



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SIENA

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI  
Centro di Geotecnologie  
Corso di Laurea in Geotecnologie

## Caratterizzazione idrogeologica del Borro del Giglio (Montevarchi) attraverso indagini geofisiche

Relatore:  
Dott. Fabio Mantovani

Co-Relatore:  
Dott. Rudy Rossetto

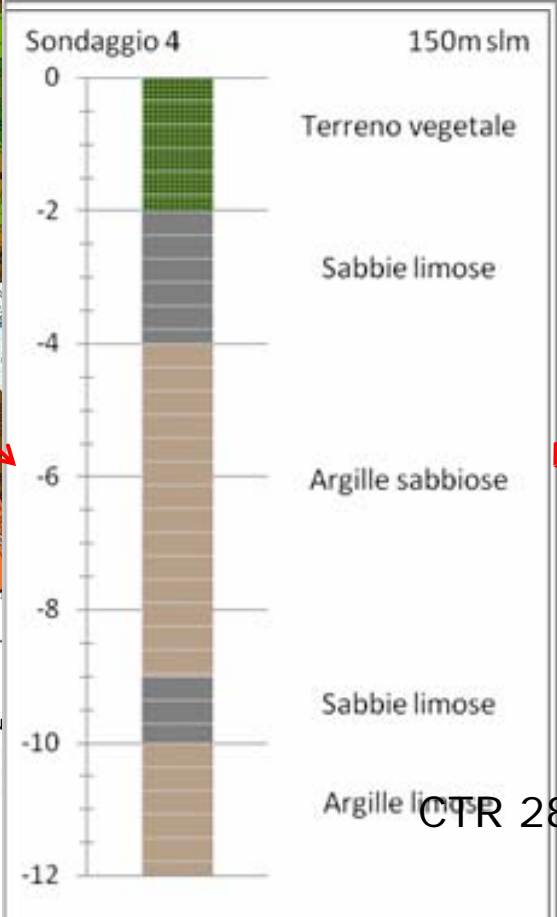
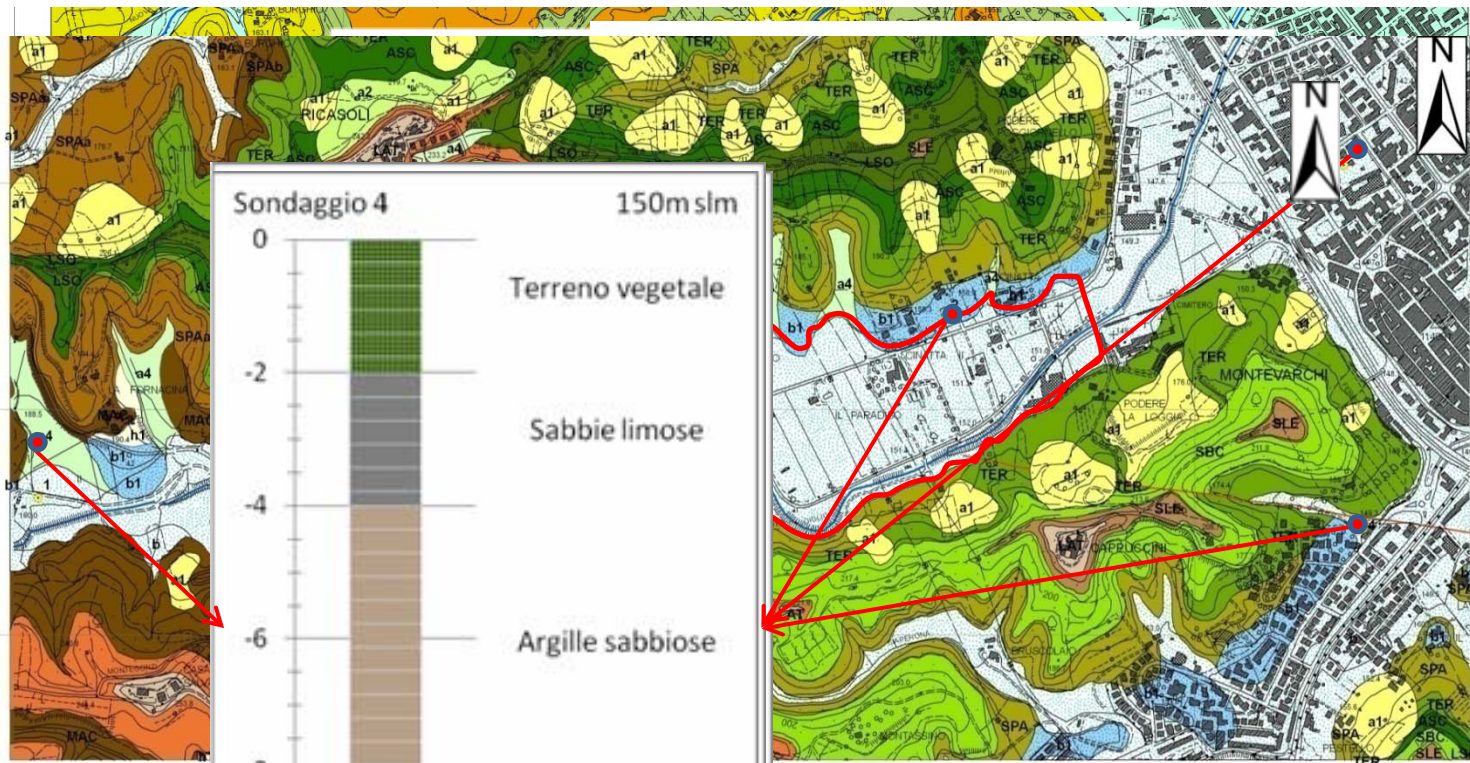
Tesi di Laurea di

**Barletta Riccardo**

## Sommario

- Inquadramento geografico, geologico e idrogeologico del Borro del Giglio.
- Campagna piezometrica e successiva elaborazione ed interpretazione dei dati.
- Indagini geoelettriche monodimensionali (SEV): misure ed interpretazioni.
- Indagini geoelettriche bidimensionali (Tomografie): misure ed interpretazioni.
- Valutazioni conclusive sui modelli geoelettrici ed idrogeologici.

# Inquadramento geologico Carta geologica



**Legenda**

● Sondaggio

Stru

**Sintema del Valdarno superiore**

**sintema di Monticello Ciuffenna**  
 LAT, Limi di Latteeto e di Pian di Tegna  
 LSC, Sabbie di Luccola

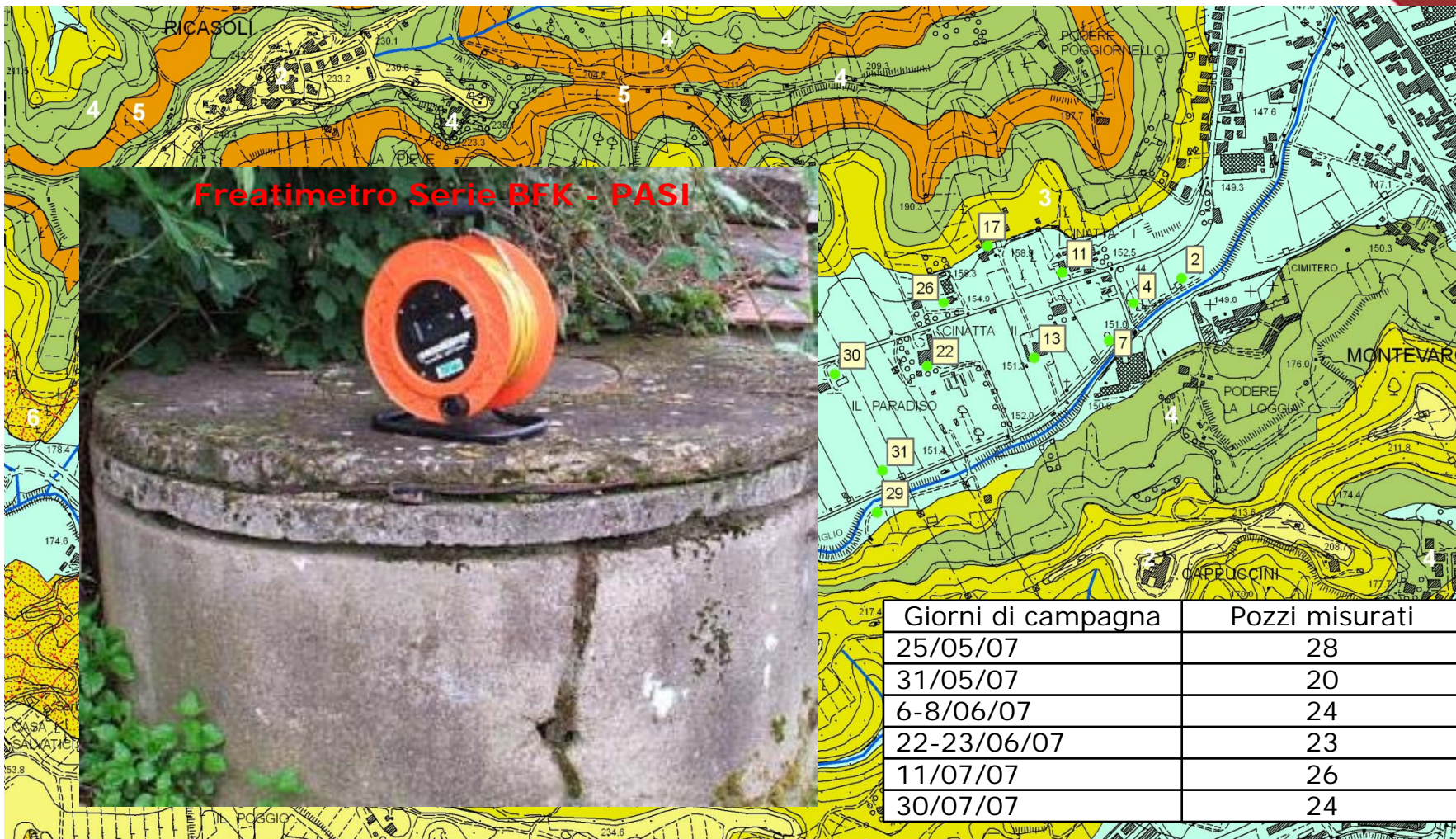
**Subsistema di Montevarchi**  
 SBC, Sabbie di Borro Cave  
 LSO, Limi e sabbie del T. Oreno  
 ASC, Argille del Ascione  
 TER, Limi di Terranova  
 SPA, Sabbie di Palazzetto  
 SPAa, membro di Ricasoli  
 SPAb, membro della Rena Bianca

**Unità della Falda Toscana**

**Macigno**  
 MAC, Macigno

CTR 287070

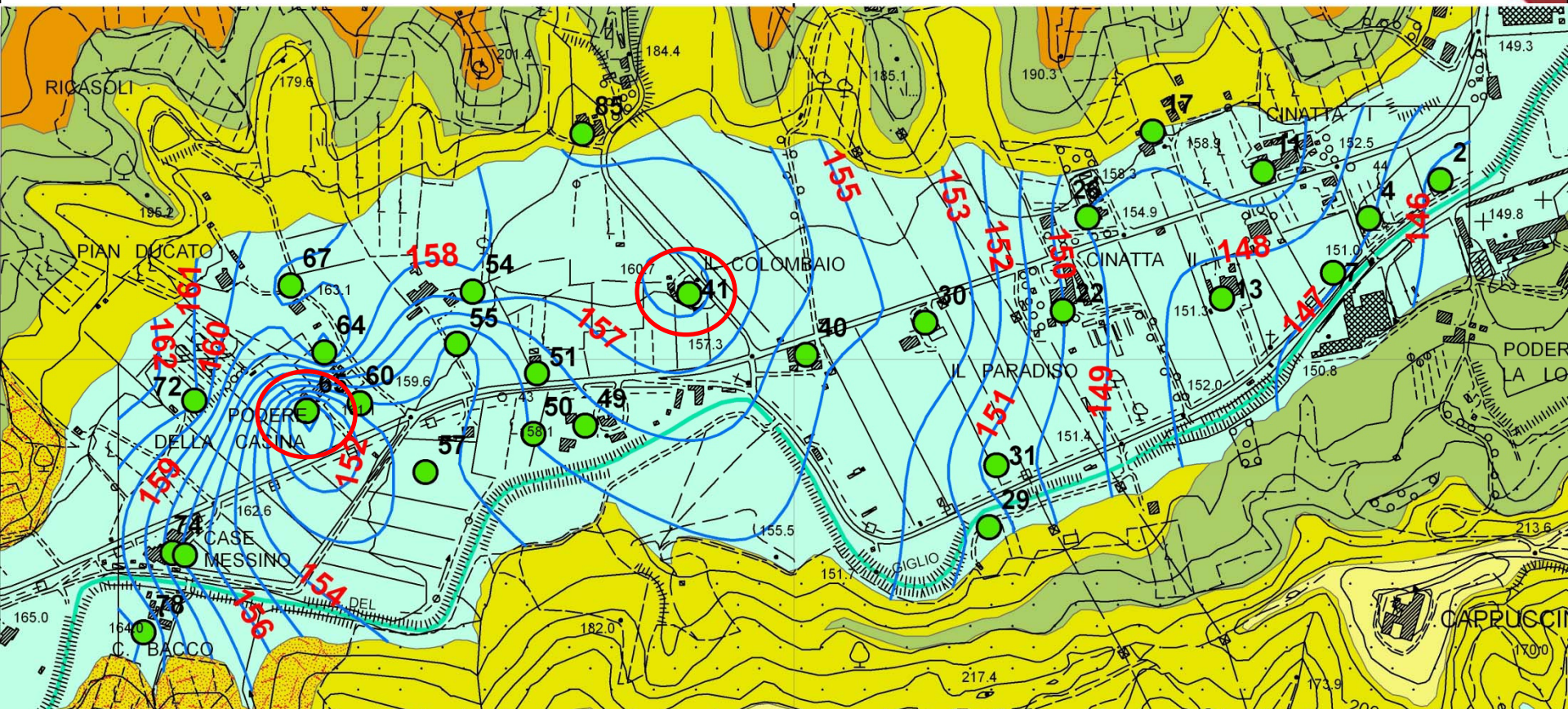
## Campagna piezometrica



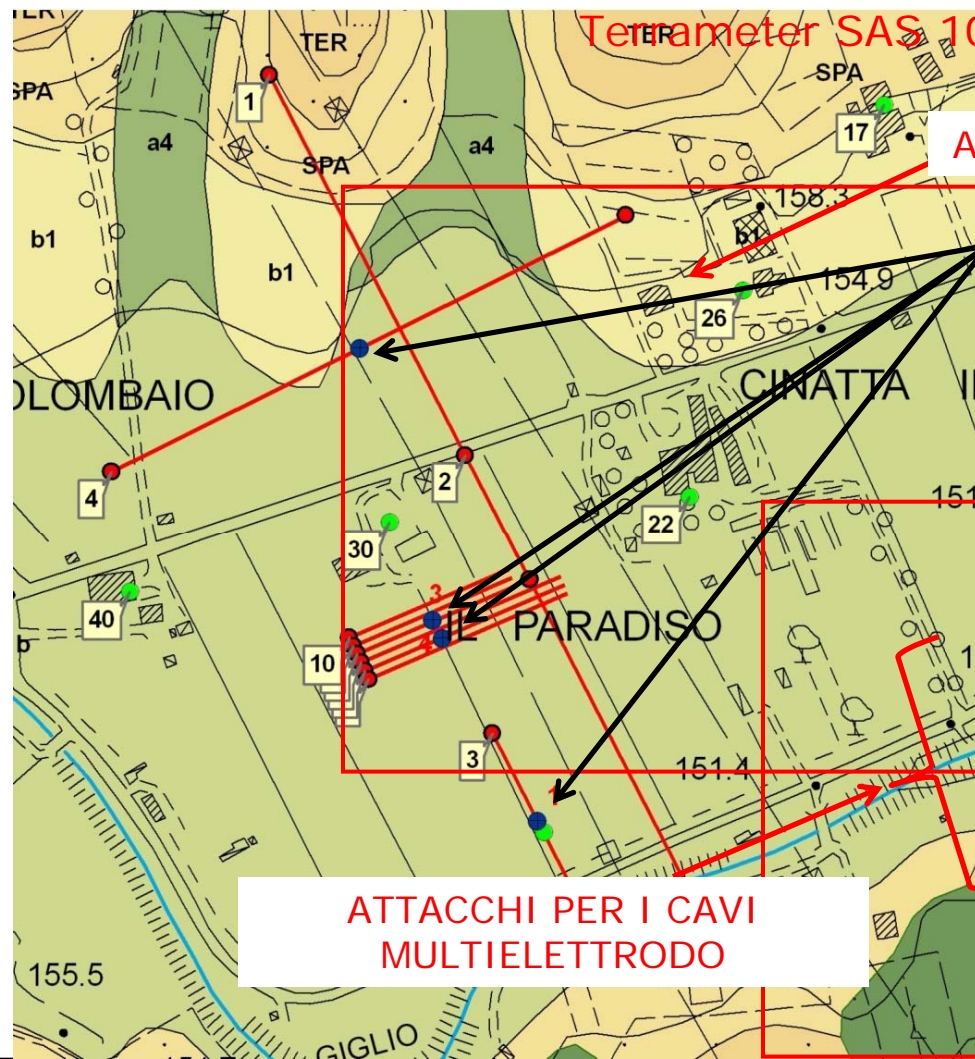
## Risultati campagna piezometrica

- Si sono rilevati valori di soggiacenza tra 1-5 metri.
- Tre pozzi con valori di soggiacenza compresa tra i 10-15 metri in zone morfologicamente elevate.
- Più del 97% dei pozzi captano da livelli saturi compresi tra i 2 e i 6 metri.
- I pozzi 7 – 31 – 78 sono stati misurati in tutte le sei campagne piezometriche.

# Carta piezometrica media



## Campagna geoelettrica



Terrameter SAS 1000 - ABEM

Sono stati effettuati:

ATTACCO PER IL QUADRIPOLO

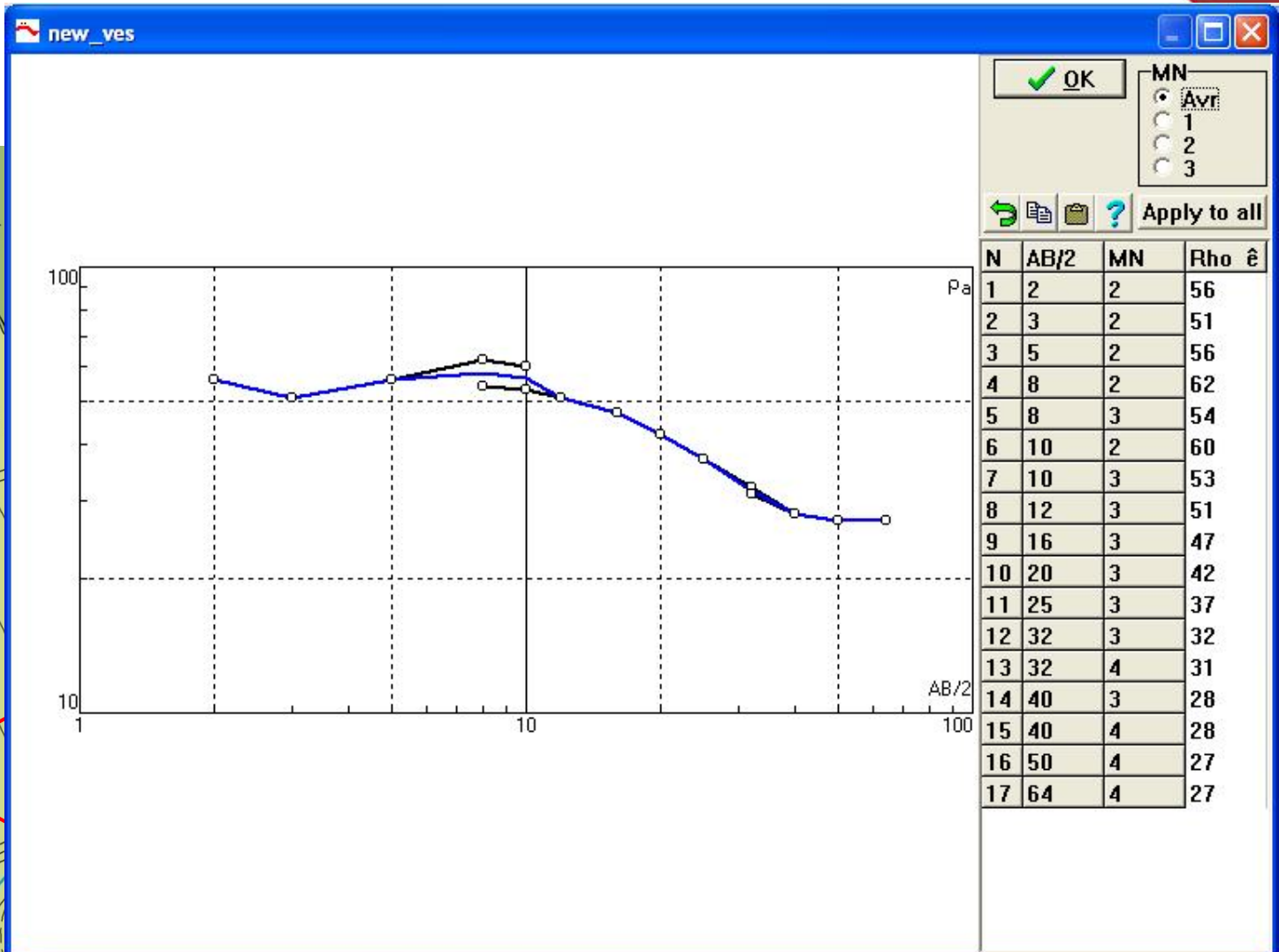
- 43 rilievi con lunghezza di 315 metri con array Wenner
- 1 rilievo con lunghezza di 126 metri con array Schlumberger
- 3 rilievi con lunghezza 118 metri con array Wenner
- 3 rilievi con lunghezza di 94 metri con array Wenner



ATTACCHI PER I CAVI  
MULTIELETTRODO

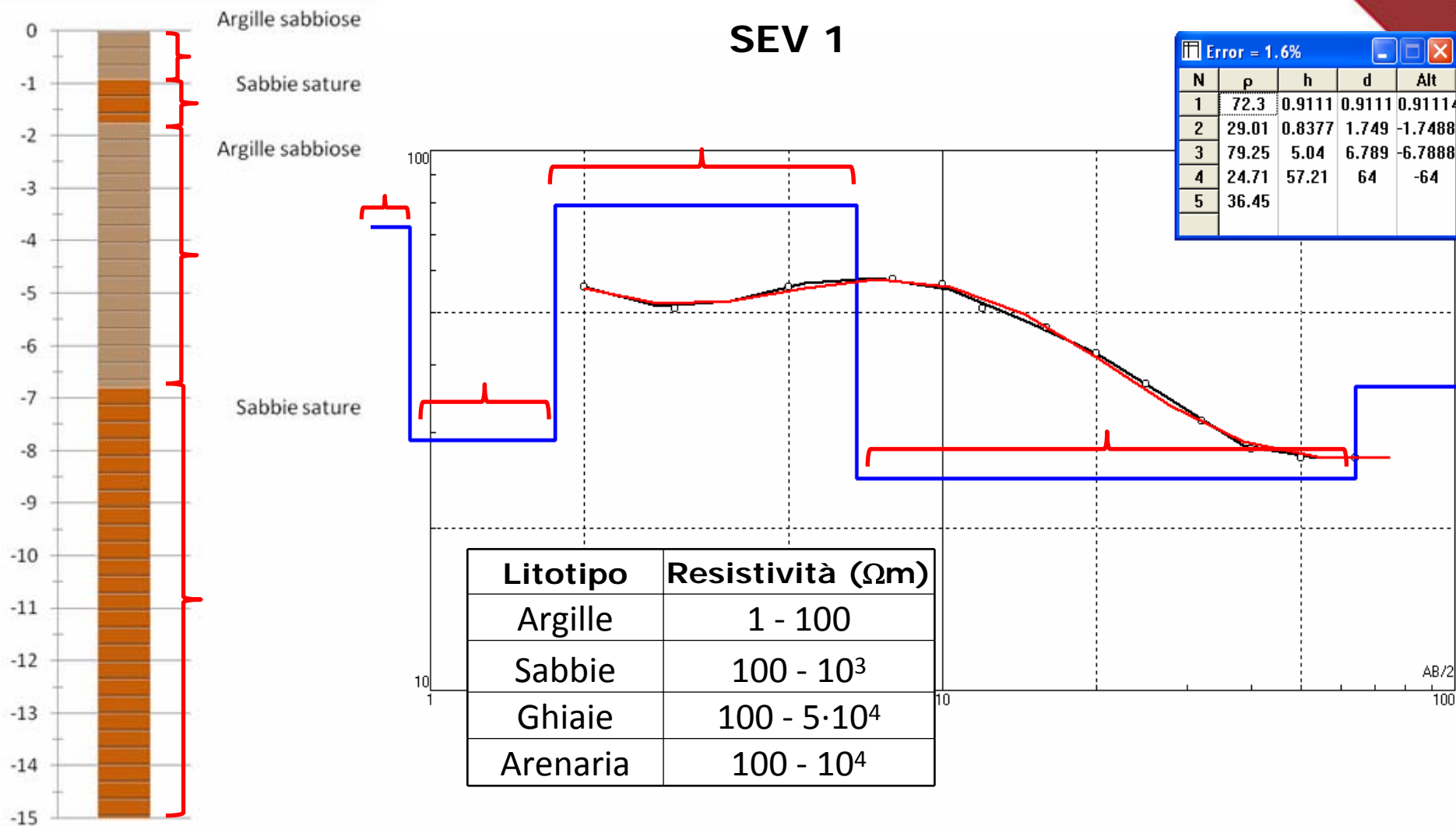
# SEV – Sondaggi elettrici verticali

## SEV 1





## SEV – Sondaggi elettrici verticali

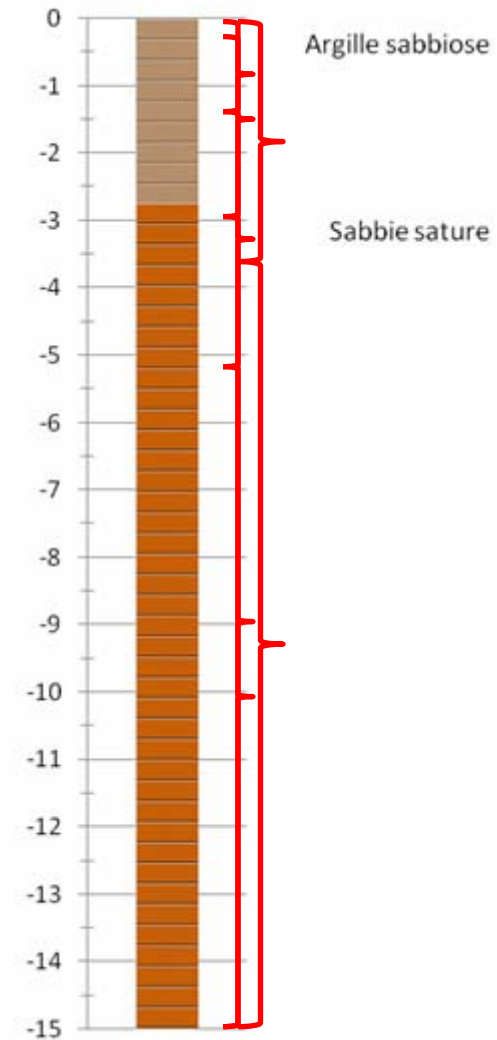
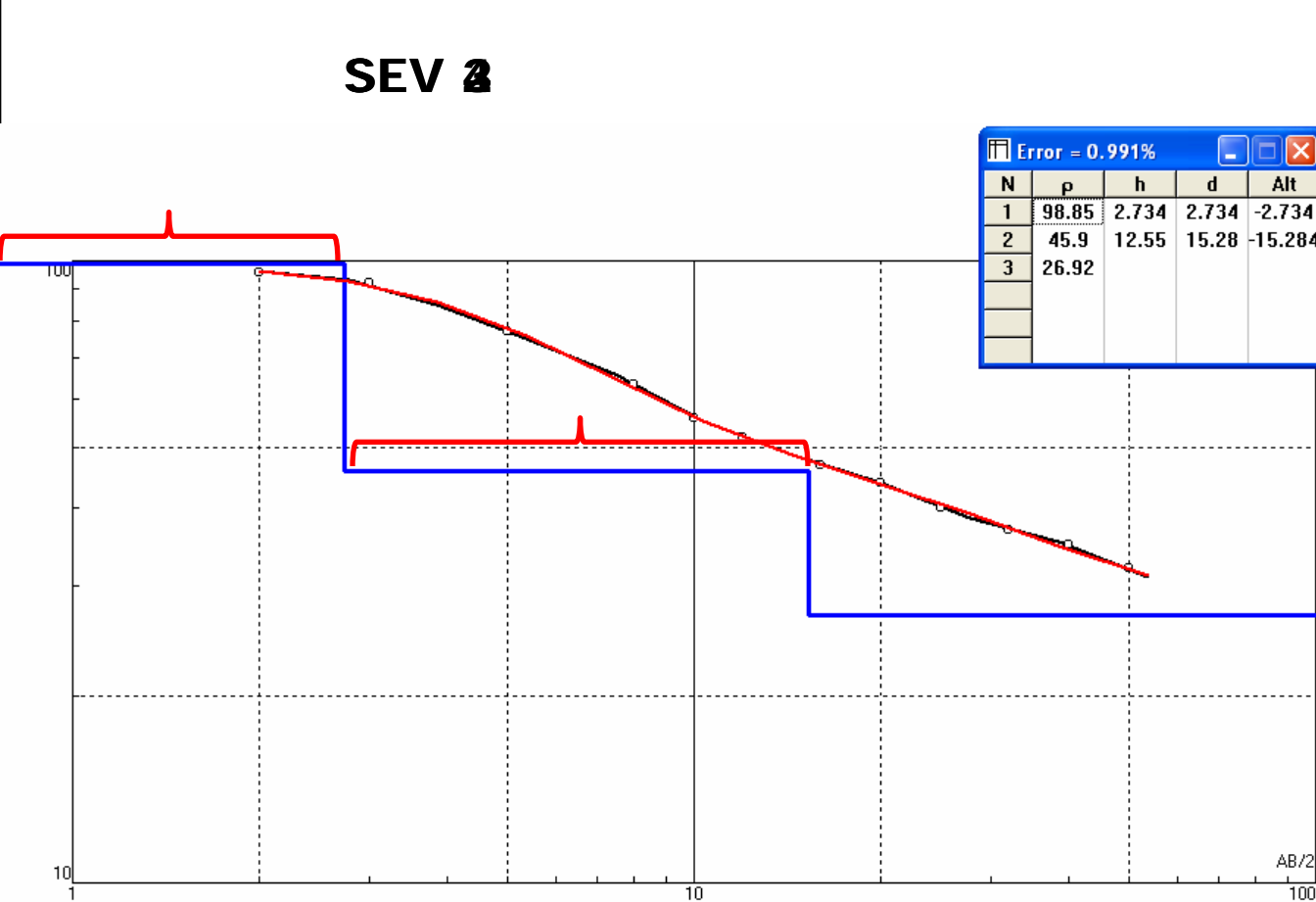


# SEV – Sondaggi elettrici verticali

## SEV 2

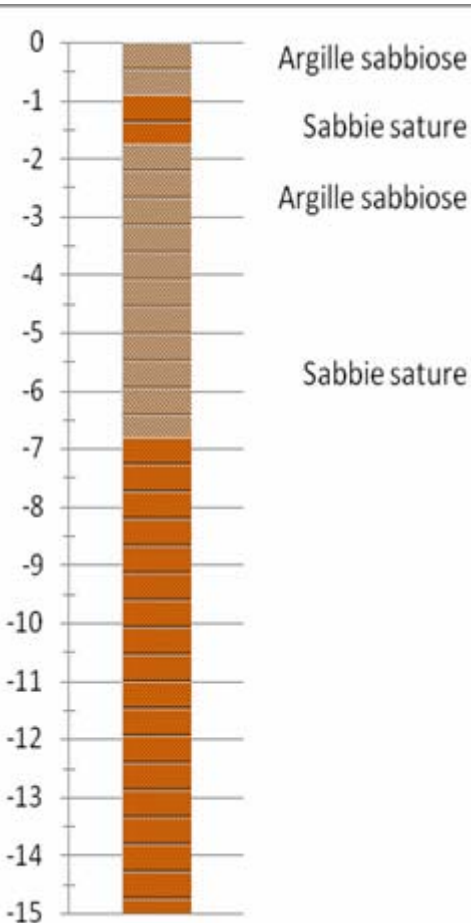
Error = 0.991%

N	$\rho$	h	d	Alt
1	98.85	2.734	2.734	-2.734
2	45.9	12.55	15.28	-15.284
3	26.92			

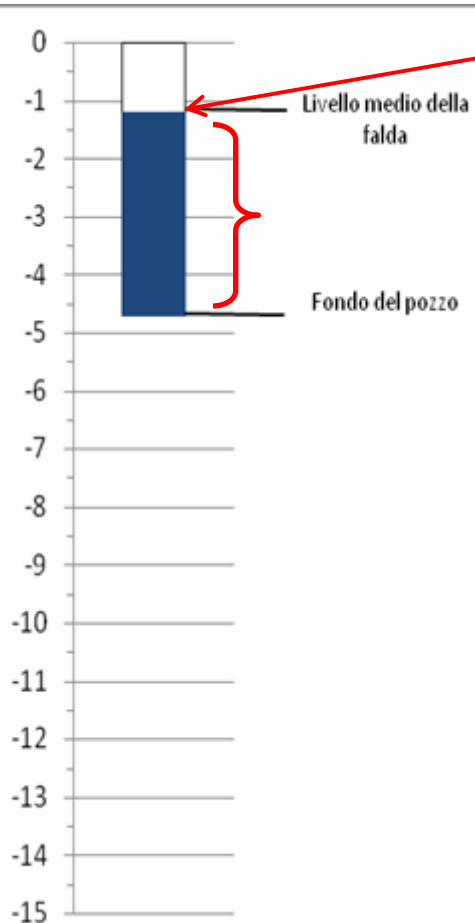


## Analisi del grado di saturazione

SEV 1



POZZO 31



1,2 m

Error = 1.6%				
N	$\rho$	$h$	$d$	Alt
1	72.3	0.9111	0.9111	0.91114
2	29.01	0.8377	1.749	-1.7488
3	79.25	5.04	6.789	-6.7888
4	24.71	57.21	64	-64
5	36.45			

Nel layer caratterizzato da  $\rho = 29 \Omega\text{m}$  sicuramente la saturazione è al 100%.

Si ipotizza che la conducibilità dell'acqua del pozzo è:  
 $\sigma_{\text{acqua}} = 600 \mu\text{Siemens/cm}$

## Analisi del grado di saturazione

Utilizzando la legge di Archie:  $\rho_t = \frac{a}{\sigma_{acqua}} \phi^{-m} S^{-n}$

Con i parametri a nostra disposizione possiamo calcolare il fattore di formazione che ospita l'acquifero:

$$F = \rho_t \sigma_{acqua} = \frac{a}{\phi^m} = 1.74$$

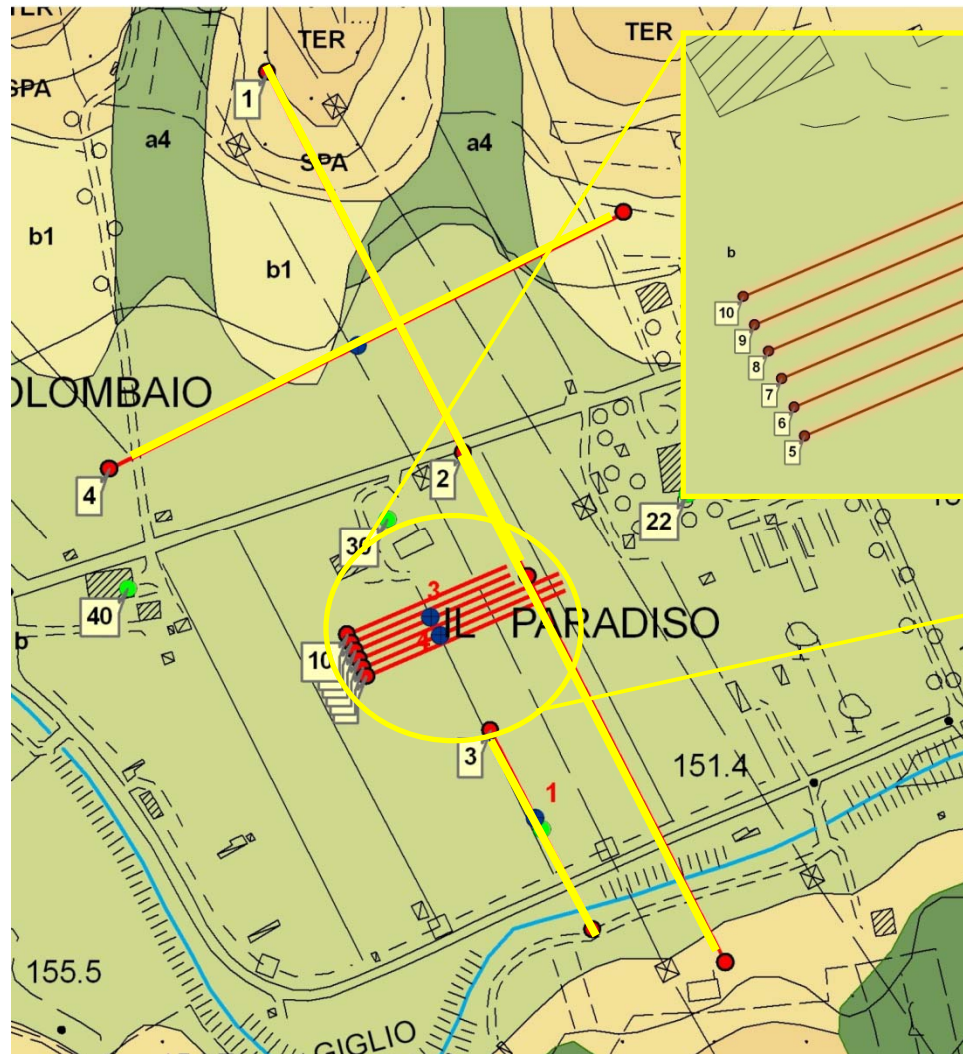
Questa informazione potrebbe essere utilizzata per studiare il grado di saturazione di altre formazioni simili presenti nel bacino.

Non va dimenticato tuttavia che in presenza di argille:

$$\rho_t = \frac{F}{\sigma_{acqua}} \quad \longrightarrow \quad \rho_t = \frac{F}{\left(\sigma_{acqua} + \underset{\uparrow}{X}\right)}$$

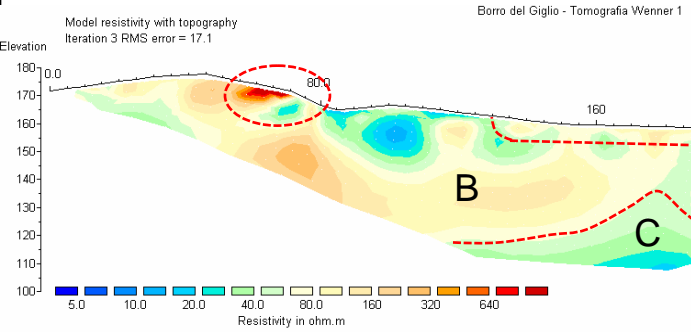
**Eccesso di conducibilità  
dovuto ai minerali argillosi**

## Rilievi geoelettrici – 2D



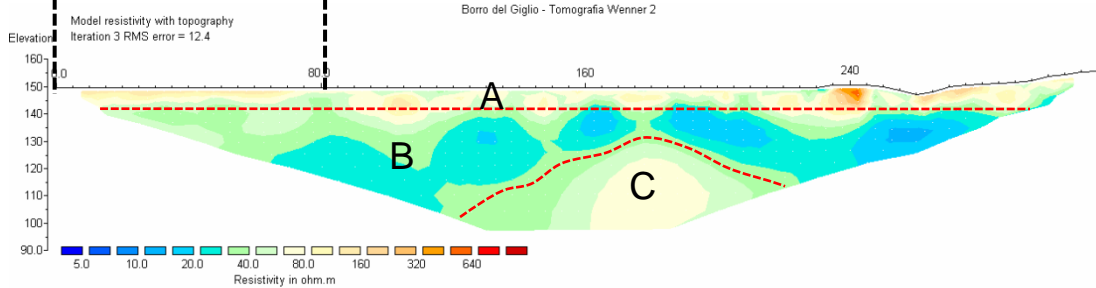
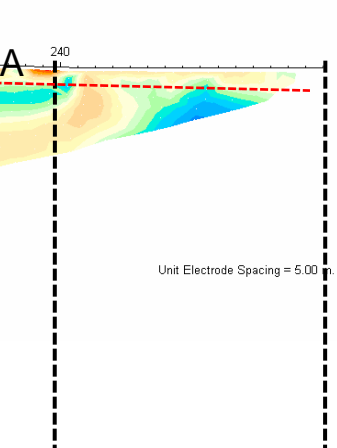
# Analisi delle tomografie

## TOMOGRAFIA 1 - 2

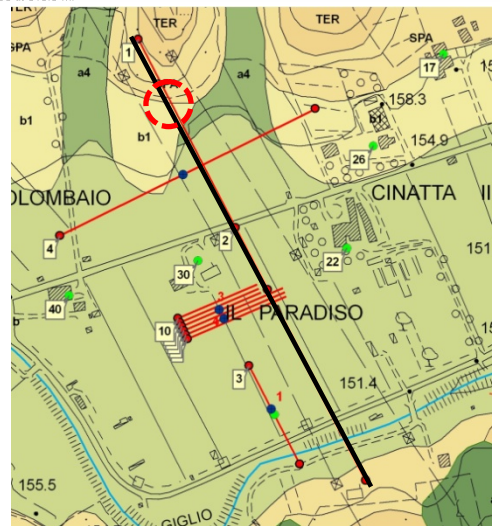


Horizontal scale is 19.03 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 0.82  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 315.0 m.

Array: Wenner  
Lunghezza: 315 m  
Spaziatura: 5 m  
Profondità d'indagine: 50 m



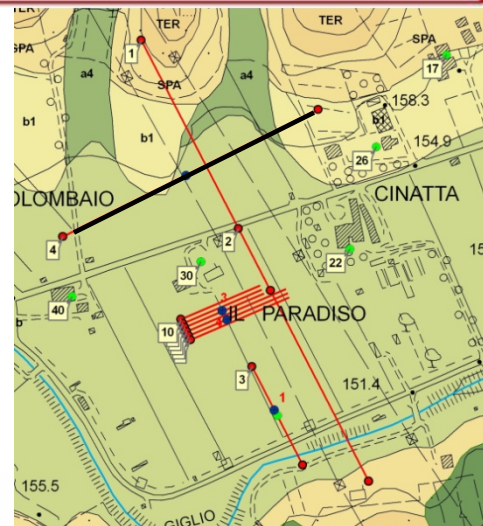
Horizontal scale is 19.03 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 0.82  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 315.0 m.



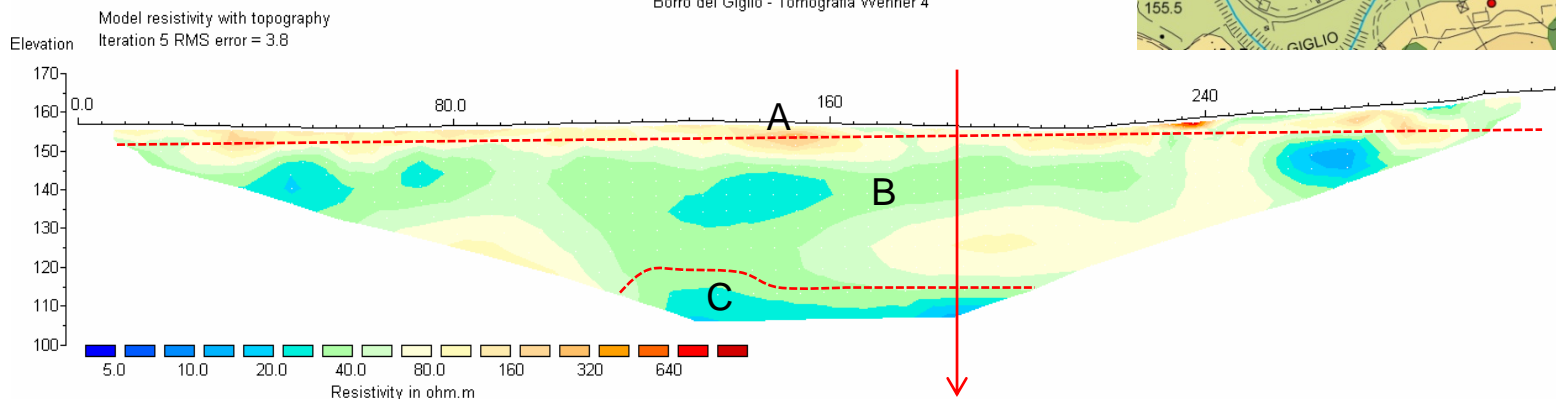
# Analisi delle tomografie

Array: Wenner  
Lunghezza: 315 m  
Spaziatura: 5 m  
Profondità d'indagine: 50 m

## TOMOGRAFIA 4



Borro del Giglio - Tomografia Wenner 4



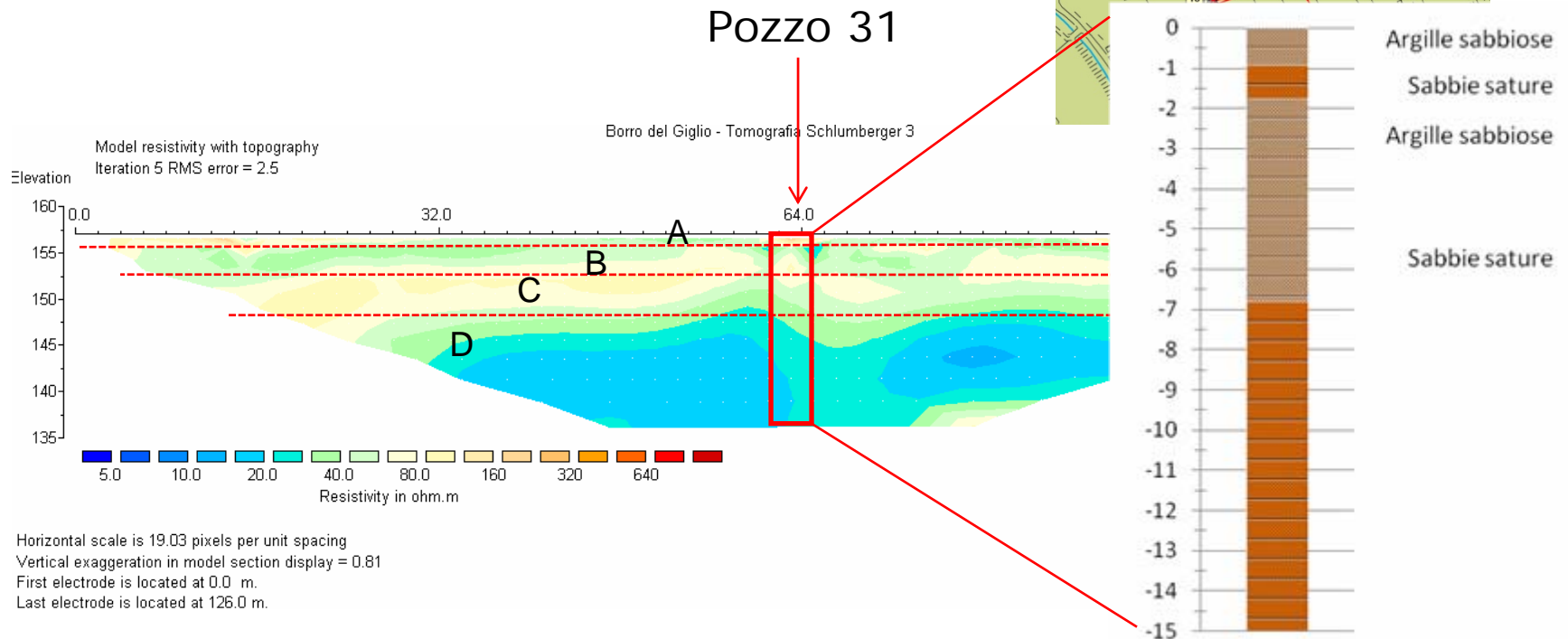
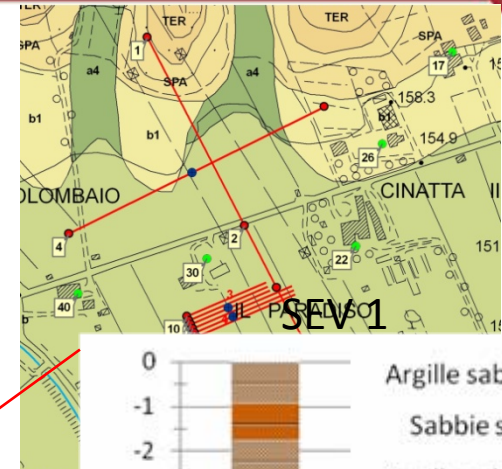
## Tomografia 1

Horizontal scale is 19.03 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 0.82  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 315.0 m.

## Analisi delle tomografie

Array: Schlumberger  
Lunghezza: 126 m  
Spaziatura: 2 m  
Profondità d'indagine: 20 m

### TOMOGRAFIA 3

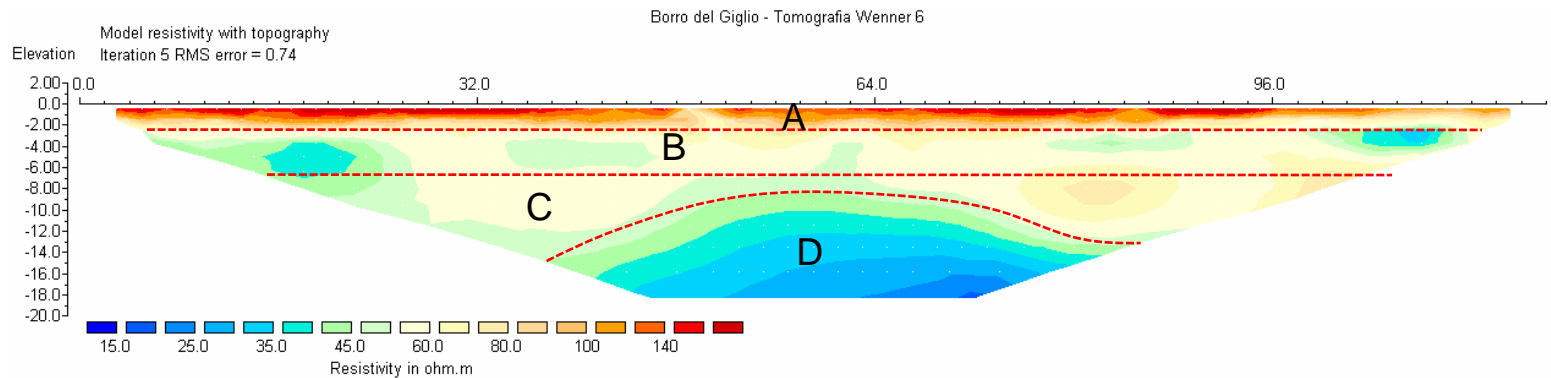
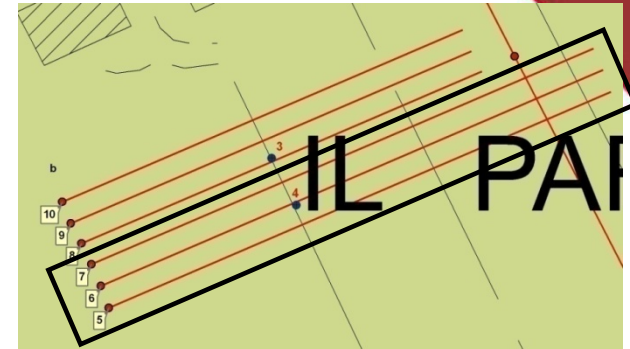




## Analisi delle tomografie

Array: Wenner  
Lunghezza: 118 m  
Spaziatura: 2 m  
Profondità d'indagine: 20 m

### TOMOGRAFIA 5 - 6 - 7

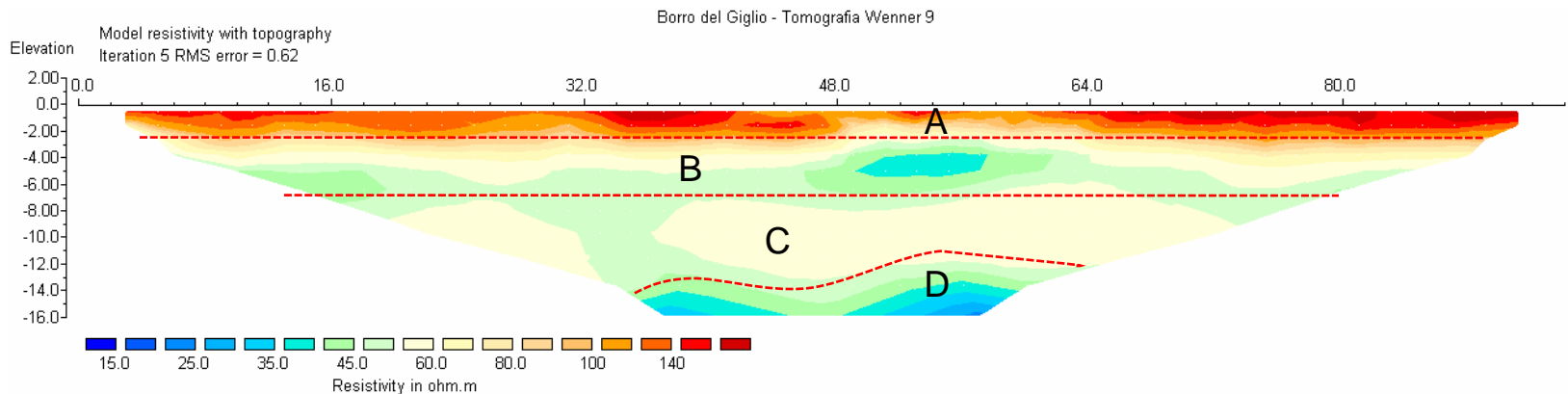


Horizontal scale is 20.32 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 0.85  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 118.0 m.

## Analisi delle tomografie

Array: Wenner  
Lunghezza: 94 m  
Spaziatura: 2 m  
Profondità d'indagine: 16 m

TOMOGRAFIA 8 – 9 - 10



Horizontal scale is 25.51 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 0.84  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 94.0 m.

## Conclusioni dell'analisi delle tomografie

Dalle dieci tomografie analizzate si sono potuti evidenziare quattro livelli con range di differente resistività:



Il sottosuolo è caratterizzato da una resistività da 20 a 40  $\Omega \cdot m$

LIVELLO 1



$\rho \leq 40 \Omega \cdot m - 200 \Omega \cdot m$



Presenza di eterogeneità litologiche e litogenetiche presenza di una componente argillosa

## Conclusioni

- La profondità del livello saturo evidenziata dal SEV presso il pozzo 31 corrisponde alla misura piezometrica.
- La taratura sul pozzo 31 ha fornito una possibile chiave di lettura per l'individuazione dei potenziali livelli saturi nel Borro del Giglio.
- Le stratigrafie dedotte dai valori di resistività sono in ottimo accordo con le conoscenze geologiche dell'area ed con i sondaggi vicini.
- Le tomografie elettriche confermano l'esistenza di un livello saturo superficiale a profondità comparabile a quella misurata durante la campagna piezometrica
- Le tomografie elettriche mostrano un livello profondo a bassa resistività, indice di un potenziale acquifero o di un strato composto da un'importante componente argillosa.

A white hatchback car is parked on a grassy field. The car is viewed from a front-quarter angle. The license plate is AH-153 VY. A large red text overlay is centered over the car. The background consists of a field of tall grass and a line of trees.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE