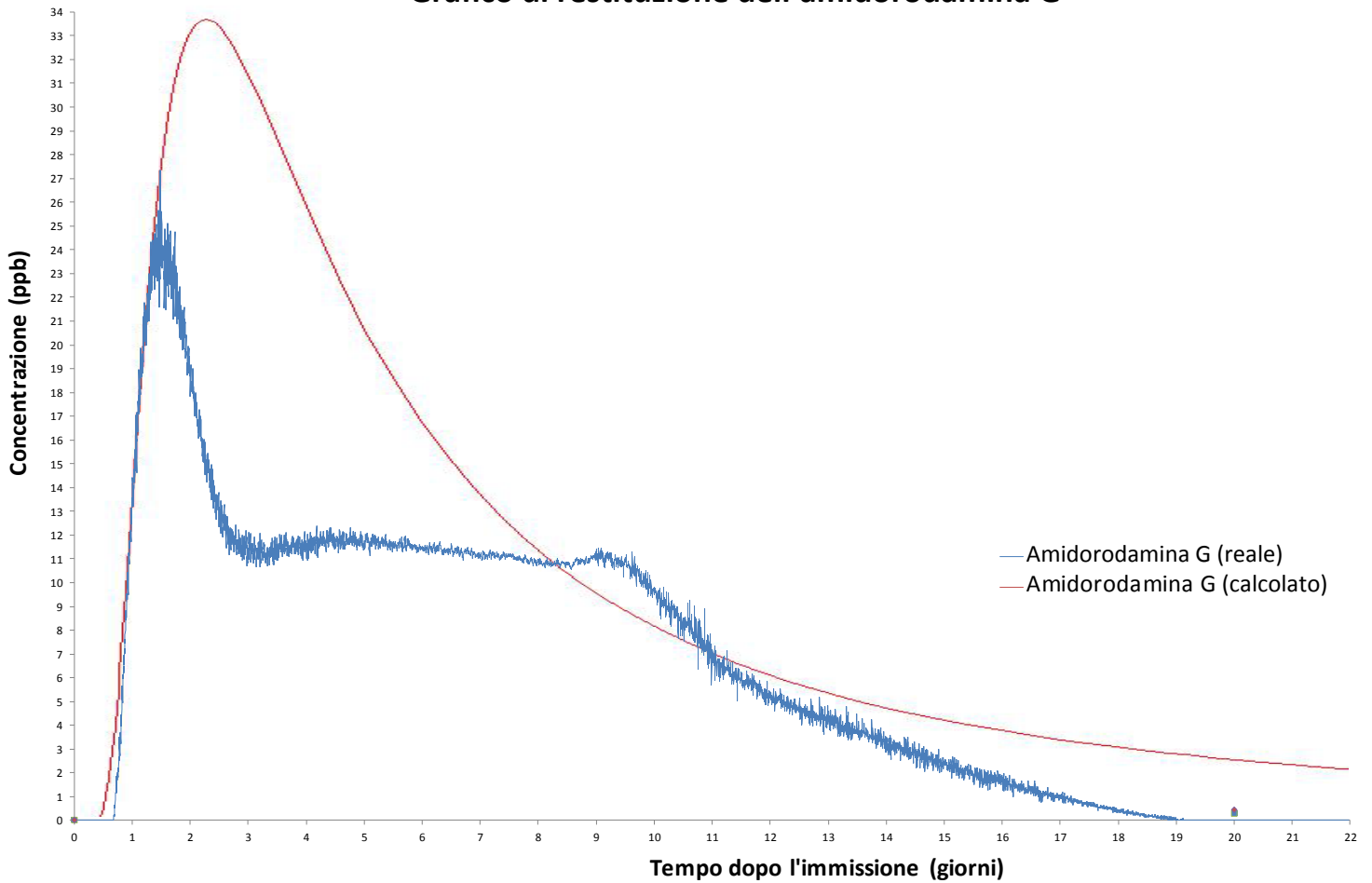
Alla pagina 23 è visibile la simulazione della falda durante il pompaggio avvenuto nel 2017 con le isocrone corrispondenti all'arrivo del picco dei traccianti.

I risultati numerici, ottenuti con la calibrazione del modello, sono circa un quarto rispetto a quelli scaturiti dai calcoli analitici. Considerando che le zone di protezione verranno definite dal modello matematico tramite tracciamento dell'isocrona dei 10 giorni, è stato concordato con la SPAAS di prediligere il risultato numerico rispetto a quello analitico, utilizzando dunque una porosità efficace  $n_e$  di 0.05.

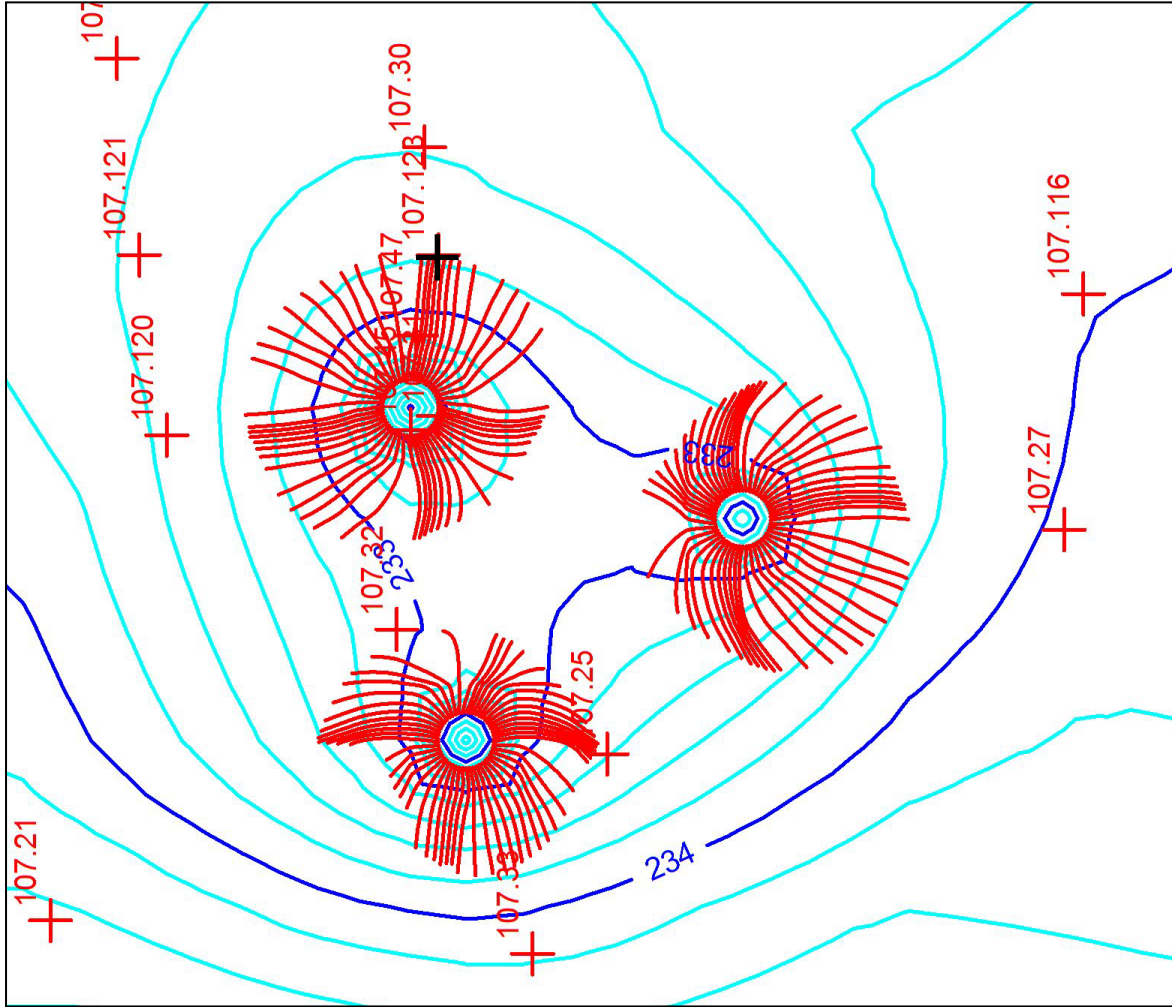
### Grafico di restituzione dell'uranina



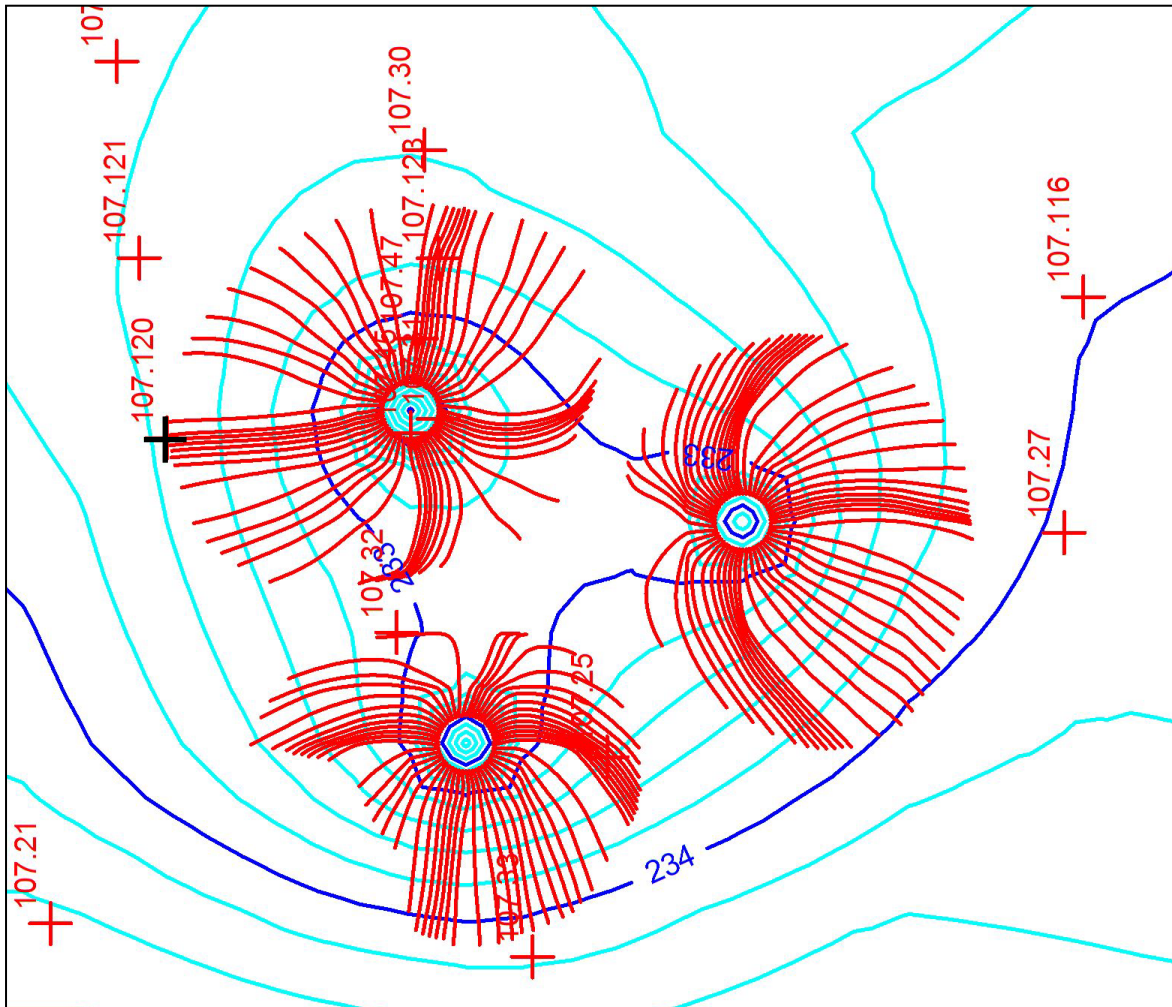
### Grafico di restituzione dell'amidorodamina G



# Tracciamento isocrone - simulazione prova di tracciamento



$t_{\text{pico}}$  (amidorodamina G) = 128'412 sec = 35.67 ore  
 $n_e$  modello = 0.045



$t_{\text{pico}}$  (uranina) = 219'312 sec = 60.92 ore  
 $n_e$  modello = 0.035

## 9 QUALITÀ DELL'ACQUA

Durante la prova di pompaggio di lunga durata, in data 5 aprile 2017, sono state eseguite le analisi batteriologiche e fisico-chimiche complete dell'acqua prelevata dai tre pozzi. I risultati, riportati nei certificati d'analisi allegati, mostrano che l'acqua dei pozzi in esame è conforme ai requisiti di potabilità fissati per l'acqua potabile dall'Ordinanza del DFI concernente l'acqua potabile, l'acqua sorgiva e l'acqua minerale del 23 novembre 2005 (Stato 1° gennaio 2014).

## 10 SIMULAZIONI DELLA FALDA FREATICA

La situazione della falda freatica in località Gorduno-Gnosca è stata simulata tramite un **modello in due dimensioni a differenze finite**, già allestito dal nostro studio nel gennaio 2003 per il progetto di massima. Il software utilizzato è ISOMAP della Geo&Soft di Ing. Scioldo, Torino.

Il modello in due dimensioni è stato privilegiato rispetto ad uno in tre dimensioni, in quanto, per acquiferi liberi in materiale sciolto, si definisce un'unica permeabilità omogenea su tutto lo spessore dell'acquifero.

### 10.1 Definizione del modello

La prima fase del modello consiste nella **creazione di una griglia regolare** a maglie quadrate a partire da punti di misura, la seconda nella **ricostruzione delle curve** attraverso un algoritmo di interpolazione ed estrapolazione basato sul riconoscimento di un trend regolare di tipo polinomiale a partire dalla griglia regolare.

Nel nostro caso i parametri per la costruzione della griglia sono i seguenti:

- **Algoritmo di calcolo:** superficie polinomiale limite (di ordine 2); durante il processo di definizione del modello si è rivelata come metodologia di calcolo più idonea a rappresentare la falda a riposo.
- **Larghezza delle maglie:** 20 m
- **Estensione della griglia:**  $X_{\min}=721'800$ ,  $X_{\max}=723'300$   
 $Y_{\min}=120'500$ ,  $Y_{\max}=122'300$
- **Punti di misura:** quote della falda a riposo misurate l'11.12.2002 (vedi Cap. 10.2).

Il **ricalcolo** per via numerica delle **condizioni di equilibrio** (steady state) è stato effettuato con il metodo delle **differenze finite**, che consente di tenere conto di tutti i parametri che di norma influenzano l'andamento piezometrico. In particolare vengono definite aree in cui, per ogni data permeabilità il potenziale idraulico risulta costante. Le equazioni che descrivono il modello impongono che in ogni nodo, non caratterizzato da un potenziale costante di flusso (vedi condizioni di contorno), sia governato dalla Legge di Darcy.

Nel nostro caso si è scelto un **numero di iterazioni** pari a 1'000, che è stato definito in seguito a vari tentativi di calcolo. Il programma richiede inoltre la **quota del letto dell'acquifero**, pari a 210 m.s.m., che corrisponde al limite superiore dei depositi lacustro-glaciali, vedi situazione idrogeologica della relazione del gennaio 2003.

Le **condizioni di contorno** scelte prevedono il **ricalcolo** di tutte le maglie all'interno della griglia, mentre per quanto concerne il contorno, viene imposto il **valore iniziale**, cioè il valore scaturito dopo la definizione delle condizioni di equilibrio. Le celle che si trovano lungo il fondovalle sono **punti attivi**, mentre le celle che si trovano sui fianchi del versante, dove non è presente un acquifero, sono considerate **celle non attive** e non vengono quindi calcolate.

Alle diverse celle del modello sono state attribuite localmente delle permeabilità conformi a quelle rilevate nei diversi piezometri. Ai depositi dell'alveo del fiume è

stata data una permeabilità di 0.02 m/s per imporre un effetto alimentante o drenante dello stesso.

La metodologia di calibrazione utilizzata è quella di “back analysis” che prevede la modifica delle condizioni iniziali sulla base dei risultati ottenuti ed un ulteriore affinamento del modello fino ad ottenere il risultato più consono alla realtà misurata.

Questo procedimento è stato eseguito sia sui dati di falda a riposo sia sui dati di falda abbassata durante le varie prove di pompaggio eseguite (in particolare quelle scaturite durante la prima fase di indagini, prove di pompaggio Jäckli-Pedrozzi, luglio 1983, e la prova di pompaggio nel pozzo C, progetto definitivo, giugno 2006) nonché quelle scaturite durante questa ultima fase di indagini (2016-2017).

## 10.2 Falda a riposo

I dati di riferimento per definire la falda a riposo sono quelli misurati nei diversi piezometri l'11.12.2002. La tabella seguente riporta tali valori rispetto a quelli calcolati dal modello:

Punto di misura	Valori osservati il 11.12.2002 (m.s.m.)	Valori calcolati (m.s.m.)	Valori calcolati – valori osservati (m)
106.9	235.81	235.51	-0.30
106.10	235.38	234.88	-0.50
107.21	235.11	234.45	-0.66
107.24	234.11	233.66	-0.45
107.25	234.85	234.23	-0.62
107.26	234.54	233.99	-0.55
107.27	234.77	234.11	-0.66
107.30	234.53	233.76	-0.77

<b>Punto di misura</b>	<b>Valori osservati il 11.12.2002 (m.s.m.)</b>	<b>Valori calcolati (m.s.m.)</b>	<b>Valori calcolati – valori osservati (m)</b>
107.31	234.59	233.98	-0.61
107.32	234.90	234.12	-0.78
107.33	235.23	234.51	-0.72
107.35	235.04	234.38	-0.66
107.36	234.84	234.22	-0.62
107.37	234.64	234.04	-0.60
107.38	234.57	233.96	-0.61
107.40	233.78	233.77	-0.01
107.45(A)	234.54	233.98	-0.56
107.47(B)	234.46	233.91	-0.55
107.119	233.98	233.67	-0.31
107.120	234.56	233.97	-0.59
107.121	234.32	233.83	-0.49
107.122	234.24	233.72	-0.52
107.123	234.30	233.85	-0.45

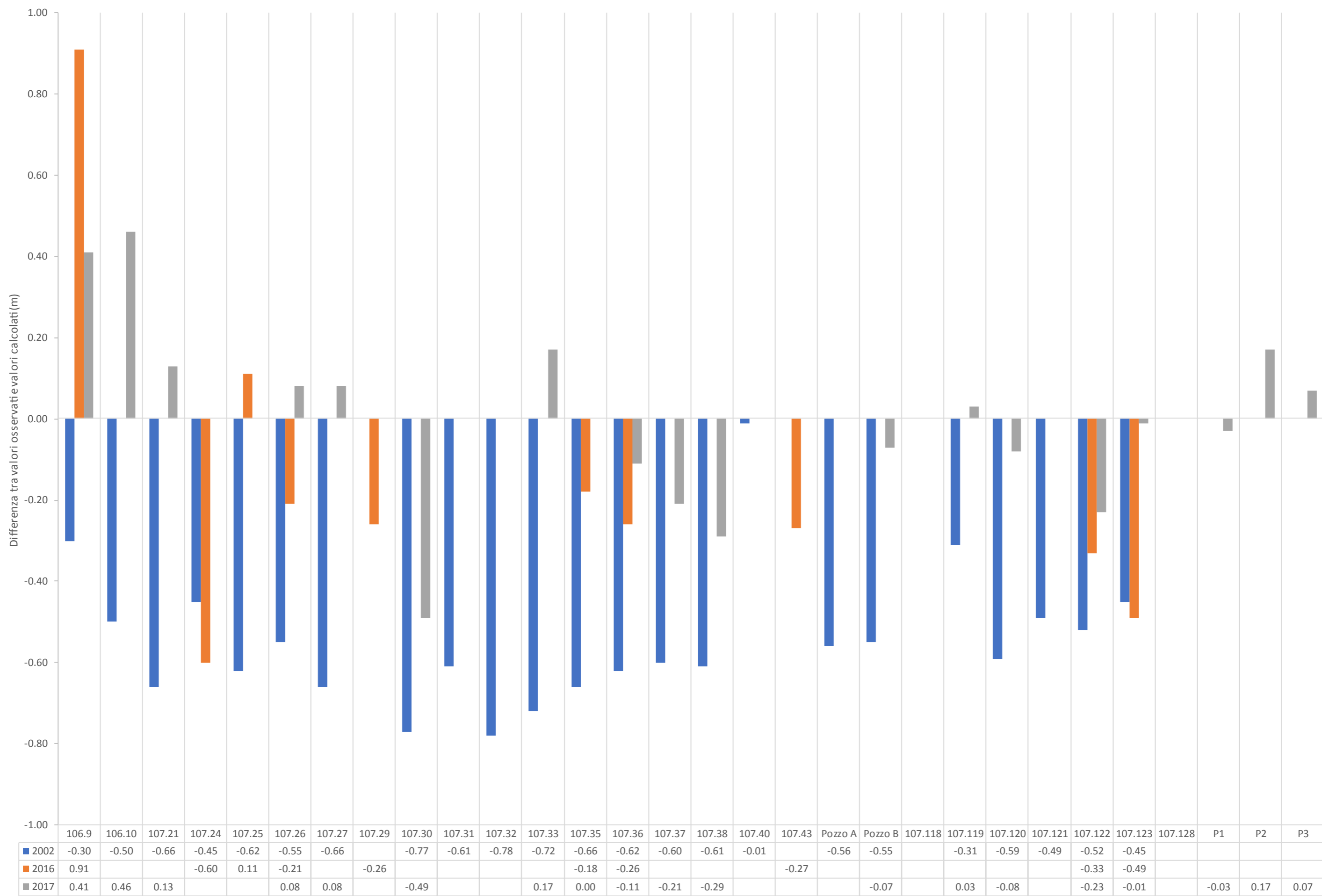
I valori calcolati risultano sempre minori rispetto a quelli realmente misurati nel 2002. Questa discrepanza tra modello e realtà, con un massimo di 78 cm del punto 107.32 e un minimo di 1 cm nel punto 107.40, è stata voluta in quanto si è cercato di simulare una situazione di falda bassa al fine di ottenere lo scenario più pessimistico per la captazione di importanti quantitativi di acqua dal sottosuolo.

Una volta eseguito il modello per il progetto definitivo (relazione giugno 2006) si è trattato di valutare, rispetto alla situazione osservata nel 2016 (prove di pompaggio nei singoli pozzi) ed in seguito nel 2017 (prova di lunga durata con 3 pozzi in esercizio), l'attendibilità del modello rispetto ai nuovi dati a disposizione.

A questo proposito sono state confrontate le quote del modello con quelle della falda a riposo del 2016 e del 2017. Inoltre le misure del 2016 e del 2017 sono state confrontate con quanto misurato nel 2002:

<b>Punto di misura</b>	<b>04.04.2016</b>	<b>2016-2002</b>	<b>modello-2016</b>	<b>08.03.2017</b>	<b>2017-2002</b>	<b>modello-2017</b>
106.9	234.60	-1.21	0.91	235.1	-0.71	0.41
106.10	-			234.42	-0.96	0.46
107.21	-			234.32	-0.79	0.13
107.24	234.26	0.15	-0.60	-		
107.25	234.12	-0.73	0.11	-		
107.26	234.20	-0.34	-0.21	233.91	-0.63	0.08
107.27	-			234.03	-0.74	0.08
107.30	-			234.25	-0.28	-0.49
107.33	-			234.34	-0.89	0.17
107.35	234.56	-0.48	-0.18	234.38	-0.66	0.00
107.36	234.48	-0.36	-0.26	234.33	-0.51	-0.11
107.37	-			234.25	-0.39	-0.21
107.38	-			234.25	-0.32	-0.29
107.43	234.19		-0.27	-		
107.47(B)	-			233.98	-0.48	-0.07
107.119	-			233.64	-0.34	0.03
107.120	-			234.05	-0.51	-0.08
107.122	234.05	-0.19	-0.33	233.95	-0.29	-0.23
107.123	234.34	0.04	-0.49	233.86	-0.44	-0.01
107.128	-			234.14		
107.139(P1)	-			234.00		-0.03
107.140(P2)	-			233.93		0.17
107.141(P3)	-			234.11		0.07

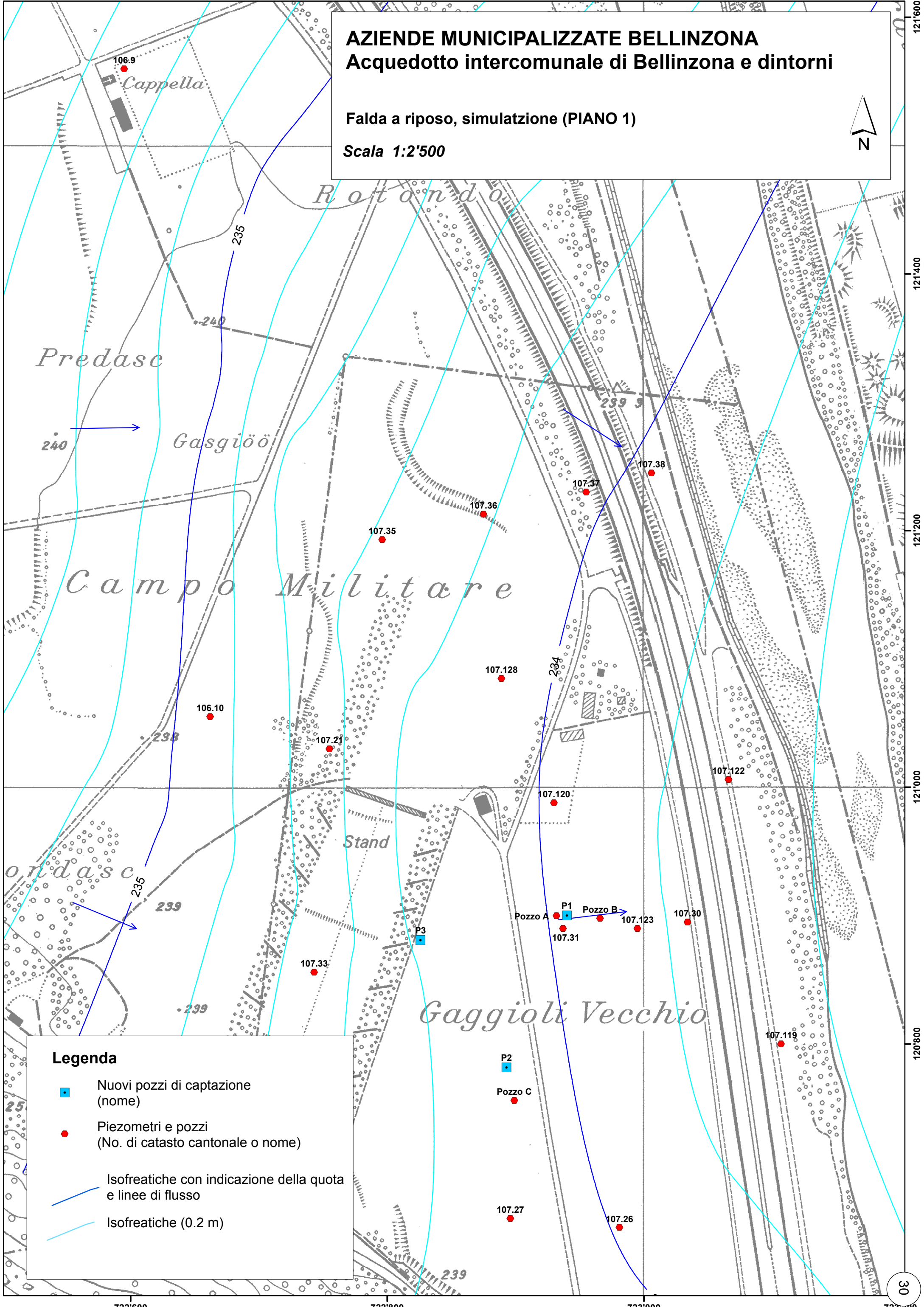
### Differenza tra valori osservati e valori calcolati







# AZIENDE MUNICIPALIZZATE BELLINZONA Acquedotto intercomunale di Bellinzona e dintorni

Falda a riposo, simulazione (PIANO 1)

Scala 1:2'500



## Legenda

-  Nuovi pozzi di captazione (nome)
-  Piezometri e pozzi (No. di catasto cantonale o nome)
-  Isofreatiche con indicazione della quota e linee di flusso
-  Isofreatiche (0.2 m)

P2

Pozzo C

107.27

107.26

Dalla tabella di pagina 28 si evince che le quote misurate nel 2016 e nel 2017 sono nella maggior parte dei casi più prossime al modello rispetto a quelle misurate nel 2002. Di conseguenza le discrepanze con i dati simulati diminuiscono.

Il grafico della pagina precedente riporta le differenze tra valori misurati e valori calcolati per i dati del 2002 (blu), del 2016 (rosso) e del 2017 (grigio).

Al termine di queste operazioni si ottiene una superficie freatica così come raffigurata nel **PIANO 1 (Falda a riposo)** della pagina precedente.

### 10.3 Simulazione dei pompaggi

Per simulare il pompaggio da ogni pozzo, il programma utilizza il metodo di **sovrapposizione degli effetti**. Questo metodo prevede un approccio semplificato rispetto al quello delle differenze finite utilizzato per definire la falda a riposo, infatti è basato sull'ipotesi che l'acquifero, intorno ad ogni singolo pozzo, sia costituito da un mezzo **isotropo** ed **omogeneo**. In un punto della falda gli abbassamenti vengono determinati come sovrapposizione degli effetti di tutti i pozzi il cui raggio di influenza risulti superiore alla distanza del pozzo dal punto stesso.

Nel nostro caso di falda libera, il calcolo alla base è quello dettato dalla Legge di Dupuit:

$$H^2 - h^2 = \frac{Q}{K \cdot \pi \cdot \ln \frac{R}{r}}$$

Dove:

H = altezza della falda indisturbata (m);

h = altezza della falda abbassata (m);

Q = portata (m<sup>3</sup>/s);

K = permeabilità (m/s);

R = raggio di influenza (m);

r = raggio del pozzo (m).

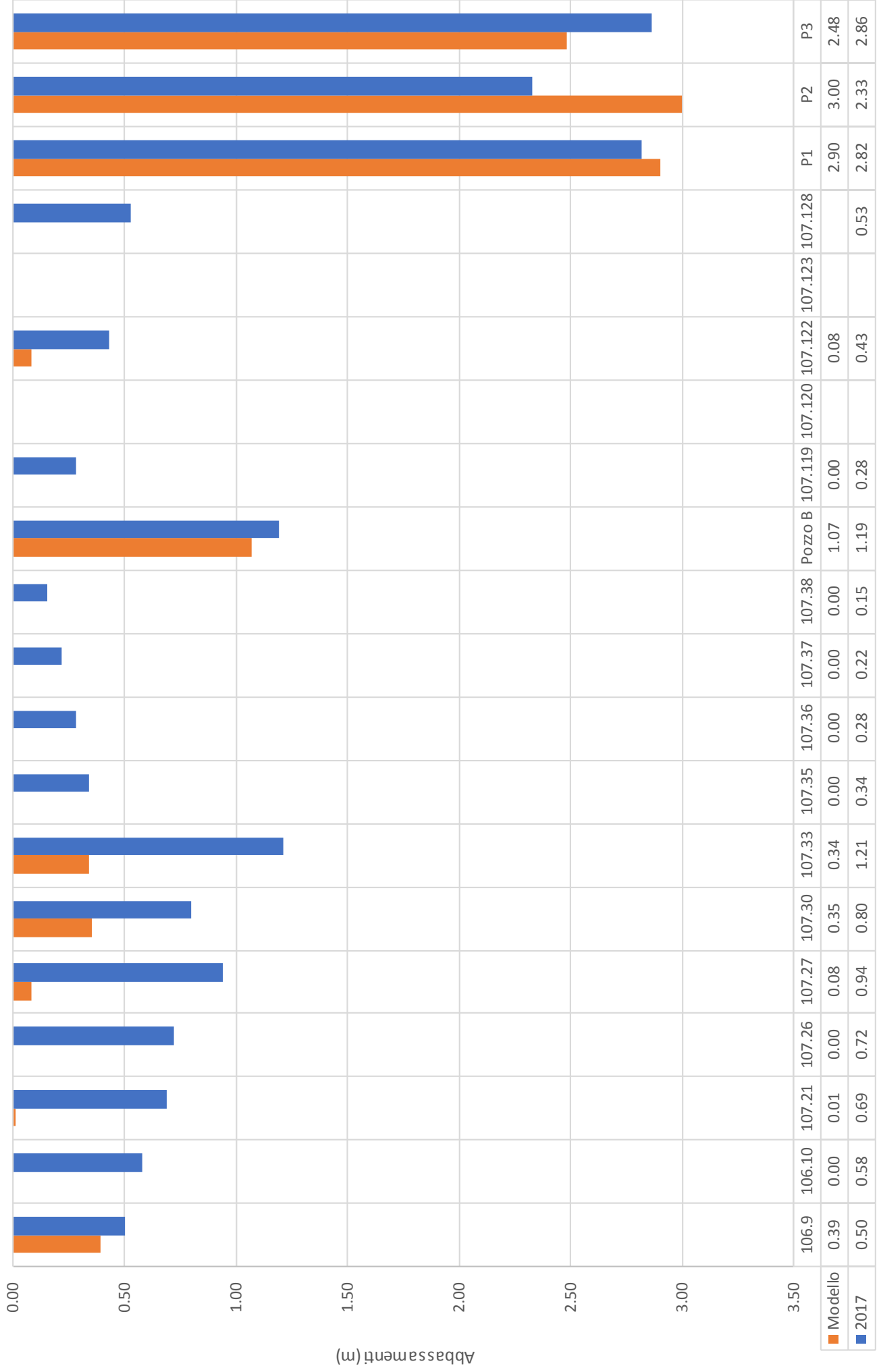
La formula si basa inoltre sul presupposto che i pozzi siano completi, ipotesi soddisfatta dai nuovi pozzi.

I dati riguardanti K, r e R sono quelli reali definiti a seguito delle prove di pompaggio nei singoli pozzi, vedi Cap. 5. Mentre per quanto riguarda l'altezza della falda indisturbata, al fine di simulare la situazione più pessimistica, si è scelto  $H = 17$  m.

La tabella successiva riporta la differenza tra dati misurati e dati calcolati relativi gli abbassamenti durante il pompaggio di 13'000 l/min:

	<b>Valori osservati il 22.3.2017 (m)</b>	<b>Valori calcolati (m)</b>	<b>Valori osservati-valori calcolati (m)</b>
106.9	0.50	0.39	0.11
106.10	0.58	0.00	0.58
107.21	0.69	0.01	0.68
107.26	0.72	0.00	0.72
107.27	0.94	0.08	0.86
107.30	0.80	0.35	0.45
107.33	1.21	0.34	0.87
107.35	0.34	0.00	0.34
107.36	0.28	0.00	0.28
107.37	0.22	0.00	0.22
107.38	0.15	0.00	0.15
Pozzo B	1.19	1.07	0.12
107.119	0.28	0.00	0.28
107.122	0.43	0.08	0.35
P1	2.82	2.90	-0.08
P2	2.33	3.00	-0.67
P3	2.86	2.48	0.38

# Abbassamenti osservati e abbassamenti calcolati



# AZIENDE MUNICIPALIZZATE BELLINZONA

## Acquedotto intercomunale di Bellinzona e dintorni

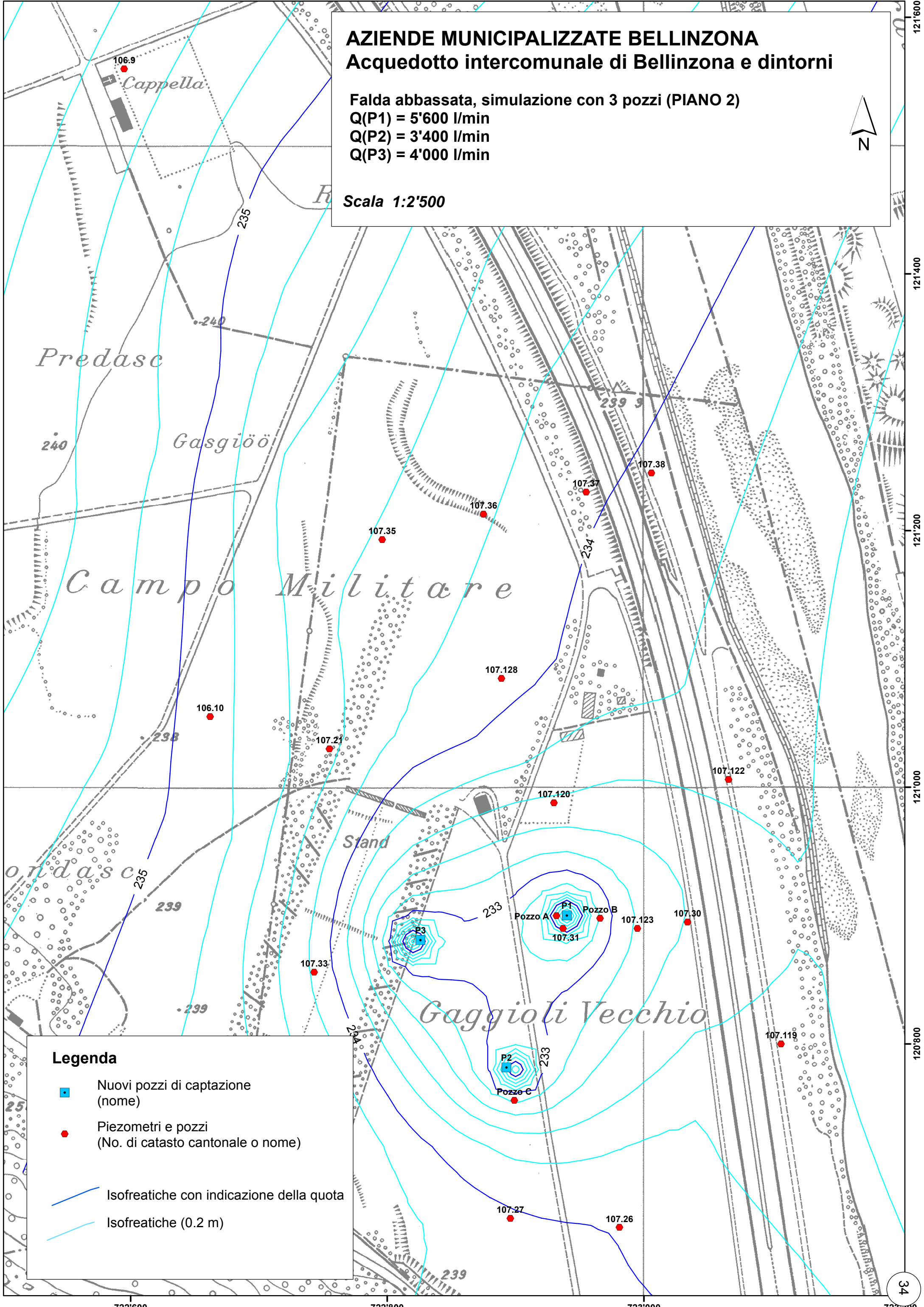
Falda abbassata, simulazione con 3 pozzi (PIANO 2)

Q(P1) = 5'600 l/min





Q(P2) = 3'400 l/min

Q(P3) = 4'000 l/min

Scala 1:2'500



### Legenda

-  Nuovi pozzi di captazione (nome)
-  Piezometri e pozzi (No. di catasto cantonale o nome)
-  Isofreatiche con indicazione della quota
-  Isofreatiche (0.2 m)

Dalla tabella di pagina 32 si evince che vi è una discrepanza compresa tra un minimo di 8 cm riscontrato nel pozzo P1 ed un massimo di 87 cm nel piezometro 107.33.

Le differenze sono state anche rappresentate sotto forma grafica a pagina 29.

La simulazione è raffigurata nel **PIANO 2 (Falda abbassata)** della pagina precedente.

#### **10.4 Tracciamento delle isocrone**

La ricostruzione delle isocrone viene ottenuta come inviluppo delle linee di flusso (particle tracking) ricostruite a partire da ciascun pozzo ed estese, per integrazione, fino al tempo che caratterizza l'isocrona stessa.

È nell'ambito del tracciamento delle isocrone che il modello richiede la porosità cinematica ( $n_e$ ). La porosità cinematica è un parametro di grande importanza in quanto la velocità effettiva di flusso segue la Legge di Darcy:

$$v = \frac{K \cdot i}{n_e}$$

Dove:

$v$  = velocità (m/s);

$K$  = permeabilità (m/s);

$i$  = gradiente idraulico (-);

$n_e$  = porosità cinematica (-).

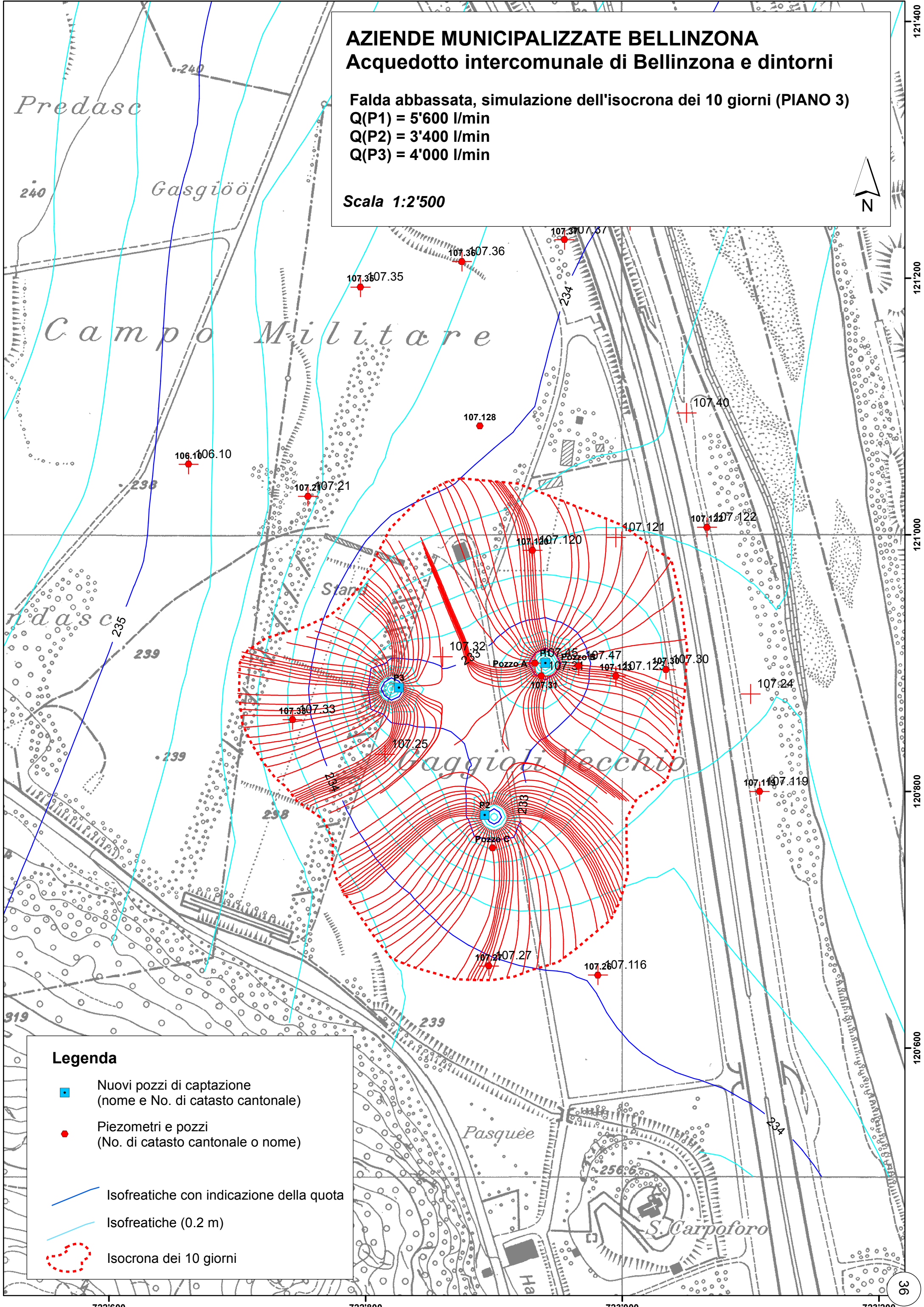
Come discusso al Cap. 8, quale porosità efficace, a tutte le celle attive del modello, è stato assegnato un valore  $n_e = 0.05$ .

Risultato della simulazione è il **PIANO 3 (Isocrona dei 10 giorni)**, alla pagina seguente.

# AZIENDE MUNICIPALIZZATE BELLINZONA Acquedotto intercomunale di Bellinzona e dintorni

Falda abbassata, simulazione dell'isocrona dei 10 giorni (PIANO 3)  
Q(P1) = 5'600 l/min  
Q(P2) = 3'400 l/min  
Q(P3) = 4'000 l/min

Scala 1:2'500



## Legenda

-  Nuovi pozzi di captazione (nome e No. di catasto cantonale)
-  Piezometri e pozzi (No. di catasto cantonale o nome)
-  Isofreatiche con indicazione della quota
-  Isofreatiche (0.2 m)
-  Isocrona dei 10 giorni

722'600

722'800

723'000

723'200

Il piano raffigura le linee di flusso e il limite della distanza di 10 giorni, corrispondente al tempo impiegato da una particella d'acqua per raggiungere i pozzi.

Il limite dell'isocrona dei 10 giorni corrisponde anche al limite della zona di protezione S2, vedi capitolo successivo.

## 11 ZONE DI PROTEZIONE

Le zone di protezione di captazioni di acqua potabile si suddividono nel modo seguente:

- La zona di captazione (S1) comprende il pozzo e le sue immediate vicinanze. Il limite esterno di tale zona deve essere posto ad almeno 10 m dalla captazione.
- La zona di protezione adiacente (S2) deve impedire che l'acqua sotterranea venga inquinata e che il suo afflusso alla captazione venga ostacolato. È di dimensioni maggiori rispetto alla zona S1 in particolare lungo la direzione di provenienza dell'acqua. Il limite esterno della zona S2 è calcolato in base alla velocità di scorrimento dell'acqua nel sottosuolo. Il tempo impiegato da una particella d'acqua per percorrere la distanza tra il limite di S2 e la captazione deve essere di almeno 10 giorni. In ogni caso la zona S2 non deve misurare meno di 100 m in direzione del flusso della falda.
- La zona di protezione distante (S3) deve garantire il tempo e lo spazio sufficiente per un risanamento in caso di pericolo immediato. Le sue dimensioni devono essere almeno il doppio di S2.

Le zone di protezione, indicate sul piano 1:2'500 della pagina seguente, sono state delimitate rispettando le indicazioni delle direttive federali e cantonali in materia.

Per la loro estensione ed orientazione ci si è basati sul tracciamento delle isocrone presentate al Cap. 10.410.

Le zone di protezione sono delimitate come segue:

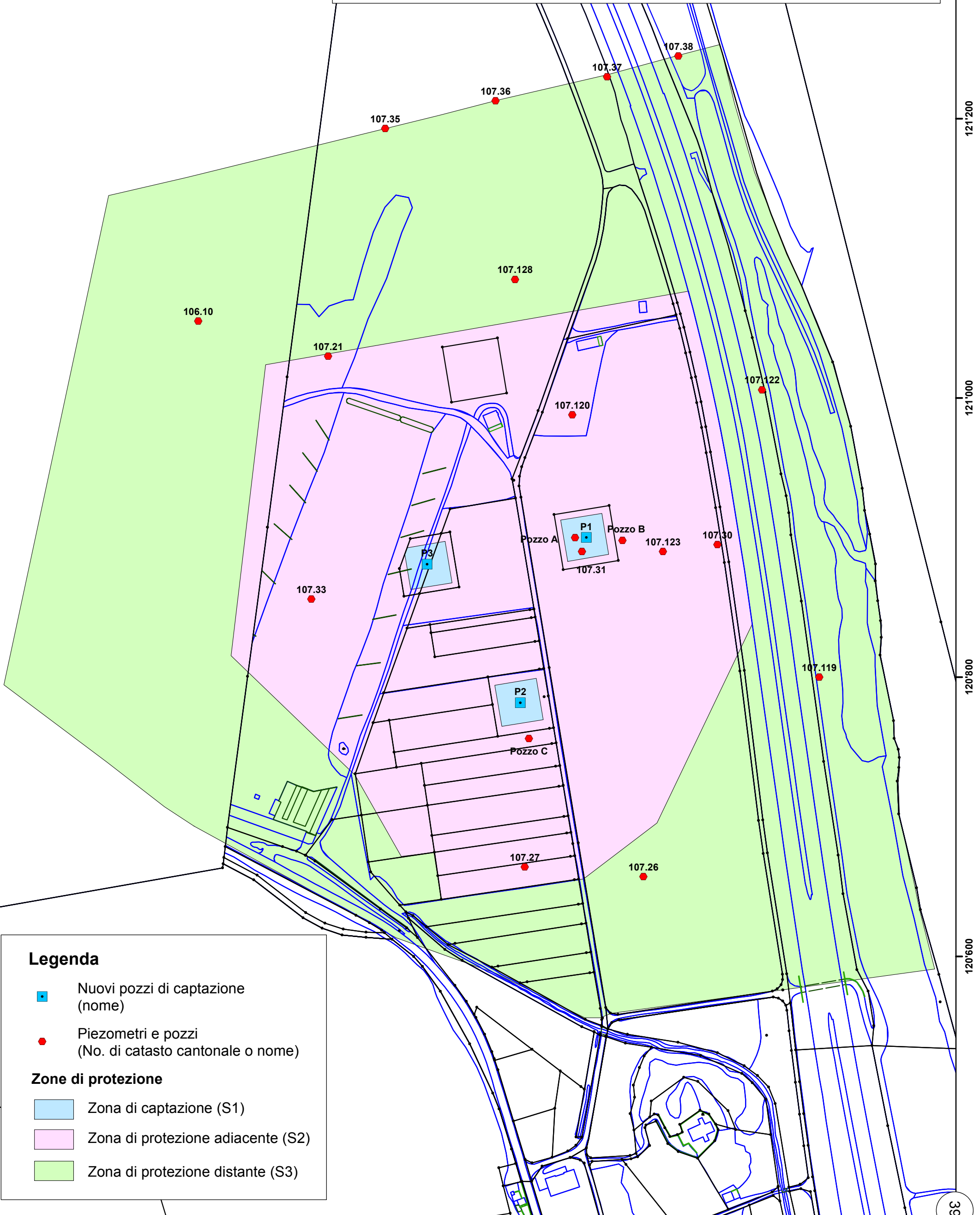
- Il limite della zona S1 è posto a 15 m dai singoli pozzi. Le tre zone S1 sono quadrati di 30 m di lato con il pozzo nel centro. Si tratta dei mappali 1804 (pozzo P1), 1805 (pozzo P2), 1807 e 1809 (pozzo P3) del Comune di Bellinzona-Gorduno. Per le zone S1 è prevista una recinzione.
- La zona S2 si estende per 145 m a nord, dalla zona S1 dei pozzi P1 e P3. Verso ovest segue una linea immaginaria parallela al confine tra le sezioni di Gorduno e Gnosca a ca. 115 m dal limite S1 del pozzo P3. A sud la sua estensione è pari a circa 115 m dal limite S1 del pozzo P2. In direzione est il limite della S2 costeggia l'autostrada.
- La zona S3, nel senso di scorrimento della falda, ha un'estensione di circa il doppio rispetto alla zona S2. A nord si spinge circa 150 m dal limite S2, lungo una linea che collega i piezometri 107.38, 107.37, 107.36 e 107.35. Verso ovest segue la strada agricola, continuando lungo il campo fino a comprendere la strada cantonale (limite dell'acquifero). A sud la zona S3 si arresta all'altezza del piccolo canale ed in seguito corre lungo la strada agricola, mantenendo una distanza di ca. 100 m dalla zona S2. Verso est il limite della zona S3 è il Fiume Ticino.

Le zone di protezione dei pozzi di captazione sono riportate sul piano della pagina seguente.



# AZIENDE MUNICIPALIZZATE BELLINZONA Acquedotto intercomunale di Bellinzona e dintorni

## Delimitazione delle zone di protezione dei pozzi di captazione




Scala 1:2'500



### Legenda

-  Nuovi pozzi di captazione (nome)
-  Piezometri e pozzi (No. di catasto cantonale o nome)

### Zone di protezione

-  Zona di captazione (S1)
-  Zona di protezione adiacente (S2)
-  Zona di protezione distante (S3)

722'600

722'800

723'000

723'200

121'400

121'200

121'000

120'800

120'600

## 12 REGOLAMENTO D'APPLICAZIONE

Al presente incarto è annesso il Regolamento d'applicazione per la protezione delle acque sotterranee, dove vengono stabilite le possibilità di utilizzo del territorio all'interno delle tre zone di protezione. Il regolamento è stato elaborato conformemente alle "Istruzioni pratiche per la protezione delle acque sotterranee", UFAFP 2004, e al documento "Zone di protezione delle acque per le captazioni a uso potabile pubblico" che riporta gli aspetti tecnici minimi da integrare nei rapporti idrogeologici per la definizione delle zone di protezione delle acque, elaborato dall'Ufficio della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico, UPAAI, marzo 2017.

Le attività principali svolte all'interno delle zone di protezione S2 sono di carattere agricolo: pascolo e coltivazioni varie, mentre in zona S3 si segnala la presenza del tracciato dell'autostrada e della strada cantonale.

Il regolamento d'applicazione prevede, inoltre, l'allestimento da parte delle AMB di un catasto delle infrastrutture e attività all'interno delle zone di protezione, nonché il risanamento delle eventuali situazioni non conformi al regolamento stesso e alle norme vigenti in materia di protezione delle acque del sottosuolo.

Losone, 30 novembre 2017

Studio di Geologia  
Dr. Paolo Ammann S. A.

  
Geologo Franco Della Torre

  
Geologa Dr. Alessandra Buob

**Analisi batteriologiche e fisico-chimiche complete per ogni pozzo**

---

## Rapporto di prova n° 17LA01248 del 22.03.2017



17LA01248

### Laboratorio cantonale 6500 Bellinzona

AMB - Aziende Municipalizzate Bellinzona  
Vicolo Muggiasca 1a  
6500 Bellinzona TI

**Descrizione campione:** Acqua non distribuita in rete

**Data prelievo:** 13.03.2017

**Data accettazione:** 13.03.2017

**Punto di prelievo:** Pozzo 1 (fuori esercizio) -  
6500 Bellinzona

**Data inizio analisi:** 13.03.2017

**Data fine analisi:** 22.03.2017

**Fornitore:** AMB

**Temperatura prelievo:** 12.1 °C

**Prelievo eseguito da:** AAP /1

N° Ordine	Tariffa	Condizioni	Netto		
17-000655	Vedi tariffario	Vedi Condizioni generali	fr. 1,188.00	IVA esclusa	Seguirà fattura

### Analisi

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Escherichia coli	SOP-LAB147	0	UFC/100ml
Enterococchi	SOP-LAB146	0	UFC/100ml
Germi aerobi mesofili	SOP-LAB002	61	UFC/ml
Temperatura (punto di prelievo)	Dato fornito dal cliente *	12.1	°C
Conducibilità elettrica a 20°C	EN ISO 27888	226	µS/cm
Valore pH (in laboratorio)	SOP-LAB051	7.79	
Consumo acido a pH 4.3	SOP-LAB051	2.04	mmol/L
Idrogenocarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , calcolato)	SOP-LAB051	121	mg /L
Durezza temporanea	SOP-LAB051	1.01	mmol/L
Durezza totale	SOP-LAB051	1.16	mmol/L
Durezza permanente	SOP-LAB051	0.15	mmol/L
pHs (pHeq)	MSDA 641.3	7.99	
Indice di saturazione	MSDA 641.3	-0.20	
Anidride carbonica all'equilibrio (CO <sub>2</sub> eq.)	MSDA 641.3	2.5	mg CO <sub>2</sub> /L

## Rapporto di prova n° 17LA01248 del 22.03.2017

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Anidride carbonica libera (CO2 libera)	MSDA 641.3	3.5	mg CO2/L
Anidride carbonica aggressiva (CO2 aggr.)	MSDA 641.3	1.5	mg CO2/L
Caratterizzazione	MSDA 239.1	Poco aggressiva, dolce	
Consumo in permanganato di potassio	MSDA 644.1	1.2	mg KMnO4/L
Carbonio organico disciolto (DOC)	SOP-LAB121	0.5	mg C/L
Calcio	SOP-LAB051	36.0	mg Ca+2/L
Magnesio	SOP-LAB051	6.3	mg Mg+2/L
Sodio	SOP-LAB083	5.7	mg Na+/L
Potassio	SOP-LAB083	3.0	mg K+/L
Ammonio	SOP-LAB083	< 0.05	mg NH4+/L
Fluoruro	SOP-LAB083	0.22	mg F-/L
Cloruro	SOP-LAB083	5.0	mg Cl-/L
Nitrito	SOP-LAB083	< 0.01	mg NO2-/L
Bromuro	SOP-LAB083	< 0.01	mg Br-/L
Nitrato	SOP-LAB083	7.5	mg NO3-/L
Orto-fosfato (espresso come P)	MSDA 628.1	< 0.01	mg P/L
Solfato	SOP-LAB083	16.5	mg SO4-2/L
Alluminio	SOP-LAB152	< 4.00	µg/L
Antimonio	SOP-LAB152	< 0.20	µg/L
Argento	SOP-LAB152	< 0.10	µg/L
Arsenico	SOP-LAB152	1.39	µg/L
Bario	SOP-LAB152	23.35	µg/L
Boro	SOP-LAB152	13.35	µg/L
Cadmio	SOP-LAB152	< 0.10	µg/L
Cromo	SOP-LAB152	0.30	µg/L

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova. Esso non può servire a scopo pubblicità o fare stato in caso di contestazioni ufficiali. Su richiesta sono disponibili informazioni riguardanti i metodi analitici. La riproduzione parziale è vietata.

## Rapporto di prova n° 17LA01248 del 22.03.2017

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Ferro	SOP-LAB152	1.27	µg/L
Manganese	SOP-LAB152	0.58	µg/L
Mercurio	SOP-LAB152	< 0.20	µg/L
Nichelio	SOP-LAB152	0.14	µg/L
Piombo	SOP-LAB152	0.75	µg/L
Rame	SOP-LAB152	< 2.00	µg/L
Selenio	SOP-LAB152	0.21	µg/L
Uranio	SOP-LAB152	0.97	µg/L
Zinco	SOP-LAB152	< 0.30	µg/L
Naftalene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Acenaftene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Fluorene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Fenantrene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Antracene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Fluorantene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Pirene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(a)antracene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Crisene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(b)fluorantene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(k)fluorantene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(a)pirene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Dibenzo(ah)antracene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(ghi)perilene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pirene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Somma PAH (vedi nota)	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova. E esso non può servire a scopo pubblicità o fare stato in caso di contestazioni ufficiali. Su richiesta sono disponibili informazioni riguardanti i metodi analitici. La riproduzione parziale è vietata.

## Rapporto di prova n° 17LA01248 del 22.03.2017

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Diclorometano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
cis-1,2-dicloroetilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Metil-tert-butil etere (MTBE)	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Etil-tert-butil etere (ETBE)	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Cloroformio	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
1,1,1-tricloroetano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Tetracloruro di carbonio	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Benzolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
1,2-dicloroetano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Tricloroetilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Bromodiclorometano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Toluolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Percloroetilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Dibromoclorometano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Etilbenzolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
m + p-xilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
o-xilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Bromoformio	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
1,2,4-Trimetilbenzolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Totale idrocarburi aromatici solubili (BTEX)	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Totale idrocarburi alogenati volatili	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Desisopropilatrazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
2,6-Diclorobenzamide	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metamitron	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Desetilatrazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova. Esso non può servire a scopo pubblicitario o fare stato in caso di contestazioni ufficiali. Su richiesta sono disponibili informazioni riguardanti i metodi analitici. La riproduzione parziale è vietata.

## Rapporto di prova n° 17LA01248 del 22.03.2017

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Metossuron	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Esazinone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Bromacil	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Simazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Ametrina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Cianazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Desetil-terbutilazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metribuzina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metabenziaturon	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Prometrina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Clortolurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Terbutrina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Atrazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Monolinurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Irgarolo	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Isoproturone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Diuron	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metobromurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metazacloro	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Sebutilazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Propazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Terbutilazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Linurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metolacloro	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Alaclor	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L

**Rapporto di prova n° 17LA01248 del 22.03.2017**

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Totale erbicidi	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L

\* Metodo non accreditato STS

**Giudizio:**

Per l'analisi microbiologica eseguita non viene emesso alcun giudizio in quanto la matrice non è contemplata nella legislazione specifica.

Limitatamente ai parametri investigati, il campione analizzato soddisfa i requisiti fissati per l'acqua potabile dall'Ordinanza del DFI concernente l'acqua potabile, l'acqua sorgiva e l'acqua minerale del 23 novembre 2005 (Stato 1° gennaio 2014).

**Note:**

pH di equilibrio (pHs), indice di saturazione (IS) ed anidride carbonica aggressiva sono riferiti alla temperatura dell'acqua misurata al prelievo.

Il parametro Somma PAH si riferisce alla somma delle sostanze Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(ghi)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene.

Il parametro "Totale idrocarburi aromatici solubili (BTEX)" si riferisce alla somma delle sostanze benzene (benzolo), metilbenzene (toluolo), etilbenzene (etilbenzolo) e dimetil-benzene (m+p+o-xilene).

Il monitoraggio degli erbicidi Desisopropilatazina e 2,6-Diclorobenzammide ha solo una valenza qualitativa in quanto la resa estrattiva del metodo è molto bassa.

Laboratorio cantonale

Il collaboratore scientifico

  
Dr. sc. ETH N. Forrer

## Rapporto di prova n° 17LA01249 del 22.03.2017



17LA01249

### Laboratorio cantonale 6500 Bellinzona

AMB - Aziende Municipalizzate Bellinzona  
Vicolo Muggiasca 1a  
6500 Bellinzona TI

<b>Descrizione campione:</b>	Acqua non distribuita in rete	<b>Data prelievo:</b>	13.03.2017
		<b>Data accettazione:</b>	13.03.2017
<b>Punto di prelievo:</b>	Pozzo 2 (fuori esercizio) - 6500 Bellinzona	<b>Data inizio analisi:</b>	13.03.2017
		<b>Data fine analisi:</b>	22.03.2017
<b>Fornitore:</b>	AMB	<b>Temperatura prelievo:</b>	12.2 °C
		<b>Prelievo eseguito da:</b>	AAP /2

N° Ordine	Tariffa	Condizioni	Netto		
17-000655	Vedi tariffario	Vedi Condizioni generali	fr. 1,188.00	IVA esclusa	Seguirà fattura

### Analisi

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Escherichia coli	SOP-LAB147	0	UFC/100ml
Enterococchi	SOP-LAB146	0	UFC/100ml
Germi aerobi mesofili	SOP-LAB002	74	UFC/ml
Temperatura (punto di prelievo)	Dato fornito dal cliente *	12.2	°C
Conducibilità elettrica a 20°C	EN ISO 27888	286	µS/cm
Valore pH (in laboratorio)	SOP-LAB051	7.74	
Consumo acido a pH 4.3	SOP-LAB051	2.78	mmol/L
Idrogenocarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , calcolato)	SOP-LAB051	167	mg /L
Durezza temporanea	SOP-LAB051	1.39	mmol/L
Durezza totale	SOP-LAB051	1.58	mmol/L
Durezza permanente	SOP-LAB051	0.19	mmol/L
pHs (pHeq)	MSDA 641.3	7.73	
Indice di saturazione	MSDA 641.3	0.01	
Anidride carbonica all'equilibrio (CO <sub>2</sub> eq.)	MSDA 641.3	5.5	mg CO <sub>2</sub> /L

## Rapporto di prova n° 17LA01249 del 22.03.2017 15:50:27

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Anidride carbonica libera (CO2 libera)	MSDA 641.3	5.5	mg CO2/L
Anidride carbonica aggressiva (CO2 aggr.)	MSDA 641.3	0.0	mg CO2/L
Caratterizzazione	MSDA 239.1	Equilibrio, mediamente dura	
Consumo in permanganato di potassio	MSDA 644.1	1.3	mg KMnO4/L
Carbonio organico disciolto (DOC)	SOP-LAB121	0.5	mg C/L
Calcio	SOP-LAB051	49.4	mg Ca+2/L
Magnesio	SOP-LAB051	8.4	mg Mg+2/L
Sodio	SOP-LAB083	4.5	mg Na+/L
Potassio	SOP-LAB083	2.6	mg K+/L
Ammonio	SOP-LAB083	< 0.05	mg NH4+/L
Fluoruro	SOP-LAB083	0.09	mg F-/L
Cloruro	SOP-LAB083	5.3	mg Cl-/L
Nitrito	SOP-LAB083	< 0.01	mg NO2-/L
Bromuro	SOP-LAB083	0.01	mg Br-/L
Nitrato	SOP-LAB083	8.1	mg NO3-/L
Orto-fosfato (espresso come P)	MSDA 628.1	< 0.01	mg P/L
Solfato	SOP-LAB083	16.5	mg SO4-2/L
Alluminio	SOP-LAB152	< 4.00	µg/L
Antimonio	SOP-LAB152	< 0.20	µg/L
Argento	SOP-LAB152	< 0.10	µg/L
Arsenico	SOP-LAB152	2.53	µg/L
Bario	SOP-LAB152	31.88	µg/L
Boro	SOP-LAB152	9.04	µg/L
Cadmio	SOP-LAB152	< 0.10	µg/L
Cromo	SOP-LAB152	0.36	µg/L

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova. Esso non può servire a scopo pubblicità o fare stato in caso di contestazioni ufficiali. Su richiesta sono disponibili informazioni riguardanti i metodi analitici. La riproduzione parziale è vietata.

## Rapporto di prova n° 17LA01249 del 22.03.2017 15:50:27

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Ferro	SOP-LAB152	0.82	µg/L
Manganese	SOP-LAB152	1.22	µg/L
Mercurio	SOP-LAB152	< 0.20	µg/L
Nichelio	SOP-LAB152	< 0.10	µg/L
Piombo	SOP-LAB152	0.50	µg/L
Rame	SOP-LAB152	< 2.00	µg/L
Selenio	SOP-LAB152	0.33	µg/L
Uranio	SOP-LAB152	1.24	µg/L
Zinco	SOP-LAB152	< 0.30	µg/L
Naftalene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Acenaftene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Fluorene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Fenantrene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Antracene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Fluorantene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Pirene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(a)antracene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Crisene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(b)fluorantene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(k)fluorantene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(a)pirene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Dibenzo(ah)antracene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(ghi)perilene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pirene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Somma PAH (vedi nota)	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L

## Rapporto di prova n° 17LA01249 del 22.03.2017 15:50:27

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Diclorometano	SOP-LAB135	0.07	µg/L
cis-1,2-dicloroetilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Metil-tert-butil etere (MTBE)	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Etil-tert-butil etere (ETBE)	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Cloroformio	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
1,1,1-tricloroetano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Tetracloruro di carbonio	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Benzolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
1,2-dicloroetano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Tricloroetilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Bromodiclorometano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Toluolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Percloroetilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Dibromoclorometano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Etilbenzolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
m + p-xilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
o-xilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Bromoformio	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
1,2,4-Trimetilbenzolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Totale idrocarburi aromatici solubili (BTEX)	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Totale idrocarburi alogenati volatili	SOP-LAB135	0.07	µg/L
Desisopropilatrazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
2,6-Diclorobenzamide	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metamitron	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Desetilatrastina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova. Esso non può servire a scopo pubblicitario o fare stato in caso di contestazioni ufficiali. Su richiesta sono disponibili informazioni riguardanti i metodi analitici. La riproduzione parziale è vietata.

## Rapporto di prova n° 17LA01249 del 22.03.2017 15:50:27

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Metossuron	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Esazinone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Bromacil	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Simazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Ametrina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Cianazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Desetil-terbutilazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metribuzina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metabenziaturon	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Prometrina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Clortolurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Terbutrina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Atrazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Monolinurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Irgarolo	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Isoproturone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Diuron	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metobromurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metazacloro	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Sebutilazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Propazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Terbutilazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Linurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metolacloro	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Alaclor	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova. Esso non può servire a scopo pubblicità o fare stato in caso di contestazioni ufficiali. Su richiesta sono disponibili informazioni riguardanti i metodi analitici. La riproduzione parziale è vietata.

**Rapporto di prova n° 17LA01249 del 22.03.2017 15:50:27**

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Totale erbicidi	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L

\* Metodo non accreditato STS

**Giudizio:**

Per l'analisi microbiologica eseguita non viene emesso alcun giudizio in quanto la matrice non è contemplata nella legislazione specifica. Limitatamente ai parametri investigati, il campione analizzato soddisfa i requisiti fissati per l'acqua potabile dall'Ordinanza del DFI concernente l'acqua potabile, l'acqua sorgiva e l'acqua minerale del 23 novembre 2005 (Stato 1° gennaio 2014).

**Note:**

pH di equilibrio (pHs), indice di saturazione (IS) ed anidride carbonica aggressiva sono riferiti alla temperatura dell'acqua misurata al prelievo. Il parametro Somma PAH si riferisce alla somma delle sostanze Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(ghi)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene.

Il parametro "Totale idrocarburi aromatici solubili (BTEX)" si riferisce alla somma delle sostanze benzene (benzolo), metilbenzene (toluolo), etilbenzene (etilbenzolo) e dimetil-benzene (m+p+o-xilene).

Il monitoraggio degli erbicidi Desisopropilatrizona e 2,6-Diclorobenzammide ha solo una valenza qualitativa in quanto la resa estrattiva del metodo è molto bassa.

Laboratorio cantonale  
Il collaboratore scientifico

  
Dr. sc. ETH N. Forrer

## Rapporto di prova n° 17LA01250 del 22.03.2017



17LA01250

**Laboratorio cantonale  
6500 Bellinzona**

 AMB - Aziende Municipalizzate Bellinzona  
 Vicolo Muggiasca 1a  
 6500 Bellinzona TI

Descrizione campione: Acqua non distribuita in rete

Data prelievo: 13.03.2017

Data accettazione: 13.03.2017

Punto di prelievo: Pozzo 3 (fuori esercizio) -  
6500 Bellinzona

Data inizio analisi: 13.03.2017

Data fine analisi: 22.03.2017

Fornitore: AMB

Temperatura prelievo: 12.4 °C

Prelievo eseguito da: AAP /3

N° Ordine	Tariffa	Condizioni	Netto		
17-000655	Vedi tariffario	Vedi Condizioni generali	fr. 1,188.00	IVA esclusa	Seguirà fattura

### Analisi

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Escherichia coli	SOP-LAB147	0	UFC/100ml
Enterococchi	SOP-LAB146	0	UFC/100ml
Germi aerobi mesofili	SOP-LAB002	34	UFC/ml
Temperatura (punto di prelievo)	Dato fornito dal cliente *	12.4	°C
Conducibilità elettrica a 20°C	EN ISO 27888	293	µS/cm
Valore pH (in laboratorio)	SOP-LAB051	7.50	
Consumo acido a pH 4.3	SOP-LAB051	2.72	mmol/L
Iidrogenocarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , calcolato)	SOP-LAB051	162	mg /L
Durezza temporanea	SOP-LAB051	1.35	mmol/L
Durezza totale	SOP-LAB051	1.58	mmol/L
Durezza permanente	SOP-LAB051	0.23	mmol/L
pHs (pHeq)	MSDA 641.3	7.73	
Indice di saturazione	MSDA 641.3	-0.23	
Anidride carbonica all'equilibrio (CO <sub>2</sub> eq.)	MSDA 641.3	5.5	mg CO <sub>2</sub> /L

## Rapporto di prova n° 17LA01250 del 22.03.2017 15:53:10

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Anidride carbonica libera (CO2 libera)	MSDA 641.3	9.5	mg CO2/L
Anidride carbonica aggressiva (CO2 aggr.)	MSDA 641.3	4.0	mg CO2/L
Caratterizzazione	MSDA 239.1	Poco aggressiva, mediamente dura	
Consumo in permanganato di potassio	MSDA 644.1	1.1	mg KMnO4/L
Carbonio organico disciolto (DOC)	SOP-LAB121	0.6	mg C/L
Calcio	SOP-LAB051	50.9	mg Ca+2/L
Magnesio	SOP-LAB051	7.5	mg Mg+2/L
Sodio	SOP-LAB083	4.9	mg Na+/L
Potassio	SOP-LAB083	2.8	mg K+/L
Ammonio	SOP-LAB083	< 0.05	mg NH4+/L
Fluoruro	SOP-LAB083	0.07	mg F-/L
Cloruro	SOP-LAB083	8.6	mg Cl-/L
Nitrito	SOP-LAB083	< 0.01	mg NO2-/L
Bromuro	SOP-LAB083	0.01	mg Br-/L
Nitrato	SOP-LAB083	11.5	mg NO3-/L
Orto-fosfato (espresso come P)	MSDA 628.1	< 0.01	mg P/L
Solfato	SOP-LAB083	14.3	mg SO4-2/L
Alluminio	SOP-LAB152	< 4.00	µg/L
Antimonio	SOP-LAB152	< 0.20	µg/L
Argento	SOP-LAB152	< 0.10	µg/L
Arsenico	SOP-LAB152	1.04	µg/L
Bario	SOP-LAB152	31.23	µg/L
Boro	SOP-LAB152	13.32	µg/L
Cadmio	SOP-LAB152	< 0.10	µg/L
Cromo	SOP-LAB152	0.41	µg/L

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova. Esso non può servire a scopo pubblicità o fare stato in caso di contestazioni ufficiali. Su richiesta sono disponibili informazioni riguardanti i metodi analitici. La riproduzione parziale è vietata.

## Rapporto di prova n° 17LA01250 del 22.03.2017 15:53:10

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Ferro	SOP-LAB152	1.27	µg/L
Manganese	SOP-LAB152	1.52	µg/L
Mercurio	SOP-LAB152	< 0.20	µg/L
Nichelio	SOP-LAB152	0.25	µg/L
Piombo	SOP-LAB152	0.55	µg/L
Rame	SOP-LAB152	< 2.00	µg/L
Selenio	SOP-LAB152	0.31	µg/L
Uranio	SOP-LAB152	1.22	µg/L
Zinco	SOP-LAB152	< 0.30	µg/L
Naftalene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Acenaftene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Fluorene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Fenantrene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Antracene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Fluorantene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Pirene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(a)antracene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Crisene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(b)fluorantene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(k)fluorantene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(a)pirene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Dibenzo(ah)antracene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Benzo(ghi)perilene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pirene	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L
Somma PAH (vedi nota)	ISO 17993:2002(E)	< 0.01	µg/L

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova. Esso non può servire a scopo pubblicitario o fare stato in caso di contestazioni ufficiali. Su richiesta sono disponibili informazioni riguardanti i metodi analitici. La riproduzione parziale è vietata.

## Rapporto di prova n° 17LA01250 del 22.03.2017 15:53:10

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Diclorometano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
cis-1,2-dicloroetilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Metil-tert-butil etere (MTBE)	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Etil-tert-butil etere (ETBE)	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Cloroformio	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
1,1,1-tricloroetano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Tetracloruro di carbonio	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Benzolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
1,2-dicloroetano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Tricloroetilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Bromodichlorometano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Toluolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Percloroetilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Dibromoclorometano	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Etilbenzolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
m + p-xilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
o-xilene	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Bromoformio	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
1,2,4-Trimetilbenzolo	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Totale idrocarburi aromatici solubili (BTEX)	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Totale idrocarburi alogenati volatili	SOP-LAB135	< 0.05	µg/L
Desisopropilatrazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
2,6-Diclorobenzamide	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metamitron	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Desetilatraxina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova. Esso non può servire a scopo pubblicitario o fare stato in caso di contestazioni ufficiali. Su richiesta sono disponibili informazioni riguardanti i metodi analitici. La riproduzione parziale è vietata.

## Rapporto di prova n° 17LA01250 del 22.03.2017 15:53:10

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Metossuron	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Esazinone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Bromacil	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Simazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Ametrina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Cianazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Desetil-terbutilazina	SOP-LAB134	0.002	µg/L
Metribuzina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metabenziaturon	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Prometrina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Clortolurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Terbutrina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Atrazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Monolinurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Irgarolo	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Isoproturone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Diuron	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metobromurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metazacloro	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Sebutilazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Propazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Terbutilazina	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Linurone	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Metolacloro	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L
Alaclor	SOP-LAB134	< 0.002	µg/L

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova. Esso non può servire a scopo pubblicità o fare stato in caso di contestazioni ufficiali. Su richiesta sono disponibili informazioni riguardanti i metodi analitici. La riproduzione parziale è vietata.

**Rapporto di prova n° 17LA01250 del 22.03.2017 15:53:10**

Descrizione	Metodo	Risultato	Unità di misura
Totale erbicidi	SOP-LAB134	0.002	µg/L

\* Metodo non accreditato STS

**Giudizio:**

Per l'analisi microbiologica eseguita non viene emesso alcun giudizio in quanto la matrice non è contemplata nella legislazione specifica.

Limitatamente ai parametri investigati, il campione analizzato soddisfa i requisiti fissati per l'acqua potabile dall'Ordinanza del DFI concernente l'acqua potabile, l'acqua sorgiva e l'acqua minerale del 23 novembre 2005 (Stato 1° gennaio 2014).

**Note:**

pH di equilibrio (pHs), indice di saturazione (IS) ed anidride carbonica aggressiva sono riferiti alla temperatura dell'acqua misurata al prelievo.

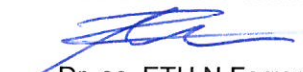
Il parametro Somma PAH si riferisce alla somma delle sostanze Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(ghi)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene.

Il parametro "Totale idrocarburi aromatici solubili (BTEX)" si riferisce alla somma delle sostanze benzene (benzolo), metilbenzene (toluolo), etilbenzene (etilbenzolo) e dimetil-benzene (m+p+o-xilene).

Il monitoraggio degli erbicidi Desisopropilatazina e 2,6-Diclorobenzammide ha solo una valenza qualitativa in quanto la resa estrattiva del metodo è molto bassa.

Laboratorio cantonale

Il collaboratore scientifico

  
Dr. sc. ETH N. Forrer