



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SIENA**

**FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI**

**CENTRO DI GEOTECNOLOGIE**

**Corso di Laurea in GeoTecnologie**

**STUDIO DI TOMOGRAFIE ELETTRICHE FINALIZZATO  
ALLA STIMA DEI LIVELLI SATURI PRESSO  
IL LAGO BARATZ (SS)**

Relatore:

**Dott. Fabio Mantovani**

Co-Relatore:

**Dott. Tommaso Colonna**

Tesi di Laurea di:

**MARCO ABBIGLIATI**

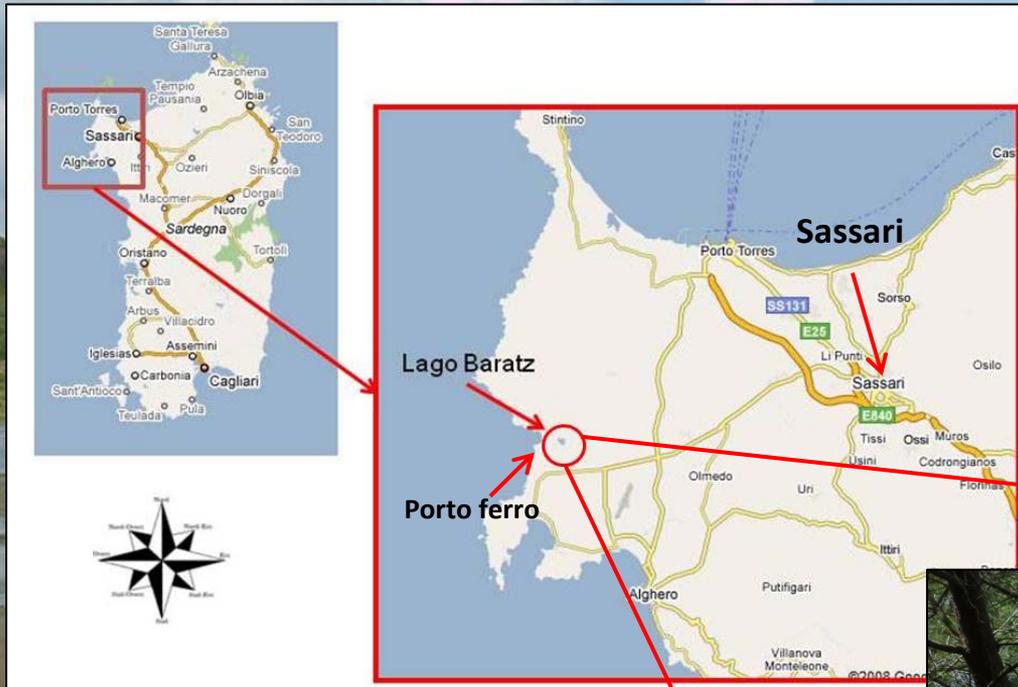
**ANNO ACCADEMICO 2007/2008**

# **Sommario...**

- ✓ ***Inquadramento geografico, geologico e ambientale***
- ✓ ***Obiettivi dell'indagine geoelettrica***
- ✓ ***Pianificazione dei rilievi e scelte operative***
- ✓ ***Presentazione dei risultati: modelli di resistività 2D***
- ✓ ***Interpretazione in chiave litologico-composizionale***
- ✓ ***Studio multitemporale dei livelli saturi***
- ✓ ***Conclusioni***



# Localizzazione del sito...



## Lago di Baratz (SS)

- ✓ Regione della Nurra
- ✓ circa 30 Km da Sassari
- ✓ circa 2 Km da Porto Ferro

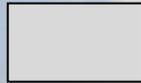


- ✓ Unico lago naturale Sardegna
- ✓ Bacino idrografico 1000 ettari
- ✓ “Geosito di interesse internazionale” (Unesco)

# Inquadramento geologico...



0 40 Km



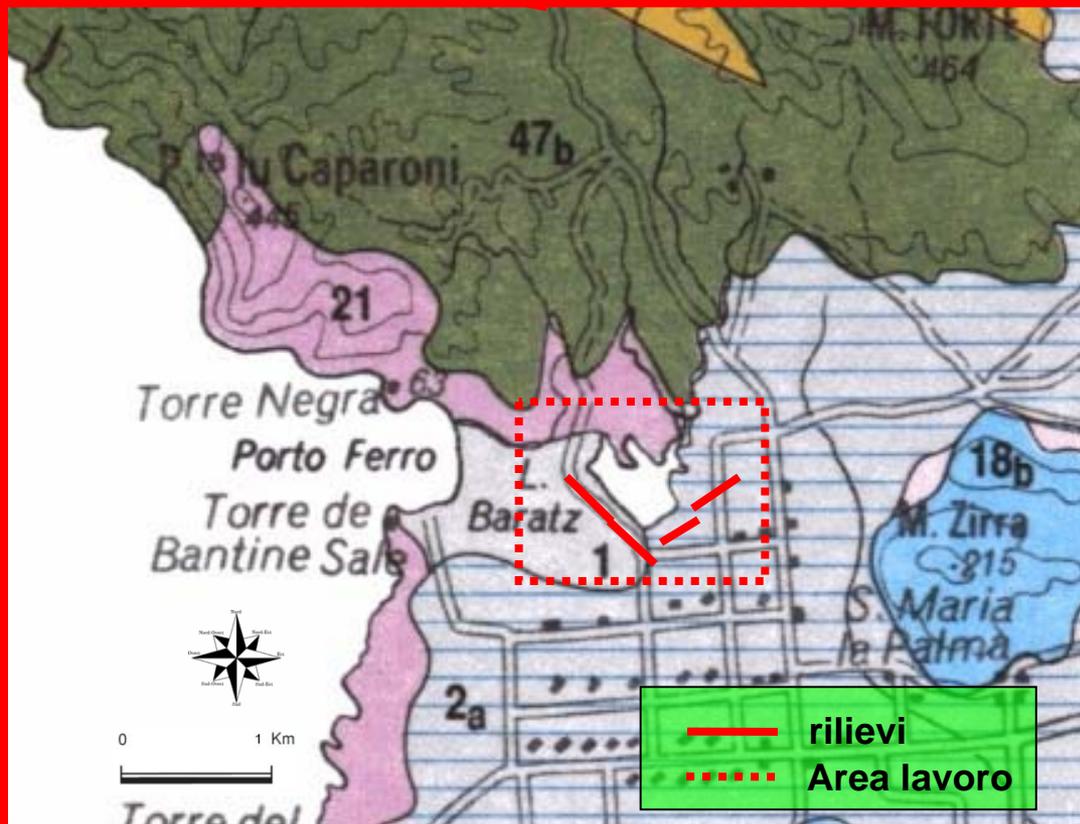
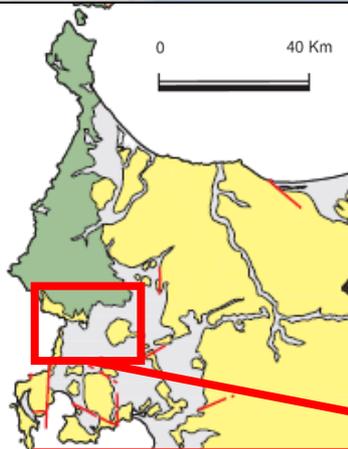
Depositi quaternari



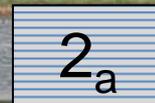
Coperture post-erciniche  
*Carbonifero sup.-Pliocene*



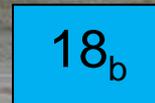
Basamento ercinico (compl. metamorfico)  
*? Precambriano-Carbonifero superiore*



**Depositi recenti**  
**Sabbie e ghiaie**  
*(Olocene)*



**Terrazzi alluvionali**  
**Congl. e sabbie**  
*(Plio-Pleistocene)*



**Depositi carbonatici**  
**Calcarei e dolomie**  
*(Lias-Malm)*



**Arenarie**  
*(Permo-Trias)*



**Filladi**  
*(Cambriano-Ordov.)*

— rilievi  
- - - Area lavoro

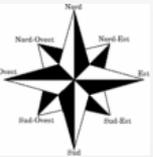
# Inquadramento geologico del sito...

## Filladi

- Sericitico-quarzifere
- Bruno chiare-grigie
- intercalazioni quarziti
- Impermeabili (argilla)

## Arenarie del Buntsandstein

- Interc. conglom.
- Grigio-rosso violaceo
- Elevata consistenza
- Bassa  $\phi$  primaria

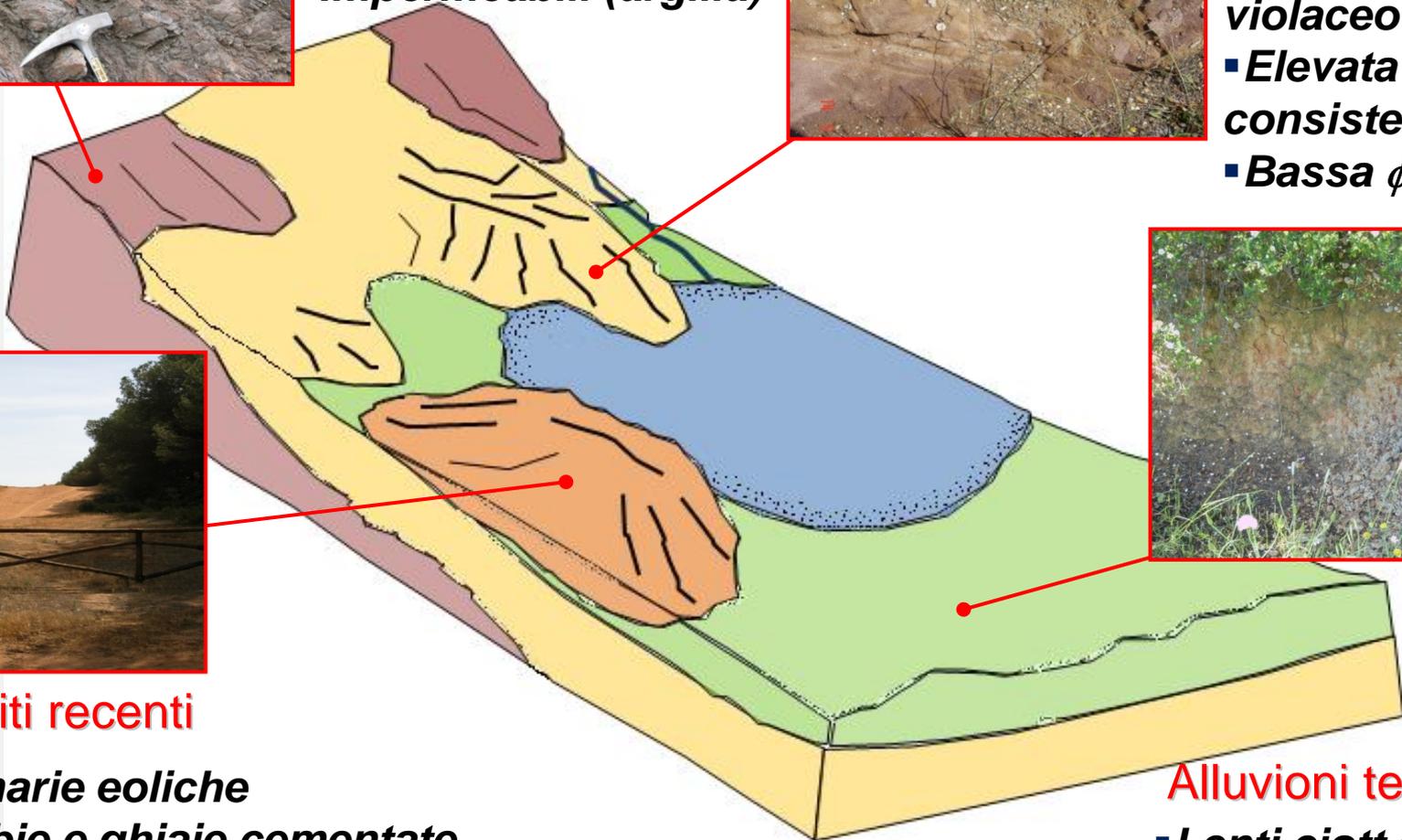


## Depositi recenti

- Arenarie eoliche
- Sabbie e ghiaie cementate a granuli silicei medio - fini

## Alluvioni terrazzate

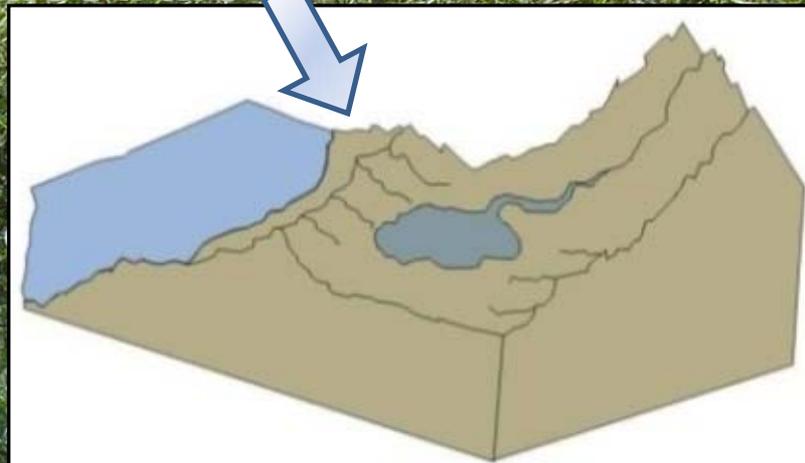
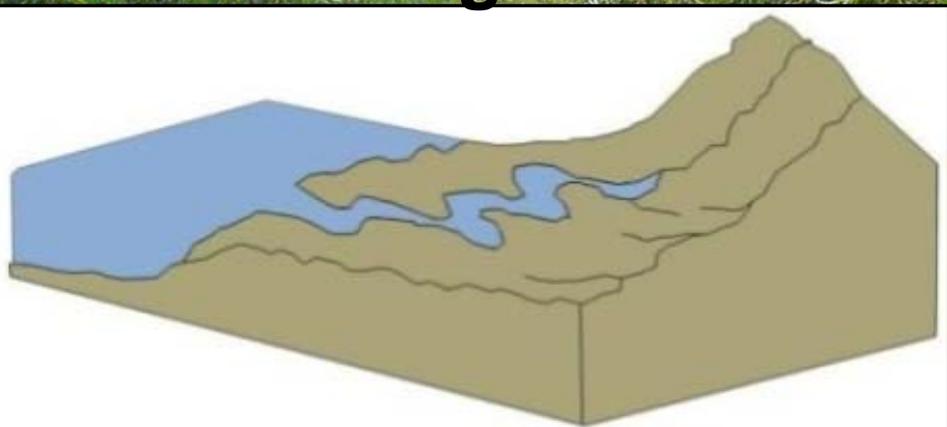
- Lenti ciott.ghiaiose
- Matrice sabbia-limo



# Inquadramento ambientale...

Genesi del lago:

**Maestrale**



**Tirreniano (Pleist.medio-recente)**

**Wurmiano (Pleist.recente)**

**Crisi idrica: abbassamento del livello del lago**

**Possibili cause:**

- minori precipitazioni
- maggiore  $E_R$
- filtrazione sotto la duna
- antropiche

Prelievi idrici



Uso suolo



# Obiettivi...

- Determinazione dell'andamento della falda superficiale in relazione alle caratteristiche funzionali della duna di sbarramento
- Individuazione dei fattori che incidono sulle dinamiche idrogeologiche del lago
- Studio multitemporale dei livelli saturi attraverso la legge di Archie

# Metodo... Strumentazione...

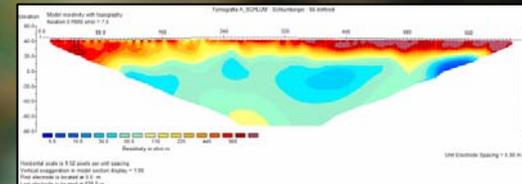
Elettrodi infissi nel terreno generano corrente elettrica

Misure di differenza di potenziale da cui ricavo  $\rho_{app}$

Processo di inversione

Output: sezioni 2D di resistività elettrica

Metodo di analisi



Terrameter SAS 1000 (ABEM)

console

generatore



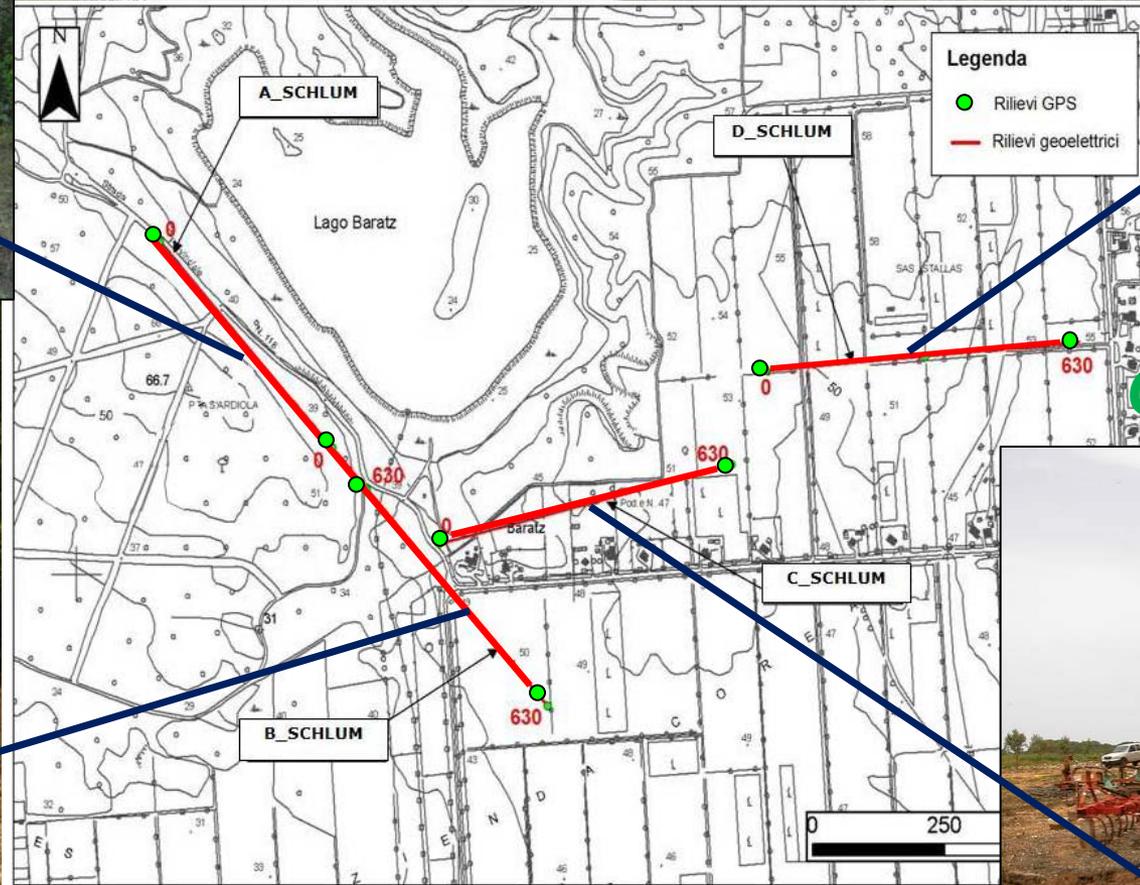
Switch box

15 5 2008

# Pianificazione rilievi...

D\_SCHLUM

A\_SCHLUM



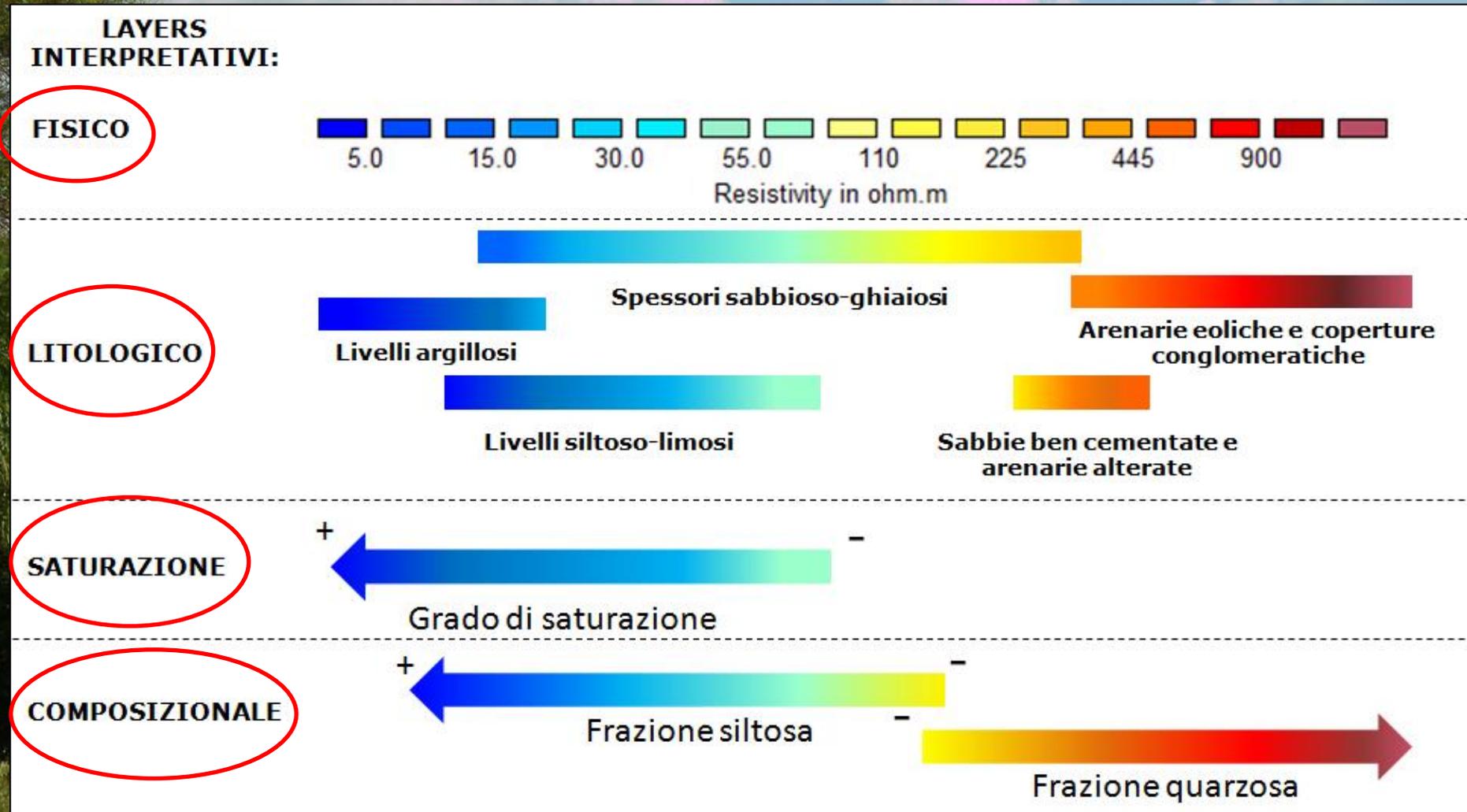
C\_SCHLUM

B\_SCHLUM



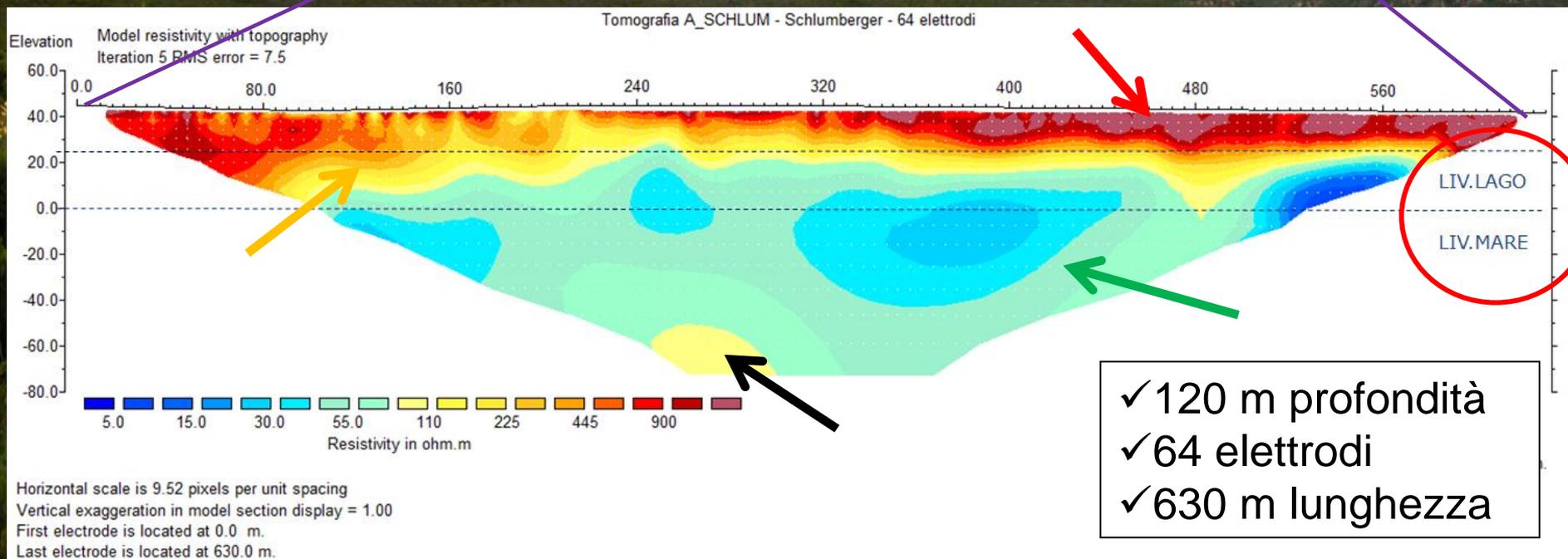
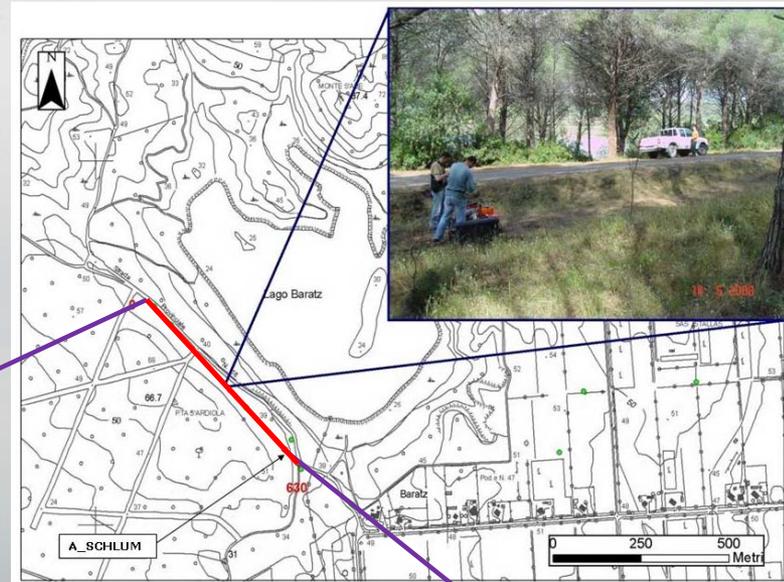
# Scala di valori interpretativa...

E' difficile un'associazione univoca, i valori di  $\rho$  richiedono un'interpretazione per determinare la litologia



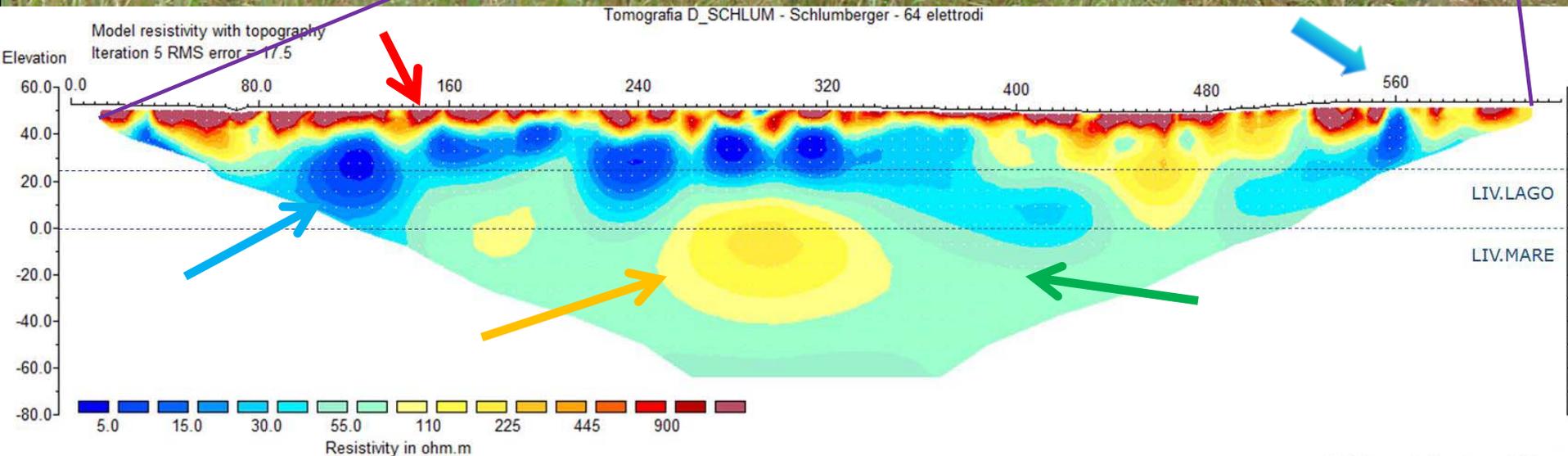
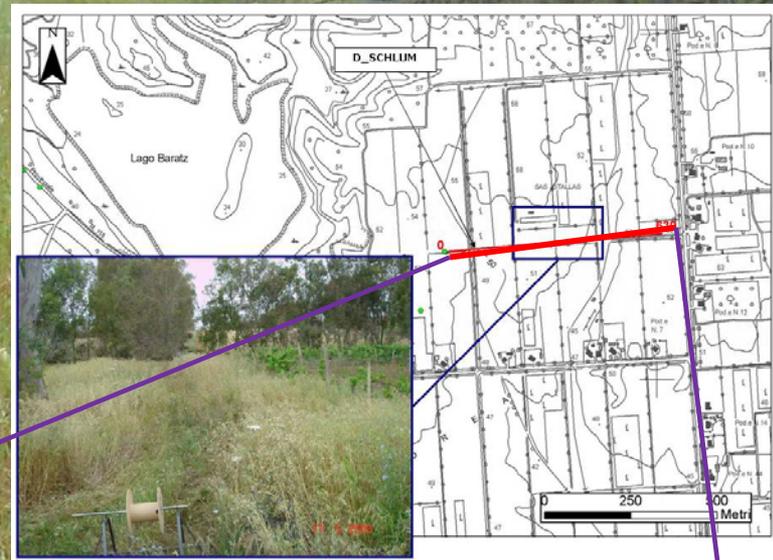
# Tomografia A\_SCHLUM...

- ✓ Arenarie eoliche grossolane
- ✓ Sabbie ben cementate
- ✓ Alternanza di livelli ciottoloso-ghiaioso e siltoso-limoso
- ✓ Substrato compatto



# Tomografia D\_SCHLUM...

- ✓ Copertura conglomeratica
- ✓ Livelli saturi superficiali
- ✓ Alternanza livelli ghiaioso-sabbioso e siltoso-limoso
- ✓ Arenarie compatte



Horizontal scale is 9.52 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 1.00  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 630.0 m.

# Impostazione dello studio dei livelli saturi...

**Legge di Archie**  $\xrightarrow{S=1}$   $\rho = \rho_{\omega} \phi^{-m} a$

$\rho$  = Resistività roccia

$\rho_{\omega}$  = Resistività acqua nei pori acquifero

$\phi$  = Porosità

$m$  = Fattore di cementazione

$a$  = Costante proporzionalità

## Scelta dei parametri:

Depositi sabbioso-ghiaioso moderat./ben cementati

$a = 1$

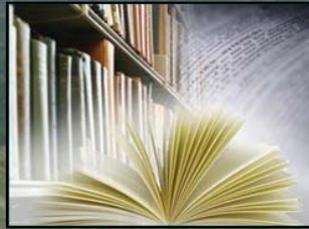
$1.8 < m < 2.2$

Conducibilità dell'acqua (1996)

$\rho_{\omega} = 1.82 \Omega m$

Porosità

$0.20 < \phi < 0.45$



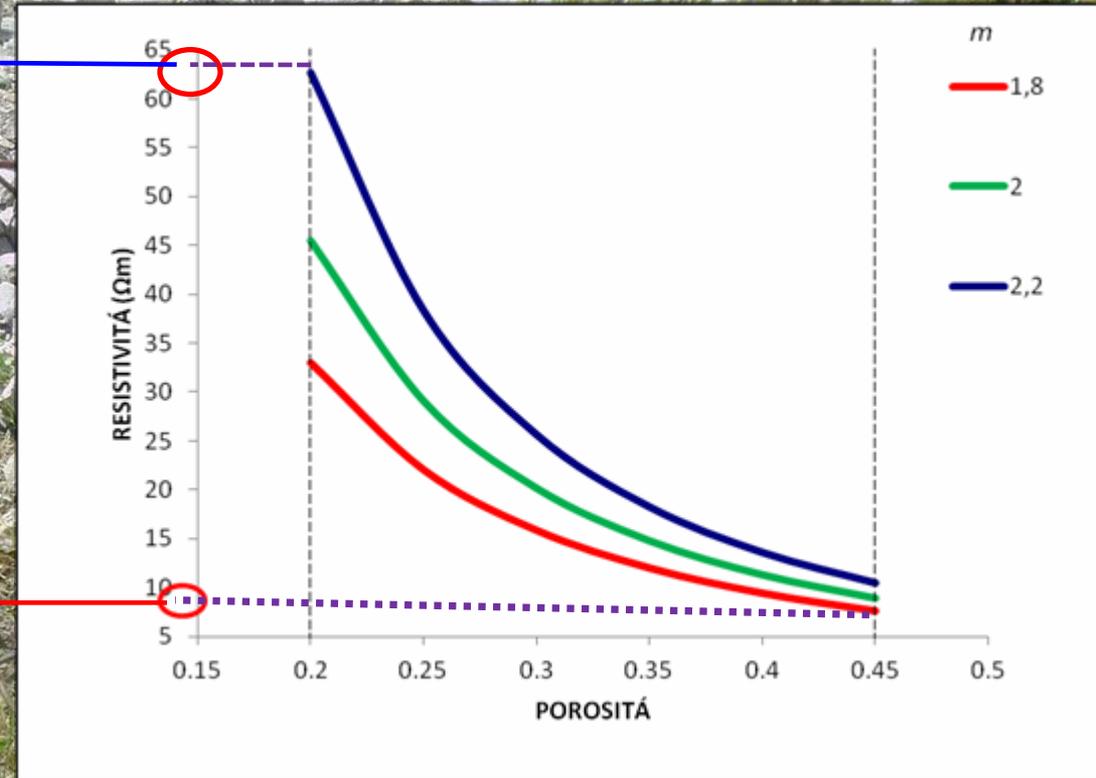
# Resistività e porosità...



$$\rho_{\max} = 63 \Omega\text{m}$$

Rappresentano  
intera gamma  
possibili  
caratteristiche  
acquifero

$$\rho_{\min} = 8 \Omega\text{m}$$



**CASO LIMITE 1**



$$\phi = 0.45 \quad m = 1.8$$

**CASO LIMITE 2**

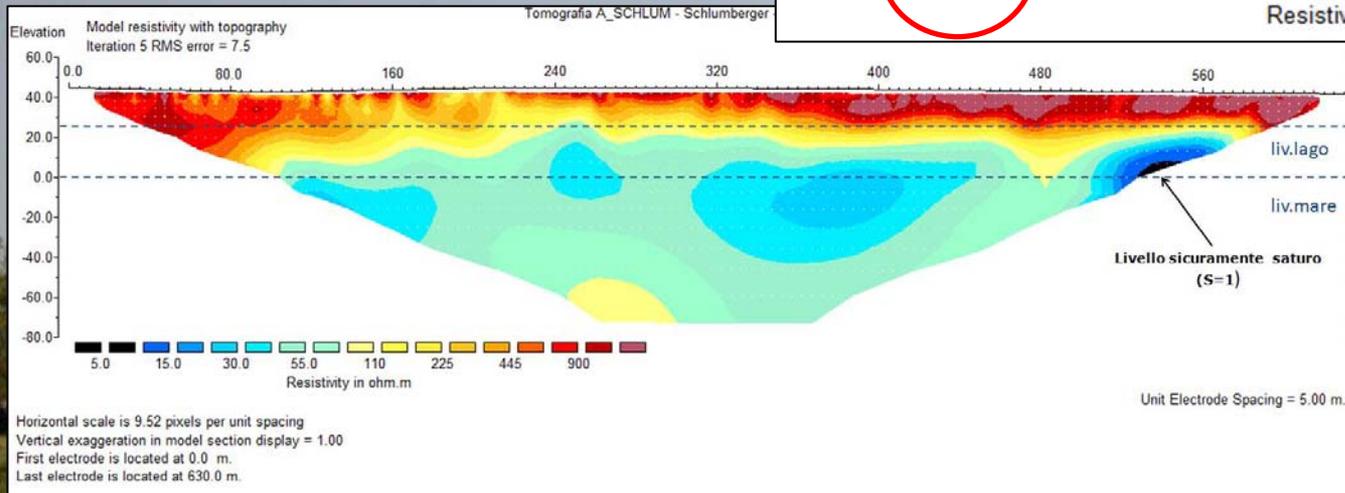
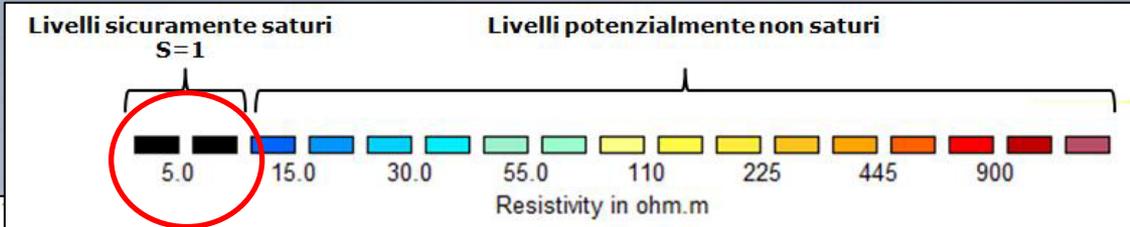


$$\phi = 0.20 \quad m = 2.2$$

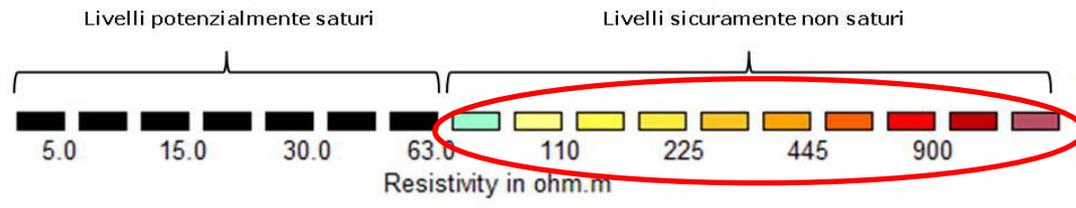
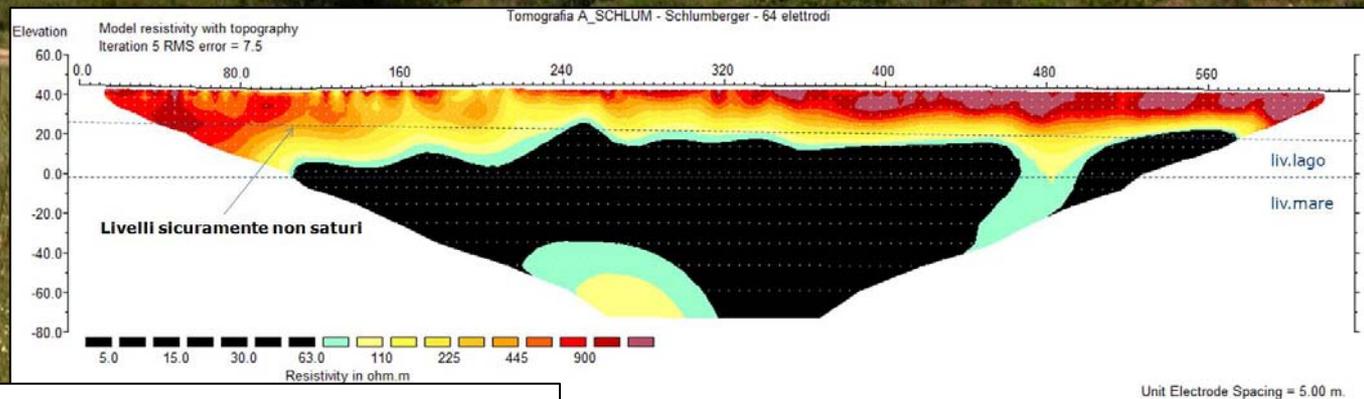
2008 5 2008

# Casi limite di studio...

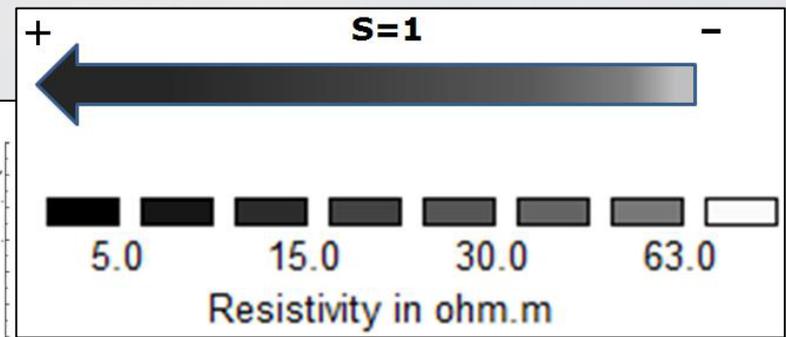
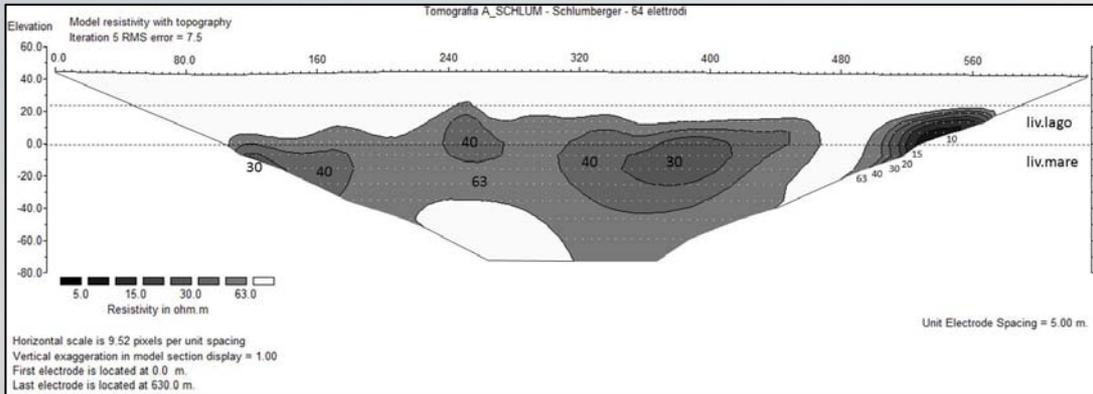
## Caso limite 1



## Caso limite 2



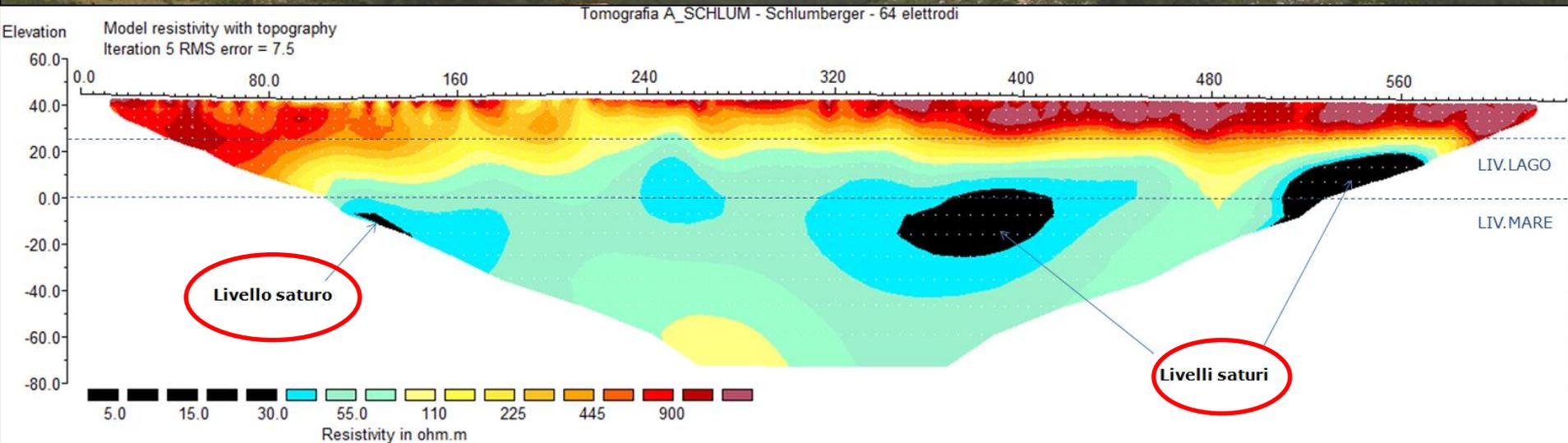
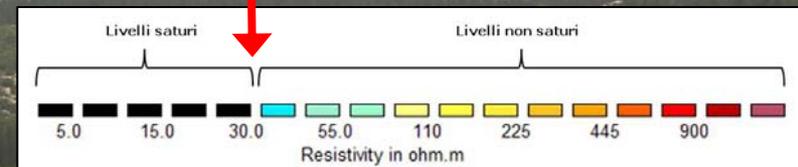
# Studio livelli saturi '96...



$$m = 2$$

$$\phi = 0.25$$

$\rho_{best}$   
**30Ωm**

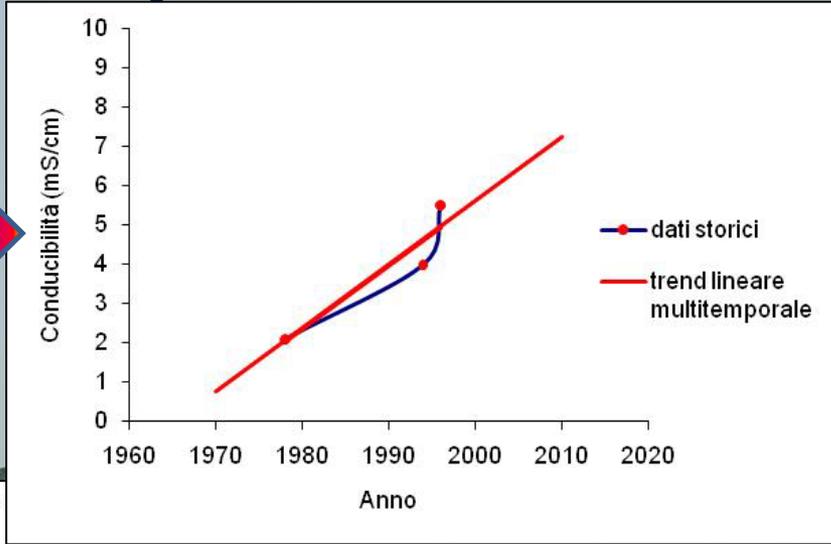


Horizontal scale is 9.52 pixels per unit spacing  
 Vertical exaggeration in model section display = 1.00  
 First electrode is located at 0.0 m.  
 Last electrode is located at 630.0 m.

# Studio multitemporale 1970-2010...

## Dati storici

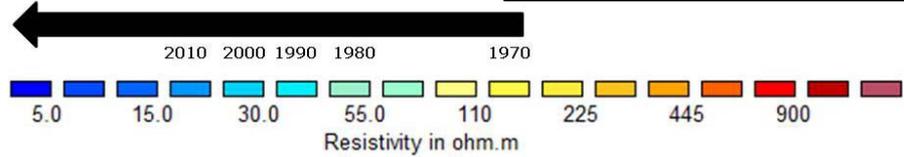
Anno	$\sigma_w$ mS/cm
1978	2,1
1994	4,0
1996	5,5



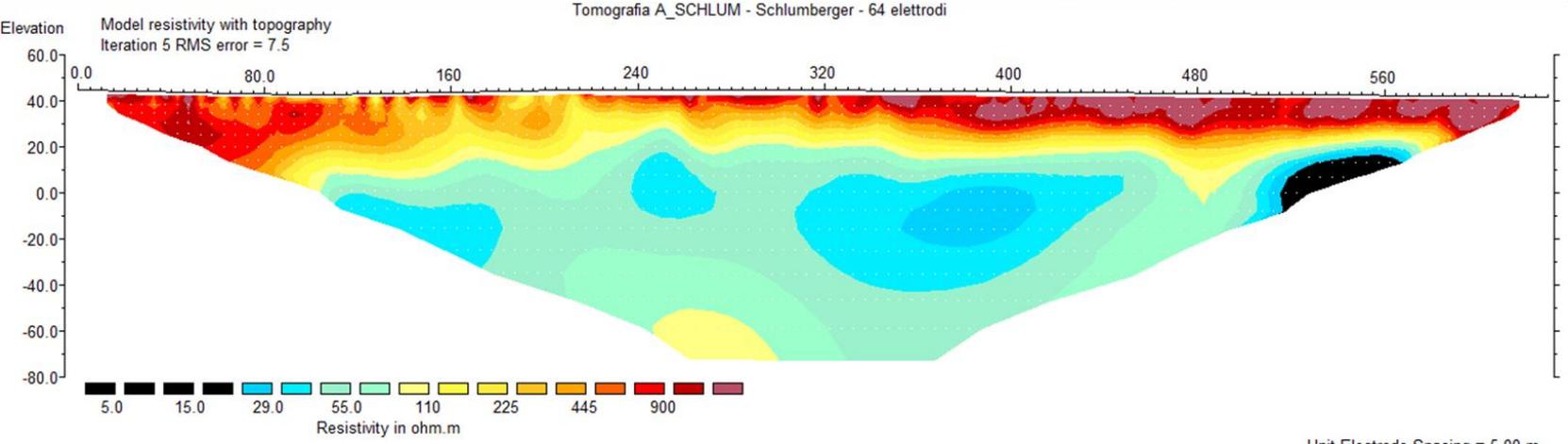
## Dati da interpolazione

Anno	$\sigma_w$ mS/cm	$\rho_{best}$ ( $\Omega m$ )
1970	0,8	0-200
1980	2,4	0-67
1990	4,0	0-40
2000	5,6	0-29
2010	7,2	0-22

Valori di resistività riconducibili al saturo nel range degli anni considerato



Anno



Unit Electrode Spacing = 5.00 m.

Horizontal scale is 9.52 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 1.00  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 630.0 m.

## **Conclusioni...**

- ✓ ***I modelli di resistività hanno permesso di determinare la profondità e lo sviluppo della falde superficiali***
- ✓ ***Lo studio della duna di sbarramento ha mostrato la presenza di livelli sabbioso-ghiaioso saturi e non ha messo in luce evidenze del cuneo salino***
- ✓ ***I modelli di resistività hanno messo in evidenza una differenza tra le caratteristiche geologiche del sistema costiero e del sistema interno***
- ✓ ***Lo studio multitemporale dei modelli di resistività ha permesso di analizzare la crisi idrica del lago Baratz in funzione delle dinamiche idrogeologiche del bacino.***



*Grazie!*