è vietata la riproduzione di questo documento, senza preventiva autorizzazione scritta dello SGI
reproduction of this document is forbidden without prior written permission of SGI

Allegato E:
Verifica del programma di monitoraggio (Test con traccianti)

1.1 Verifica punti di monitoraggio (tracciamento test)

1.1.1 Premessa

Per approfondire alcuni aspetti del sistema idrogeologico del sito (Boscaccio) segnalati dalle considerazioni apportate dalla Commissione Regionale di VIA (in data 16/11/2010) è stata sviluppata una specifica indagine sulle diverse vie di drenaggio sotterraneo (direzione SE-direzione SW e verticale) già riportate nella Relazione Idrogeologica a suo tempo elaborata.

Si è provveduto ad immettere nel sottosuolo, in cornice della discarica Boscaccio, una soluzione "tracciante" e a seguire gli effetti della sua diffusione nell'acquifero.

In riferimento alla planimetria allegata alla presente relazione, sono stati scelti i fori piezometrici già disponibili nelle postazioni S2-S3-S4-S5 (che sul terreno emergono tra quota ≈ 214 m e ≈ 309 m slm) e disposti pressoché in linea con direzione EST-OVESt nel sito della discarica, quali punti di immissione della soluzione.

Sono stati invece adottati i fori piezometrici NPA1-NPA2-S6-S7-F-NP3-Sorgente Via Romana-Sorgente NPA2 quali punti di monitoraggio dell'andamento di:

- Quota dell'acqua nei singoli fori;
- Temperatura dell'acqua nei singoli fori;
- Conducibilità elettrica dell'acqua nei singoli fori;
- Precipitazione atmosferica nel corso dell'esperienza

1.1.2 Metodo di tracciamento

È stato determinato preliminarmente il livello naturale dell'acqua nei fori piezometrici quale riferimento per le successive misure (vedere Allegato 1).

È stata utilizzata una soluzione acquosa di cloruro sodico (10 mc, al 30 % peso).

Concentrazione iniziale	*Volume totale iniettato*
300 g/l	*10 mc*

La conducibilità elettrica (portata alla temperatura standard) che dipende dalle mineralizzazioni delle diverse acque sotterranee del sito (postazioni citate), è risultata compresa tra 400 e 900 μS/cm.

L'immissione è ovviamente avvenuta in modo diverso per ogni foro, a causa della differente capacità di assorbimento del sottosuolo. La tabella 1 elenca i quantitativi di soluzione che sono stati immessi nel tempo nelle quattro postazioni scelte.

Preventivamente i fori piezometrici sono stati puliti con acqua naturale per eliminare eventuali residui estranei di fondo e sono stati prelevati campioni di "riferimento" misurando quota, conducibilità elettrica e temperatura dell'acqua presente in foro alla data del 14/03/2011. La conducibilità elettrica specifica della soluzione preparata era superiore a **500 mS/cm**.

L'andamento nel tempo di questi parametri e delle precipitazioni atmosferiche concomitanti giorno per giorno, sono riportati negli allegati alla presente relazione.

data	*s2 [l]*	*s3 [l]*	*s4 [l]*	*s5 [l]*
21-mar		*1500*	*250*	*200*
22-mar	*300*	*1000*	*300*	*300*
23-mar	*200*	*1000*		*350*
24-mar	*200*	*1000*	*750*	*400*
25-mar	*200*	*1000*	*500*	*500*

Tabella 1. Litri immessi nelle postazioni (totale 10 mc).



1.1.3 Punti di immissione e punti di misura.

La posizione dei punti di immissione della soluzione tracciante e dei punti di misura sono raccolte nella tabella 2.

ID	X (Gauss Boaga)	Y (Gauss Boaga)	Z t.Pozzo m s.l.m.	Z f. Pozzo m s.l.m.	Prof.Pozzo [m]
IMMISSIONE					
S2	*1453500*	*4899398*	*328.89*	*309.04*	*19.85*
S3	*1453608*	*4899404*	*263.96*	*214.56*	*49.4*
S4	*1453681*	*4899384*	*267.24*	*247.84*	*19.4*
S5	*1453803*	*4899425*	*271.73*	*251.73*	*20*
MISURA					
S6	*1453888*	*4899357*	*315.19*	*295.24*	*19.95*
S7	*1453930*	*4899445*	*279.5*	*229.6*	*49.9*
F	*1454134*	*4899795*	*160.6*	*145.34*	*15.26*
NP3	*1453948*	*4899844*	*204.37*	*168.77*	*35.6*
NPA1	*1453470*	*4899452*	*323*	*178*	*145*
NPA2	*1453409*	*4898826*	*248*	*88*	*160*
Sorg. V. romana	*1454134*	*4898994*	*218*		
Sorg. NPA2	*1453496*	*4898524*	*246*		

Tabella 2 Posizione planoaltimetrica punti di immissione e di misura

Dalla tabella si vede che la quota di fondo foro varia per i vari piezometri. In particolare alcuni fondo fori della linea di immissione risultano a quote inferiori rispetto ai fondo fori dei piezometri di misura.

La tabella 3 evidenzia in grigio, con valori negativi, i casi di quote del "fondo foro" di misura più alti del "fondo foro" dei punti di immissione della soluzione tracciante.

Immissione / *Misura*	*S2*	*S3*	*S4*	*S5*
S6	*13.8*	*-80.68*	*-47.4*	*-43.51*
S7	*79.44*	*-15.04*	*18.24*	*22.13*
F	*163.7*	*69.22*	*102.5*	*106.39*
NP3	*140.27*	*45.79*	*79.07*	*82.96*
NPA1	*131.04*	*36.56*	*69.84*	*73.73*
NPA2	*221.04*	*126.56*	*159.84*	*163.73*
Sorg. v. Romana	*91.04*	*91.04*	*91.04*	*91.04*
Sorg. NPA2	*63.04*	*63.04*	*63.04*	*63.04*

Tabella 3. Relazione tra le quote di fondo foro in punti di immissione e di misura.

1.1.4 Risultati

I risultati ottenuti per la conducibilità elettrica, la temperatura, la profondità dell'acqua in foro e le precipitazioni atmosferiche sono raccolti nell'Allegato 1. I dati sono stati elaborati anche sotto forma grafica nell'Allegato 2, in modo da poter seguire più facilmente e complessivamente le variazioni dei parametri durante il periodo interessato dall'esperienza.

In particolare si può anzitutto rilevare l'andamento della conducibilità elettrica dalla prima misura (il "bianco") del 14/03/2011 al momento immediatamente precedente (22/03/2011) l'immissione della soluzione "tracciante" nel piezometro S5 assunto come "riferimento". Si nota una variazione "naturale" di circa 50 μS/cm, tutta da attribuire agli eventi meteo (pioggia) in questo periodo (14-22 marzo), dovuta alla variazione della mineralizzazione (cioè dei sali disciolti in acqua).

L'effetto degli eventi meteo risulta specifico da piezometro a piezometro, ovviamente.

Esaminando i risultati rappresentati nell'Allegato 2 in riguardo alle varie direzioni geografiche, attorno alla linea EST-OVEST dei punti di immissione della soluzione "tracciante" (vedere planimetria Allegato 3), si possono fare diverse considerazioni, tra le quali le seguenti:

- **Per la direzione SE (S6-S7-Sorgente Via Romana)**
  Si è in un settore geologicamente di contatto tra dolomie e quarziti. I valori di conducibilità elettrica risentono esclusivamente degli eventi meteo (vedi in parallelo S6 e sorgente v. romana) e dopo le immissioni si mantengono relativamente costanti.
  È solo la temperatura dell'acqua in "S5, S6 e Sorgente Via Romana" a presentare alcune variazioni, da imputare a eventi meteo ma non al tracciante.

- **Per la direzione SW (NPA1-NPA2-Sorgente vicino NPA2)**
  Si è in u settore geologicamente caratterizzato dall'affioramento di dolomie.
  La "reazione" del sistema idrogeologico alle precipitazioni si esaurisce in breve tempo e i valori di conducibilità elettrica in NPA1 e NPA2 scendono vicino al "bianco" ambientale. Dal 24/03 al 29/03 si notano due modeste variazioni nella conducibilità elettrica, mentre la temperatura resta pressoché costante.
  La Sorgente vicino NPA2 presenta valori costanti di conducibilità elettrica, mentre si hanno alcune variazioni della temperatura, da attribuire alle precipitazioni atmosferiche.

- **Per la direzione verticale (NPA1-NP3-F)**
  Si è sempre in un settore caratterizzato dall'affioramento di dolomie.
  Anche in questo caso di drenaggio "verticale", appare significativo il foro piezometrico NPA1: l'andamento della conducibilità elettrica sente l'effetto

delle precipitazioni. L'andamento della temperatura nel corso dell'esperienza in NPA1 non mostra variazioni significative, confermando la pertinenza di queste postazioni ad una parte piuttosto profonda dell'idrostruttura.

Il foro piezometrico F mostra una reazione rapida agli eventi meteo (come NPA1) senza successive variazioni di conducibilità elettrica nel tempo.

Il foro NP3 risente delle precipitazioni e la temperatura ha un andamento simile a F.

Appare quindi piuttosto evidente che alcuni piezometri (NPA1-NPA2-F) presentano una risposta agli eventi meteo più rapida di altri; indice di un maggior flusso dell'idrostruttura che interessa questi piezometri.

Si osserva però anche qualche differenza tra NPA1 e NPA2 rispetto a F: le oscillazioni del 24/03 e del 29/03 che si vedono per NPA1 e NPA2 non sono presenti in F.

Si tenga conto che i primi due sono a SW rispetto al "setto" di quarziti individuato nella relazione idrogeologica, mentre F risulta a NE di questo "setto". Tale lineamento strutturale costituisce certamente un "diaframma" di diversa permeabilità che condiziona la circolazione idrica ipogea intercettata dai piezometri.

1.1.5 Valutazioni generali

Al fine di disporre di una indicazione ulteriore a chiarire le cause delle oscillazioni riscontrate nell'andamento della conducibilità elettrica, e quindi per rendere più interpretabili i risultati dell'esperienza condotta, si è provveduto a determinare analiticamente le concentrazioni di cloruri in alcuni campioni di acque.

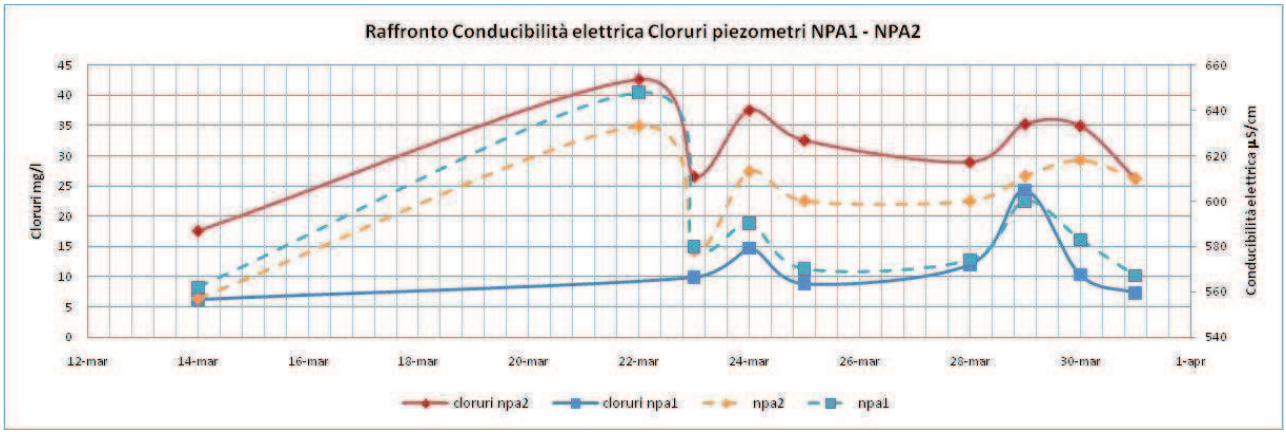


Figura 1 Variazione della concentrazione di Cloruri e della Conducibilità elettrica nei campioni relativi a NPA1 NPA2

L'esame del grafico indica che i cloruri sono ben correlati alla conducibilità elettrica (vedi grafici "direzione SW NPA1 e NPA2", allegato 2).

Le misure di concentrazione di cloruri effettuate sulle acque sotterranee del sito, prima e dopo l'immissione della soluzione tracciante, sono risultate dell'ordine di 20/40 mg/l di cloruri.

Le misure di conducibilità elettrica nei piezometri studiati, sono risultate tutte comprese tra 500 e 900 μS/cm.

Come si vede tra le caratteristiche della soluzione tracciante avente conducibilità elettrica > 500 mS/cm e i valori misurati nei piezometri (500-900 μS/cm) c'è una differenza di almeno mille volte (da μS a mS) quindi il sistema idrico ipogeo dell'area studiata dipende solo agli eventi meteo e, si può dire, in misura relativamente modesta.

Le variazioni di temperatura (dipendenti anche dalla variabilità dei percorsi sotterranei) sono risultate altrettanto legate agli eventi meteo con comportamenti specifici delle acque affioranti, presso le sorgenti naturali (Sorgente Via Romana e Sorgente vicino NPA2).

1.1.6 Considerazioni generali finali

È noto che esiste una relazione diretta tra la conducibilità elettrica e la concentrazione totale dei sali sciolti in acqua naturale (specie per acque con conducibilità elettrica circa 600 μS/cm).

È noto che la conducibilità elettrica totale è la somma dei contributi delle singole conducibilità elettriche tipiche di ogni ione presente nell'acqua in base alla concentrazione di quello ione (espressa in milliequivalenti/litro).

Considerando di essere nelle condizioni stabili naturali di un sistema idrico ipogeo e riscontrando ad un certo momento una variazione della conducibilità totale, le cause di queste variazioni possono essere diverse. Tra queste:

a. Un cambiamento di temperatura;
b. Un cambiamento di concentrazione di tutti i sali;
c. Un cambiamento di concentrazione di un sale;
d. Un cambiamento della circolazione idrica in una sola parte del sistema che abbia caratteristiche chimiche diverse dal resto del sistema.

Nel caso a) si dovrebbe riscontrare una relazione diretta della conducibilità elettrica totale con la temperatura.

Nel caso b) e d) si ammette una variazione dei flussi sull'acqua sotterranea con l'arrivo di acque piovane, con percolazione e arricchimento di sali diversi da zona a zona, per effetto anche di percorsi diversi, di passaggi in frattura e/o cavità diverse.

Nel caso c), come nell'esperienza eseguita, avendo aggiunto la soluzione tracciante a base di cloruro sodico, l'andamento della conducibilità elettrica totale può essere seguito con

l'andamento della concentrazione di cloruri sciolti nell'acqua, a patto che i fattori sopra elencati non prevalgano coprendo l'influenza del parametro singolo.

L'esperienza eseguita mostra che:

a) In effetti il sistema idrico ipogeo del sito è formato da acque tra loro distinguibili dal punto di vista della composizione chimica (mineralizzazione, sali disciolti).

   S5-NP3-F con $\chi_{elettrica}$ compresa tra 800 e 850 μS/cm

   S7-Sorgente vicino NPA2 con $\chi_{elettrica}$ compresa tra 650 e 700 μS/cm

   S6-NPA1-NPA2 con $\chi_{elettrica}$ compresa tra 500 e 550 μS/cm

b) Le precipitazioni atmosferiche avvenute tra il 12 e il 21 marzo 2011 incrementano le conducibilità elettriche totali in tutte le postazioni (in modo diverso da postazione a postazione); le più sensibili risultano F-NPA1-NPA2;

c) I due affioramenti naturali e cioè le due sorgenti, una (Via Romana) a Sud Est e una (Sorgente NPA2) a Sud Ovest variano invece in temperatura.

1.1.7 Conclusioni

In linea generale consideriamo che:

1. La sensibilità del sistema idrogeologico locale, rispetto al sistema tracciante impiegato, è risultata valida; infatti la variazione della conducibilità elettrica, segue bene la variazione di concentrazione in cloruri.
2. Le direzioni di drenaggio indicate nella relazione idrogeologica generale trovano riscontro nei grafici di variazione della conducibilità elettrica e della temperatura nel tempo; questi risultano infatti coerenti tra fori piezometrici afferenti alle varie linee di drenaggio.
3. Le variazioni di conducibilità elettrica specifica per settori circostanti il sito (fori piezometrici scelti) hanno mostrato che il sistema idrico locale è praticamente del tutto dipendente dagli eventi meteo.
4. Le variazioni di temperatura hanno confermato le misure di conducibilità mostranti relazioni con gli eventi meteo.
5. Gli effetti "naturali" delle diverse circolazioni idriche sotterranee sulla mineralizzazione e sulla temperatura si riscontrano dai grafici dell'Allegato 2 nel periodo 12/03/2011 – 20/03/2011, con un generale graduale aumento di conducibilità elettrica specifica legato al cammino delle acque nel sottosuolo.

6. Con l'immissione della soluzione "tracciante" (22/03/2011) e senza apporto contemporaneo di precipitazioni si nota una generale diminuzione di conducibilità elettrica (circa 7%) (non un aumento, come ci si aspetterebbe se ci fosse solo effetto da parte della soluzione "tracciante" con tutti gli altri parametri tenuti costanti), specie nelle postazioni NPA1-NPA2-F, che sono quelle che reagiscono più rapidamente.
7. Va ribadito che è più vistosa in generale la variazione della temperatura che quella della conducibilità elettrica. Quest'ultima oltretutto non vede aumentare il valore complessivo con l'aggiunta della soluzione tracciante (vedere a titolo di esempio l'andamento della temperatura rispetto all'andamento della χ_{sp} per Sorgente Via Romana-S6 e S7-Sorgente vicino NPA2)

Anche l'andamento della temperatura nel quadro complessivo indica delle singolarità di circolazione idrica sotterranea, che distinguono le acque affioranti alle due sorgenti (Sorgente Via Romana e Sorgente vicino NPA2) dalle postazioni F-NP3-S6.

In definitiva:

- La circolazione idrica sotterranea del sito non è influenzata dall'immissione di tracciante, escludendo consistenti motivi di preoccupazione sulla vulnerabilità dell'acquifero.
- Le variazioni di temperatura e di conducibilità elettrica notate nel corso dell'indagine nei diversi piezometri hanno confermato la precipua influenza degli eventi meteo sui flussi sotterranei.
- Il monitoraggio futuro potrà valersi dei fori piezometrici impiegati in quanto si è verificata la reazione del sistema naturale alle variazioni del drenaggio ipogeo, dovuto alle precipitazioni.
- Il programma di monitoraggio e controllo proposto pare quindi efficace nella intercettazione della idrostruttura che, potenzialmente, possa essere interessata da un evento di contaminazione.

1.1.8 Schema sintetico

Quadro dell'andamento dei parametri misurati nel corso dell'esperienza con soluzione tracciante (22/3 - 8/4 2011)

DIREZIONE SE	Piezometro S6	Piezometro S7	Sorgente via antica romana
Conducibilità elettrica [μs/cm]	650-700	650-700	600-650
Tmperatura[C°]	12 ~ cost	12.5 ~ cost	~ 11
DIREZIONE SW	NPA1	NPA2	Sorgente NPA2
Conducibilità elettrica [μs/cm]	550-570	~ 600	650-700
Tmperatura[C°]	13 ~ cost	16 ~ cost	13-15
DIREZIONE VERTICALE	NPA1	NP3	F
Conducibilità elettrica [μs/cm]	550-570	~ 800	~ 820
Tmperatura[C°]	13 ~ cost	15 ~ cost	12.5 ~ cost

L'Immissione della soluzione tracciante (22/3/2011) è avvenuta dopo il periodo di pioggia 12/3 – 20/3, cioè dopo 2 giorni di assenza di piogge.

Un altro evento di pioggia (27/3 – 28/3) mostra chiaramente l'effetto meteo sulla conducibilità elettrica delle acque sotterranee.

Si notano tre tipi di acque sotterranee:

1. tipo caratterizzato da $\chi_{\text{elettrica specifica}}$ ~ 800-820 μs/cm (F NP3);
2. tipo caratterizzato da $\chi_{\text{elettrica specifica}}$ ~ 650-700 μs/cm (S6 S7 SORGENTE NPA2);
3. tipo caratterizzato da $\chi_{\text{elettrica specifica}}$ ~ 550-600 μs/cm (NPA1 S5 SORG. V. ROMANA);

ALLEGATI

All 1. Dati raccolti su temperatura, conducibilità elettrica, pres. acqua profondità nei fori piezometrici di monitoraggio, precipitazione atmosferiche (12/03/2011-31/03/2011).

All.2. Rappresentazione grafica allegati 1

All.3. Planimetria del sito con indicazione delle postazioni di immissione e di misura.

STRUMENTO di MISURA

Scheda	
Rif.	HAN-HI98360
Tipo di apparecchio	Multiparametro
Utilizzo	Portatile
Range di misura conduttività	0.00 µS/cm...500.0 mS/cm
Precisione conduttività	± 0.5 %
Range TDS	0.00 mg/L...400.0 g/L
Precisione TDS	± 0.5 %
Range di misura salinità	0.0...400.0 %
Precisione salità	± 0.5 %
Range di temp. (°C)	-10...120
Precisione temp. (°C)	± 0.4
Temperatura di riferimento	20°C o 25°C
Compensazione della temperatura	Automatico
Memoria	250 misuri
Collegamento PC	RS 232
Alimentazione	4 x Batterie 1.5 V tipo AA
Dimensioni esterne (L x H x P) mm	80 x 196 x 60
Peso (g)	500



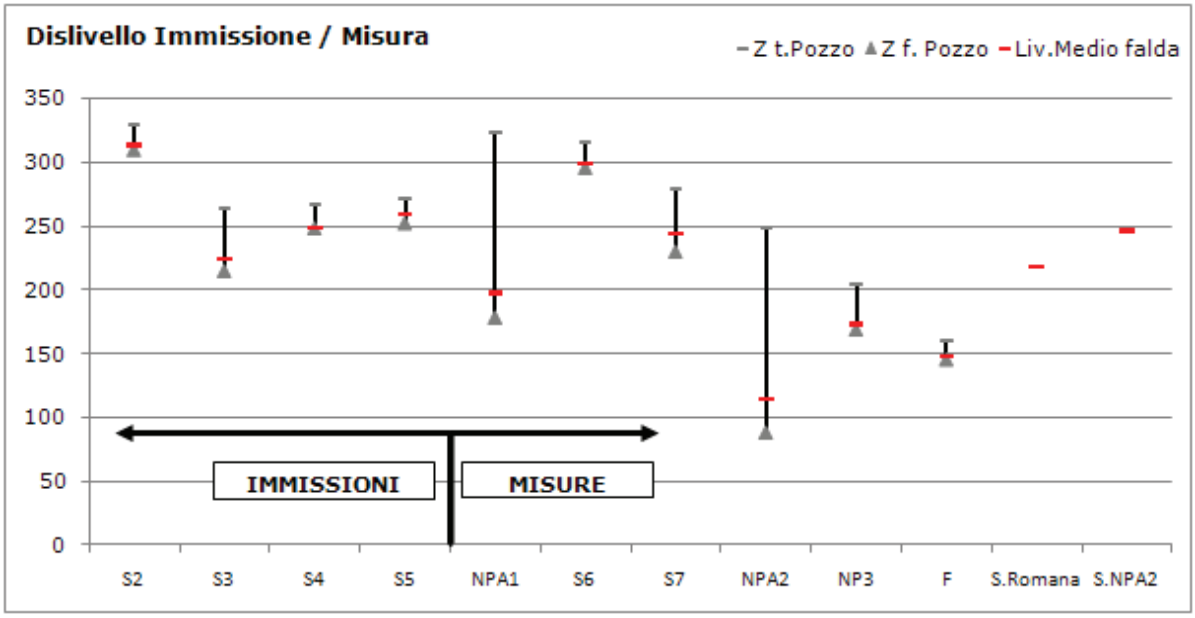
HAN-HI98360

All 1. Dati raccolti su temperatura, conducibilità elettrica, pres. acqua profondità nei fori piezometrici di monitoraggio, precipitazione atmosferiche (12/03/2011-31/03/2011).

PIEZOMETRO NPA1

Differenze quote da linee immissione [m]			
S2	S3	S4	S5
131,04	36,56	69,84	73,73

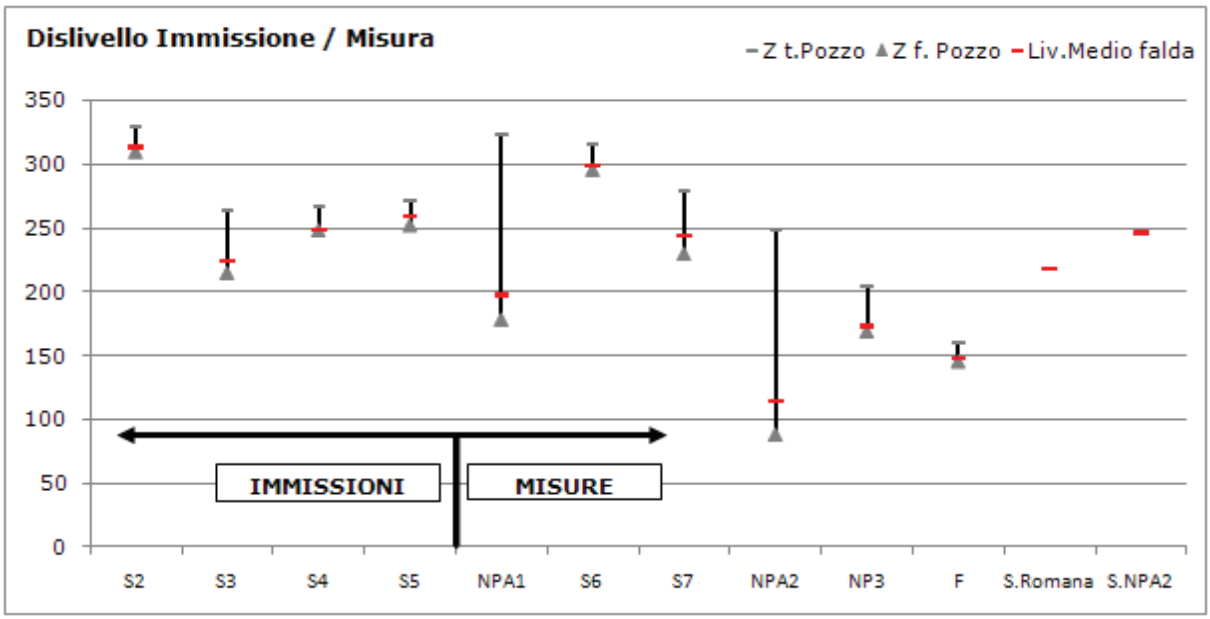
Data	Temperatura	Conducibilità	Profondità	Precipitazione
	[°C]	[µS/cm]	[m]	[mm]
12/3				1,2
13/3				1,3
14/3	13,3	562	125,7	0,0
15/3				1,7
16/3				1,7
17/3				0,1
18/3				0,0
19/3				0,0
20/3				0,3
21/3				0,0
22/3	12,8	648		0,0
23/3	12,7	580	123,3	0,0
24/3	12,6	590	123,7	0,0
25/3	12,6	570	122,8	0,0
26/3				0,0
27/3				0,3
28/3	12,5	574	121,4	0,1
29/3	12,5	600	121,2	0,0
30/3	12,5	583	120,7	0,0
31/3	12,5	567	120,3	0,0



PIEZOMETRO NPA2

Differenze quote [m]			
S2	S3	S4	S5
221,04	126,56	159,84	163,73

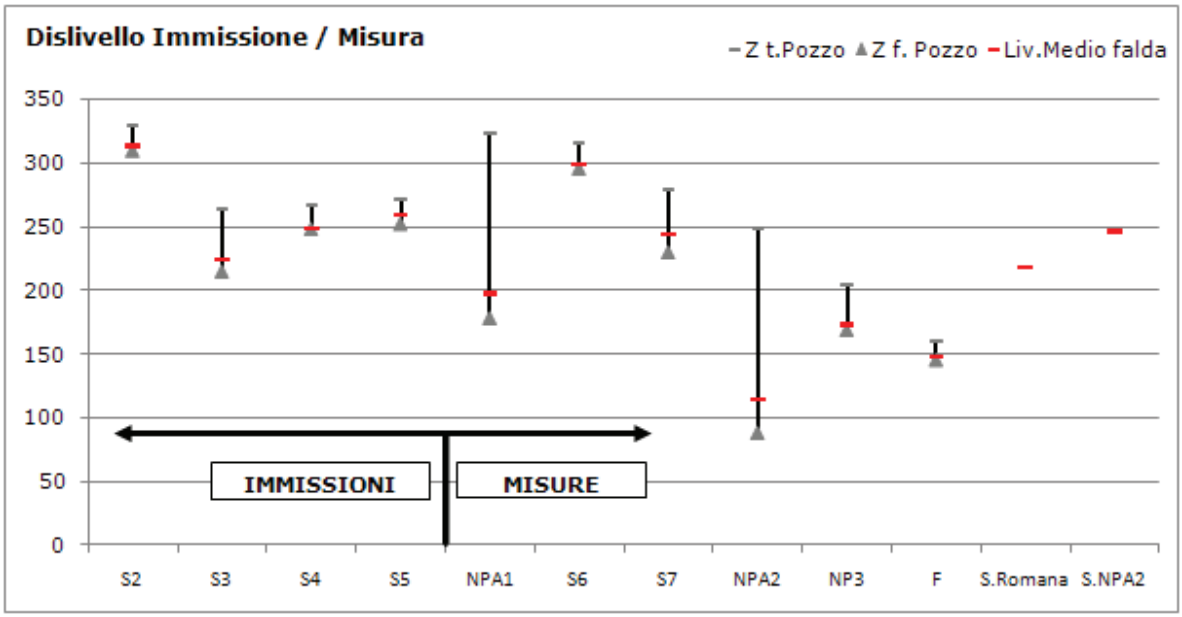
Data	Temperatura	Conducibilità	Profondità	Precipitazione
	[°C]	[µS/cm]	[m]	[mm]
12/3				1,2
13/3				1,3
14/3	16,1	557	135,1	0,0
15/3				1,7
16/3				1,7
17/3				0,1
18/3				0,0
19/3				0,0
20/3				0,3
21/3				0,0
22/3	16,2	633	134,3	0,0
23/3	16,2	578	134,5	0,0
24/3	15,9	613	134,6	0,0
25/3	16	600	134,4	0,0
26/3				0,0
27/3				0,3
28/3	15,7	600	134,2	0,1
29/3	15,7	611	134,2	0,0
30/3	15,9	618	134,2	0,0
31/3	13,8	610	133,9	0,0



PIEZOMETRO S6

Differenze quote [m]			
S2	S3	S4	S5
13,8	-80,68	-47,4	-43,51

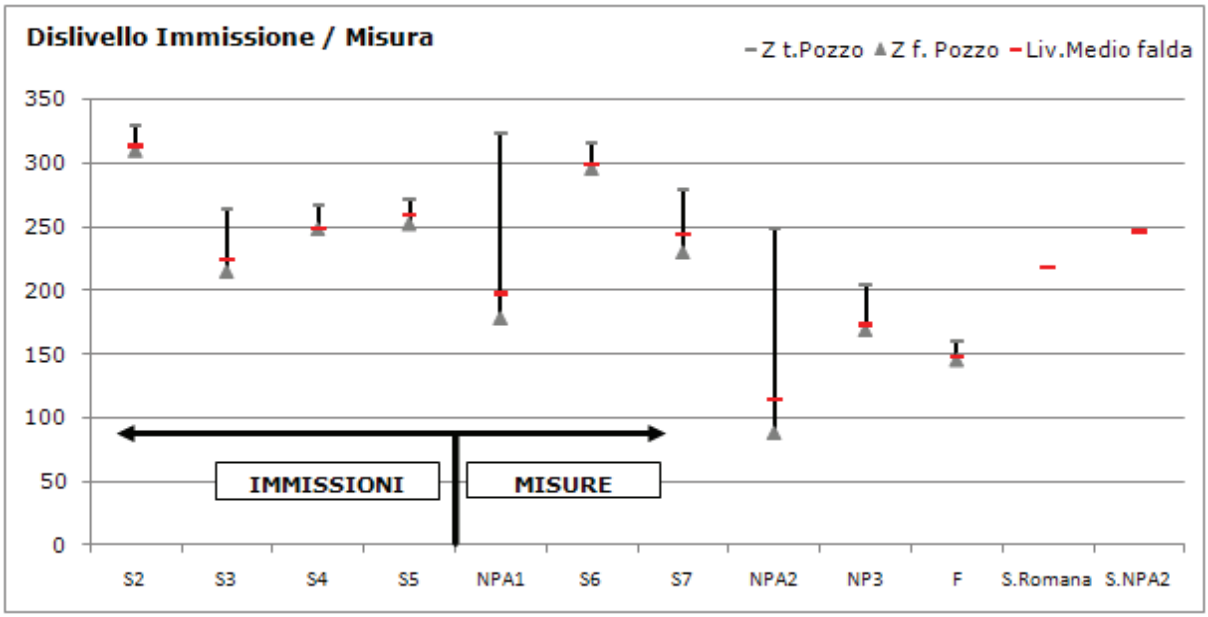
Data	Temperatura	Conducibilità	Profondità	Precipitazione
	[°C]	[µS/cm]	[m]	[mm]
12/3				1,2
13/3				1,3
14/3	11,9	492	15,6	0,0
15/3				1,7
16/3				1,7
17/3				0,1
18/3				0,0
19/3				0,0
20/3				0,3
21/3				0,0
22/3	13	658	12,2	0,0
23/3	11,8	694	12,4	0,0
24/3	12,3	690	12,5	0,0
25/3	12	686	12,7	0,0
26/3				0,0
27/3				0,3
28/3	11,9	774	13,2	0,1
29/3	11,9	689	13,3	0,0
30/3	12,3	692	13,5	0,0
31/3	12,1	681	13,7	0,0



PIEZOMETRO S7

Differenze quote [m]			
S2	S3	S4	S5
79,44	-15,04	18,24	22,13

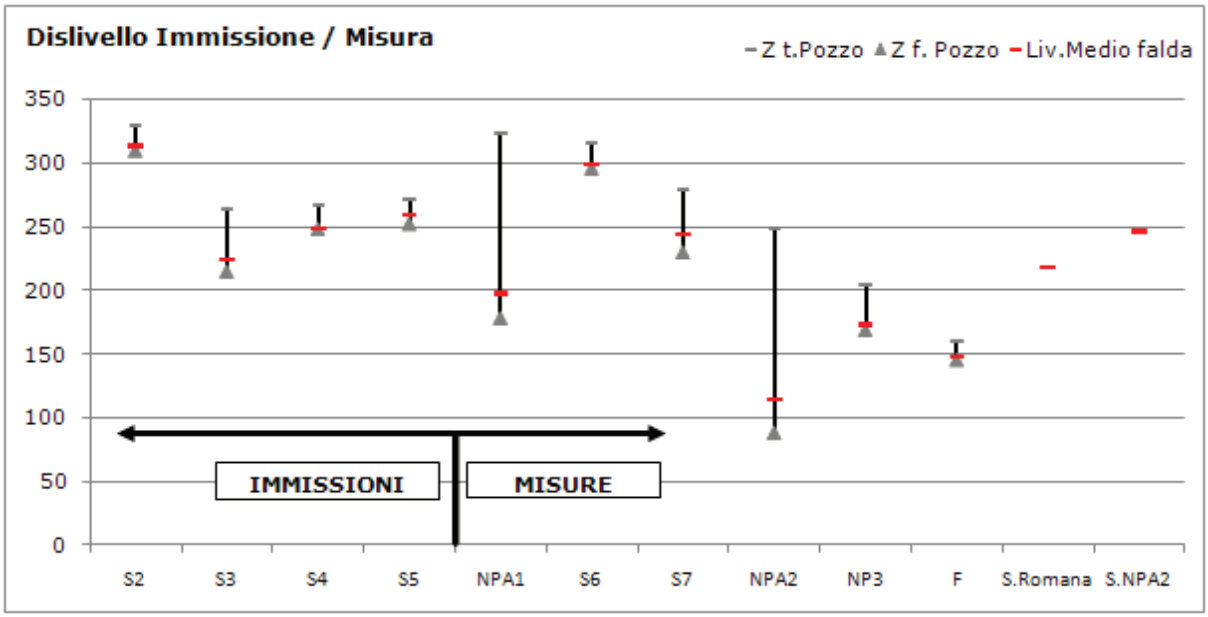
Data	Temperatura	Conducibilità	Profondità	Precipitazione
	[°C]	[µS/cm]	[m]	[mm]
12/3				1,2
13/3				1,3
14/3	12,4	652	38,4	0,0
15/3				1,7
16/3				1,7
17/3				0,1
18/3				0,0
19/3				0,0
20/3				0,3
21/3	12,7		34,4	0,0
22/3	13	688	33,7	0,0
23/3	12,6	682	33,4	0,0
24/3	12,6	694	33,0	0,0
25/3	12,5	701	33,0	0,0
26/3				0,0
27/3				0,3
28/3	12,5	686	34,2	0,1
29/3	12,6	690	34,7	0,0
30/3	12,5	670	35,2	0,0
31/3	12,6	665	35,1	0,0



PIEZOMETRO F

Differenze quote [m]			
S2	S3	S4	S5
163,7	69,22	102,5	106,39

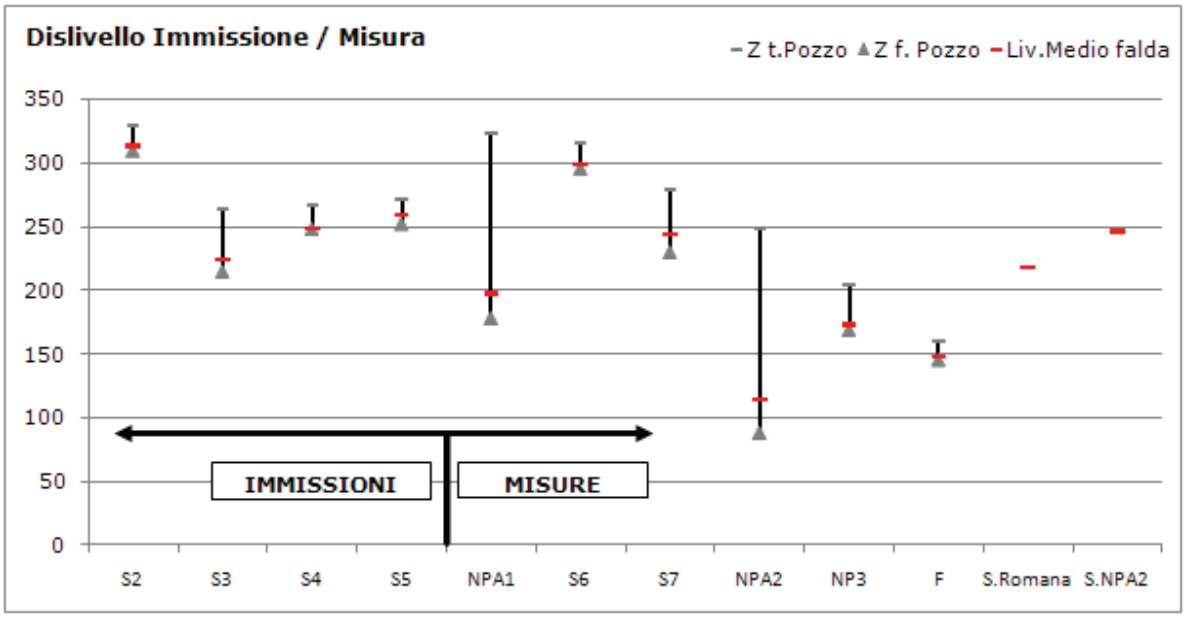
Data	Temperatura	Conducibilità	Profondità	Precipitazione
	[°C]	[µS/cm]	[m]	[mm]
12/3				1,2
13/3				1,3
14/3	14	824	9,8	0,0
15/3				1,7
16/3				1,7
17/3				0,1
18/3				0,0
19/3				0,0
20/3				0,3
21/3				0,0
22/3	13,3	893	6,4	0,0
23/3	12,5	823	6,4	0,0
24/3	12,6	820	6,4	0,0
25/3	12,7	820	6,4	0,0
26/3				0,0
27/3				0,3
28/3	12,4	825	6,5	0,1
29/3	12,7	820	6,5	0,0
30/3	12,7	820	6,6	0,0
31/3	12,7	823	6,6	0,0



SORGENTE NPA2

Differenze quote [m]			
S2	S3	S4	S5
63,04	63,04	63,04	63,04

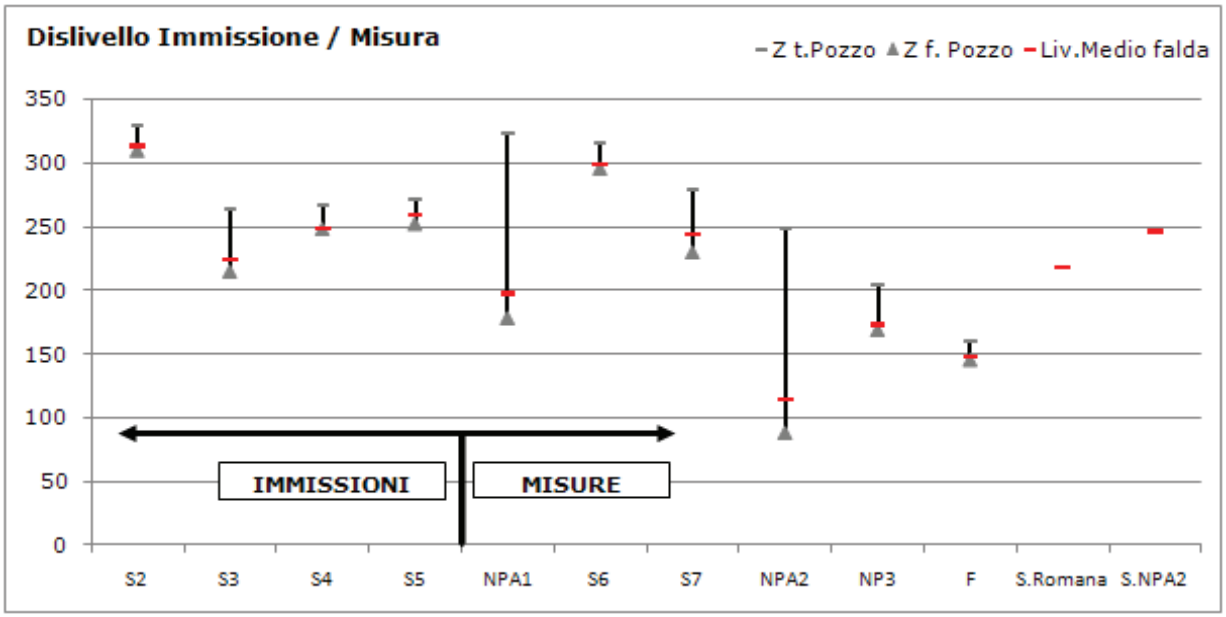
Data	Temperatura	Conducibilità	Profondità	Precipitazione
	[°C]	[µS/cm]	[m]	[mm]
12/3				1,2
13/3				1,3
14/3	11,9	692		0,0
15/3				1,7
16/3				1,7
17/3				0,1
18/3				0,0
19/3				0,0
20/3				0,3
21/3				0,0
22/3	14,7	712		0,0
23/3	15,6	718		0,0
24/3	15,8	721		0,0
25/3	14	720		0,0
26/3				0,0
27/3				0,3
28/3	12,6	737		0,1
29/3	12,4	730		0,0
30/3	13	730		0,0
31/3	13,7	728		0,0



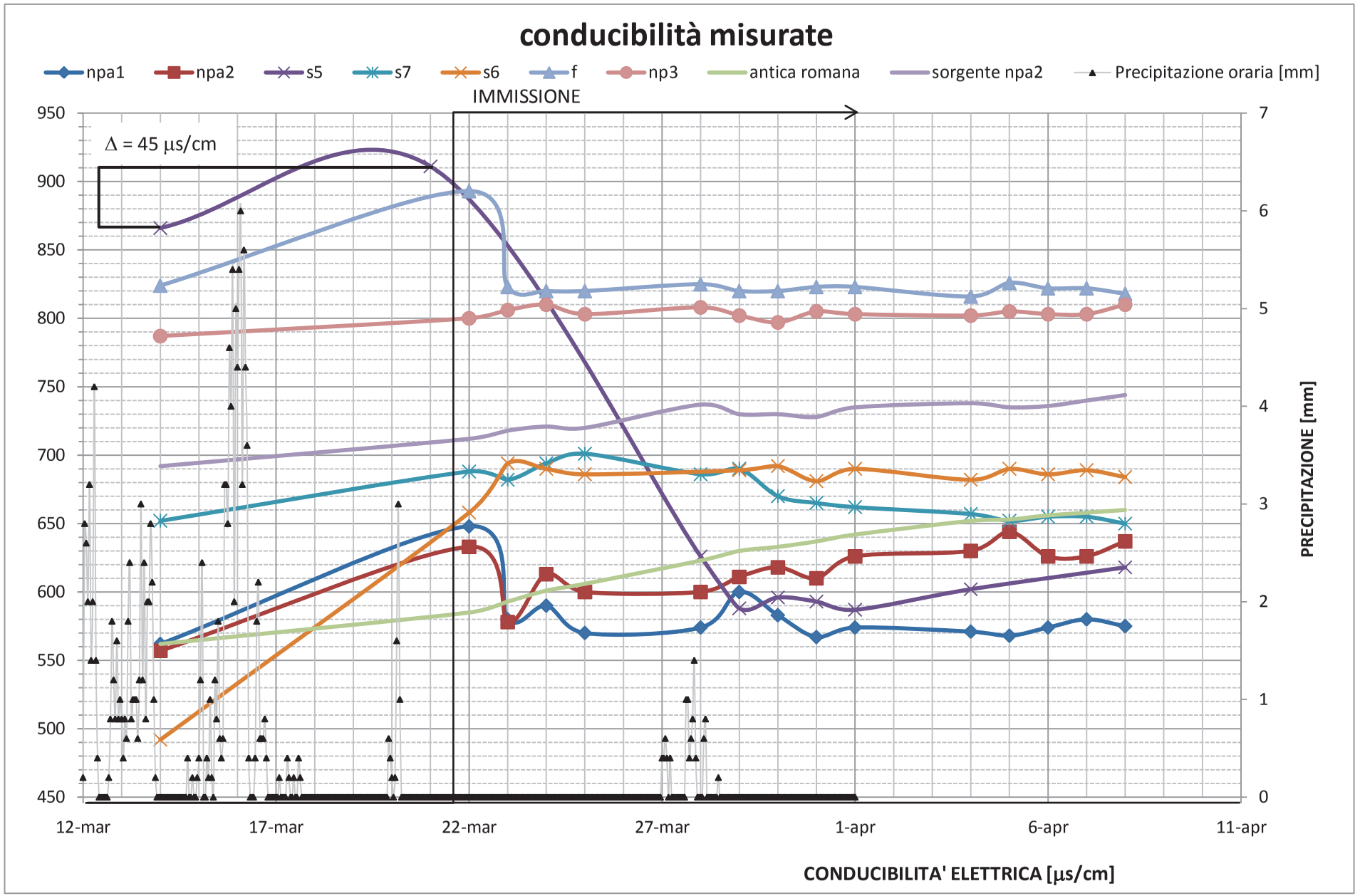
SORGENTE ANTICA ROMANA

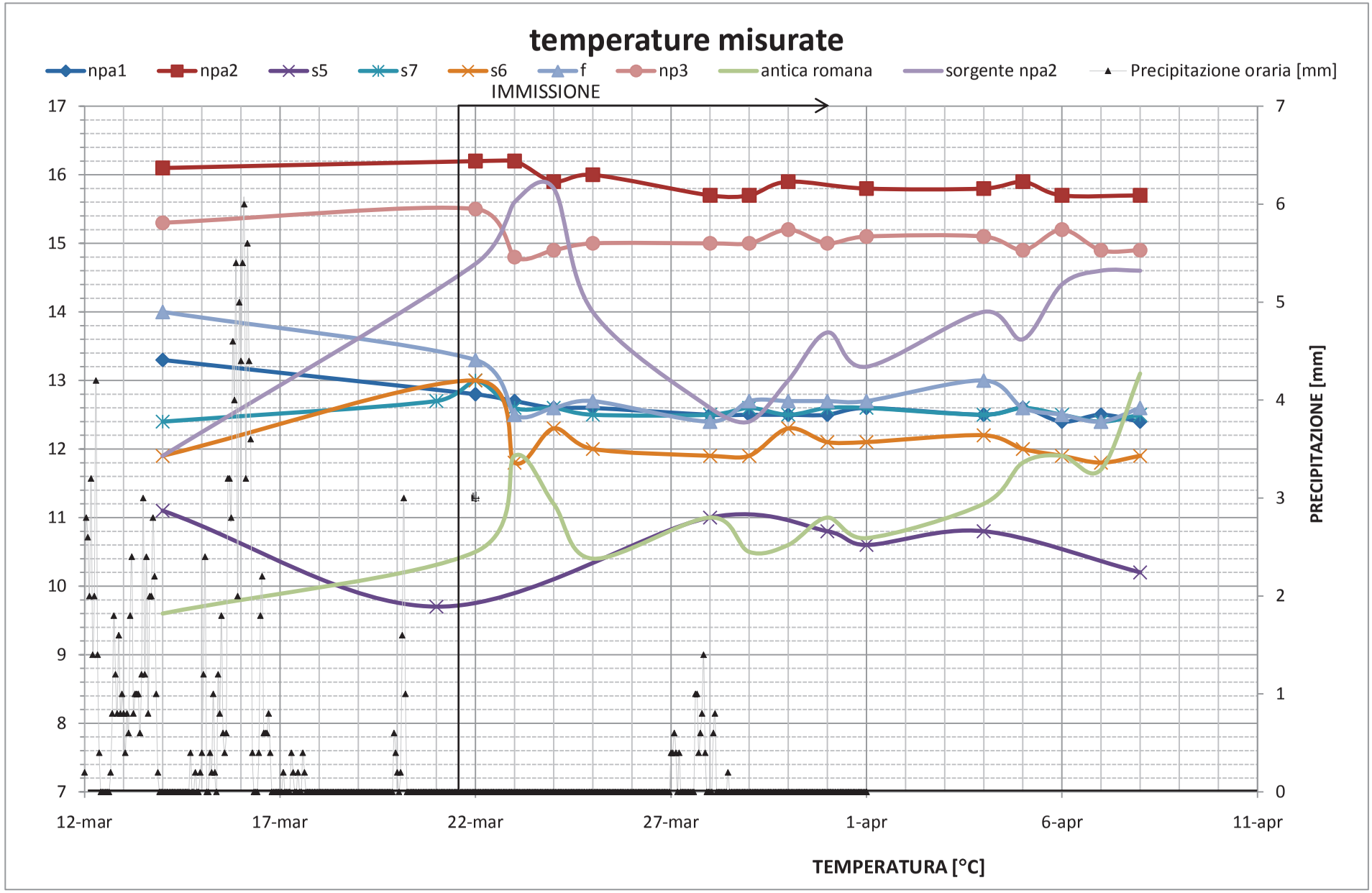
Differenze quote [m]			
S2	S3	S4	S5
91,04	91,04	91,04	91,04

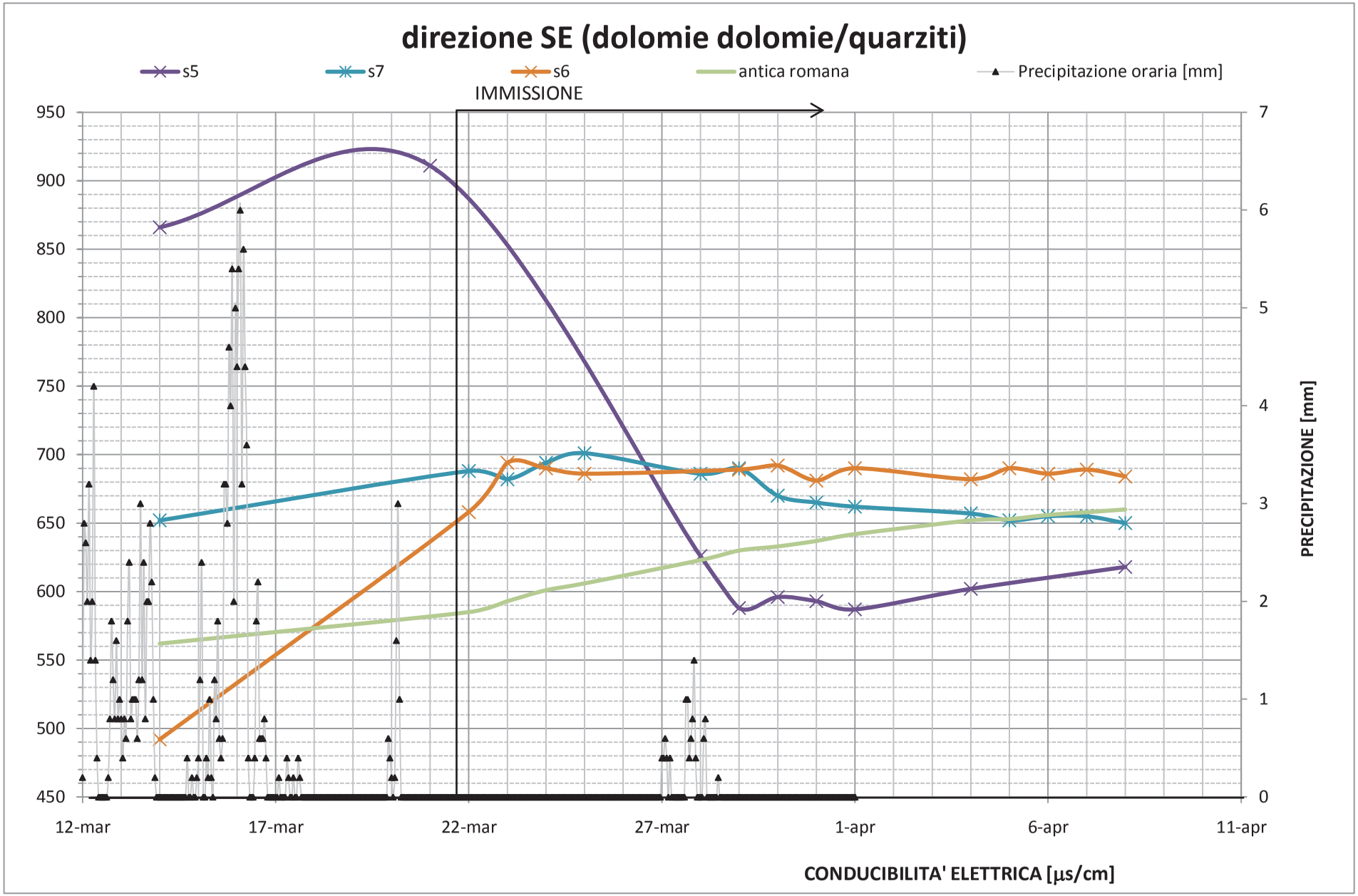
Data	Temperatura	Conducibilità	Profondità	Precipitazione
	[°C]	[µS/cm]	[m]	[mm]
12/3				1,2
13/3				1,3
14/3	9,6	562		0,0
15/3				1,7
16/3				1,7
17/3				0,1
18/3				0,0
19/3				0,0
20/3				0,3
21/3				0,0
22/3	10,5	585		0,0
23/3	11,9	593		0,0
24/3	11,2	601		0,0
25/3	10,4	606		0,0
26/3				0,0
27/3				0,3
28/3	11	623		0,1
29/3	10,5	630		0,0
30/3	10,6	633		0,0
31/3	11	637		0,0

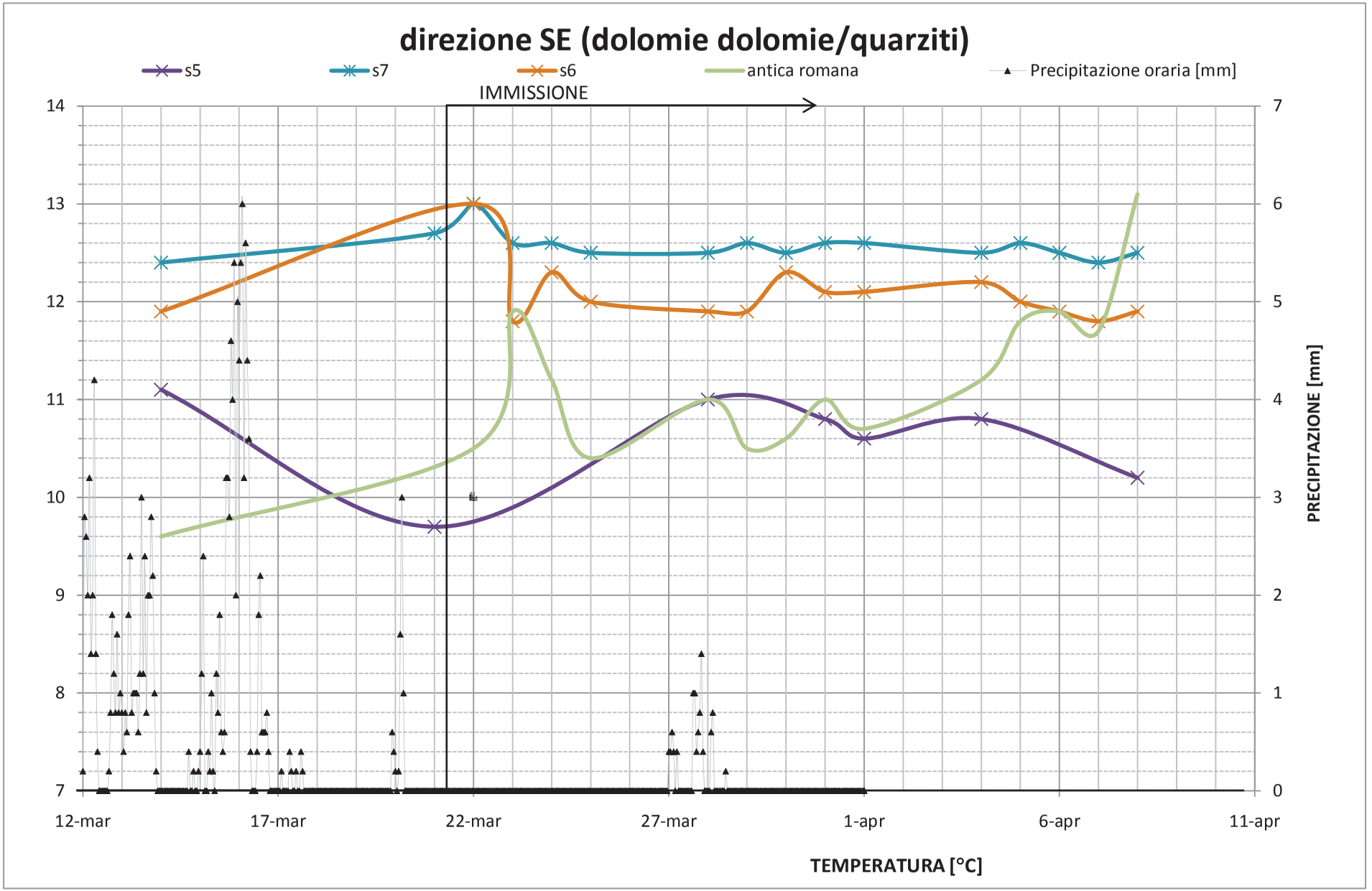


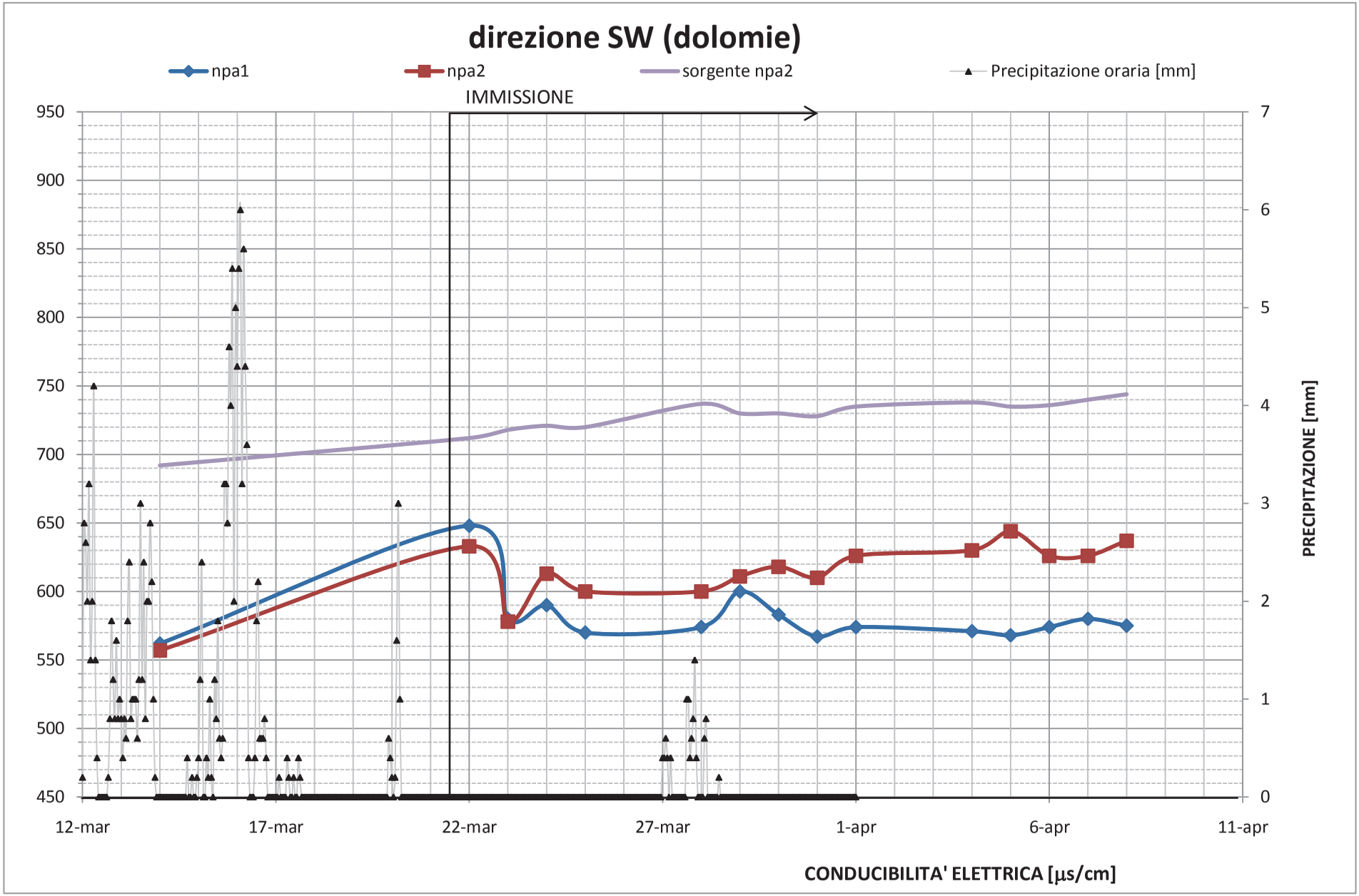
All.2. Rappresentazione grafica allegati 1

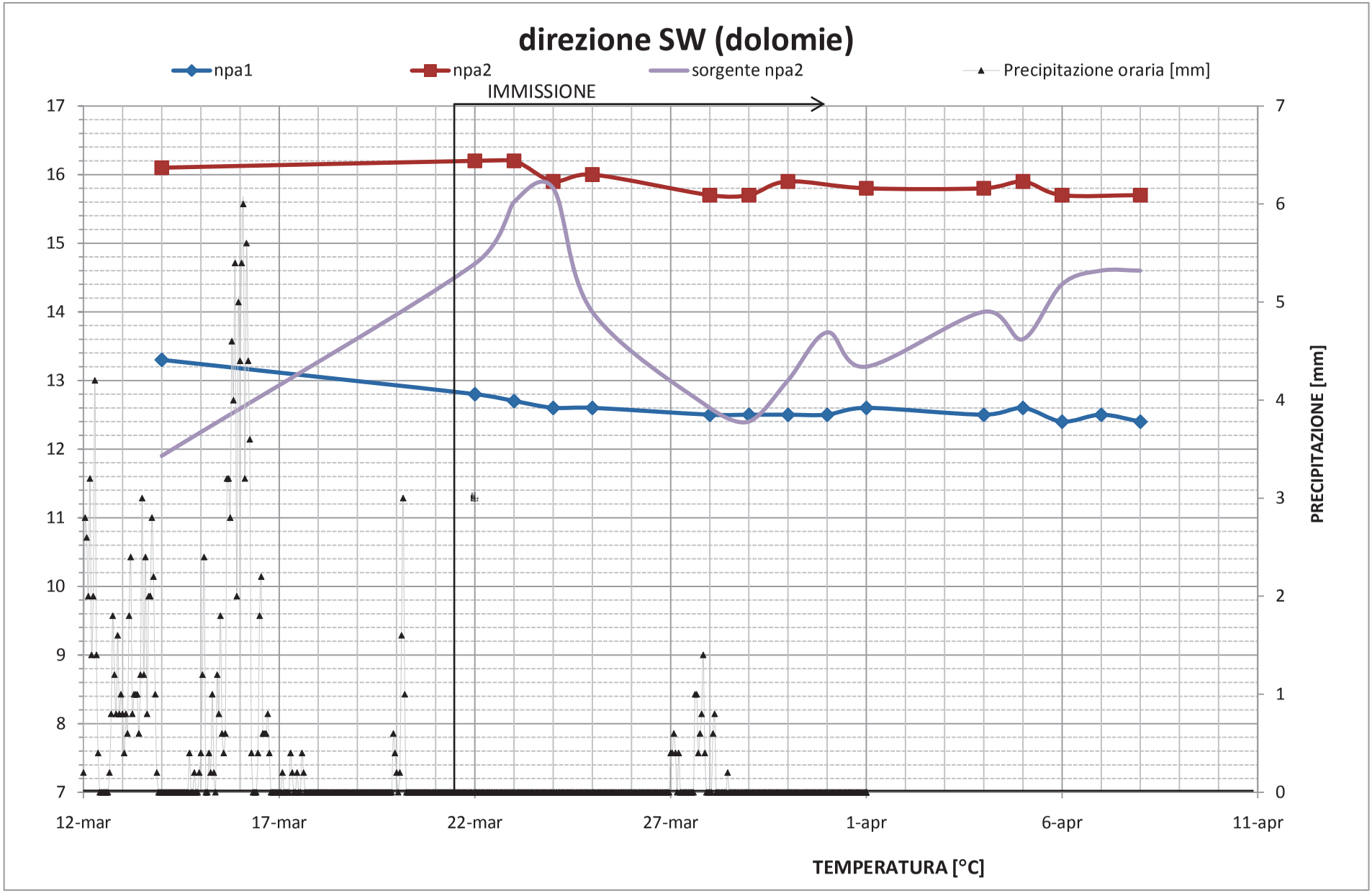

conducibilità misurate
npa1
npa2
s5
s7
s6
f
np3
antica romana
sorgente npa2
Precipitazione oraria [mm]
IMMISSIONE
Δ = 45 µs/cm
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
7
6
5
4
3
2
1
0
PRECIPITAZIONE [mm]
12-mar
17-mar
22-mar
27-mar
1-apr
6-apr
11-apr
CONDUCIBILITA' ELETTRICA [µs/cm]

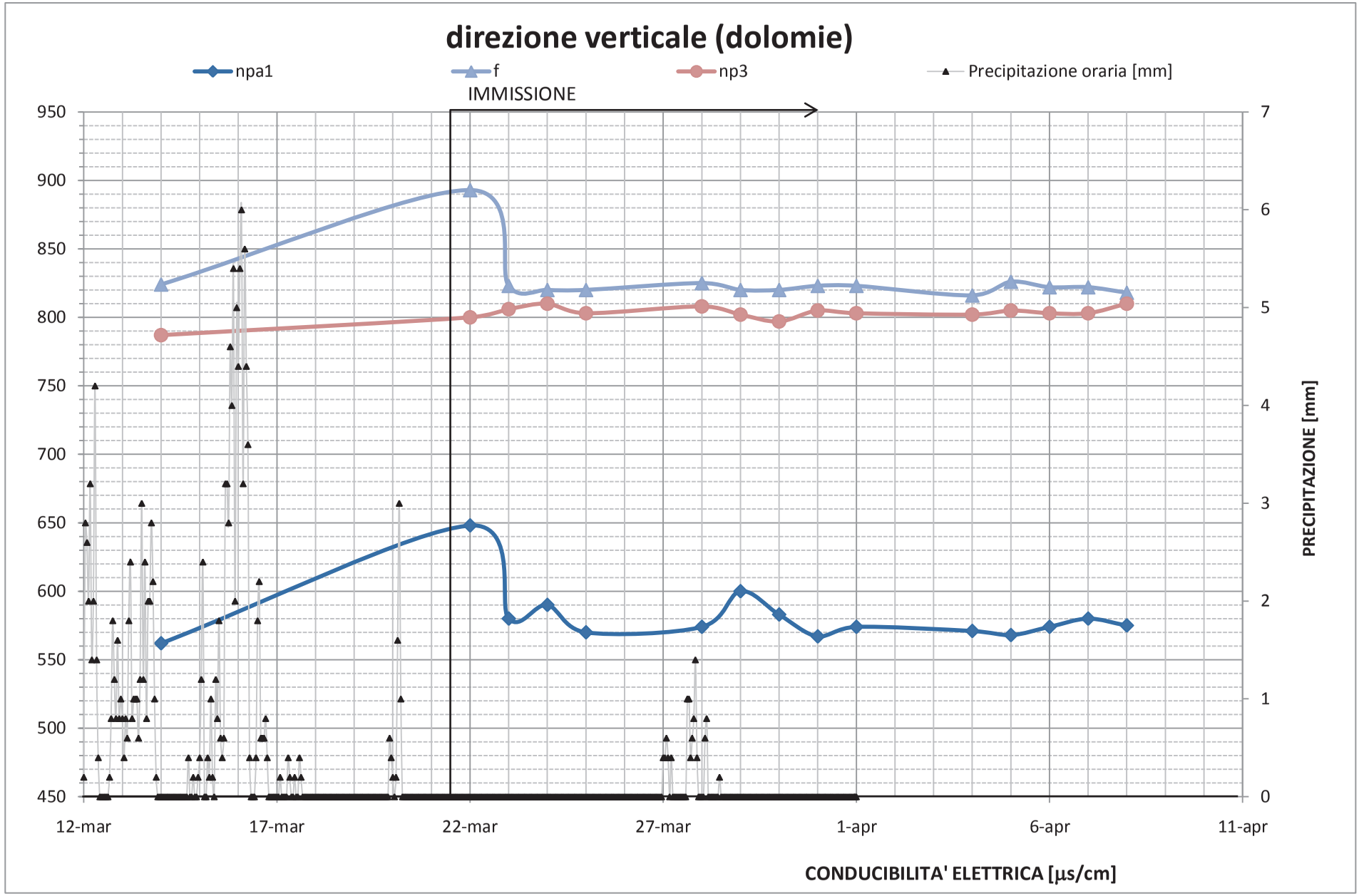

temperature misurate
npa1
npa2
s5
s7
s6
f
np3
antica romana
sorgente npa2
Precipitazione oraria [mm]
IMMISSIONE
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
7
6
5
4
3
2
1
0
PRECIPITAZIONE [mm]
12-mar
17-mar
22-mar
27-mar
1-apr
6-apr
11-apr
TEMPERATURA [°C]

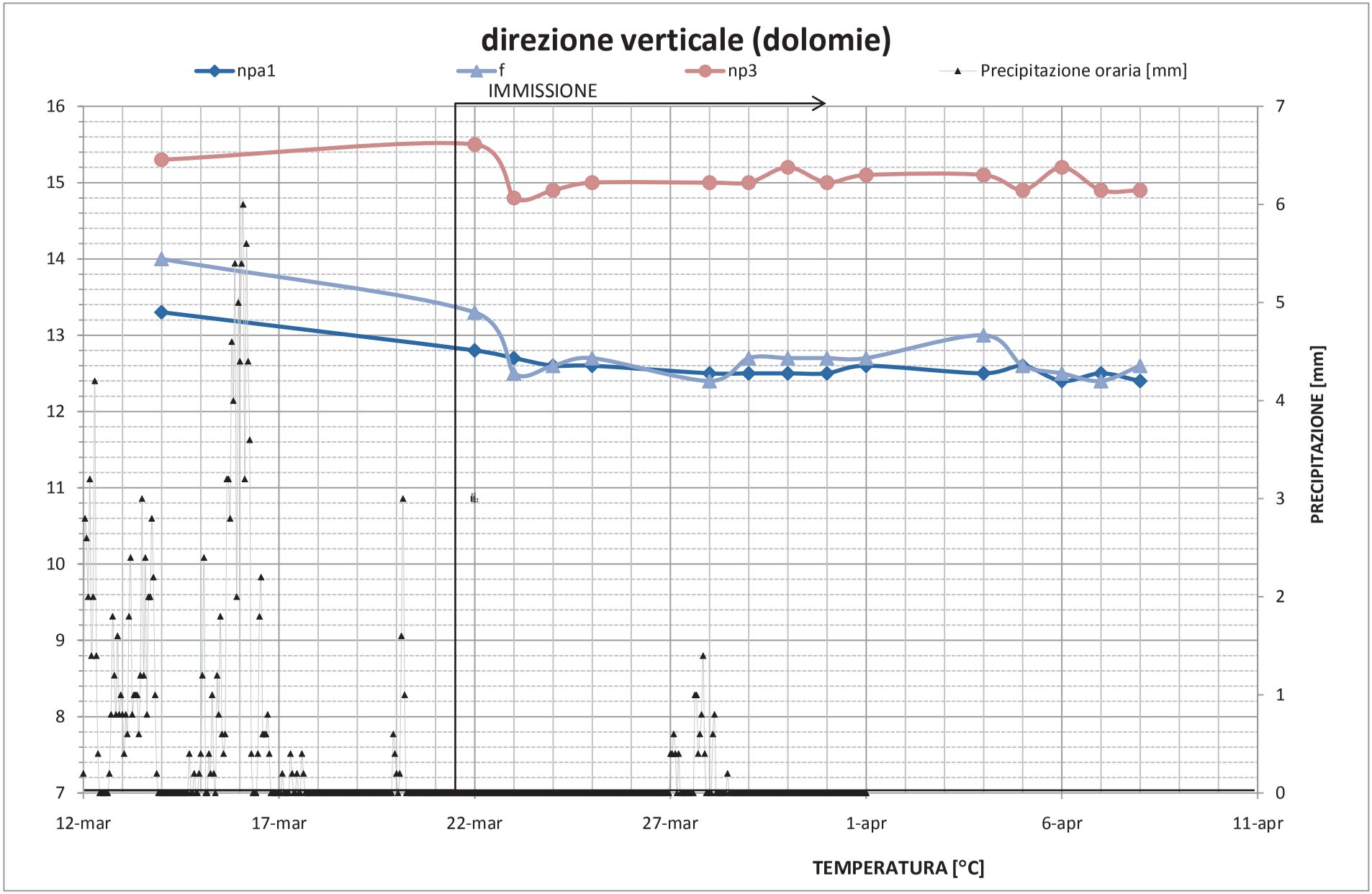

direzione SE (dolomie dolomie/quarziti)
s5
s7
s6
antica romana
Precipitazione oraria [mm]
IMMISSIONE
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
7
6
5
4
3
2
1
0
PRECIPITAZIONE [mm]
12-mar
17-mar
22-mar
27-mar
1-apr
6-apr
11-apr
CONDUCIBILITA' ELETTRICA [µs/cm]

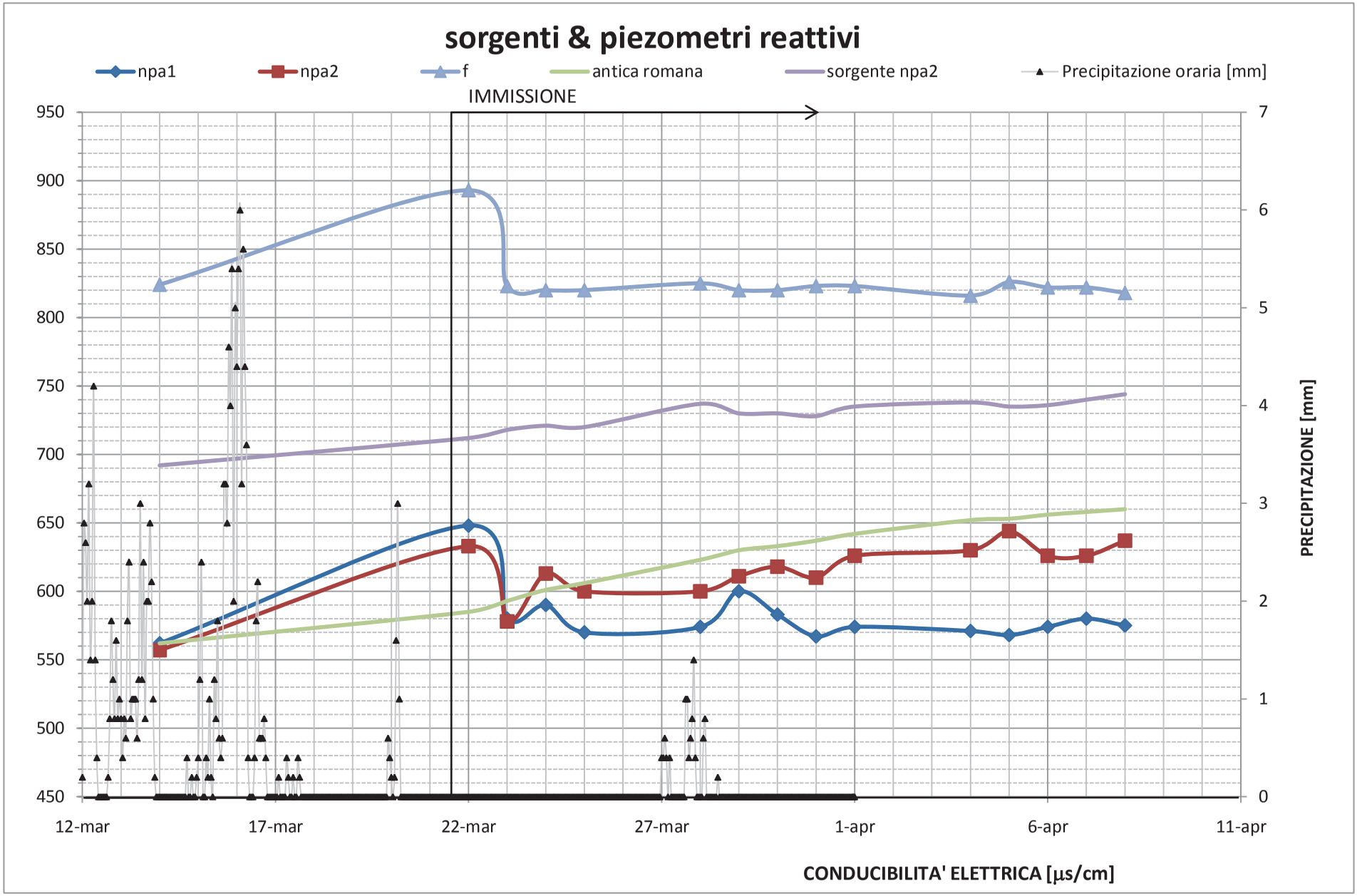

direzione SE (dolomie dolomie/quarziti)
s5
s7
s6
antica romana
Precipitazione oraria [mm]
IMMISSIONE
14
13
12
11
10
9
8
7
7
6
5
4
3
2
1
0
PRECIPITAZIONE [mm]
12-mar
17-mar
22-mar
27-mar
1-apr
6-apr
11-apr
TEMPERATURA [°C]

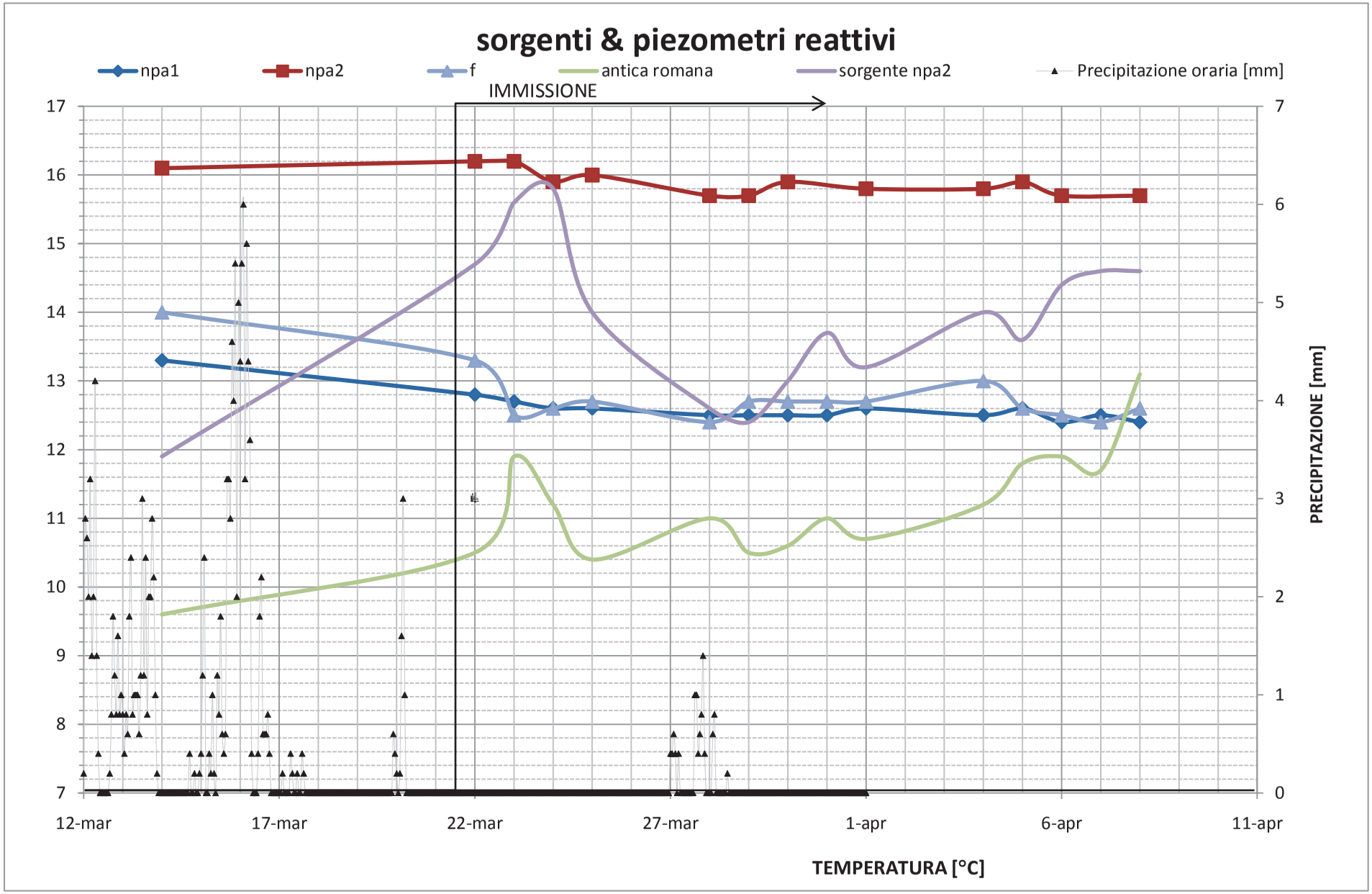

direzione SW (dolomie)
npa1
npa2
sorgente npa2
Precipitazione oraria [mm]
IMMISSIONE
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
7
6
5
4
3
2
1
0
PRECIPITAZIONE [mm]
12-mar
17-mar
22-mar
27-mar
1-apr
6-apr
11-apr
CONDUCIBILITA' ELETTRICA [µs/cm]


direzione SW (dolomie)
npa1
npa2
sorgente npa2
Precipitazione oraria [mm]
IMMISSIONE
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
7
6
5
4
3
2
1
0
PRECIPITAZIONE [mm]
12-mar
17-mar
22-mar
27-mar
1-apr
6-apr
11-apr
TEMPERATURA [°C]

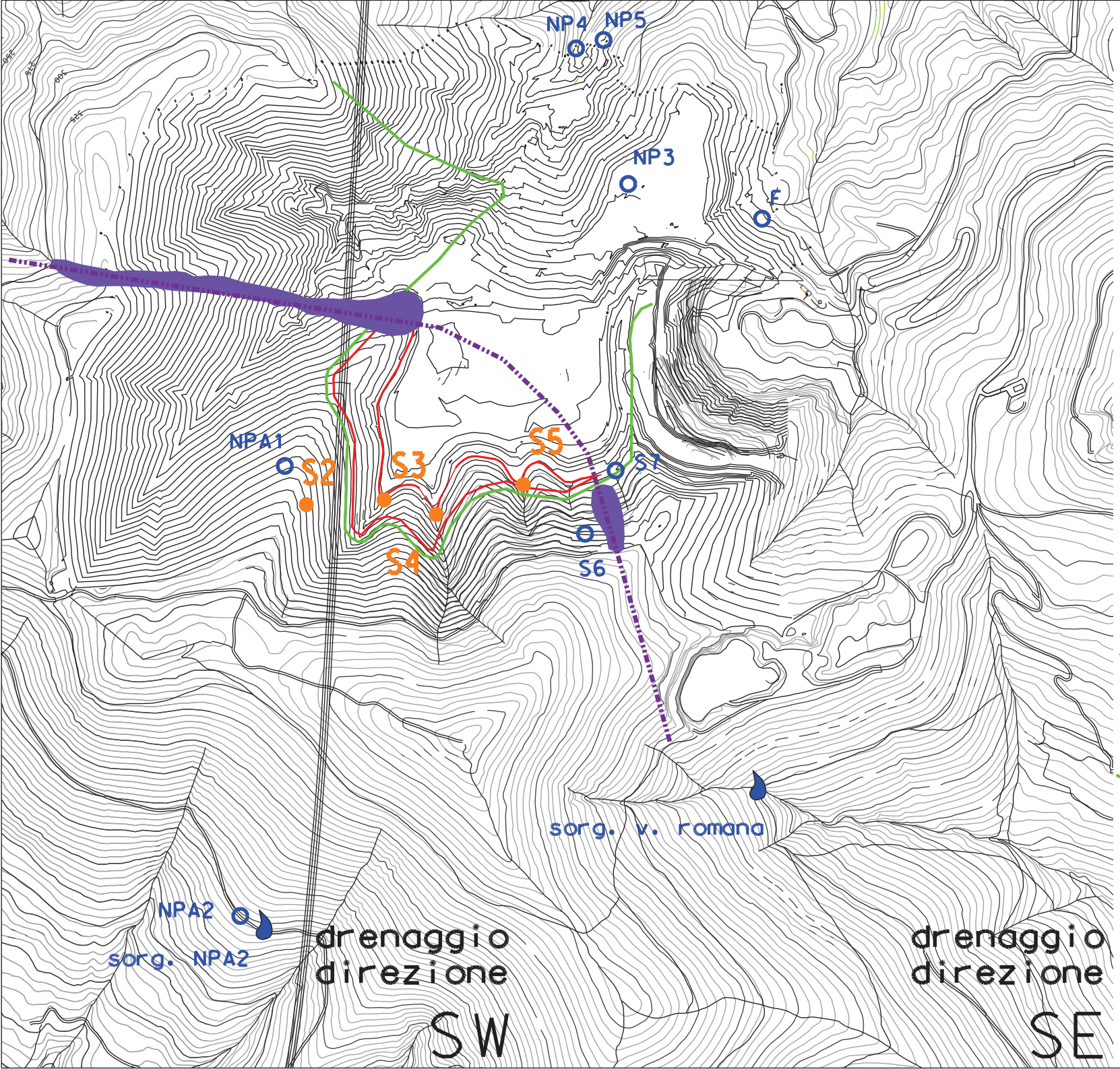

direzione verticale (dolomie)
npa1
f
np3
Precipitazione oraria [mm]
IMMISSIONE
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
7
6
5
4
3
2
1
0
PRECIPITAZIONE [mm]
12-mar
17-mar
22-mar
27-mar
1-apr
6-apr
11-apr
CONDUCIBILITA' ELETTRICA [µs/cm]


direzione verticale (dolomie)
npa1
f
np3
Precipitazione oraria [mm]
IMMISSIONE
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
7
6
5
4
3
2
1
0
12-mar
17-mar
22-mar
27-mar
1-apr
6-apr
11-apr
PRECIPITAZIONE [mm]
TEMPERATURA [°C]


sorgenti & piezometri reattivi
npa1
npa2
f
antica romana
sorgente npa2
Precipitazione oraria [mm]
IMMISSIONE
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
7
6
5
4
3
2
1
0
PRECIPITAZIONE [mm]
12-mar
17-mar
22-mar
27-mar
1-apr
6-apr
11-apr
CONDUCIBILITA' ELETTRICA [µs/cm]


sorgenti & piezometri reattivi
npa1
npa2
f
antica romana
sorgente npa2
Precipitazione oraria [mm]
IMMISSIONE
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
7
6
5
4
3
2
1
0
PRECIPITAZIONE [mm]
12-mar
17-mar
22-mar
27-mar
1-apr
6-apr
11-apr
TEMPERATURA [°C]

All.3. Planimetria del sito con indicazione delle postazioni di immissione e di misura.



TRACCIAMENTO
MARZO APRILE
2011

- carta generale -

S6 Campionamenti in foro

Campionamenti da sorgente

Ampliamento a progetto

S2 Immissione tracciante

Limite area carsica

Scaglia quarzitica

-

"diaframma"

SCALA 1:5000