



**Comune di Civitanova Marche
Provincia di Macerata**

**Indagine Geofisica (Goelettrica) nel campo pozzi dell'acquedotto
pubblico ed area circostante.**

Civitanova Marche li, 08/05/2006

**Il Geologo
(Dott. Stefano Pierucci)**

INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	pag. 2
2. <u>SONDAGGI ELETTRICI VERTICALI</u>	pag. 2
3. <u>MISURA DELLA DIREZIONE DEL FLUSSO IDRICO IN FALDA</u>	pag. 3
4. <u>PRESENTAZIONE DEI DATI E RISULTATI OTTENUTI</u>	pag. 3

FIGURE

Fig. 1 – Ubicazione dei Sondaggi Elettrici Verticali *Scala 1:2.000*

Fig. 2a – Distorsione della linea equipotenziale conseguente all'immissione in falda dell'elettrolita nel pozzo N° 29

Fig. 2b – Direzione del Flusso in Falda (pozzo N° 29) *Scala 1:1.000*

ALLEGATI

ALL. 1 – SONDAGGIO ELETTRICI VERTICALI

INDAGINE GEOFISICA (GEOELETRICA) PER LA DETERMINAZIONE DELLA DIREZIONE DEL FLUSSO IDRICO IN FALDA E DELL'ANDAMENTO DEL SUBSTRATO NELL'AREA DEL CAMPO POZZI DELL'ACQUEDOTTO DI CIVITANOVA MARCHE.

1. PREMESSA

Per conto dell'A.T.A.C. *Civitanova spa*, di Civitanova Marche, sono state eseguite, nell'ambito di una ricerca idrogeologica sull'area del Campo pozzi dell'acquedotto di proprietà comunale, misure geofisiche (geoelettriche) finalizzate alla definizione della situazione stratigrafica locale (in particolar per quanto riguarda l'andamento del substrato impermeabile) e della direzione di scorrimento delle acque sotterranee contenute nella falda acquifera sottoposta ad emungimento.

Sono stati pertanto eseguiti N° 16 sondaggi elettrici verticali ed una prova di immissione di una soluzione conduttiva in un pozzo (*Pozzo N° 29*) già esistente nell'area, con misura delle distorsioni di una linea equipotenziale.

2. SONDAGGI ELETTRICI VERTICALI (S.E.V.)

Nell'area del campo pozzi sono stati eseguiti 16 Sondaggi Elettrici Verticali, principalmente allo scopo di definire l'andamento del substrato impermeabile; i dati ottenuti integrano quelli desunti da indagini precedenti (sondaggi, SEV) e dalle perforazioni per l'esecuzione dei pozzi medesimi (TAB. 1).

L'andamento della superficie di separazione tra i depositi alluvionali ed il substrato argilloso è marcato da una diminuzione di resistività. I diagrammi dei sondaggi geoelettrici eseguiti e gli elettrostrati individuati sono riportati in allegato.

La quota di rinvenimento del substrato (in m dal p.c.) varia da circa 23.14 m nel S.E.V. N° 7 a 26.30 m nel S.E.V. N° 11, come indicato nella *tabella 1*.

TAB. 1 - Sondaggi geoelettrici di resistività.

H: quota piano campagna; Z: profondità del substrato dal p.c.; H_s: quota substrato;

Sondaggio Elettrico Verticale N°	H (m s.l.m.)	Z (m)	H _s (m. s.l.m.)
1	11.10	24.02	-12.90
2	10.80	25.00	-14.20
3	9.95	24.74	-14.80
4	9.95	23.67	-13.70
5	9.80	25.50	-15.70
6	9.60	24.09	-14.50
7	9.25	23.14	-13.90
8	9.95	25.85	-15.90

9	10.75	25.95	-15.20
10	11.50	25.60	-14.10
11	10.50	26.30	-15.80
12	10.35	26.15	-15.80
13	9.80	25.90	-16.10
14	9.70	26.02	-16.30
15	9.70	25.30	-15.60
16	9.70	23.83	-14.10

3. MISURA DELLA DIREZIONE DEL FLUSSO IDRICO IN FALDA

Lo studio dinamico di una falda tramite metodi indiretti, presuppone la determinazione del gradiente idraulico e del coefficiente di permeabilità da prove di pompaggio, per giungere poi alla velocità di filtrazione v attraverso la legge di Darcy.

I metodi diretti di determinazione della velocità e della direzione del flusso freatico prevedono invece l'iniezione di un tracciante in un pozzo; l'iniezione in falda di un tracciante che alteri localmente le proprietà elettriche del sottosuolo, provoca infatti una perturbazione con direzione di avanzamento, velocità massima e media che sono rilevabili in superficie mediante metodologie geoelettriche.

PRESENTAZIONE DEI DATI E RISULTATI OTTENUTI

La direzione di scorrimento delle acque di falda è stata determinata mediante l'individuazione delle distorsioni di una linea equipotenziale provocate dall'immissione di una soluzione conduttiva in un pozzo già esistente nell'area (pozzo 29). L'ubicazione del pozzo in cui è stata immessa la soluzione conduttiva è riportata in *figura 2b*.

In *tabella 2* sono riportati i valori relativi alla distorsione della linea equipotenziale dopo l'immissione di una soluzione satura di NaCl (100 kg) effettuata alle ore 11.30 del 21/04/06.

TAB. 2. - Variazioni della distanza della linea equipotenziale dal pozzo di iniezione.

direzione di misura	g h	21/04 11.30	22/04 11.30	23/04 11.30	24/04 11.30
1		4,15	4,20	4,15	4,15
2		3,99	4,00	3,98	3,99
3		3,90	3,95	3,90	3,87
4		3,76	3,81	3,76	3,75
5		3,76	3,81	3,77	3,74
6		3,75	3,81	3,77	3,75
7		3,87	3,94	3,89	3,86
8	elettrodo M fisso a 5,00 m				

In *figura 2a* è riportato lo schema operativo per la misura delle deformazioni delle linee elettriche equipotenziale, le linee equipotenziali dei cicli di misure¹ e i vettori che rappresentano lo spostamento dei punti di equipotenziale; la risultante dei vettori “*distorsione*” della linea equipotenziale indica una direzione preferenziale di scorrimento **N 126**.

Civitanova Marche lì, 08/05/2006

Il Tecnico
(*Geol. Stefano Pierucci*)

¹ Le misure effettuate i giorni 23 e 24 aprile indicano (*vedi tabella 2*) una pressoché completa scomparsa della perturbazione nelle proprietà elettriche del sottosuolo ed il completo riequilibrio della superficie equipotenziale, che riacquista l'assetto originario prima dell'immissione dell'elettrolita.

SONDAGGI ELETTRICI VERTICALI



Fig. 1 Ubicazione dei Sondaggi Elettrici Verticali

[SEV] ; Sondaggi Elettrici Verticali

Scala 1:2.000



Fig. 2b Direzione del flusso in falda nel pozzo N° 29



Scala 1:1.000

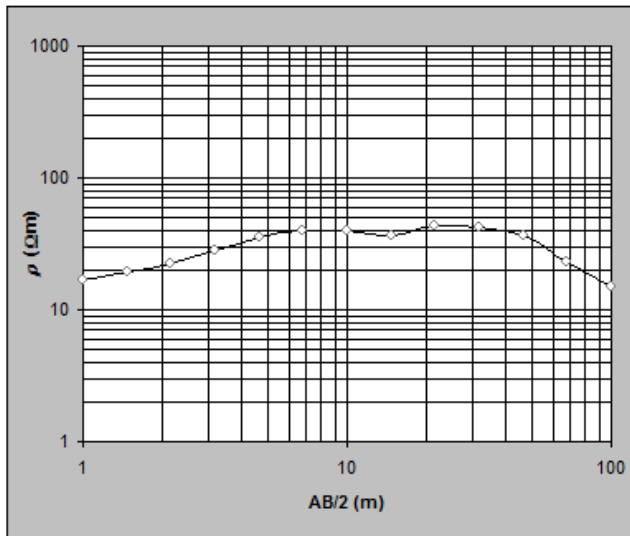
Sondaggio elettrico n. 1

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ωm)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ωm)
1	17	1	1,10	16,00
1,47	19,4	2	1,65	56,00
2,15	22,1	3	5,30	45,00
3,16	28	4	2,5	18,40
4,64	35	5	13,47	80,00
6,81	40	6	0,00	5,80
10	40	tetto del substrato		
14,7	36	dal p.c. (m) 24,02		
21,5	44			
31,6	41,8			
46,4	36			
68,1	23			
100	15			

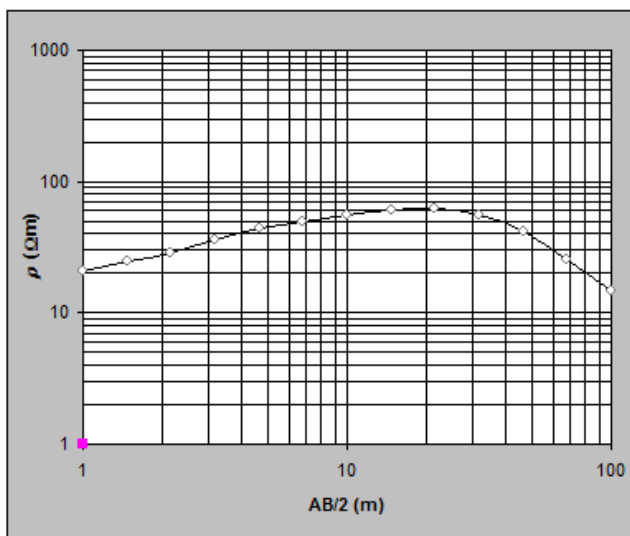
Sondaggio elettrico n. 3

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ωm)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ωm)
1	20,5	1	0,80	17,00
1,47	24,5	2	3,12	60,00
2,15	28,5	3	20,82	71,00
3,16	36,5	4	0	8,25
4,64	44			
6,81	50			
10	56	tetto del substrato		
14,7	60	dal p.c. (m) 24,74		
21,5	62			
31,6	55			
46,4	42			
68,1	25,5			
100	14,6			

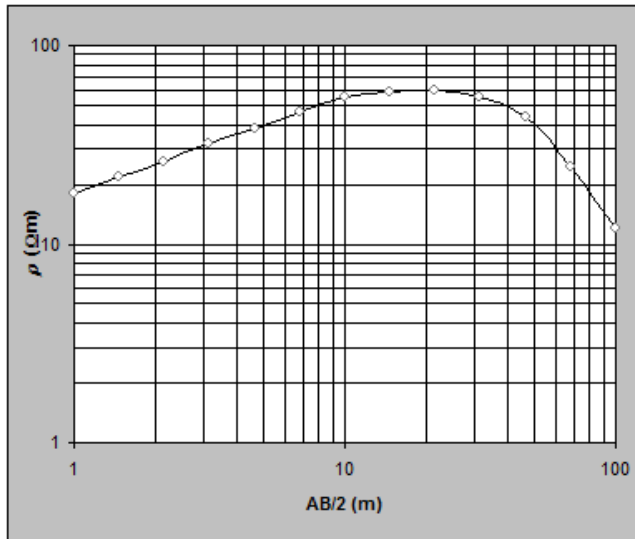
Sondaggio elettrico n. 2

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ω m)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ω m)
1	18	1	0,90	16,90
1,47	22	2	4,50	59,00
2,15	26	3	3,40	72,00
3,16	32	4	16,2	69,00
4,64	38,5	5	0	6,50
6,81	46	tetto del substrato dal p.c. (m) 25,00		
10	55			
14,7	58			
21,5	59,5			
31,6	55,5			
46,4	44			
68,1	24,5			
100	12			

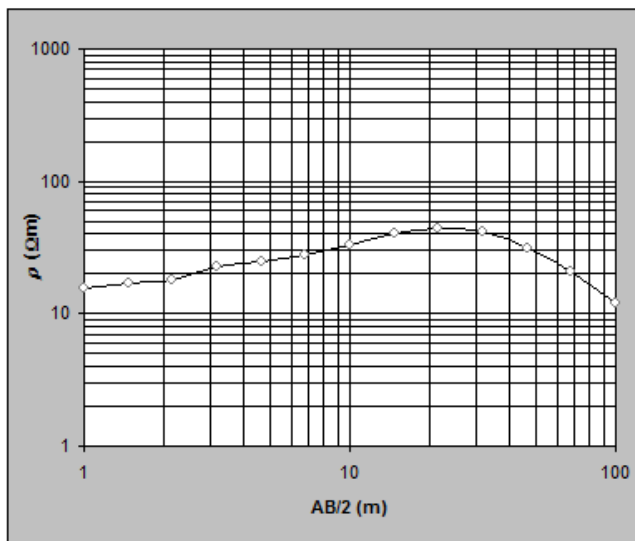
Sondaggio elettrico n. 4

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ω m)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ω m)
1	15,8	1	1,10	14,90
1,47	16,8	2	2,97	29,80
2,15	18	3	19,60	62,00
3,16	23	4	0	5,70
4,64	25	tetto del substrato dal p.c. (m) 23,67		
6,81	28			
10	33			
14,7	40			
21,5	44			
31,6	42			
46,4	31			
68,1	21			
100	12			

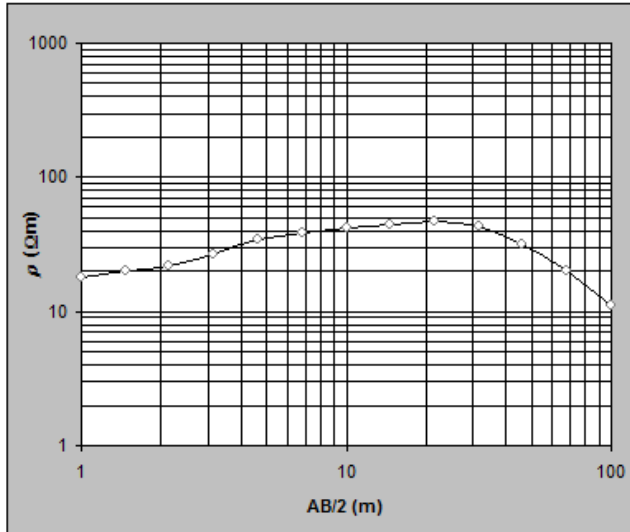
Sondaggio elettrico n. 5

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ω m)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ω m)
1	18	1	1,00	17,00
1,47	20	2	2,40	60,00
2,15	22	3	3,74	71,00
3,16	27	4	1,44	8,25
4,64	34	5	16,92	60,00
6,81	39	6	0,00	3,78
10	42	tetto del substrato		
14,7	44	dal p.c. (m) 25,50		
21,5	47			
31,6	43			
46,4	32			
68,1	20			
100	11			

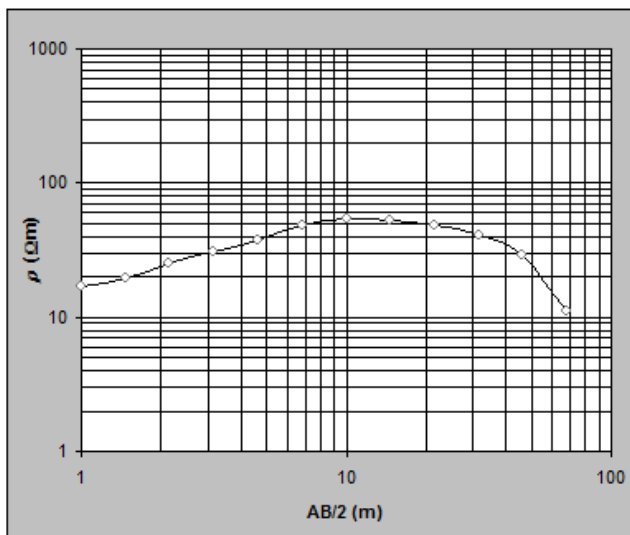
Sondaggio elettrico n. 7

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ω m)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ω m)
1	17	1	1,00	15,00
1,47	19,5	2	4,50	75,00
2,15	25	3	17,64	52,50
3,16	30,5	4	0	1,60
4,64	38			
6,81	48			
10	53,5	tetto del substrato		
14,7	53	dal p.c. (m) 23,14		
21,5	48			
31,6	41			
46,4	29			
68,1	11			

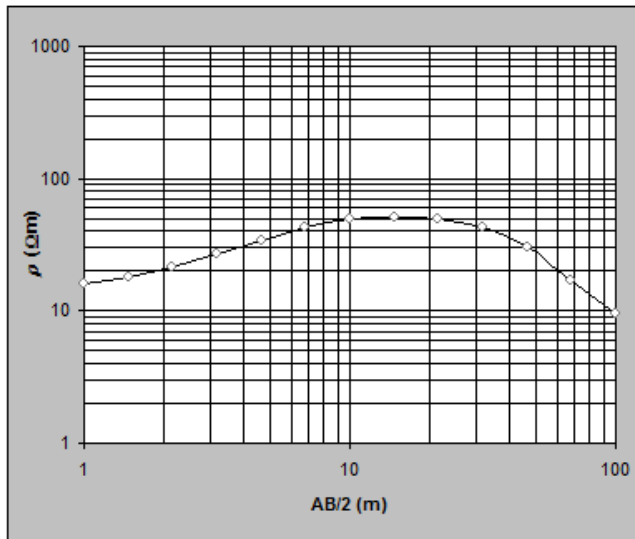
Sondaggio elettrico n. 6

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ω m)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ω m)
1	16	1	1,20	14,80
1,47	18	2	3,00	74,00
2,15	21,5	3	19,89	56,20
3,16	27	4	0	4,20
4,64	34			
6,81	43			
10	49			
14,7	50,5			
21,5	50			
31,6	43			
46,4	30			
68,1	17			
100	9,5			
		tetto del substrato dal p.c. (m) 24,09		

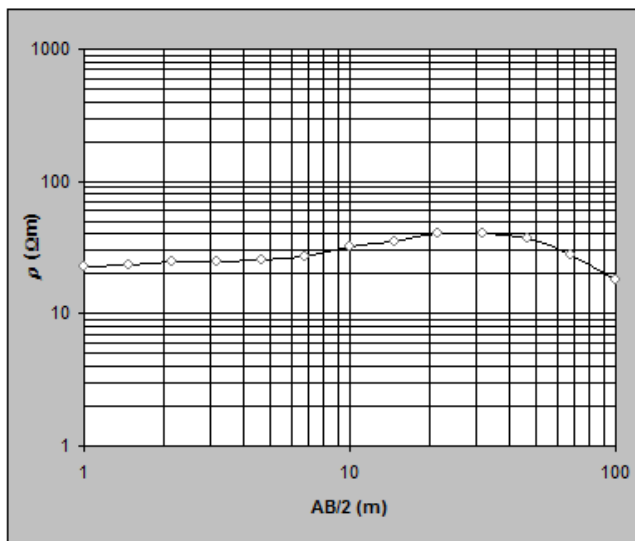
Sondaggio elettrico n. 8

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ω m)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ω m)
1	23	1	1,10	22,50
1,47	23,5	2	7,15	28,10
2,15	24,5	3	17,60	72,50
3,16	24,9	4	0	8,40
4,64	25,8			
6,81	27			
10	32			
14,7	35			
21,5	41			
31,6	40			
46,4	37			
68,1	28			
100	18			
		tetto del substrato dal p.c. (m) 25,85		

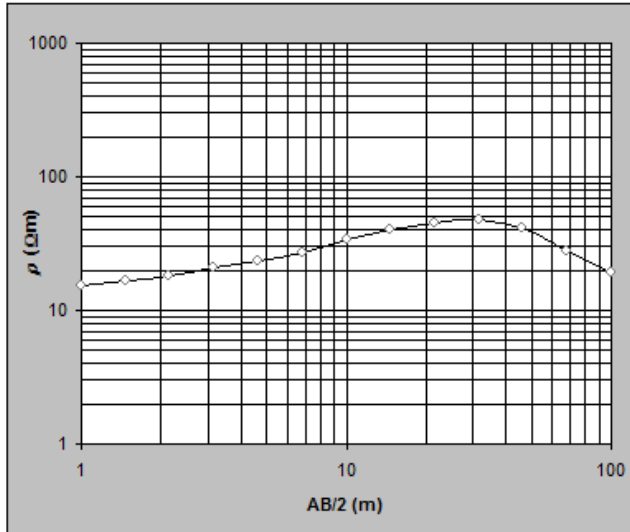
Sondaggio elettrico n. 9

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ωm)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ωm)
1	15,2	1	1,10	14,80
1,47	16,5	2	4,10	29,60
2,15	18,4	3	20,75	65,00
3,16	21	4	0	10,00
4,64	23,5			
6,81	27			
10	33,5			
14,7	40			
21,5	44,5			
31,6	48			
46,4	41			
68,1	28			
100	19,5			

tetto del substrato dal p.c. (m)	25,95
-------------------------------------	--------------

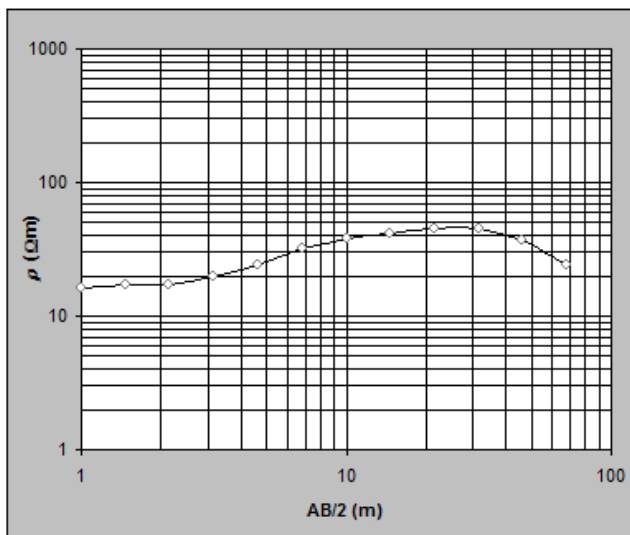
Sondaggio elettrico n. 11

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ωm)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ωm)
1	16	1	1,10	16,00
1,47	17	2	1,65	20,00
2,15	17,2	3	1,35	97,50
3,16	20	4	22,2	52,50
4,64	24	5	0	10,00
6,81	32			
10	38			
14,7	42			
21,5	45			
31,6	45			
46,4	37			
68,1	24			

tetto del substrato dal p.c. (m)	26,30
-------------------------------------	--------------

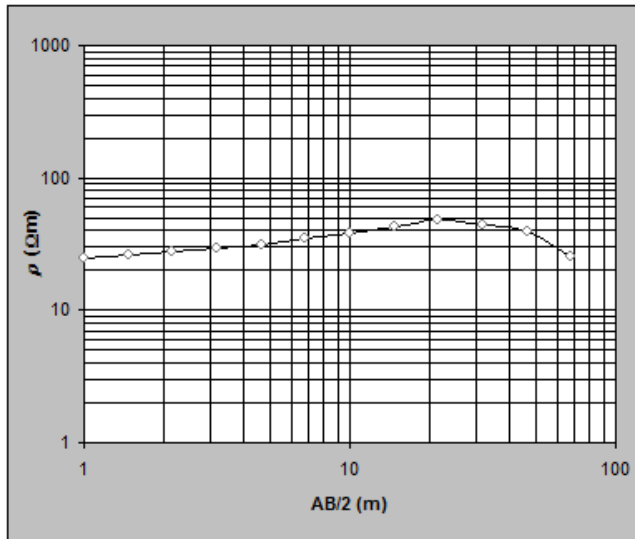
Sondaggio elettrico n. 10

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ωm)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ωm)
1	25	1	1,20	24,50
1,47	26	2	7,20	36,70
2,15	28	3	17,20	68,00
3,16	29,5	4	0	10,00
4,64	31,5			
6,81	35			
10	38			
14,7	43			
21,5	48			
31,6	44			
46,4	39			
68,1	25,5			
tetto del substrato dal p.c. (m)				25,60

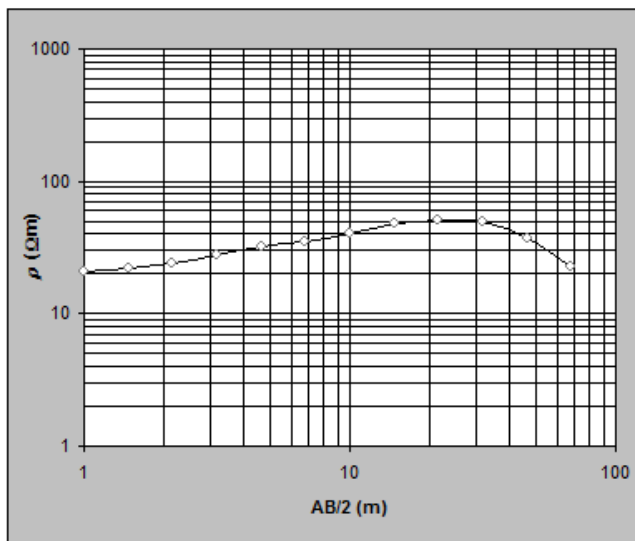
Sondaggio elettrico n. 12

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ωm)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ωm)
1	21	1	1,30	20,00
1,47	22	2	3,25	40,00
2,15	24	3	21,60	62,00
3,16	28	4	0	5,80
4,64	32			
6,81	34,5			
10	40,5			
14,7	48			
21,5	50,5			
31,6	50			
46,4	37			
68,1	23			
tetto del substrato dal p.c. (m)				26,15

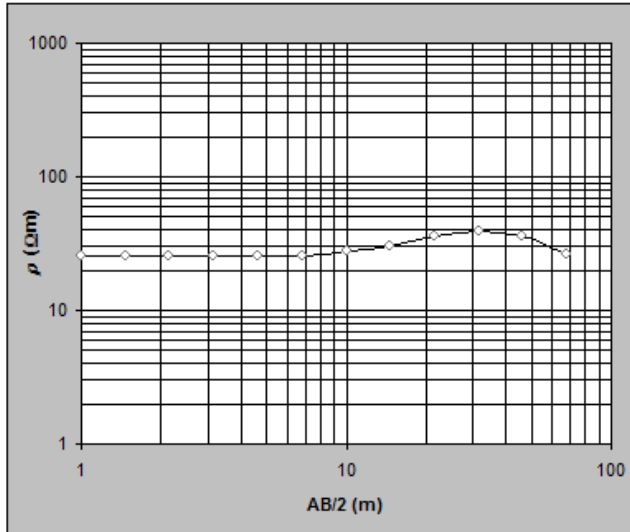
Sondaggio elettrico n. 13

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ω m)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ω m)
1	25,8	1	1,10	25,80
1,47	25,8	2	5,50	25,80
2,15	25,8	3	19,30	52,00
3,16	25,8	4	0	12,00
4,64	25,8			
6,81	25,8			
10	28			
14,7	30			
21,5	36			
31,6	39			
46,4	36			
68,1	26			

tetto del substrato	
dal p.c. (m)	25,90

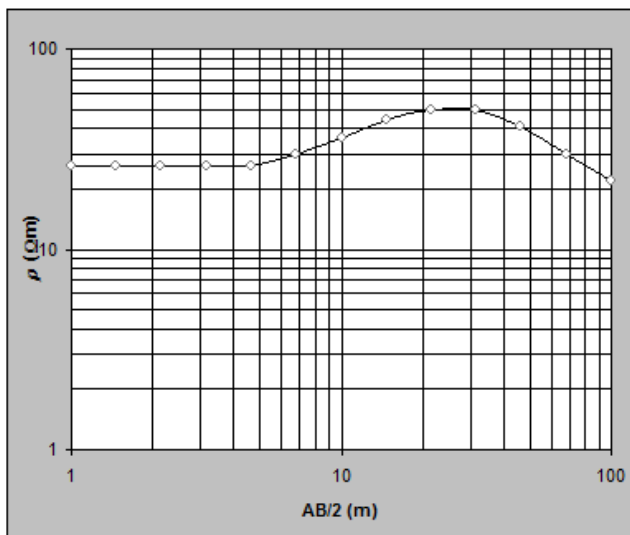
Sondaggio elettrico n. 15

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ω m)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ω m)
1	25,8	1	1,00	25,50
1,47	25,8	2	3,00	25,50
2,15	25,8	3	3,90	51,00
3,16	25,8	4	17,4	72,00
4,64	26,2	5	0	11,40
6,81	30			
10	36			
14,7	44			
21,5	50			
31,6	49,5			
46,4	41			
68,1	30			
100	22			

tetto del substrato	
dal p.c. (m)	25,30

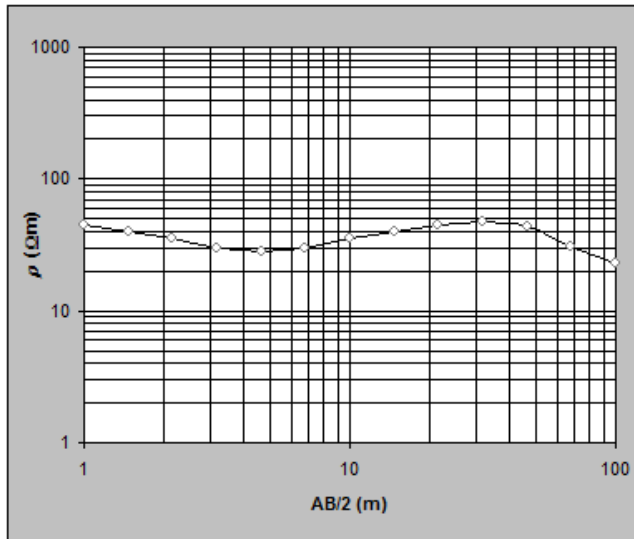
Sondaggio elettrico n. 14

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ωm)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ωm)
1	45	1	0,95	48,00
1,47	40	2	3,95	24,00
2,15	36	3	21,12	62,50
3,16	30	4	0	16,00
4,64	28			
6,81	30			
10	35,5			
14,7	40			
21,5	44,5			
31,6	48			
46,4	43			
68,1	31			
100	23			

tetto del substrato dal p.c. (m)		26,02
----------------------------------	--	-------

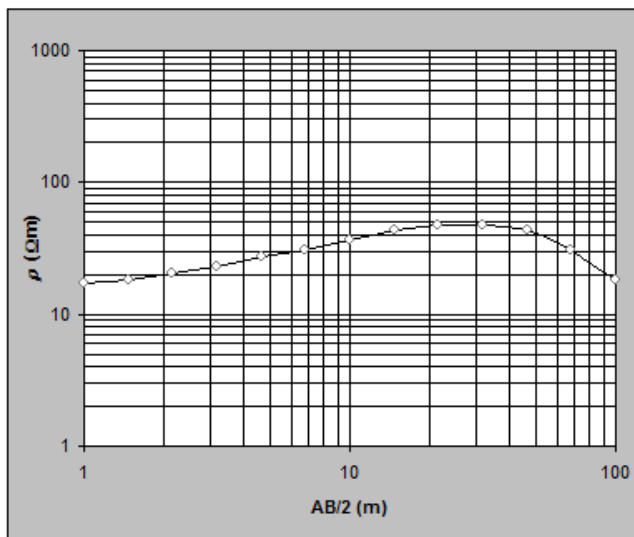
Sondaggio elettrico n. 16

Geol. Pierucci Stefano

località: Civitanova Marche (MC) - Campo Pozzi Acquedotto

data: 10/04/2006

committente: ATAC Civitanova spa



Valori osservati		Modello ottimizzato		
AB/2 (m)	ρ (Ωm)	elettrostrato	H (m)	ρ (Ωm)
1	17	1	1,15	17,00
1,47	18	2	4,48	34,00
2,15	20,5	3	18,20	70,00
3,16	23	4	0	12,00
4,64	27			
6,81	31			
10	37			
14,7	44			
21,5	48			
31,6	48			
46,4	43			
68,1	31			
100	18			

tetto del substrato dal p.c. (m)		23,83
----------------------------------	--	-------