

**Giovedì 10 aprile 2025 ore 15:30 – 18:00**

*Il Seminario si terrà on-line su piattaforma Teams*

# LA GEOLOGIA NEL MONDO DEL LAVORO

A PIERLUIGI FRIELLO: UN GEOLOGO PROFESSIONISTA, UN AMICO

*SEMINARI DI ORIENTAMENTO PER GLI STUDENTI ISCRITTI ALLA LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE GEOLOGICHE E ALLE LAUREE MAGISTRALI NEL SETTORE UTILI PER LA PREPARAZIONE AGLI ESAMI DI STATO E PER L'AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE CONTINUO DEI GEOLOGI PROFESSIONISTI*

# IDROGEOLOGIA: RICERCA SCIENTIFICA E ATTIVITÀ PROFESSIONALE

**LUCIA MASTRORILLO**  
*Geologa libera professionista*

[luciamastrorillo592@gmail.com](mailto:luciamastrorillo592@gmail.com)

## PREMESSA

# L'IDROGEOLOGIA REGIONALE

IDROGEOLOGIA ≠ IDRAULICA SOTTERRANEA

IDROGEOLOGIA

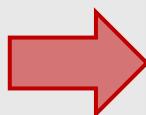
applicazione dell'idraulica sotterranea alle geometrie imposte dalla geologia

# IDROGEOLOGIA REGIONALE

Conoscenza della geologia nella sua accezione più vasta e tradizionale

..... ma anche nella sua interpretazione più aggiornata

**DOMINI GEOLOGICI**  
stratigrafia  
tetttonica  
cinematica  
paleogeografia



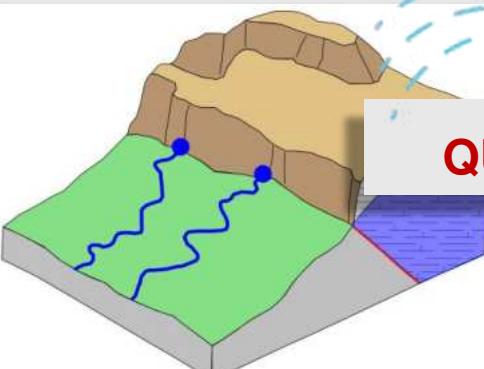
## STRUTTURE IDROGEOLOGICHE

porzioni tridimensionali di domini geologici

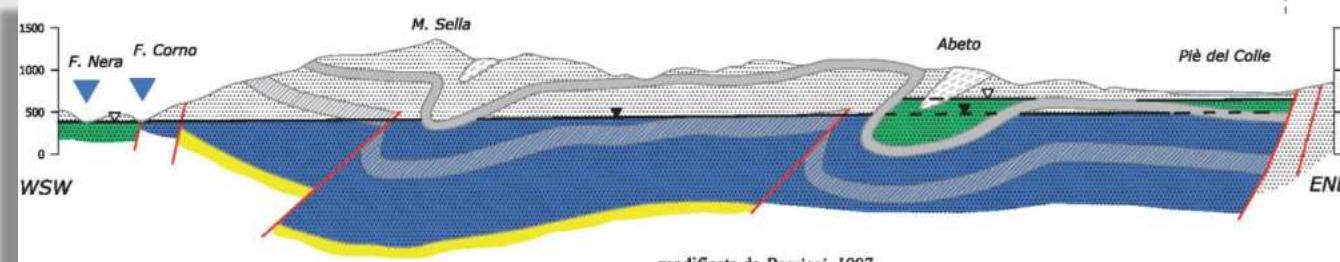
circondati da limiti  
e riempiti da litologie

Riconoscimento dell'  
attitudine idrodinamica

Leggi dell'idraulica  
sotterranea



**QUANTA ACQUA CIRCOLA NEL SISTEMA ?**



modificata da Preziosi, 1997

## INFILTRAZIONE EFFICACE



dati climatici

permeabilità della litologia affiorante

geometrie della struttura geologica

## RECHARGE = DISCHARGE

In una struttura idrogeologica idraulicamente chiusa:  
volume medio di ricarica = volume medio di erogazione



**Q media tot: 15 m<sup>3</sup>/sec**

Area di ricarica: 532 km<sup>2</sup>

Infiltrazione efficace: 888 mm/anno

# 1986: SCHEMA IDROGEOLOGICO DELL'ITALIA CENTRALE

A. CINI HYDROGEOLOGICO  
Mem. Soc. Geol. It.,  
35 (1986), 991-1012, 2 tavv.

## SCHEMA IDROGEOLOGICO DELL'ITALIA CENTRALE

C. BONI (\*), P. BONO (\*\*) & G. CAPELLI (\*\*)

### RIASSUNTO

Queste note introduttive all'annesso Schema Idrogeologico dell'Italia centrale, descrivono brevemente quali caratteristiche idrogeologiche sono state rappresentate nelle tre Carte, quali sono stati i criteri e i metodi seguiti nella ricerca, quali sono gli scopi dello Schema. Vengono brevemente considerati gli studi precedenti e la qualità dei dati di base disponibili. Viene fatta una breve analisi delle relazioni tra la geologia e l'idrogeologia regionale e vengono descritti, in particolare, i metodi utilizzati per delimitare le strutture idrogeologiche e per il calcolo della infiltrazione efficace. Viene fatto un breve commento sul significato dell'indice del flusso di base, un nuovo parametro idrogeologico, che consente di valutare il contributo minimo che le acque sotterranee danno alla portata di un corso d'acqua. Viene infine commentato il bilancio delle strutture idrogeologiche ri-conosciute. Tutti questi argomenti sono ampiamente trattati nella legenda delle tre Carte.

**TERMINI CHIAVE:** idrogeologia, Italia centrale, carta idrogeologica, bilancio idrogeologico, infiltrazione efficace.

### ABSTRACT

These introductory notes to the annexed Hydrogeological Scheme of central Italy briefly describe: the hydrogeological characteristics illustrated on the three Maps, the criteria and methods followed in the research, the aims of the Scheme. Previous studies and the quality of the available hydrological data are considered. Relationships between geology and regional hydrogeology are stressed. Methods used to identify hydrogeological structures and to evaluate effective infiltration are exposed in details. The importance of the base flow index in this regional hydrogeological study is emphasized. The balances of hydrogeological structures are compared with hydrogeological setting and the amount of groundwater resources is considered. These topics are widely treated in English in the legend of three Maps.

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Roma «La Sapienza».

### PREMESSA

Lo «Schema Idrogeologico centrale» è un documento cartografico che rappresenta, con simboli convenzionali, le caratteristiche più significative della idrogeologia regionale.

Lo Schema comprende:

– la Carta idrogeologica A, 1:500.000 dove figurano: i complessi idrogeologici; gli acquefieri alluvionali; i strutturali; le sorgenti; i pozzi sifonici; i profili geologici; i dati caratteristici della sorgente. Un'ampia legenda, in inglese, ha anche funzione di nota;

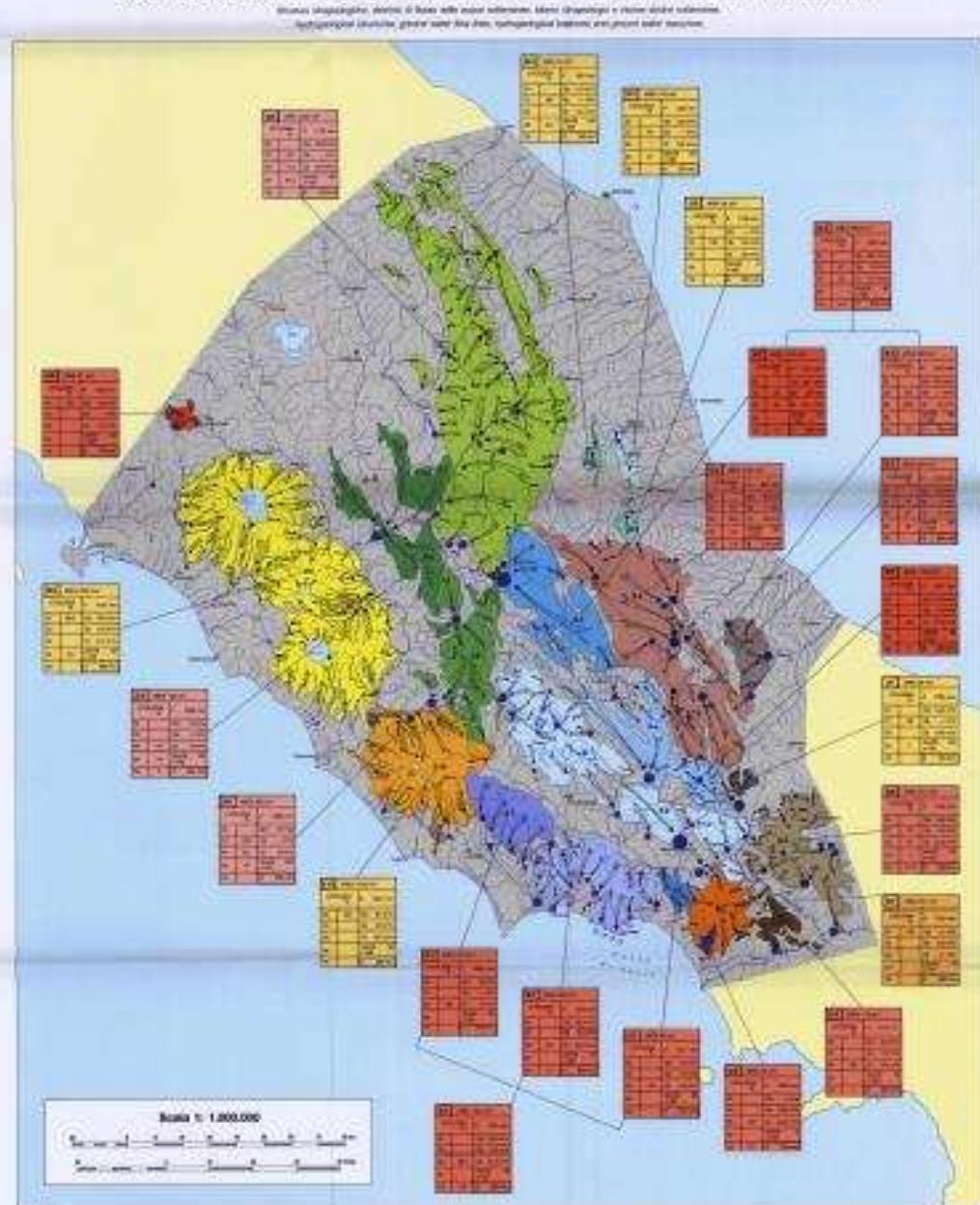
– la Carta idrologica B, 1:500.000 dove figurano: le precipitazioni annuali; il risciacquo; il flusso di base; il regime efficace; le stazioni idrologiche caratteristiche di ogni stazione telemetrica pluviometrica e idrometrica, l'indice di base, nuovo parametro rapido del regime e delle modalità di alimentazione del corso d'acqua;

– la Carta dei bilanci idrogeologici e delle risorse idriche sotterranee C, 1:1.000.000 dove figurano: le strutturali geologiche, le direttive di flusso sotterraneo, i bilanci idrogeologici idriche sotterranee;

– queste note introduttive, con lo scopo di descrivere i criteri seguiti e i metodi utilizzati nello studio regionale e le finalizzazioni dello Schema; vengono illustrati i criteri e i metodi per la riconoscita delle strutture idrogeologiche sperimentati in questa ricerca.

Presentando questo Schema soprattutto proporre un metodo di cartografia idrogeologica regionale su criteri quantitativi, che può essere

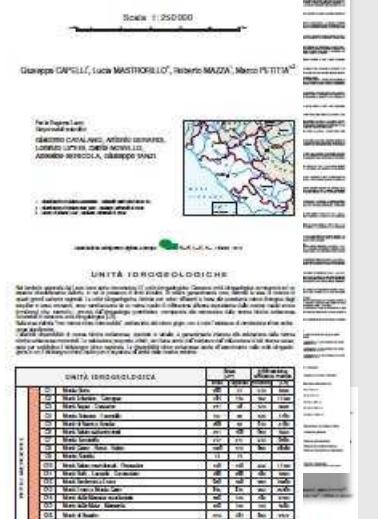
## C. CARTA DEI BILANCI IDROGEOLOGICI E DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE MAP OF HYDROGEOLOGICAL BALANCES AND GROUND WATER RESOURCES



# 2012:CARTA IDROGEOLOGICA DEL TERRITORIO DELLA REGIONE LAZIO



## CARTA DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE della REGIONE LAZIO



## AUBAC (Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale)

Il Piano di Gestione delle Acque , ai sensi della [Direttiva 2000/60/CE](#)

“piano direttore” per tutto quello che concerne la tutela qualitativa e quantitativa delle acque superficiali e sotterranee.

## PIANI DI GESTIONE

# PERCHÉ L'IDROGEOLOGIA REGIONALE È MATERIA QUASI ESCLUSIVA DELLA RICERCA UNIVERSITARIA ?

Capacità e possibilità di

- ✓ sintesi di tanta conoscenza locale (tesi, lavori ecc)
- ✓ reinterpretazione a scala regionale sulla base di conoscenze geologiche aggiornate
- ✓ produzione di cartografia a scopo scientifico

Committenti pubblici (pianificazione e gestione della risorsa idrica) richiedono:

- ✓ conoscenze non influenzate da possibili conflitti di interesse
- ✓ supporto scientifico «sopra le parti»

Autorevolezza della scienza e insindacabilità dei risultati  
Lo studio supporta l'emanazione di delibere, di decreti, di atti normativi in cui generalmente si vincola o si condiziona un territorio

The image shows the cover of a report titled "La nuova carta" dated July 1, 2013, from 9:00 to 13:00. The cover features logos for ROMA TRE, SOGIN, ROMA CAPITALE, Dipartimento MBAC, ITALFERRO SRL, and ROMA TRE. It also includes the text "Relazione Tecnica Rilievi geologici, naturalistici e delle caratteristiche antropiche - area GR-2" and "ELABORATO DN GS 00098 REVISIONE 00".

Below the cover, there is a map of the Appennino Centrale region with a black rectangle highlighting a specific area. To the right of the map, there is descriptive text about the project, logos for PIREN, PIEN, and ROMA TRE, and a list of partners including AQUA, ROMA TRE, ROMA CAPITALE, and SOGIN.

The document is a "Report finale GIUGNO 2022" produced by ROMA TRE SCIENCE.

L'approccio metodologico descritto di adatta molto bene allo studio  
dell'idrogeologia dei sistemi carbonatici fratturati



- L'assetto geologico-strutturale determina geometrie ben definite
- Le attitudini idrodinamiche delle litologie sono univoche
- Volumi d'acqua ben quantificabili per la presenza di sorgenti

Applicabile ai sistemi vulcanici e terrigeni (acquiferi porosi multifalda)  
con approssimazioni funzione della scala di indagine

Applicabile a diverse scale di indagine con  
criterio gerarchico e multiscalare



- L'aumento di scala (maggior dettaglio) MAI decontestualizzato dal quadro regionale di partenza

# **INDETERMINATEZZA DEGLI ACQUIFERI MULTIFALDA e COERENZA CON LA SCALA DI ANALISI**

Casi studio di acquiferi laziali...

## ACQUIFERO MULTIFALDA

- acquifero alluvionale
- acquifero costiero/delta
- acquifero vulcanico

Porosità



circolazione funzione della distribuzione  
dei carichi idraulici

Eteropie laterali e verticali



difficile definizione della geometria  
variazioni locali del gradiente idraulico

Scarsità di sorgenti



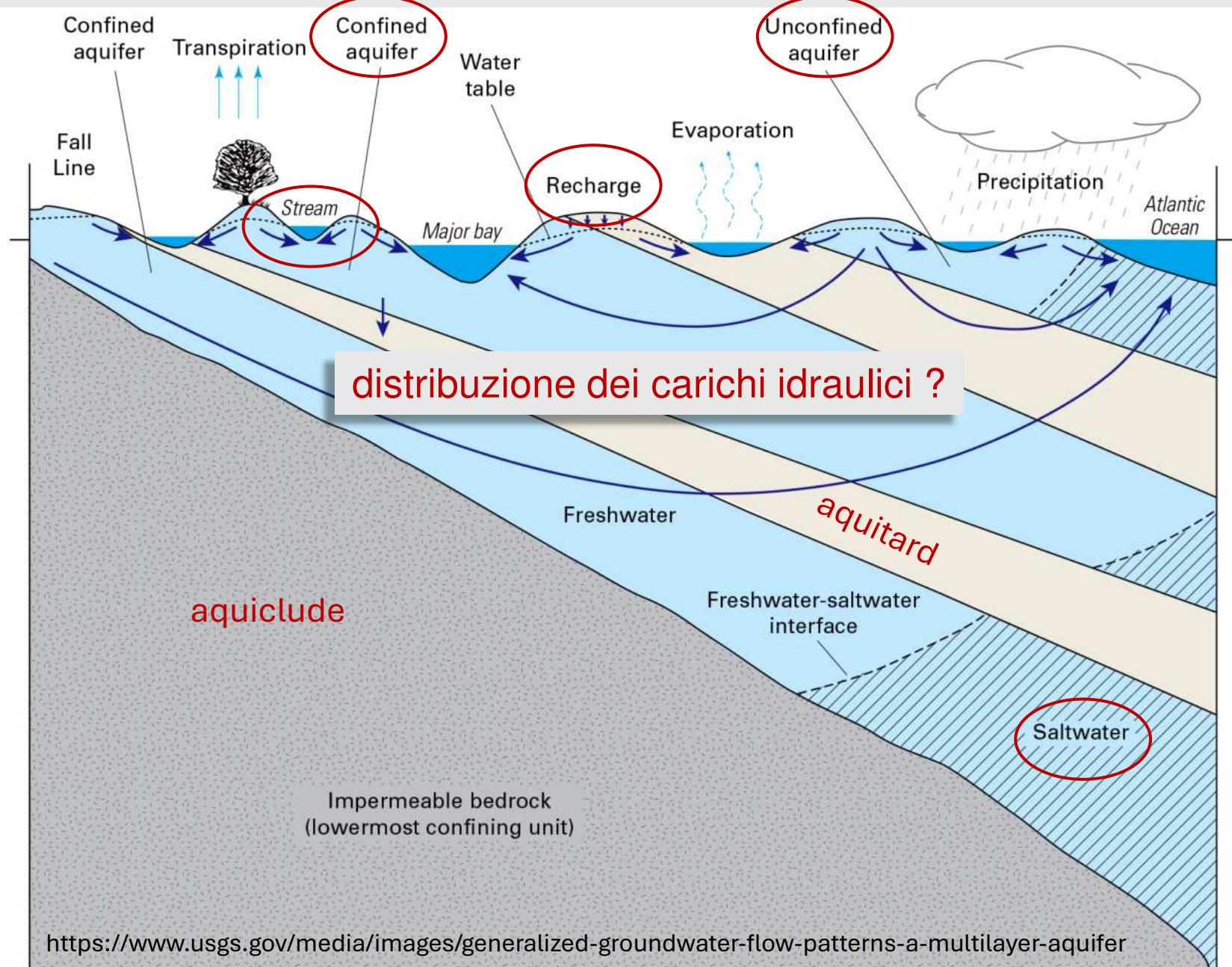
difficile valutazione dei volumi idrici

Abbondanza di pozzi

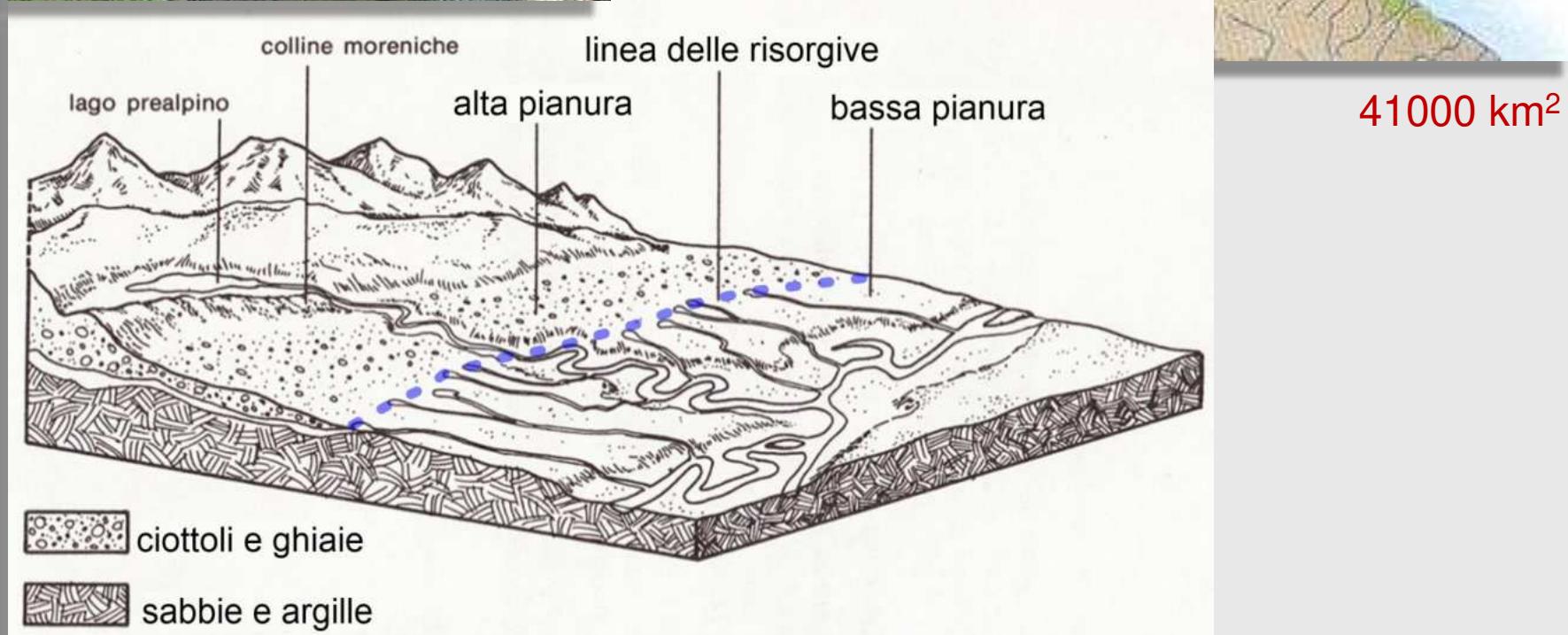


Quale piezometria?  
ricostruzione della superficie  
piezometrica

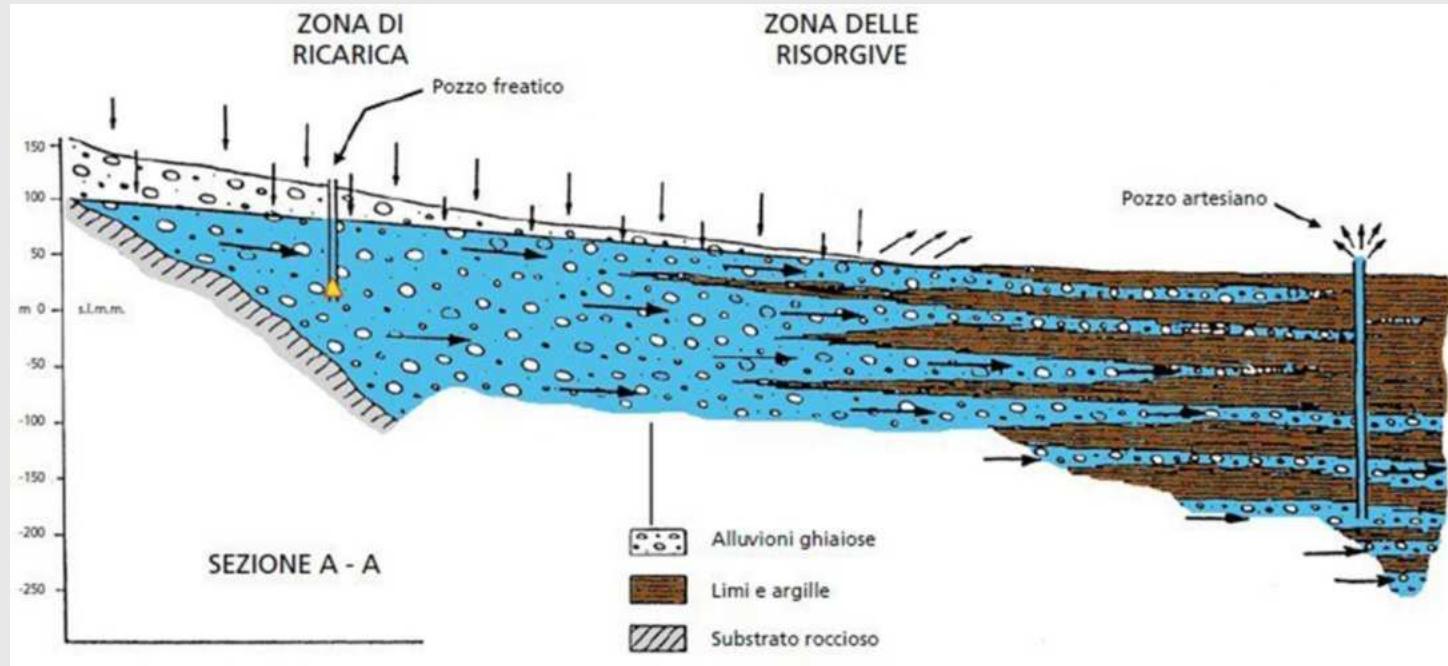
# ACQUIFERO MULTIFALDA



# ACQUIFERO MULTIFALDA: PIANURA PADANA



# ACQUIFERO MULTIFALDA



## INDETERMINATEZZA

- Unica area di ricarica diffusa
- Passaggio graduale da unica falda libera a falde in pressione sovrapposte
- Eteropie verticali e laterali (limiti idraulici non definiti)



Contrasto di permeabilità: aquiclude / aquitard

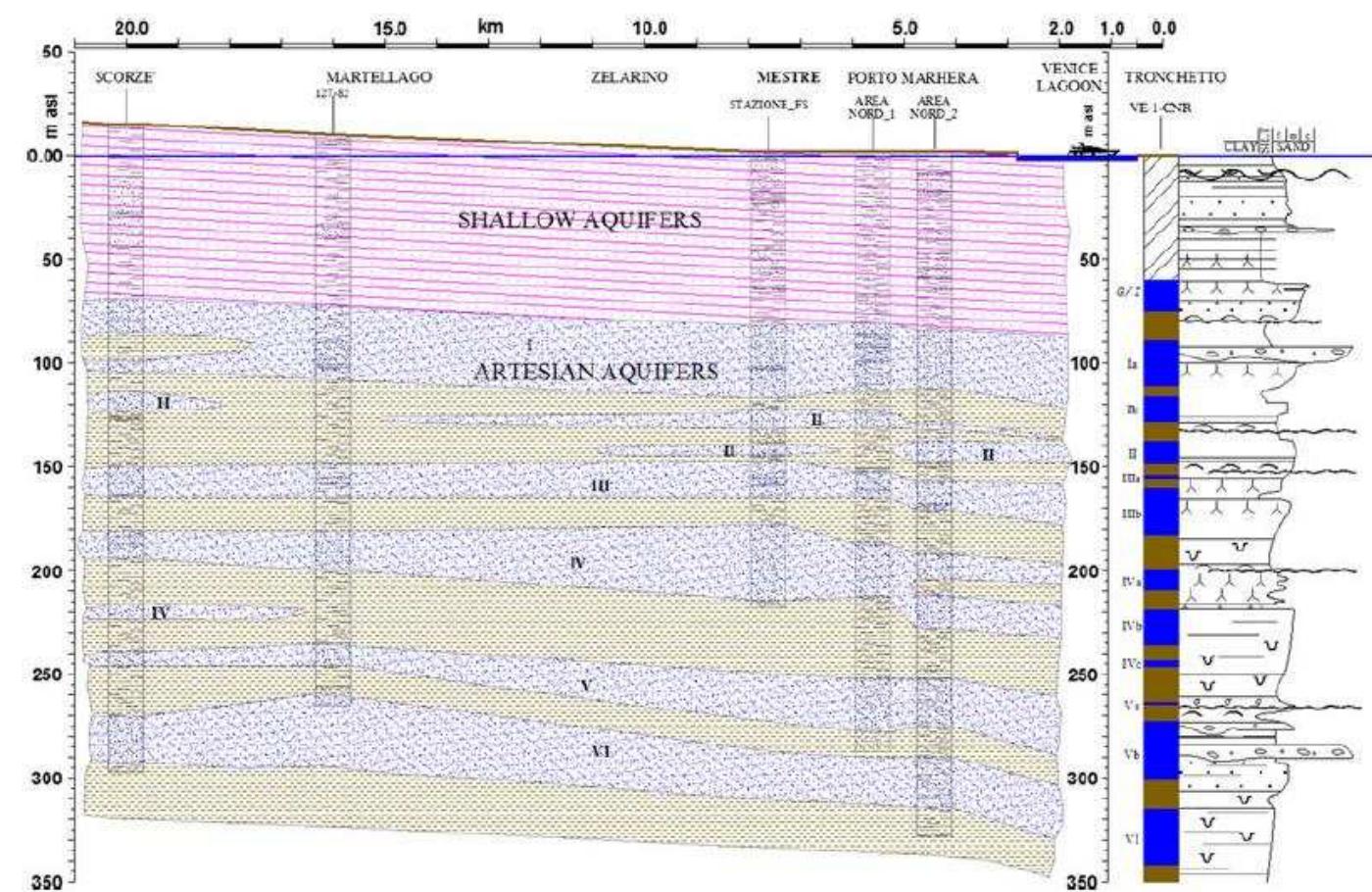
- Superficie di saturazione: «media a scala regionale» ( $41000 \text{ km}^2$ )
- Scala locale: circolazioni sovrapposte con carichi idraulici differenti ( $Q = kAi$ )



ORIGINAL ARTICLE

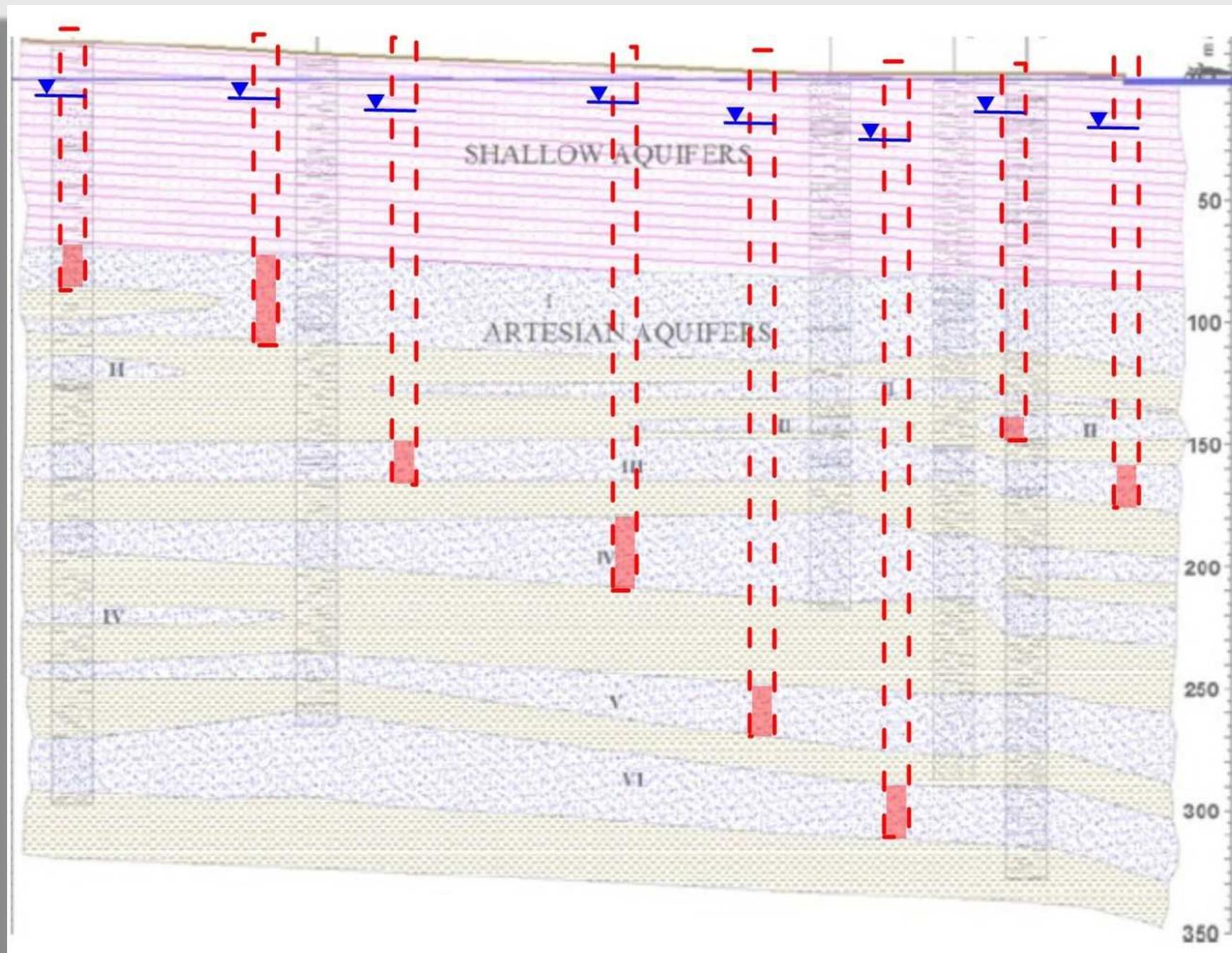
# A new hydrostratigraphic model of Venice area (Italy)

Matteo Cultrera · Renzo Antonelli ·  
Giordano Teza · Silvia Castellaro

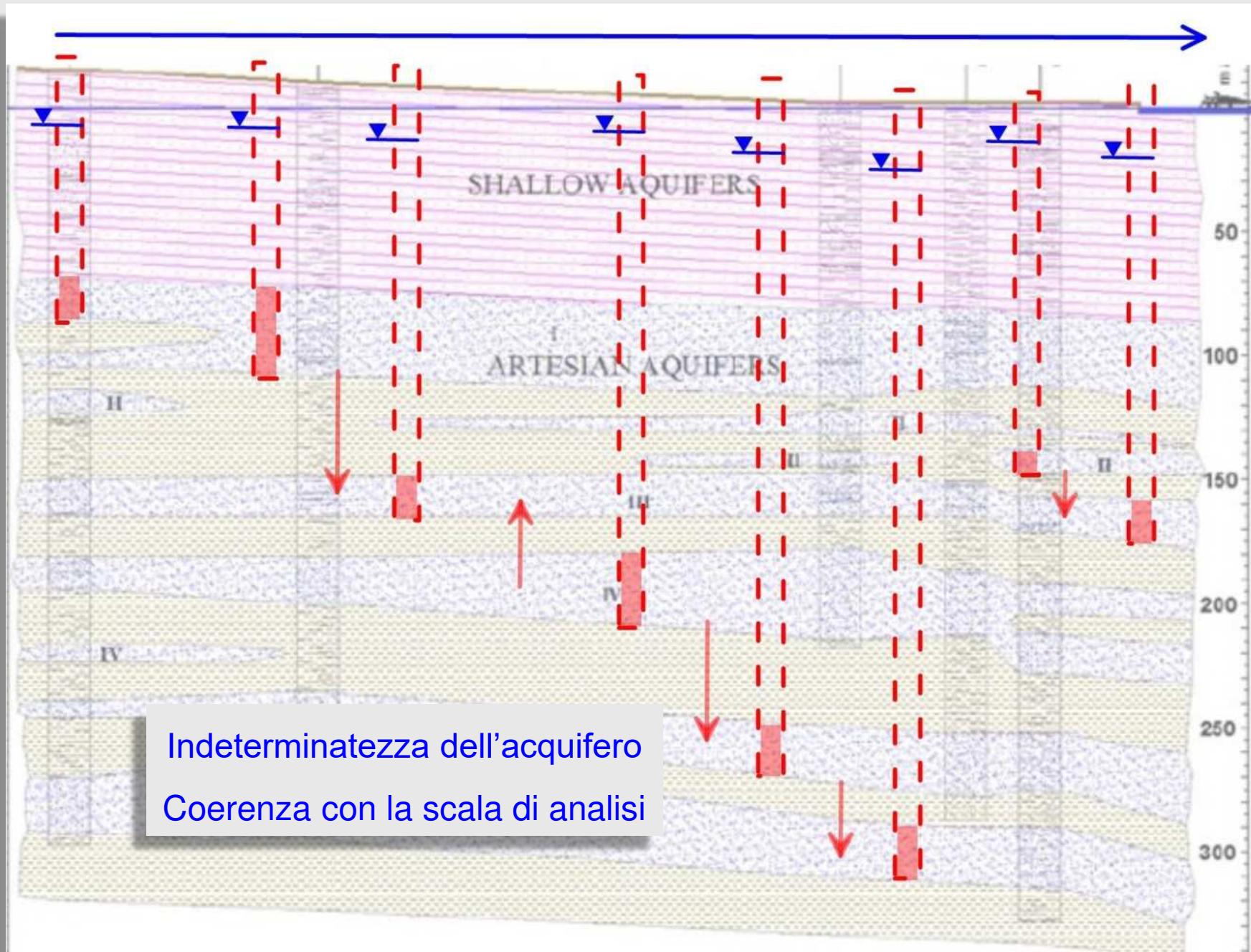


Cross section AA of Fig. 4 showing the sequence of six confined aquifers underling the shallow aquifer system

## ACQUIFERO MULTIFALDA



## ACQUIFERO MULTIFALDA



ACQUIFERO MULTIFALDA:  
CASI STUDIO

# ACQUIFERO MULTIFALDA: CASI STUDIO



Ministero  
dei beni e delle  
attività culturali  
e del turismo



Soprintendenza Speciale per il Colosseo, il Museo Nazionale Romano e l'Area archeologica di Roma  
Dipartimento di Scienze dell'Università degli Studi "Roma Tre"

## CONTRATTO DI RICERCA

### STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOCHIMICO

FINALIZZATO ALLA MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA ARCHEOLOGICA DI  
OSTIA ATTRAVERSO LA REVISIONE DEL SISTEMA DI REGIMAZIONE DELLE  
ACQUE METEORICHE DELL'AREA

**Responsabili scientifici:** Roberto Mazza, Paola Tuccimei

**Gruppo di studio dell'Università:** Lucia Mastrorillo, Carlo Lucchetti, Stefano Viaroli.

Marzo 2017



Stralcio: Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio. Scala 1:100.00 Foglio 3

**1**

#### **COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI - potenzialità acquifera da bassa a medio alta**

Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali (**OLOCENE**). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.

**5**

#### **COMPLESSO DELLE SABBIE DUNARI - potenzialità acquifera medio alta**

Sabbie dunari, depositi interdunari, depositi di spiaggia recenti e dune deltizie (**PLEISTOCENE - OLOCENE**). Spessore di alcune decine di metri. Il complesso è sede di una significativa circolazione idrica sotterranea che dà origine a falde continue ed estese la cui produttività è limitata dalla ridotta permeabilità delle sabbie.

**6**

#### **COMPLESSO DEI DEPOSITI FLUVIO PALUSTRI E LACUSTRI - potenzialità acquifera bassa**

Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra con locali intercalazioni ghiaiose e/o travertinose (**PLEISTOCENE - OLOCENE**). Spessore variabile da pochi metri ad alcune decine di metri. La prevalente componente argillosa di questo complesso impedisce una circolazione idrica sotterranea significativa; la presenza di ghiaie, sabbie e travertini può dare origine a limitate falde locali. Il complesso può assumere il ruolo di aquicluo confinando la circolazione idrica sotterranea degli acquiferi carbonatici (Piana Pontina e di Cassino).

## PROBLEMA DA RISOLVERE ( o almeno provarci...)

(2014)

Quasi ogni anno, alcuni luoghi del sito archeologico di Ostia Antica vengono allagati da eventi di pioggia intensi e prolungati, rendendo alcuni monumenti inaccessibili ai visitatori. Nel febbraio 2014, il sito è stato in gran parte allagato dopo un evento di pioggia eccezionale e la Soprintendenza per i Beni Archeologici di Roma ha ordinato la chiusura dell'intero sito per 15 giorni.



### PERDITA ECONOMICA

Circa 1000 visitatori al giorno

Costo del biglietto attuale: 18 euro

1000 x 15 giorni: 15.000

15.000 x 18 euro: 270.000 euro

+

Spese straordinarie di ripristino





# INQUADRAMENTO DELL' AREA DI STUDIO

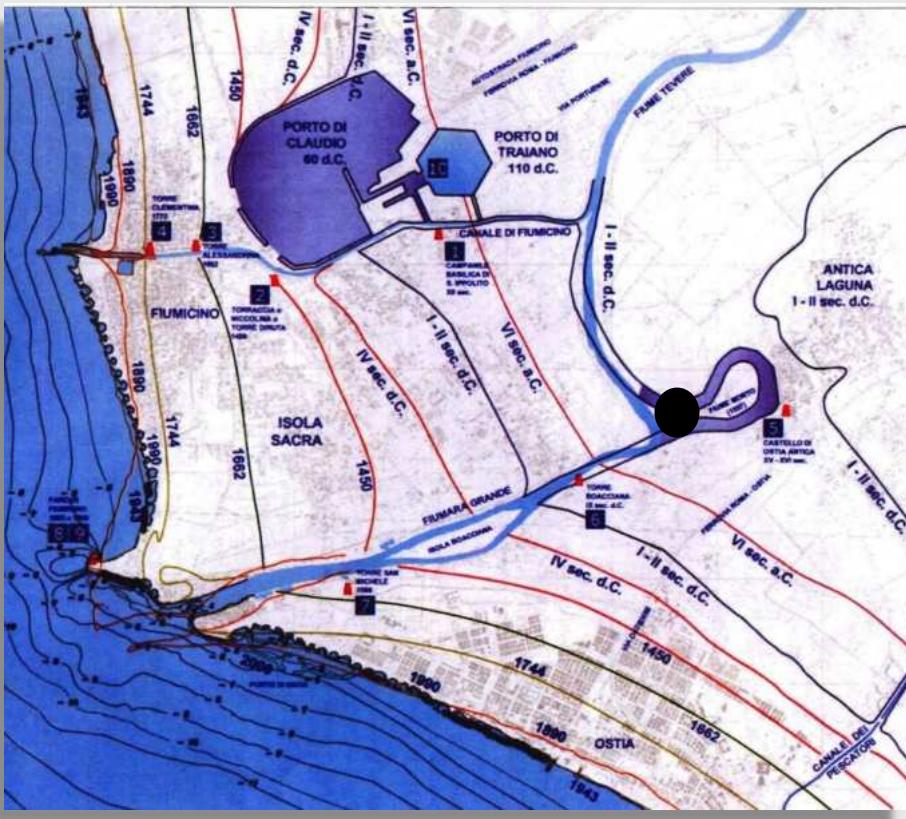


TABELLA I - Velocità di avanzamento della linea di costa in prossimità della foce di Fiumara Grande

Intervallo di tempo	Anni corrispondenti	Avanzamento (m)	Velocità (m/anno)
VI sec. a.C. - I-II sec. d.C.	600 circa	650 circa	1
I-II sec. d.C. - IV sec. d.C.	300 circa	500 circa	2
IV sec. d.C. - 1450	1000 circa	1000 circa	1
1450 - 1569	120	300	3
1569 - 1744	175	1544	9
1744 - 1890	146	700	5
Periodo 1450-1890	440	2544	6

Bersani & Moretti, 2008

# PROGRADAZIONE DELTA

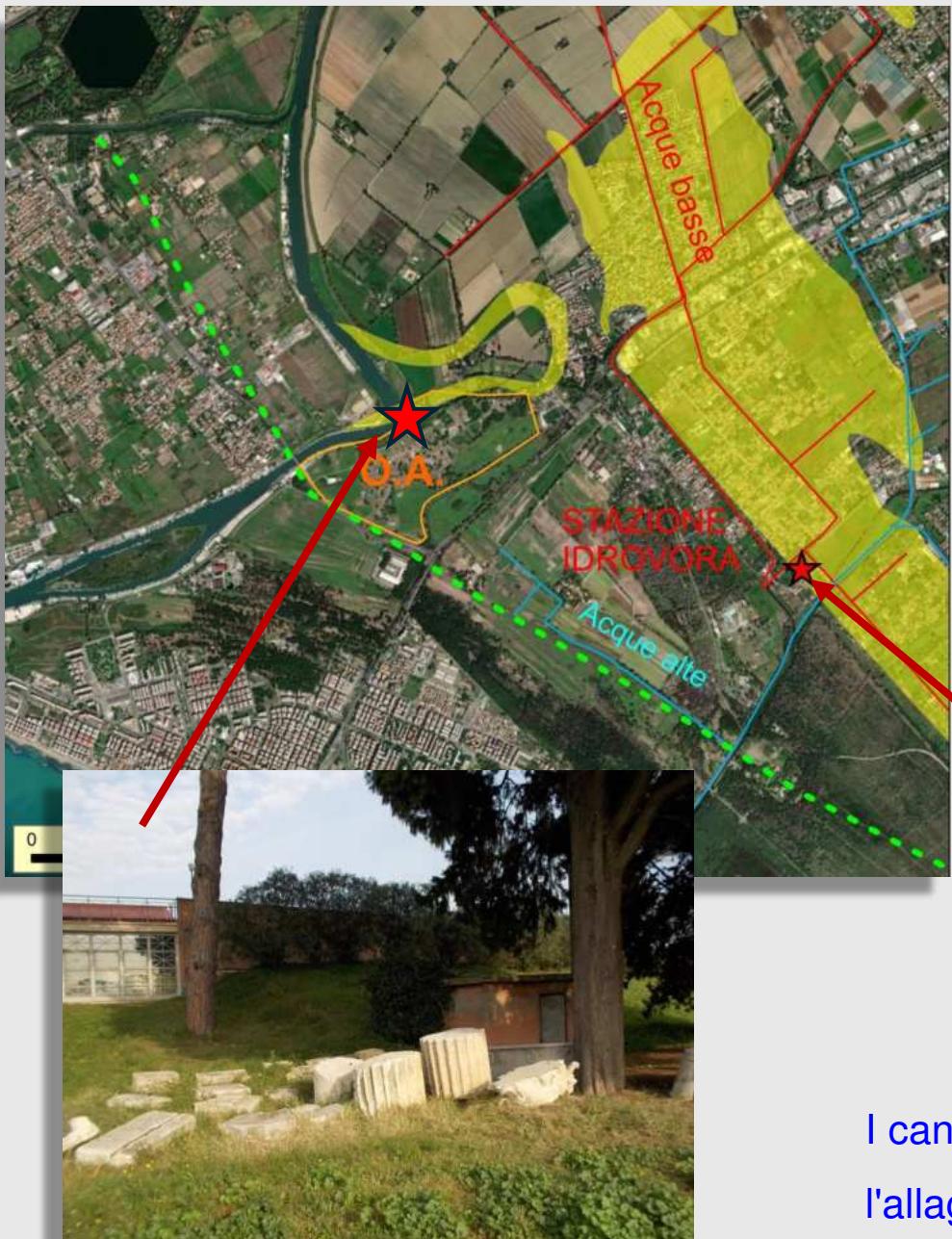
Avanzamento totale: 7 km (in circa 3000 a.)



# PROGRADAZIONE ACQUIFERO COSTIERO

- avanzamento dell'acqua dolce verso il mare
- aumento del livello della falda nell'area interna
- ampliamento dell'area di ricarica falda dolce
- arretramento dell'interfaccia di acqua salata
- isolamento delle antiche lagune e formazione di una palude, nelle depressioni retrodunali (stagni di Ostia)

## INQUADRAMENTO DELL' AREA DI STUDIO



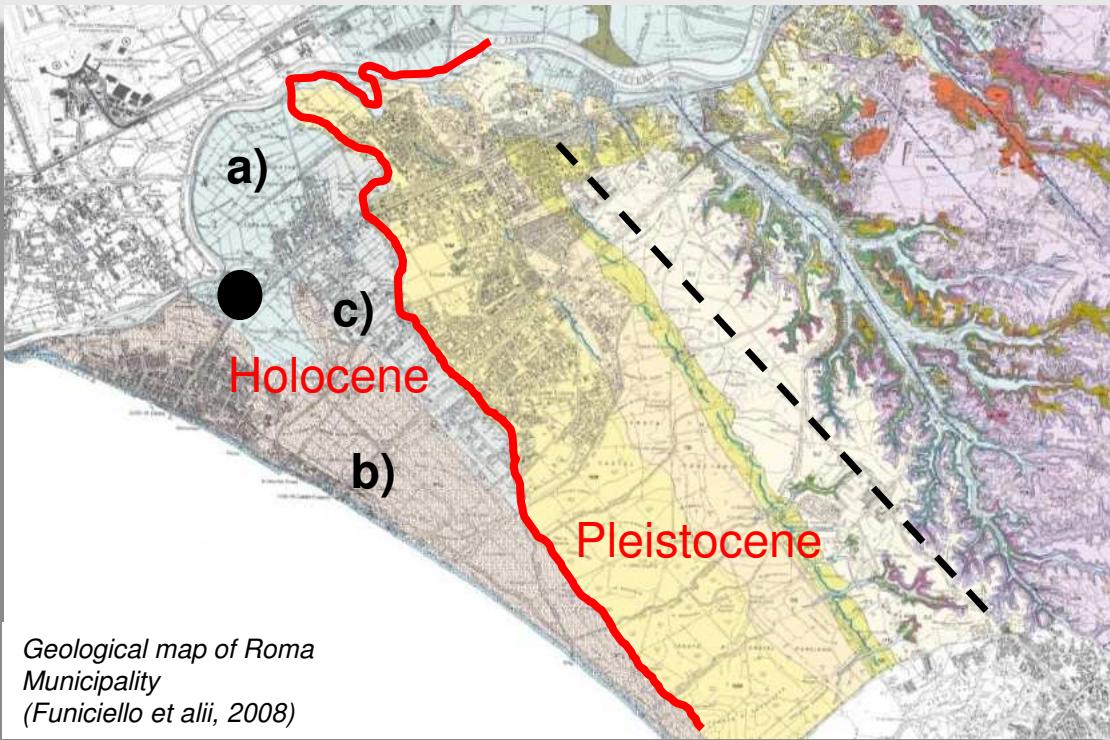
- VII secolo a.C. fondazione di OA come porto
- Stagni utilizzati per la produzione di sale (Salinae Ostiensis)
- I-II secolo d.C: canale di Traiano
- 1557 Fiume Morto
- 1884 bonifica aree umide
- XIX sec: argini sponde Tevere



I canali e la stazione di pompaggio impediscono l'allagamento delle aree depresse, mantenendo la falda sotto il piano campagna

Idrovora OA abbandonata negli anni '50 – '60

## MEAN GEOLOGICAL FEATURES



- ✓ Sandy sediments overlie the clay and silty clay deposits (Monte Mario Sequence MMS 1.5 – 1.2 Ma).
- ✓ Gravelly interbeds are more present in Pleistocene sequences than in Holocene sequences

— : eteropic contact Pleistocene – Holocene deposits

- - - - : Acilia-Pomezia morpho- structural ridge (horst structure of MMS clay)

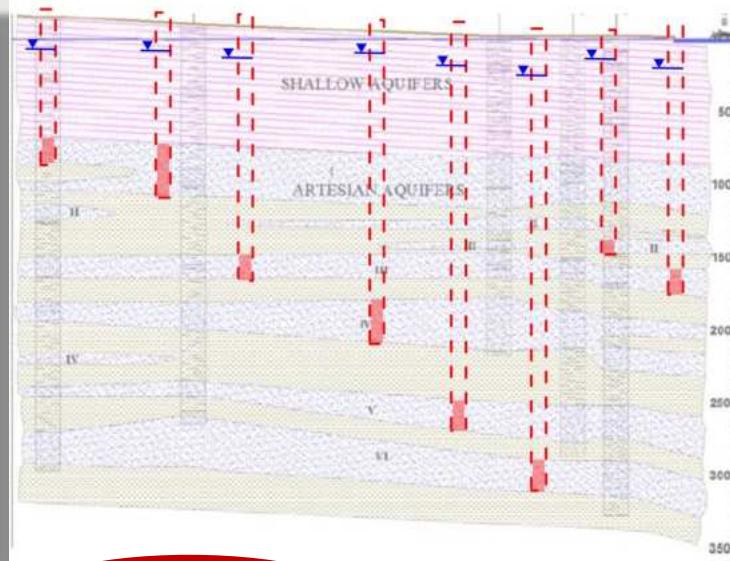
**Middle-Upper Pleistocene consolidated deposits**, sandy-silt and clay deposits interbedded with gravels and conglomerates deposited during several transgressive cycles, with an overall thickness of 50 m.

### **Holocene unconsolidated deposits:**

- a) alluvial silt, sand and clay (thickness 10 m);
- b) beach and aeolic sand (thickness >10 m);
- c) landfill sand and silt (thickness <10m).

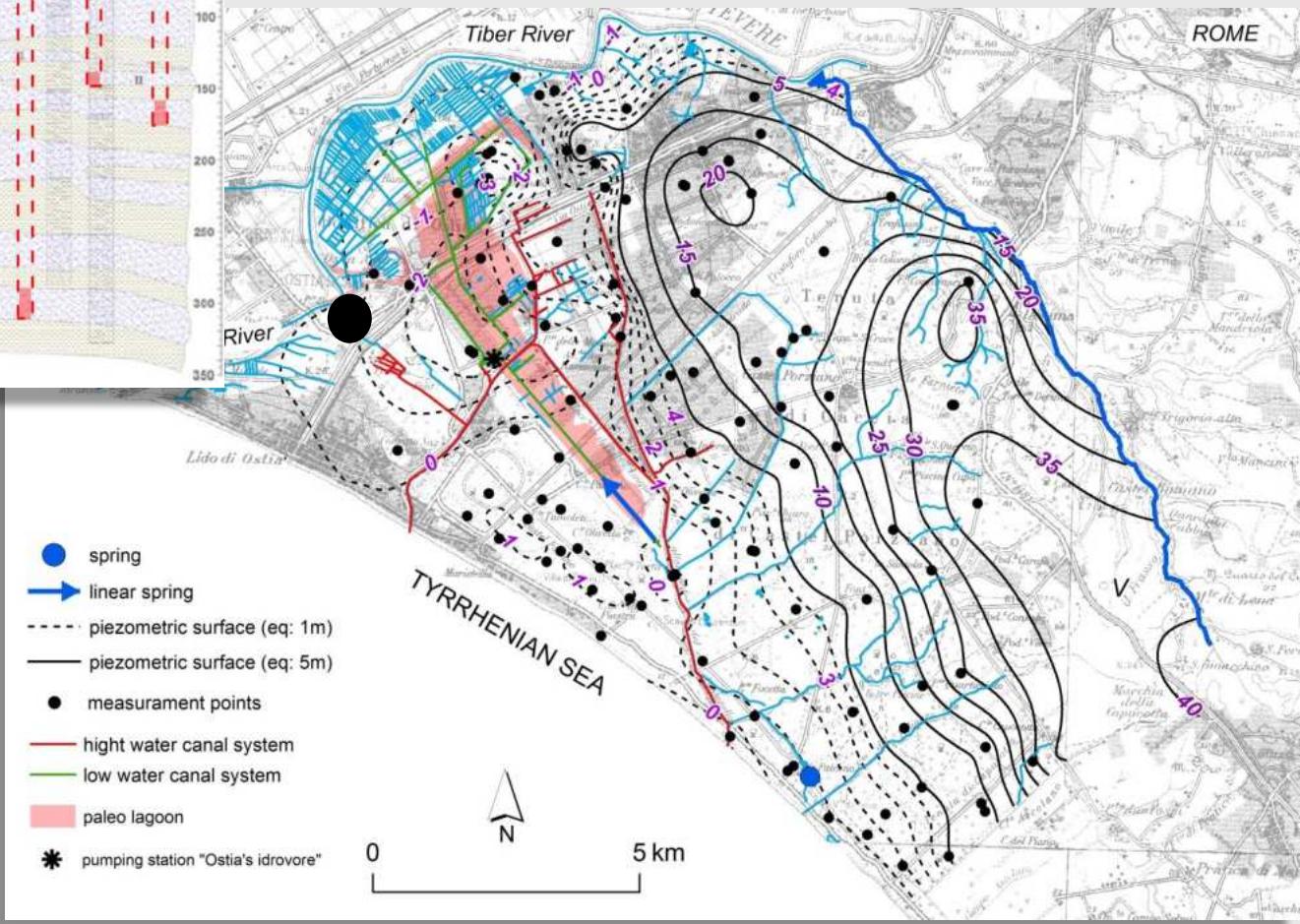
Acquifero  
multifalda

# IDROGEOLOGIA REGIONALE: ACQUIFERO COSTIERO DEL LITORALE ROMANO



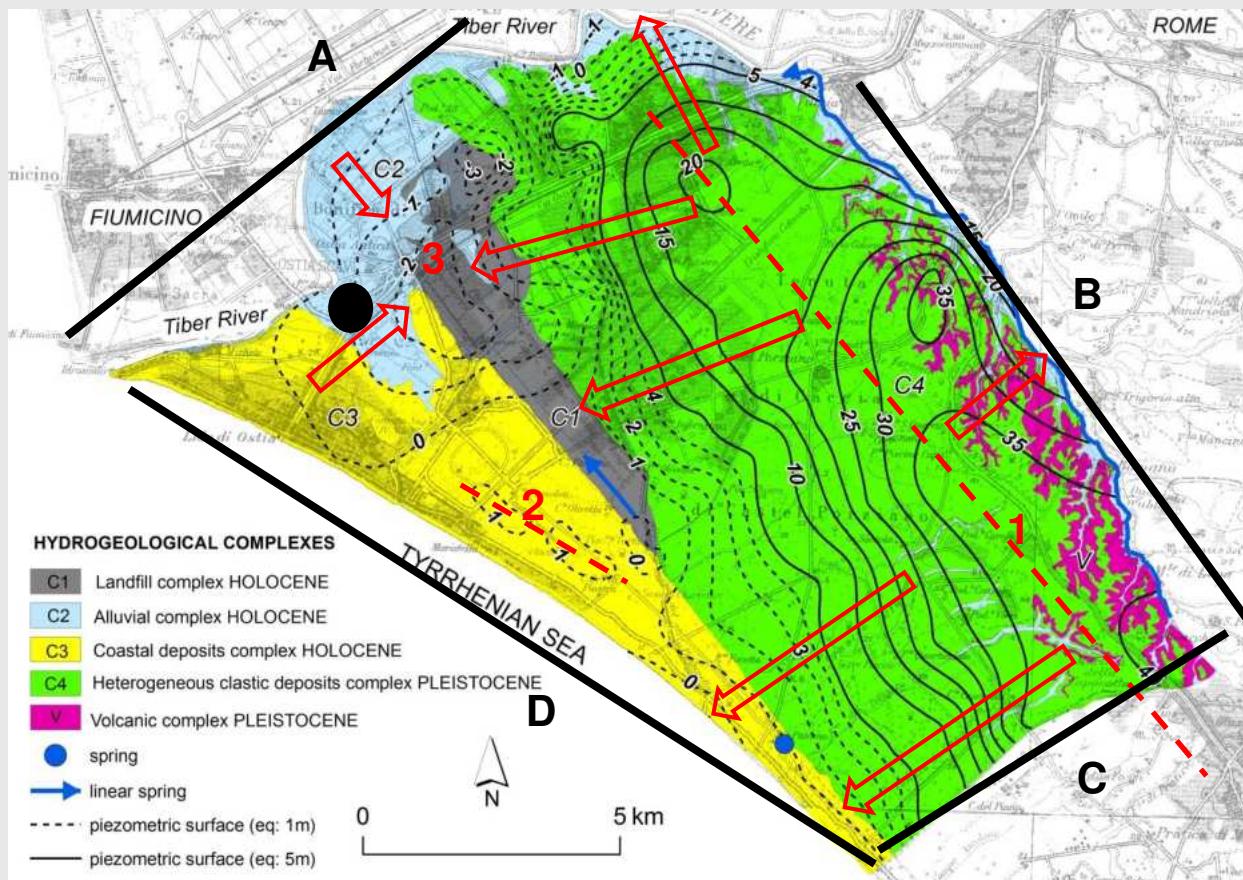
## HYDROGEOLOGICAL DATA

DATA SET: 100 measurement points



- ✓ Mean elevation of groundwater table
- ✓ The groundwater elevation is between 40 m a.s.l. and 2 m b.s.l.
- ✓ Malafede stream: linear spring
- ✓ The reclamation activity has induced a water table depression, with a centripetal flow pattern in the western sector. The groundwater outflows in the canals located b.s.l.

Geological setting + hydrogeologica data = hydrogeological conceptual model



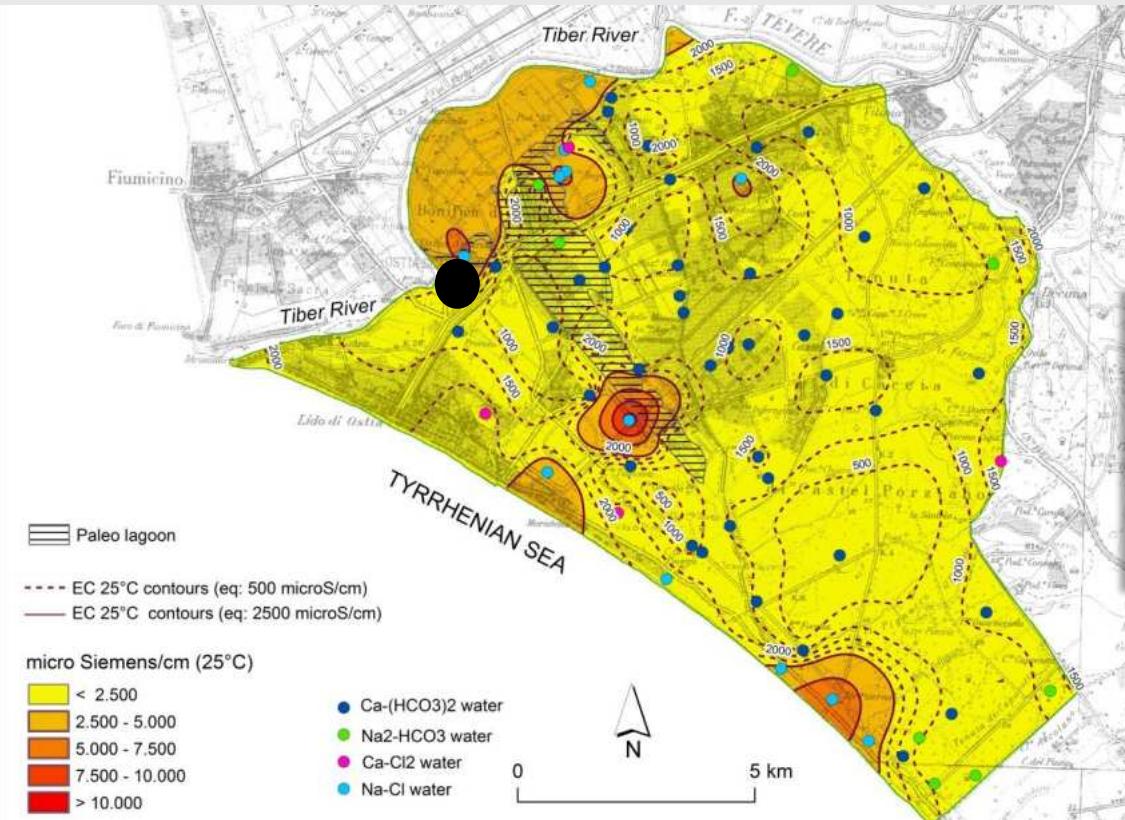
## HYDROGEOLOGICAL BOUNDARY

- ✓ Tiber River (still not well defined) (A)
- ✓ Malafede linear spring (450 L/s) (B)
- ✓ Axial culmination of Acilia-Pomezia morpho-structural ridge (C)
- ✓ Tyrrhenian Sea (D)
- ✓ MMS Clay bedrock (regional aquiclude)

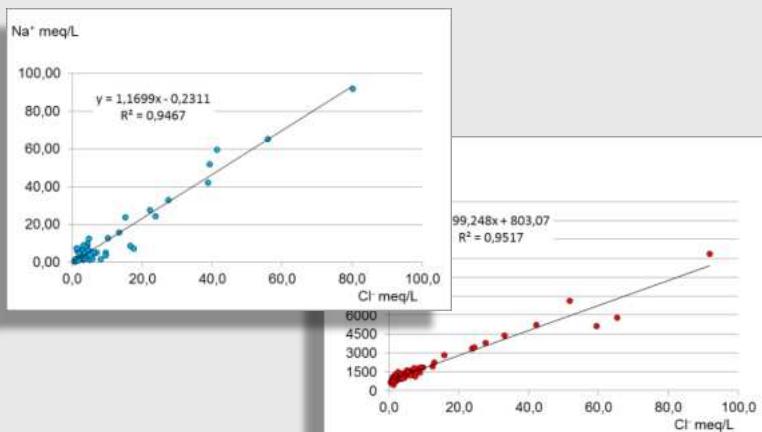
## FLOW-PATHS

- ✓ Hydraulic gradient range (from 1% to 0.3 %)
- ✓ Groundwater watershed located in correspondence of the Acilia-Pomezia Ridge (1)
- ✓ Local dynamic groundwater watershed parallel to the coast (pristine coastal dune) (2)
- ✓ The action of reclamation pumps (3)

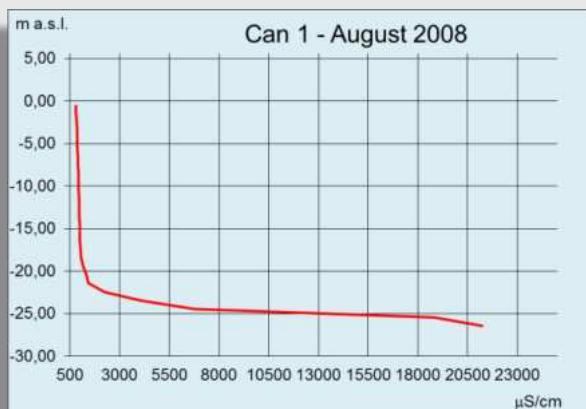
## GROUNDWATER SALINIZATION



- ✓ Highly variable mineralization: from 300 to 10750 µS/cm
- ✓ Water mineralization is controlled by Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>



- ✓ Depth of fresh-salt water transition zone is about 25 m b.s.l. (Can1)



- Ca-(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> typical of coastal groundwater unaffected by seawater intrusion.
- Na-Cl water type was recognized close both to the coast line and to Tiber River left bank.
- Ca-Cl<sub>2</sub> and ● Na-HCO<sub>3</sub> water types show an irregular distribution (ion exchange seawater intrusion/freshening processes)

## FALDE COSTIERE: RAPPORTO ACQUA DOLCE (FALDA) – ACQUA SALATA (MARE)

galleggiamento dell'acqua di falda (dolce, minore densità) sull'acqua marina (salata, maggiore densità)

INTERFACCIA: superficie di separazione

LEGGE DI GHYBEN – HERZBERG

$$P_A: \text{pressione idrostatica in A}$$

$$P_A = H_i d_m g = H_d d_f g + H_i d_f g$$

$$H_i d_m = H_d d_f + H_i d_f$$

$$H_i (d_m - d_f) = H_d d_f$$

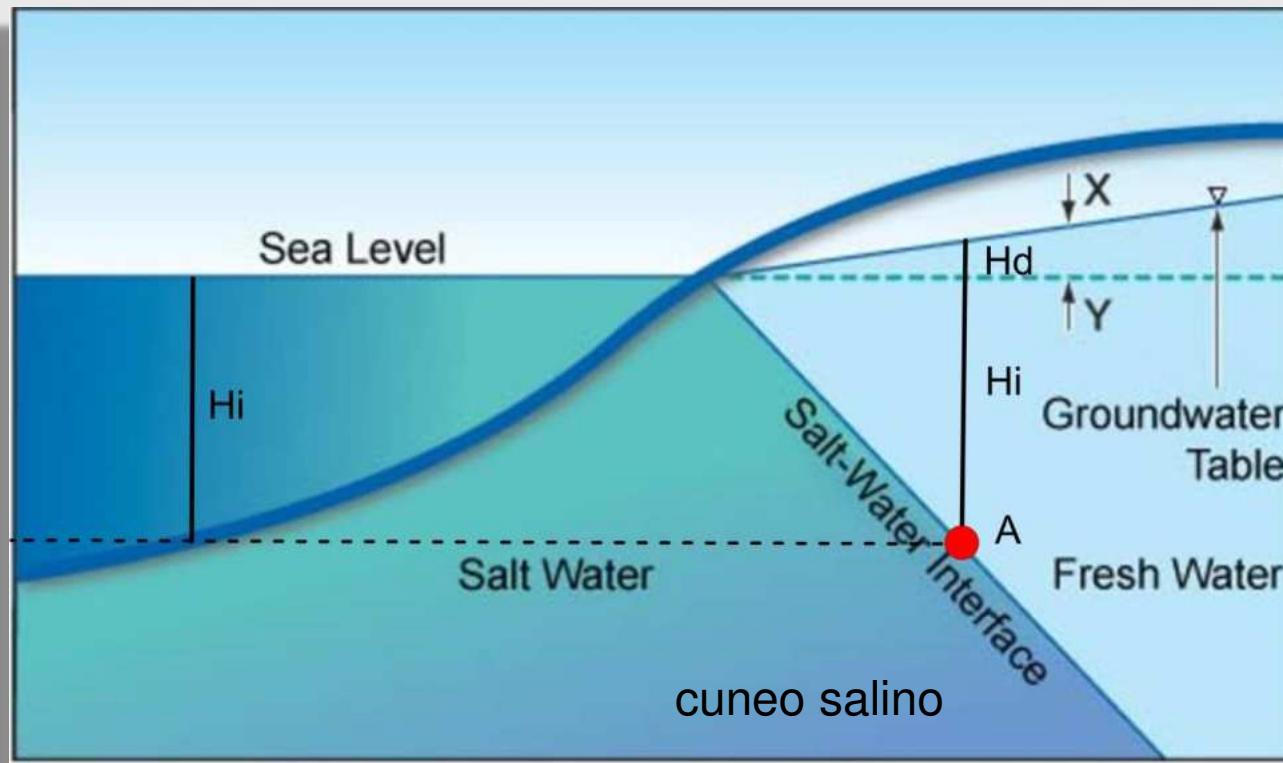
$$H_i = [d_f / (d_m - d_f)] H_d$$

$$d_f = 1 \text{ kg/dm}^3$$

$$d_m = 1,027 \text{ kg/dm}^3$$

$$H_i = [1 / (1,027 - 1)] H_d$$

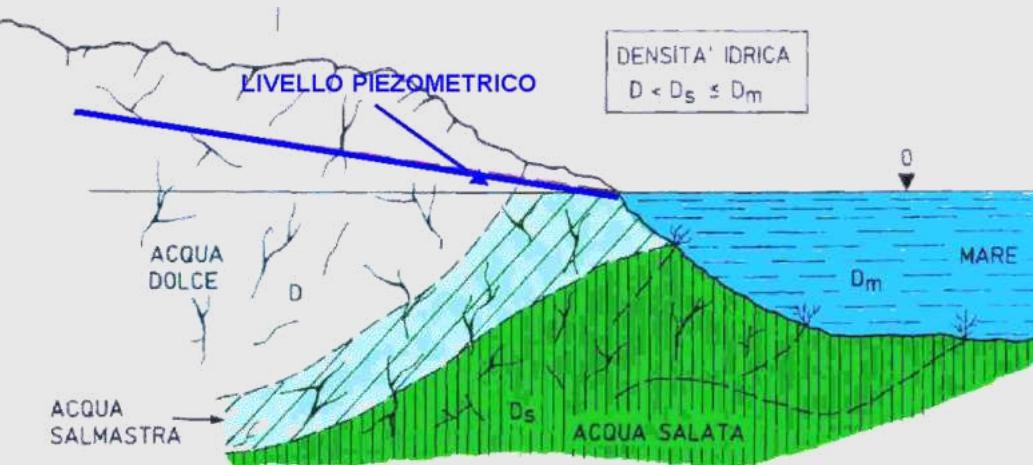
$$H_i = \sim 37 H_d$$



Profondità dell'interfaccia dipende dallo spessore della falda dolce e dalla differenza di densità dei due liquidi

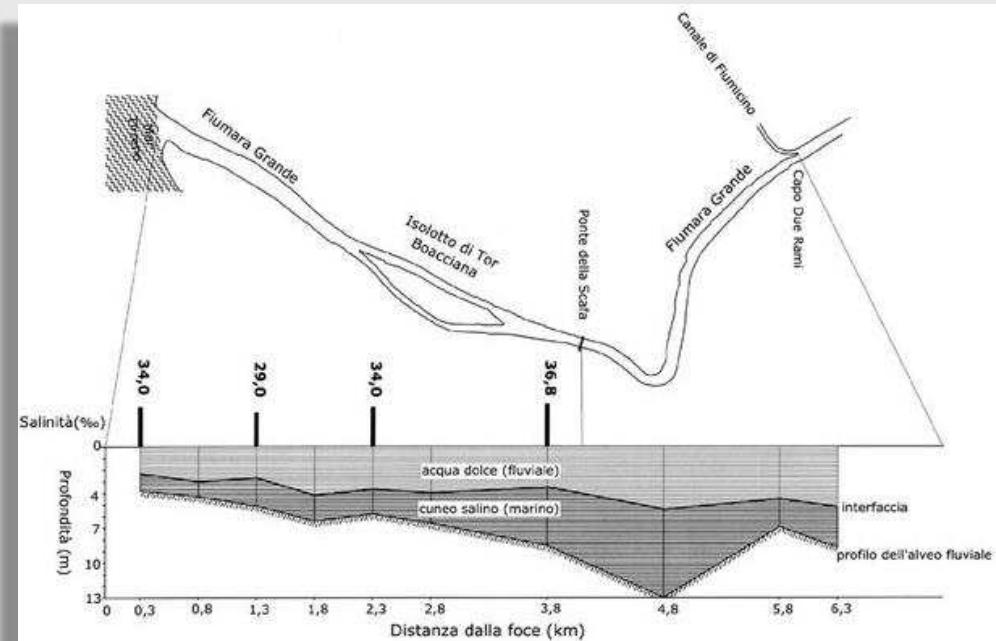
In condizioni naturali il passaggio acqua dolce –acqua salata è graduale

ZONA DI TRANSIZIONE con spessore da qualche metro a qualche decina di metri



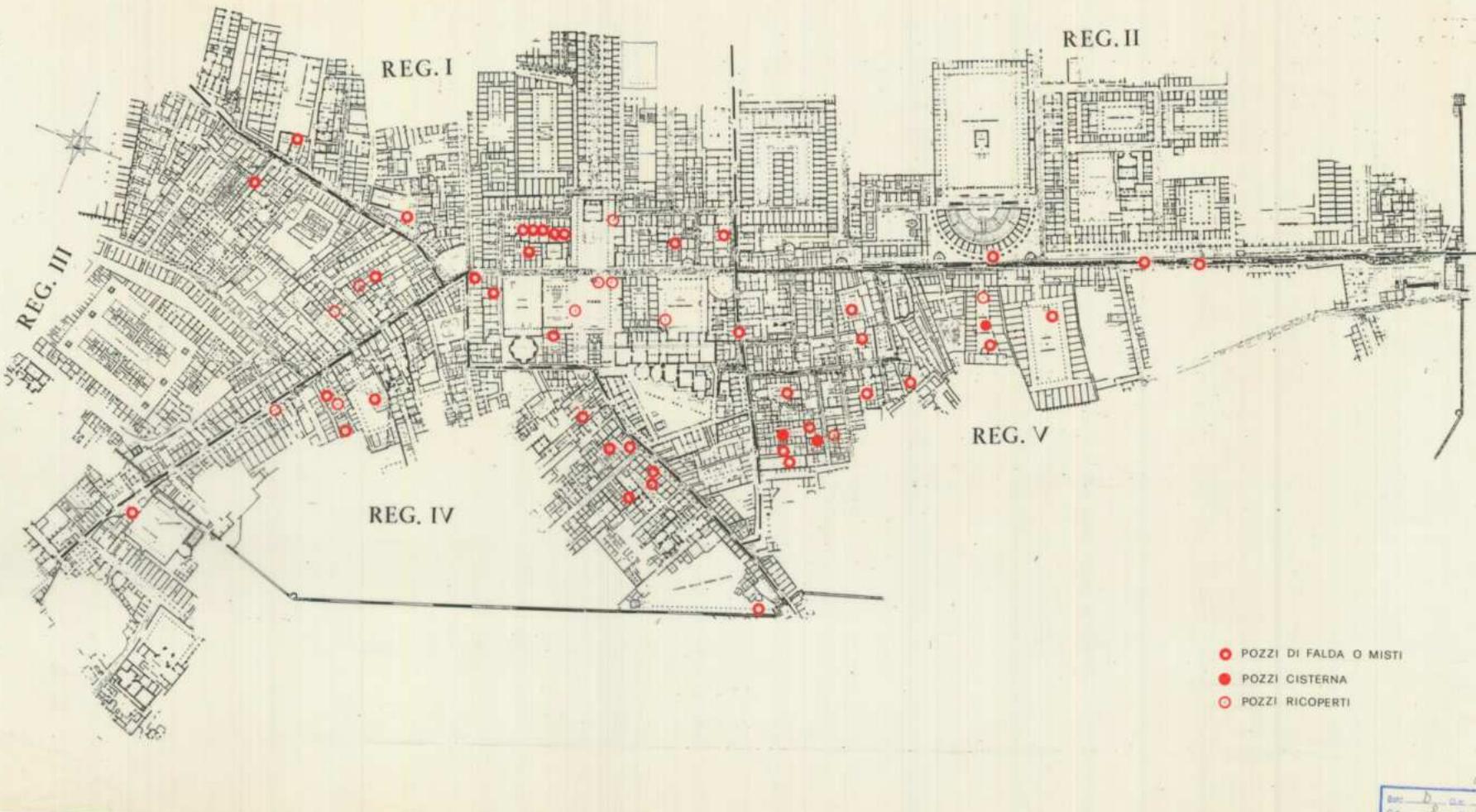
YY ACQUIFERO CARBONATICO  
(UNITÀ IDROGEOLOGICHE PUGLIESI)

## FOCE DEI CORSI D'ACQUA: CUNEO SALINO



# STUDIO DI DETTAGLIO: AREA ARCHEOLOGICA OSTIA ANTICA

## MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO



Esistenza di una falda di acqua dolce sub affiorante

# STUDIO DI DETTAGLIO: AREA ARCHEOLOGICA OSTIA ANTICA

## MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO



# MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO

- 4 pozzi domestici di epoca romana (P2, P8, P9, P10)
- 3 vecchi pozzi domestici dismessi (P1, P4, P6)
- 1 pozzo irriguo (P7)
- idrovora OA abbandonata (P3)
- fiume Tevere (P5)

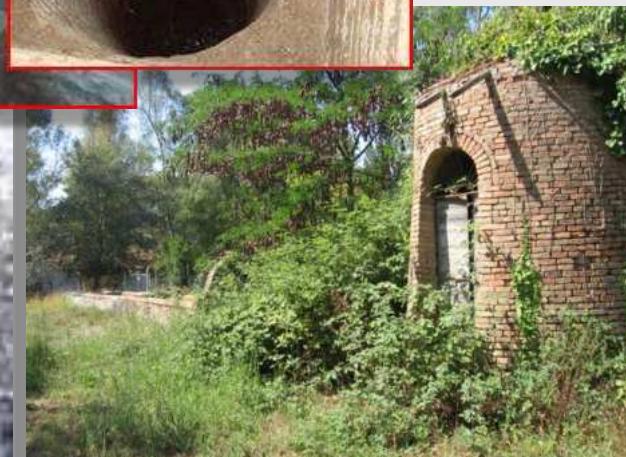
**TOTALE: 10 PUNTI**

luglio 2014 – dicembre 2016

- Livello di falda
- Livello idrometrico Tevere
- Precipitazioni e temperature giornaliere
- Conducibilità elettrica delle acque
- Analisi chimiche ioni principali

Frequenza monitoraggio:

- 3 mesi (stagionale)
- 3 punti monitoraggio in continuo



# QUOTATURA PUNTI DI MONITORAGGIO

acquisizione DTM LiDaR

(Light Detection and Ranging)

- Tecnica di rilevamento topografico ad alta risoluzione
- Aereo con laser scanner (trasmettitore - ricevitore)
- Abbinamento con un sistema GPS: georeferenziazione 3D dei punti.
- Alta velocità di acquisizione + elevata risoluzione
- Discrimina punti del terreno e punti di «oggetti» posti sul terreno
- Ricostruzione morfologica dettagliata del piano campagna in aree antropiche e/o molto vegetate
- Densità di punti < 1,5 pti/m<sup>2</sup>
- Accuratezza altimetrica: errore < ± 15 cm



# QUOTATURA PUNTI DI MONITORAGGIO

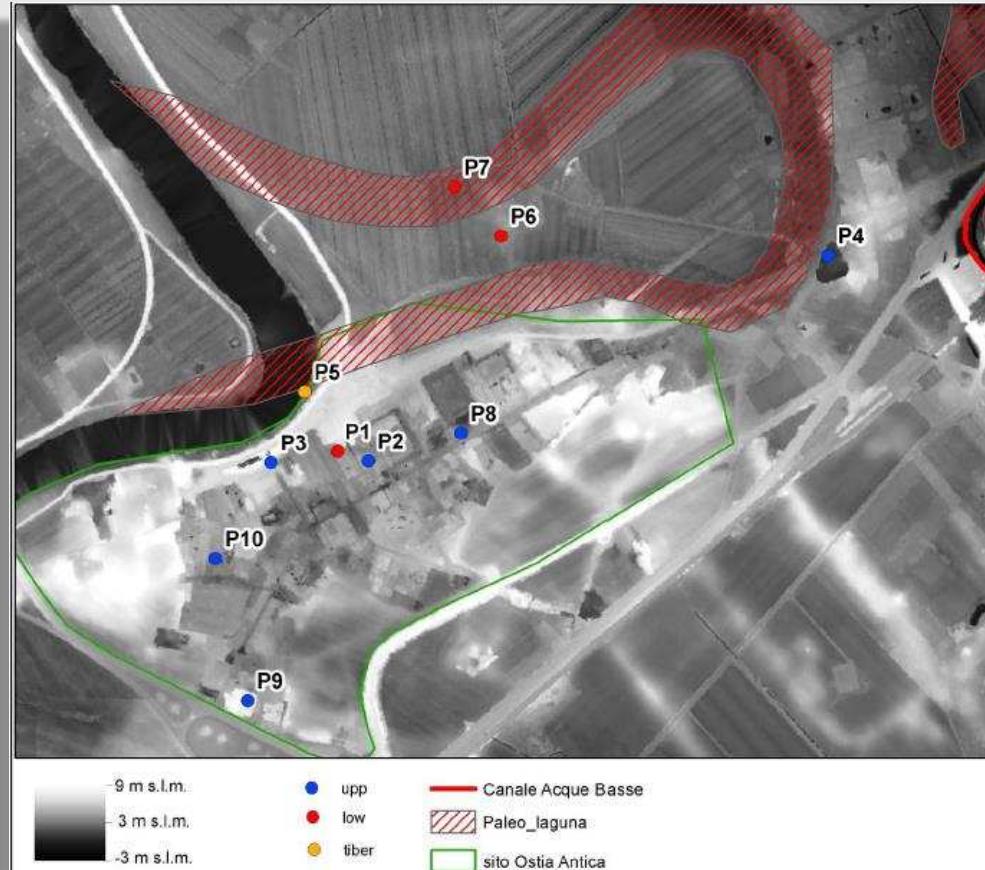
campagna topografica per quotatura BP rispetto al DTM Lidar



quotatura FP

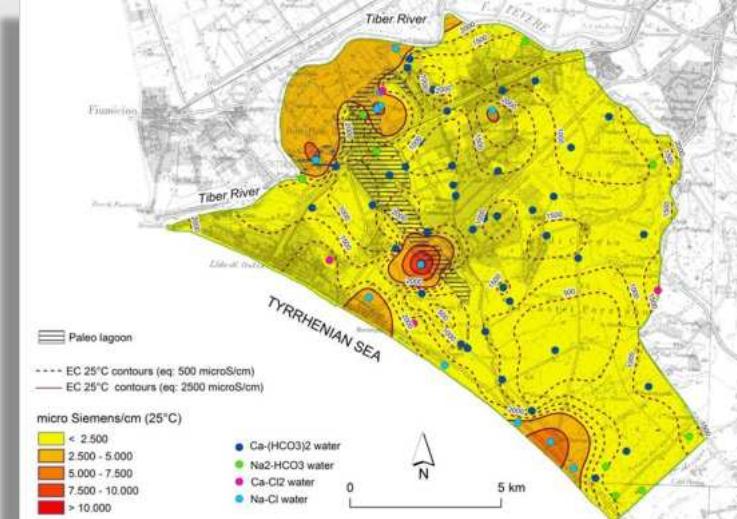
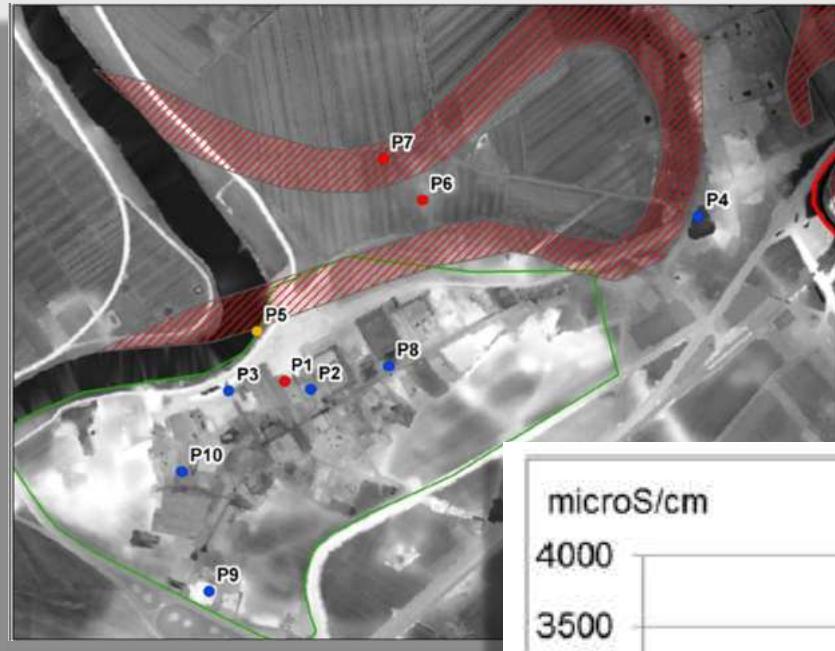
quotatura LS

SIGLA	NOME	BP m s.l.m.	FP m s.l.m.	PROF m
P1	museo	2.87	-1.23	4.10
P2	casa di diana	3.20	-0.80	4.00
P3	idrovora	3.34	-0.56	3.90
P4	castello	1.68	-2.57	4.25
P5	imbarcadero	1.74	-2.26	4.00
P6	vivaio	2.58	-2.18	4.76
P7	voliera	1.68	-2.17	3.85
P8	teatro	2.71	-0.72	3.43
P9	porta marina	1.54	-0.98	2.52
P10	terme dei 7 sapienti	2.60	-0.17	2.77

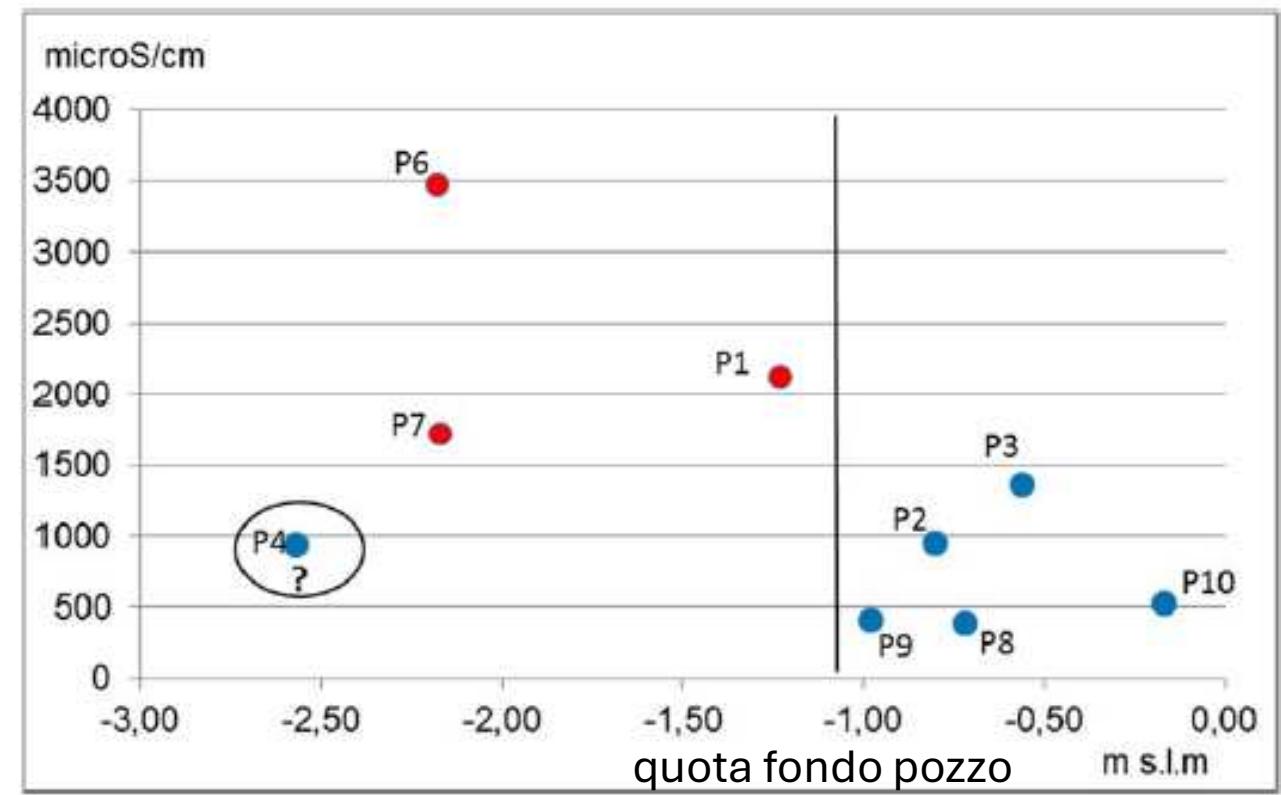


livello di base: - 2 m s.l.m.

# PRIMI RISULTATI



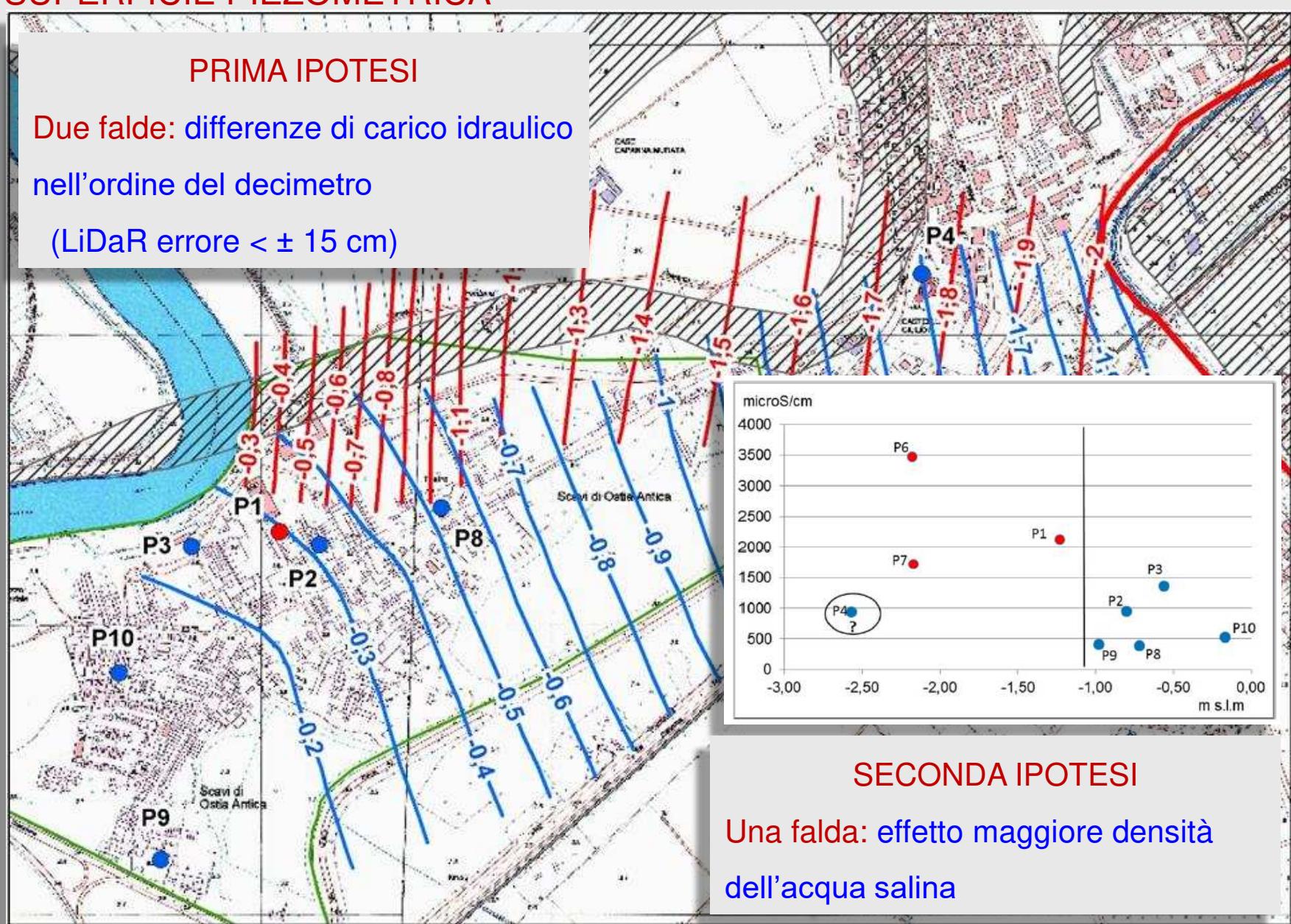
Due falde ?  
(multifalda)



# SUPERFICIE PIEZOMETRICA

## PRIMA IPOTESI

Due falde: differenze di carico idraulico  
nell'ordine del decimetro  
(LiDaR errore <  $\pm 15$  cm)



## SECONDA IPOTESI

Una falda: effetto maggiore densità  
dell'acqua salina

# IL PROBLEMA DELLE STRATIGRAFIE

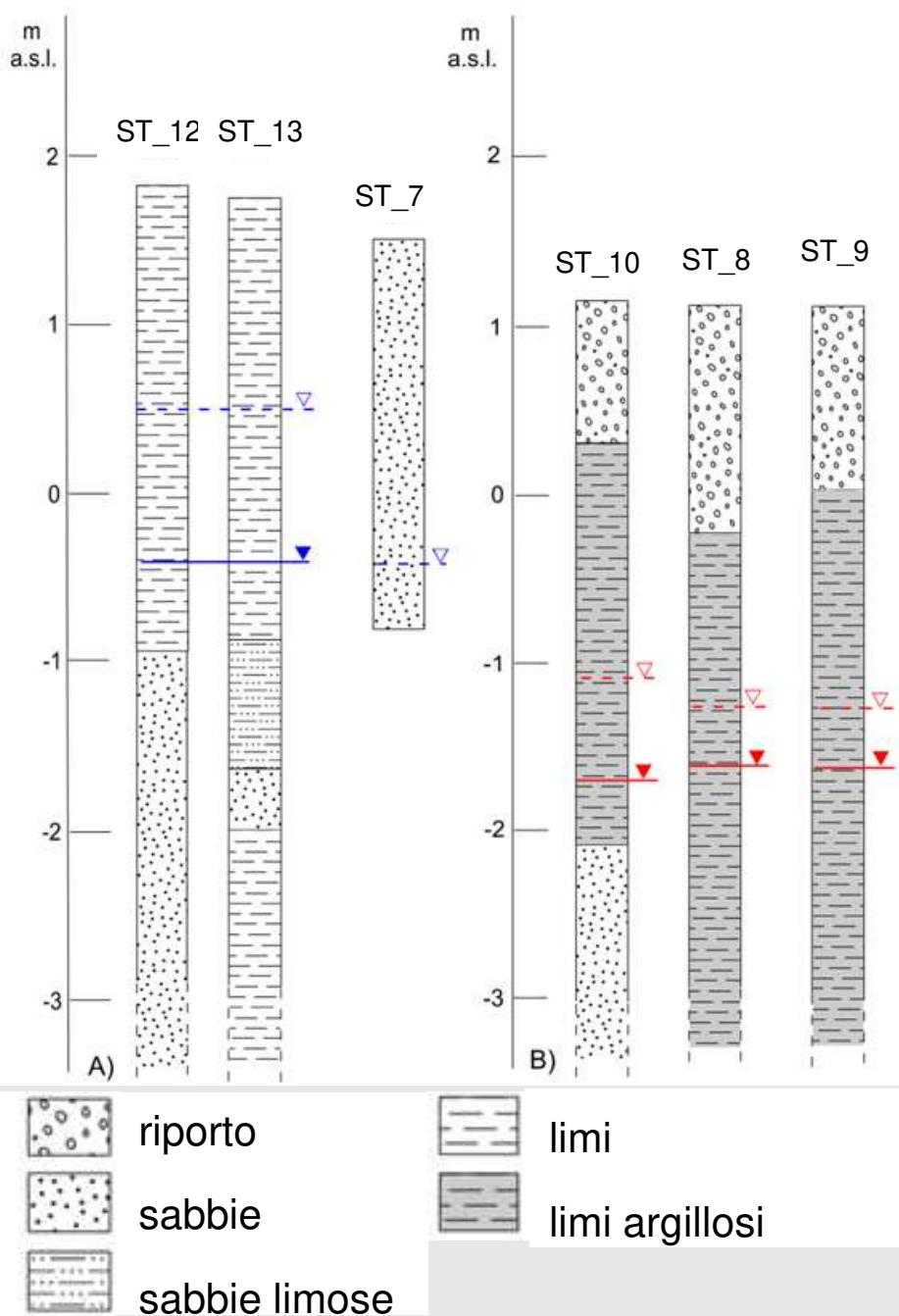


## stratigrafie archeologiche

- No livelli di falda
- No quota p.c. ma solo profondità da p.c
- scarsa uniformità (diverse fonti)

## Nuovi sondaggi

- non autorizzati in area archeologica
- solo trivelle manuali
- accordo per 2 con mototrivella



# ESECUZIONE SONDAGGI

giugno 2016 campagna di perforazioni

mototrivella Stihl BT 360

carotiere fenestrato

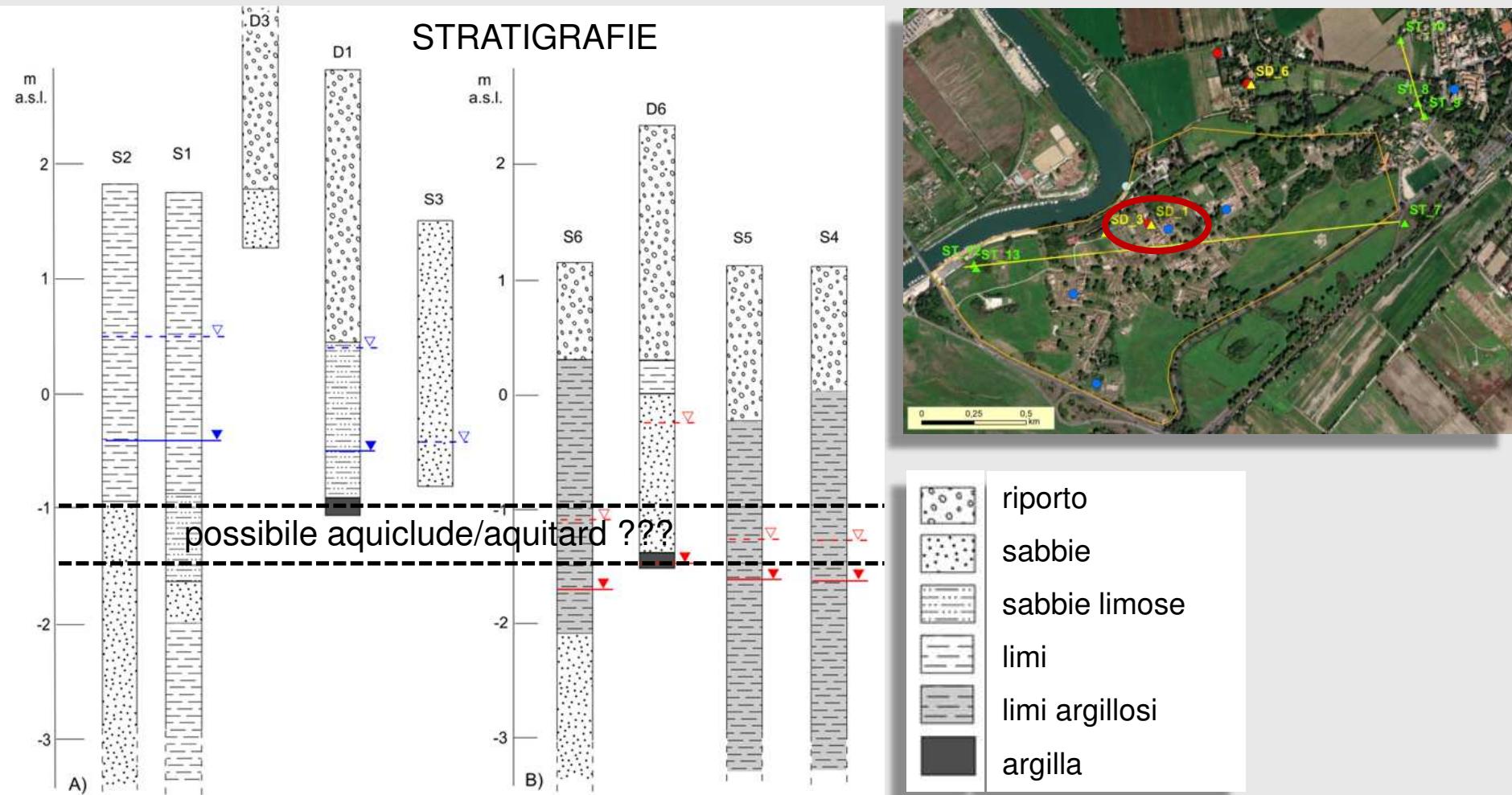
potenziale massimo di perforazione di 4 metri.

3 sondaggi

2 interni al sito archeologico + 1 esterno



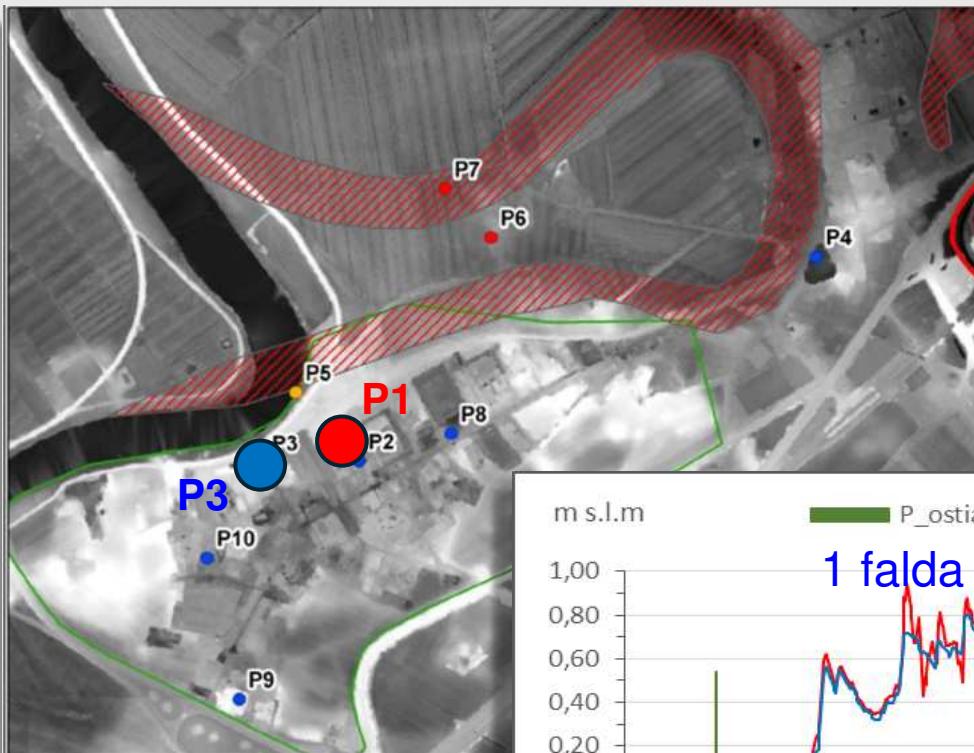
# CONFRONTO STRATIGRAFIE – LIVELLI DI FALDA



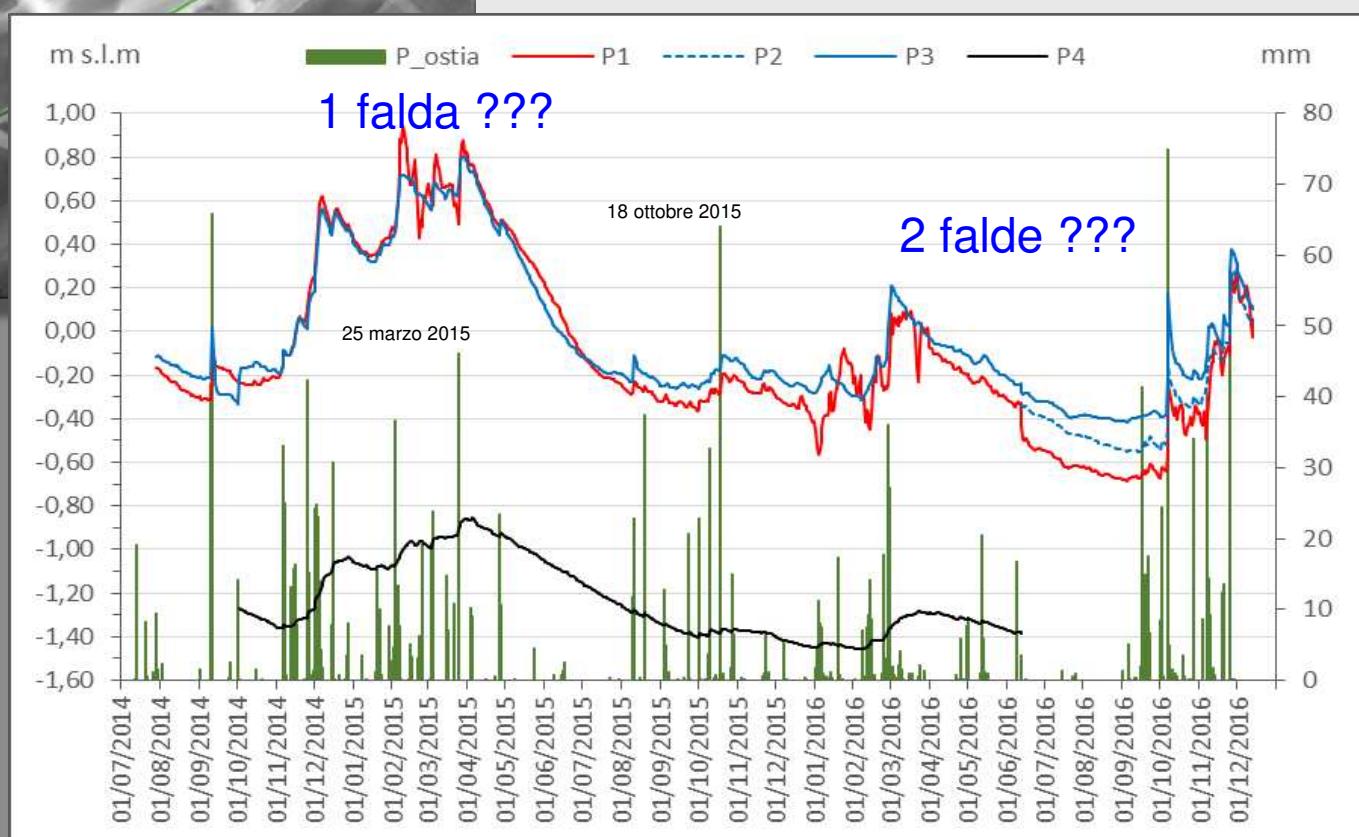
SIGLA	NOME	BP m s.l.m.	FP m s.l.m.	PROF m
P1	museo	2.87	-1.23	4.10
P2	casa di diana	3.20	-0.80	4.00
P3	idrovora	3.34	-0.56	3.90
P8	teatro	2.71	-0.72	3.43
P9	porta marina	1.54	-0.98	2.52
P10	terme dei 7 sapienti	2.60	-0.17	2.77

SIGLA	NOME	BP m s.l.m.	FP m s.l.m.	PROF m
P4	castello	1.68	-2.57	4.25
P5	imbarcadero	1.74	-2.26	4.00
P6	vivaio	2.58	-2.18	4.76
P7	voliera	1.68	-2.17	3.85

# MONITORAGGIO IN CONTINUO: LIVELLI FALDA - PRECIPITAZIONI



- ✓ simile risposta alla ricarica
- ✓ Ricarica moderata: falda dolce più alta della falda salata (effetto densità?)
- ✓ Ricarica abbondante e prolungata: effetto immagazzinamento coincidenza livelli



# MONITORAGGIO IN CONTINUO: LIVELLI FALDA – LIVELLO IDROMETRICO TEVERE



Deflusso sotterraneo smaltisce la ricarica:

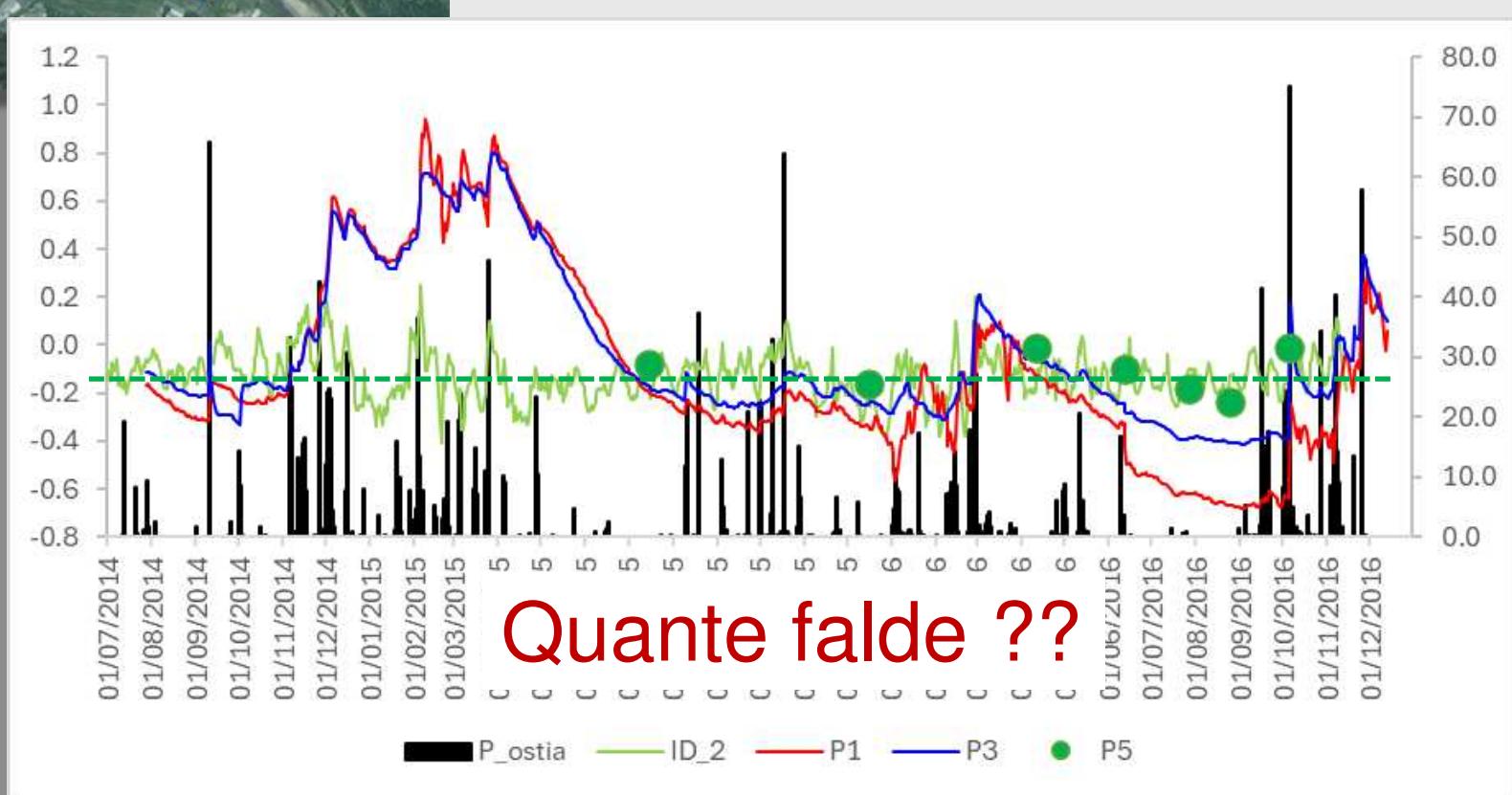
livello di falda  $\leq$  livello Tevere.

Ricarica prolungata (surplus di immagazzinamento)

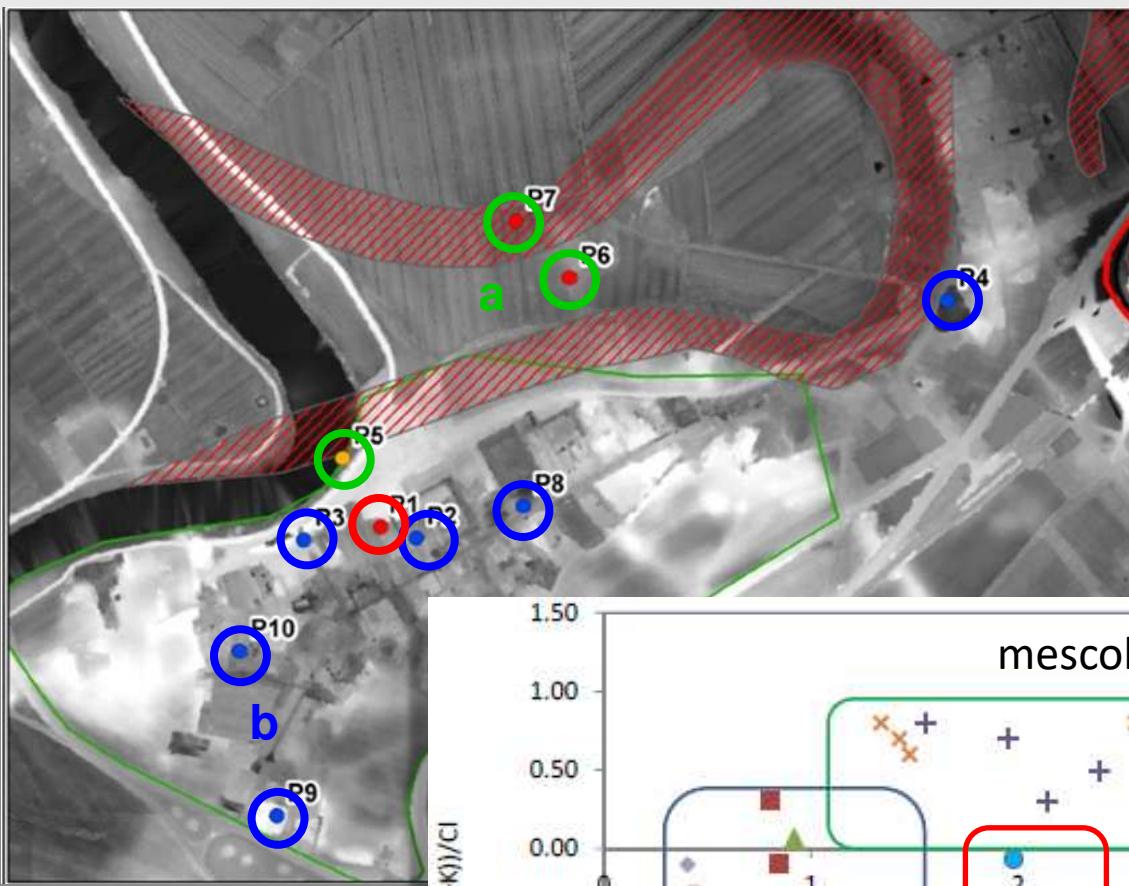
livello di falda  $>$  livello idrometrico del Tevere



Ruolo secondario del Tevere negli allagamenti



# DATI IDROGEOCHIMICI

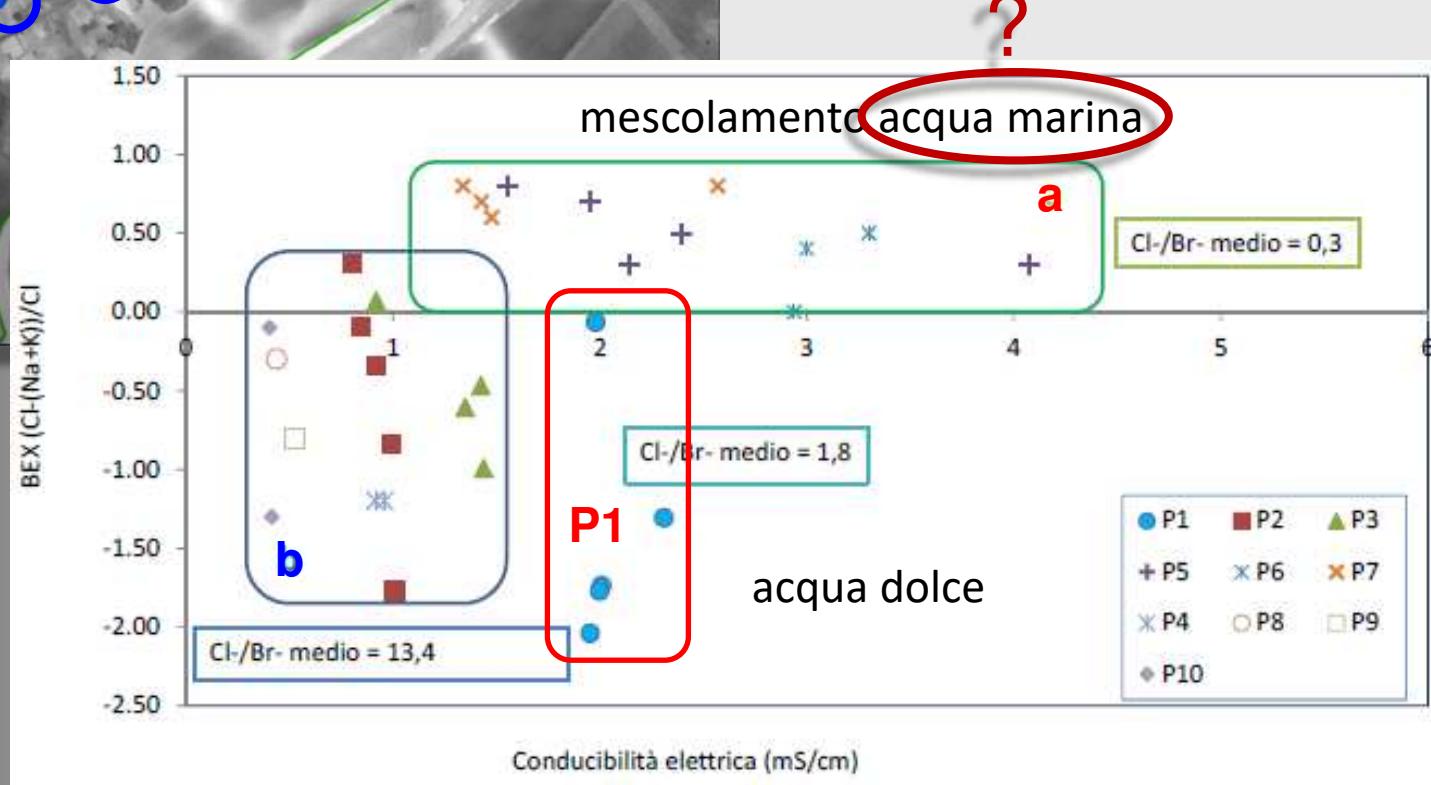


BEX:  $\text{Cl}^-(\text{Na}^+ + \text{K}^+)/\text{Cl}^-$

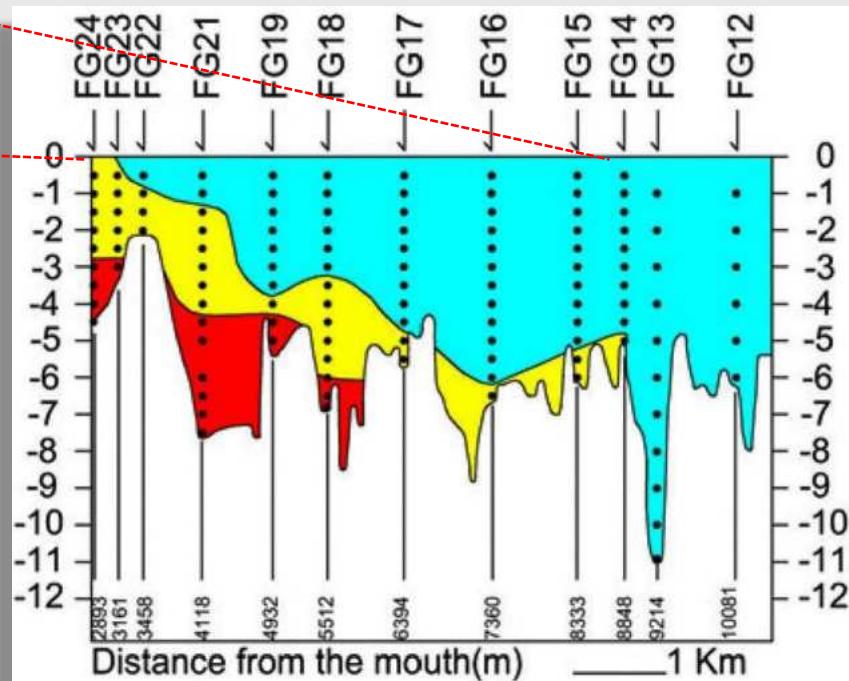
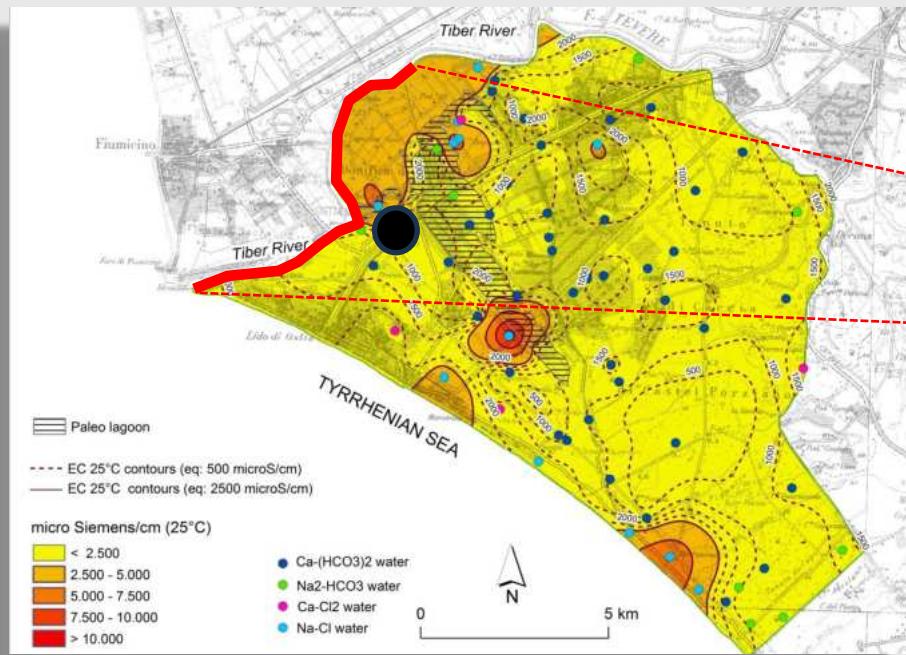
Indice di scambio cationico

BEX > 0 interazione con acqua salata

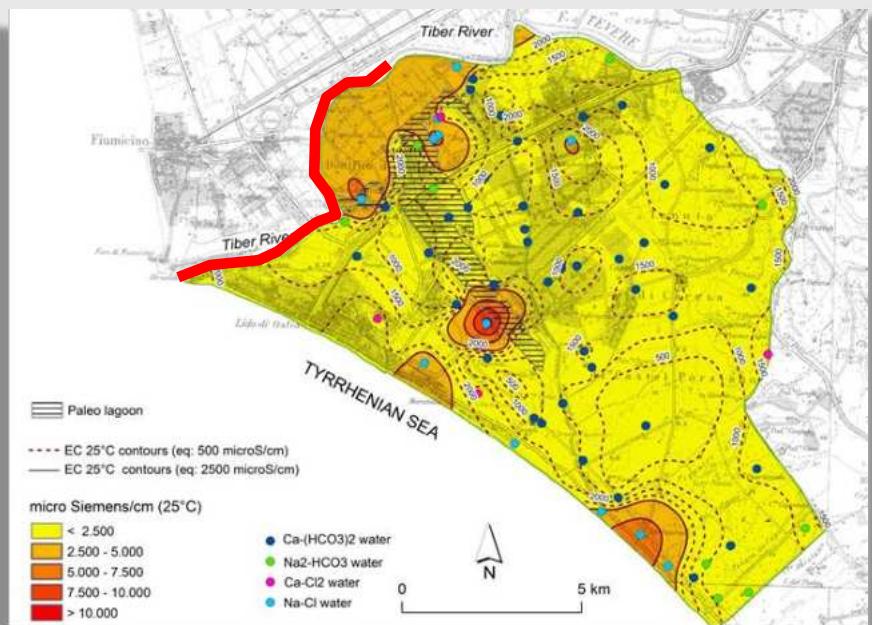
BEX < 0 interazione con acqua dolce



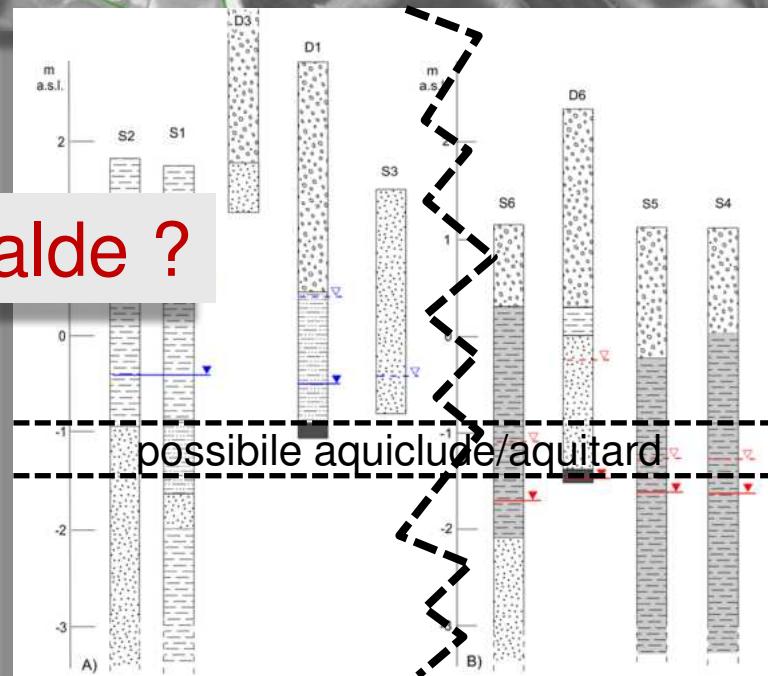
# INTRUSIONE SALINA NELLE ACQUE DEL TEVERE



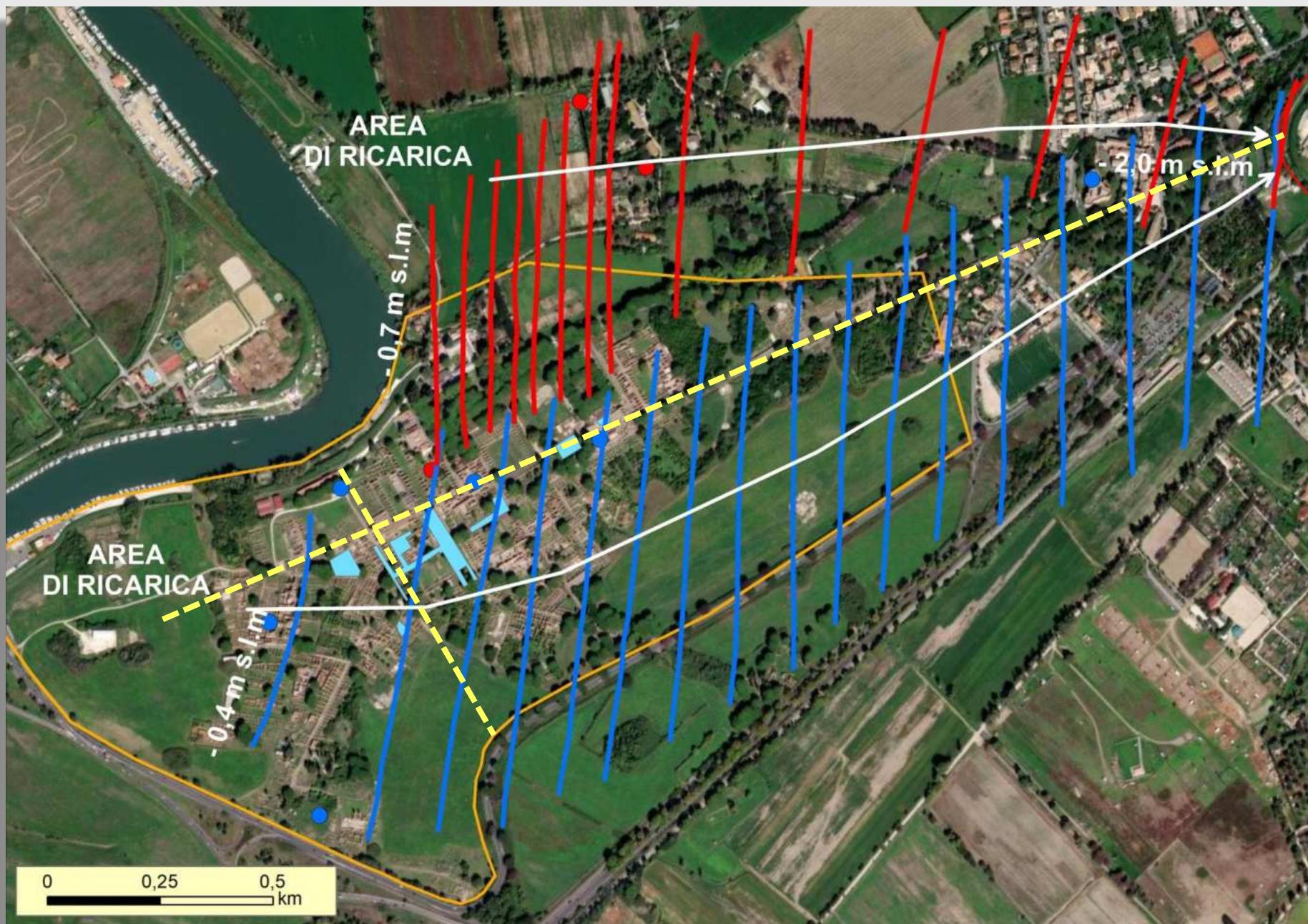
# IPOTESI DI POSSIBILE CONTAMINAZIONE SALINA



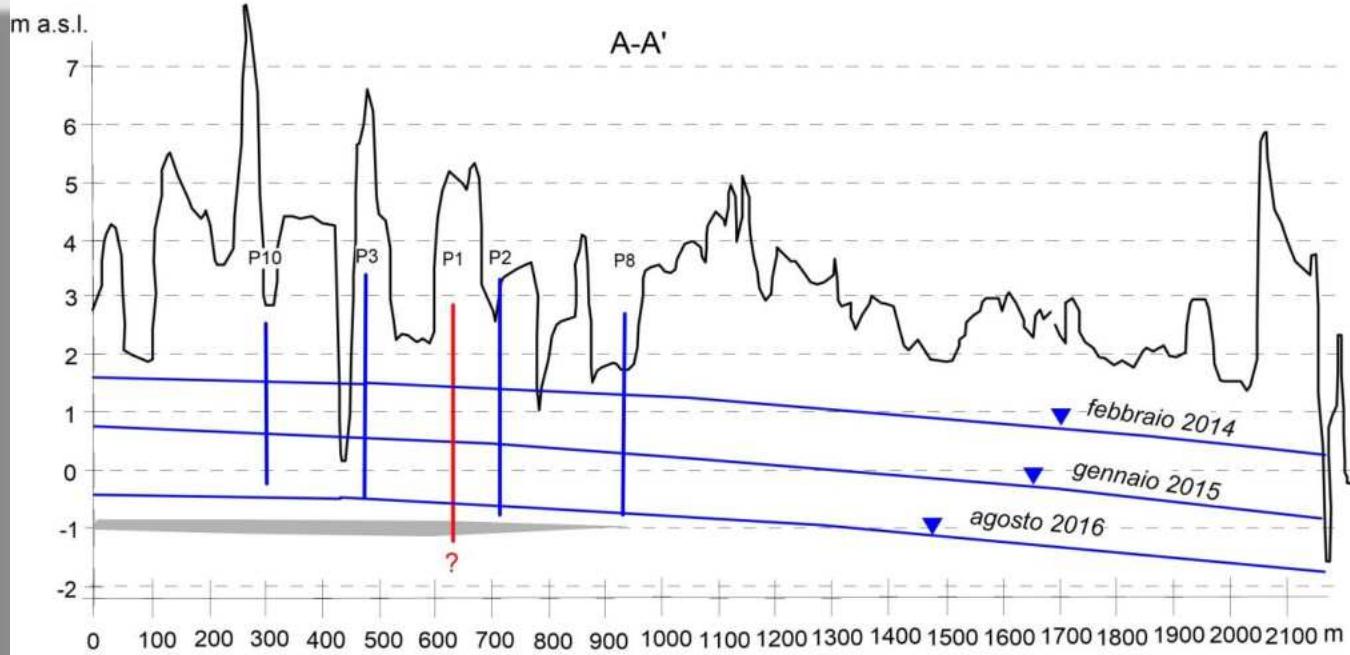
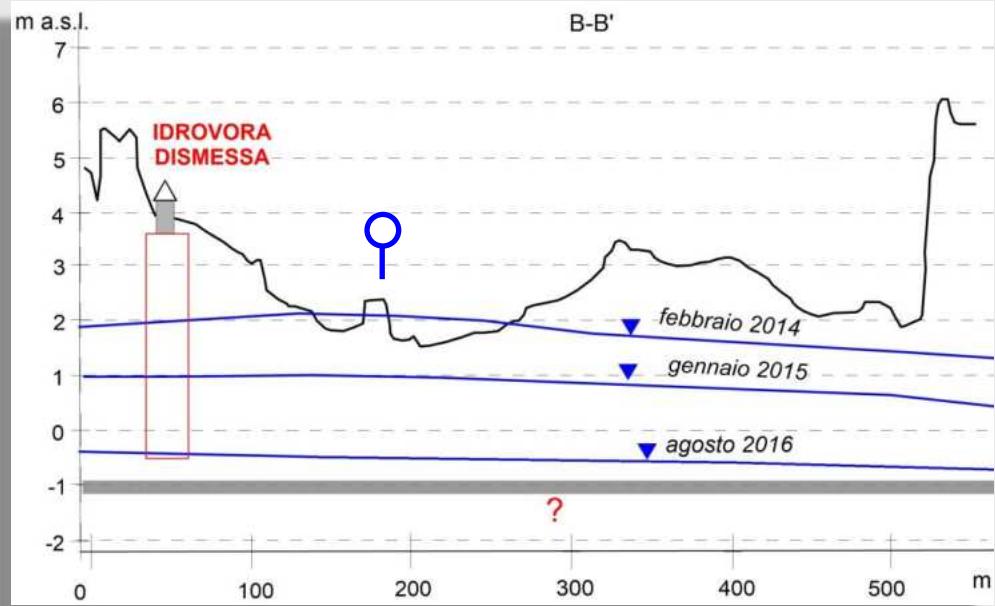
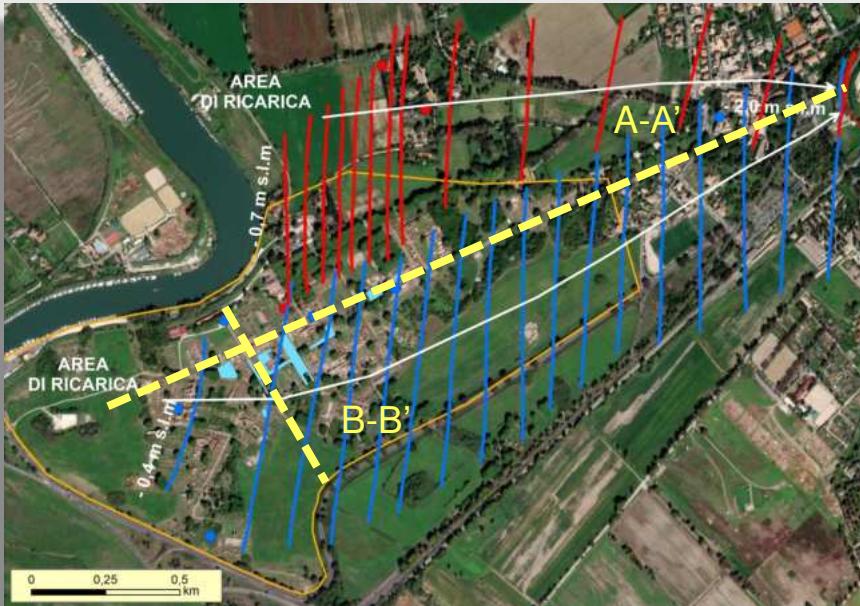
1 o 2 falde ?



# PROBLEMA DELLA MESSA IN SICUREZZA DAGLI ALLAGAMENTI ??



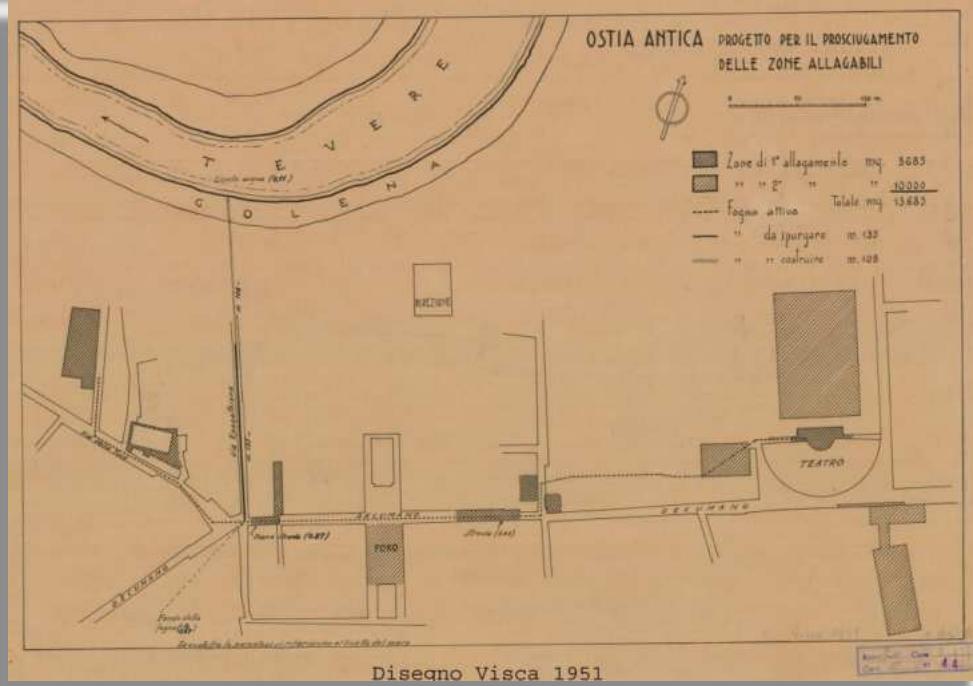
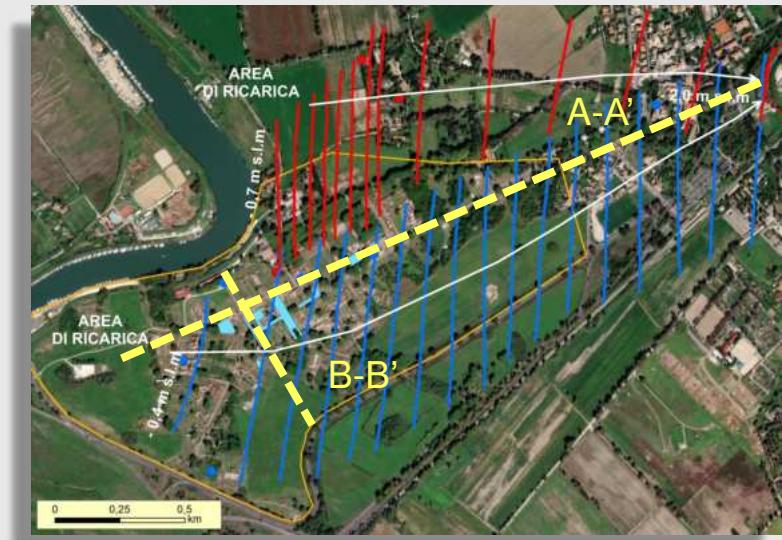
# RISULTATI OPERATIVI



- Esclusione del contributo del Tevere
- Evitare di smaltire l'acqua superficiale nell'area di ricarica
- Riattivazione idrovora e del suo sistema di drenaggio

## SOLUZIONE SCELTA:

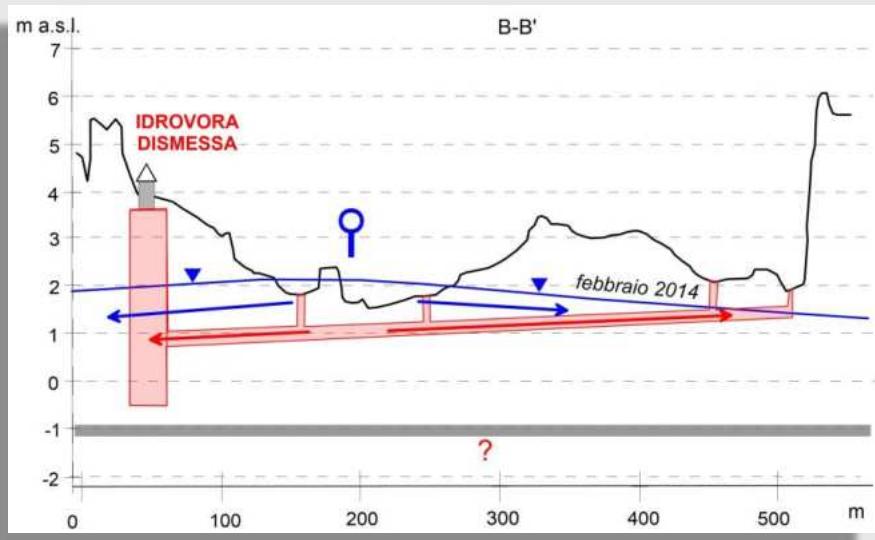
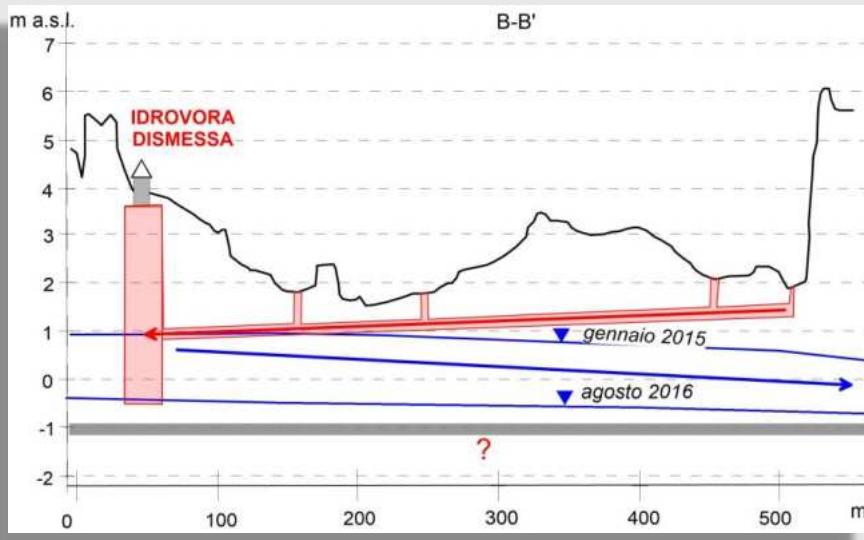
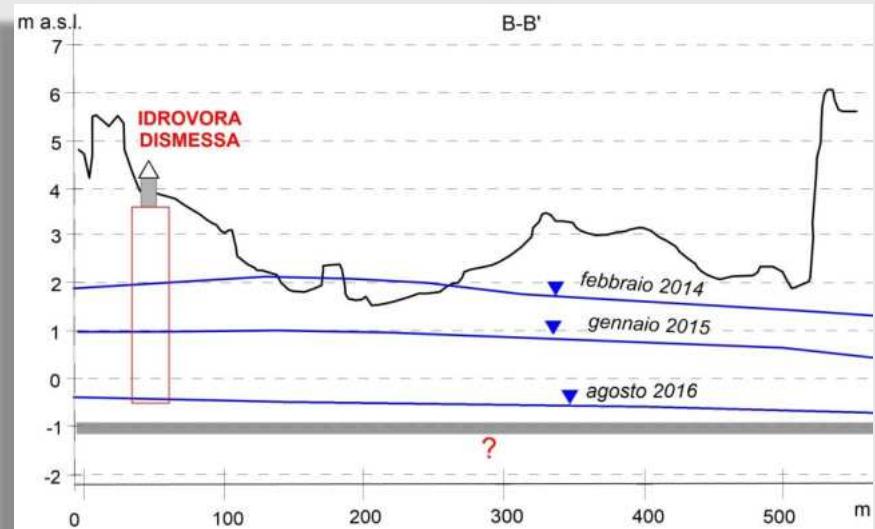
### RIPRISTINO DEGLI ANTICHI CANALI DI DRENAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI



Nel contesto analizzato che senso ha distinguere le acque di ruscellamento da quelle «sotterranee» ?

# NECESSITA' DELLA RIATTIVAZIONE DELL'IDROVORA

Rapporti idraulici significativi fra deflusso superficiale e sotterraneo

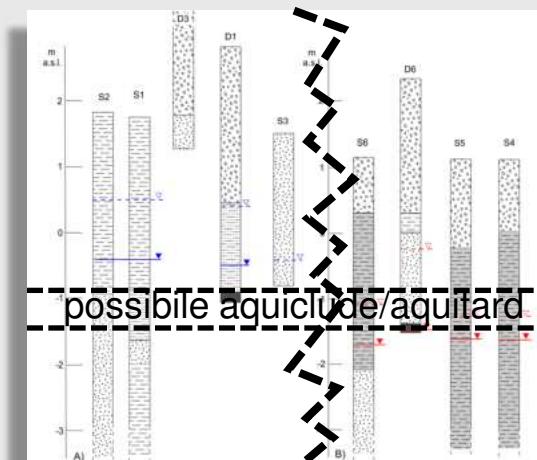
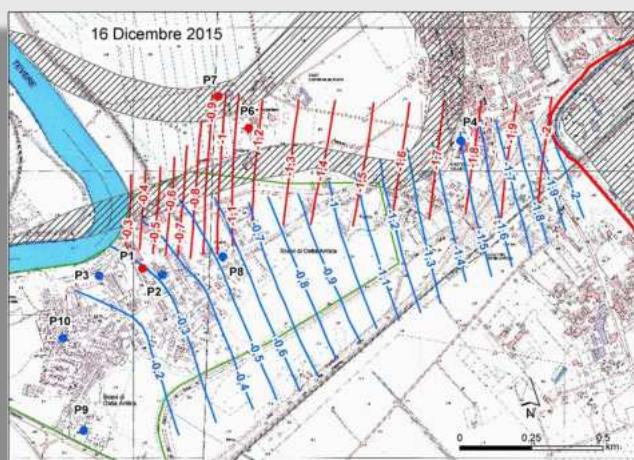
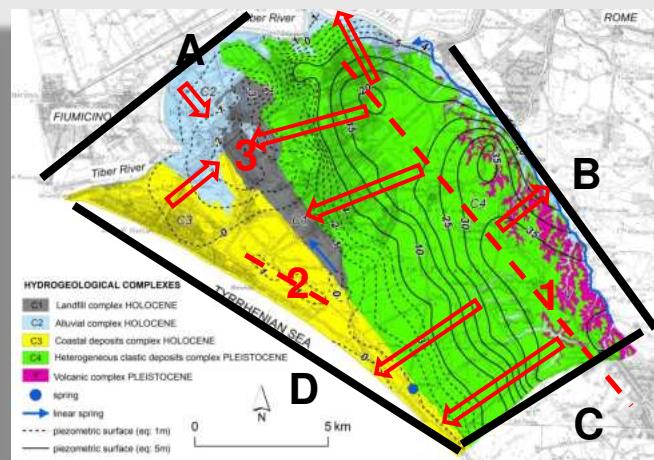


La soluzione non è l'allontanamento delle acque

ma il contrasto alla risalita della superficie di saturazione oltre una certa quota

# CONCLUSIONI

L'indeterminatezza dell'acquifero multifalda aumenta con il dettaglio della scala di indagine



La Cartografia Idrogeologica della Regione Lazio non è un prontuario di idrogeologia  
(consiglio ai professionisti)

