



Sabato 30 NOVEMBRE 2019 ore 10
Stabilimento Termale – Via Roma 5 - Alto Reno Terme (BO)

"Giornata di studio sul giacimento termale di Porretta ed il suo territorio"



ORDINE DEI DOTTORI
AGRONOMI E DOTTORI
FORESTALI DELLA
PROVINCIA DI BOLOGNA

«Il sistema di circolazione idrica sotterranea delle Terme Alte di Porretta»

Alessandro Stefani, Geologo laureato

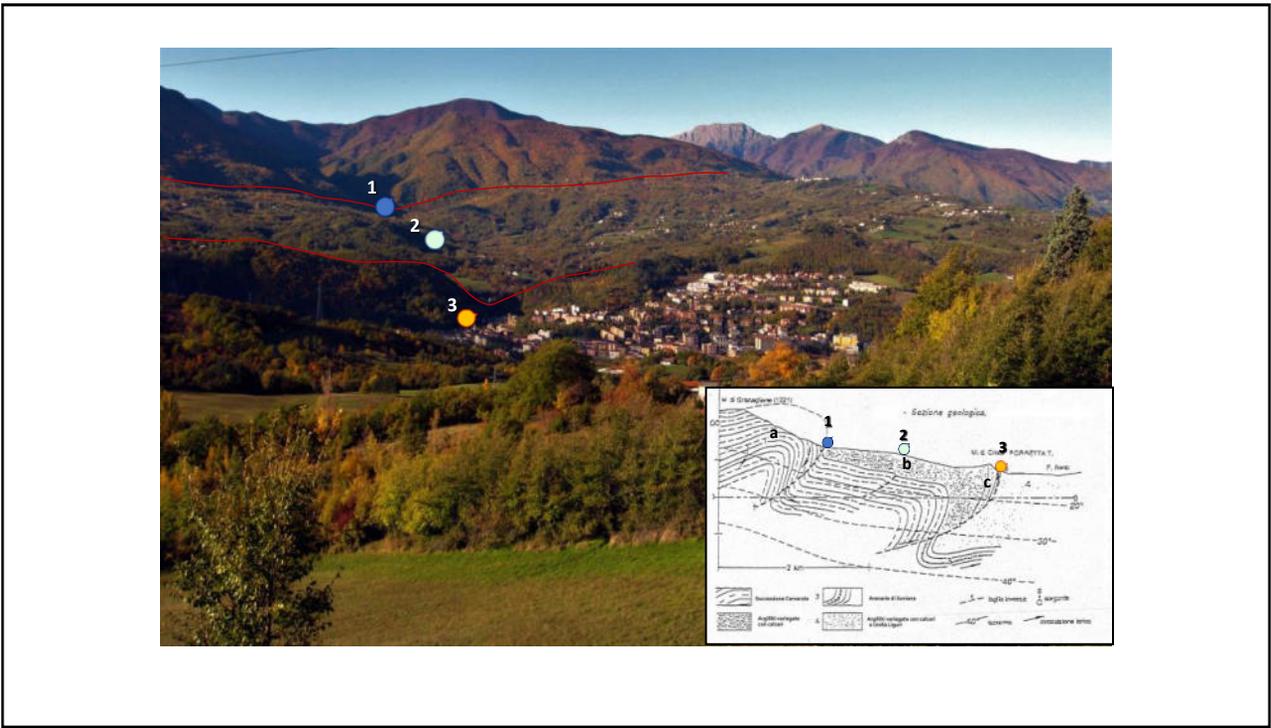
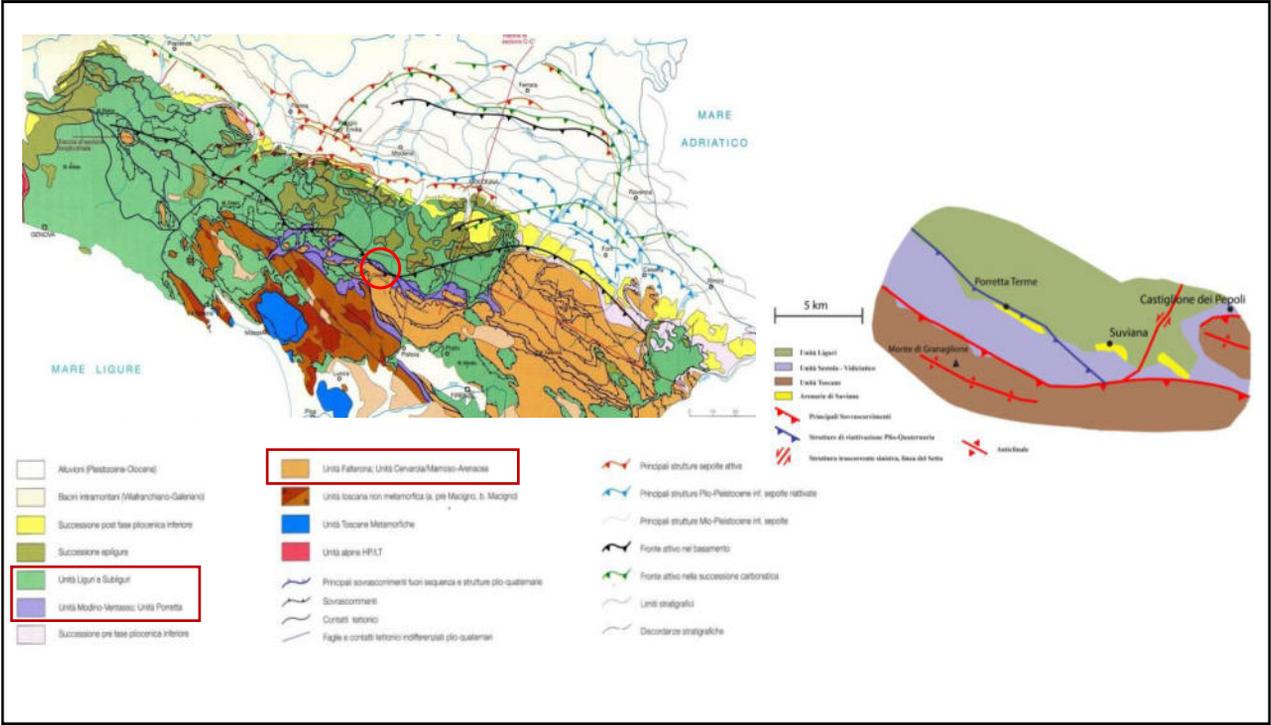
Inquadramento geologico ed idrogeologico del sistema idrotermale Porrettano (Alto Reno Terme)

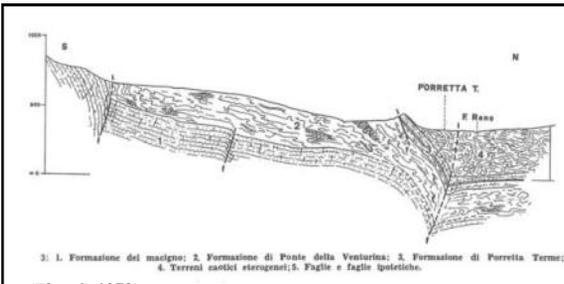
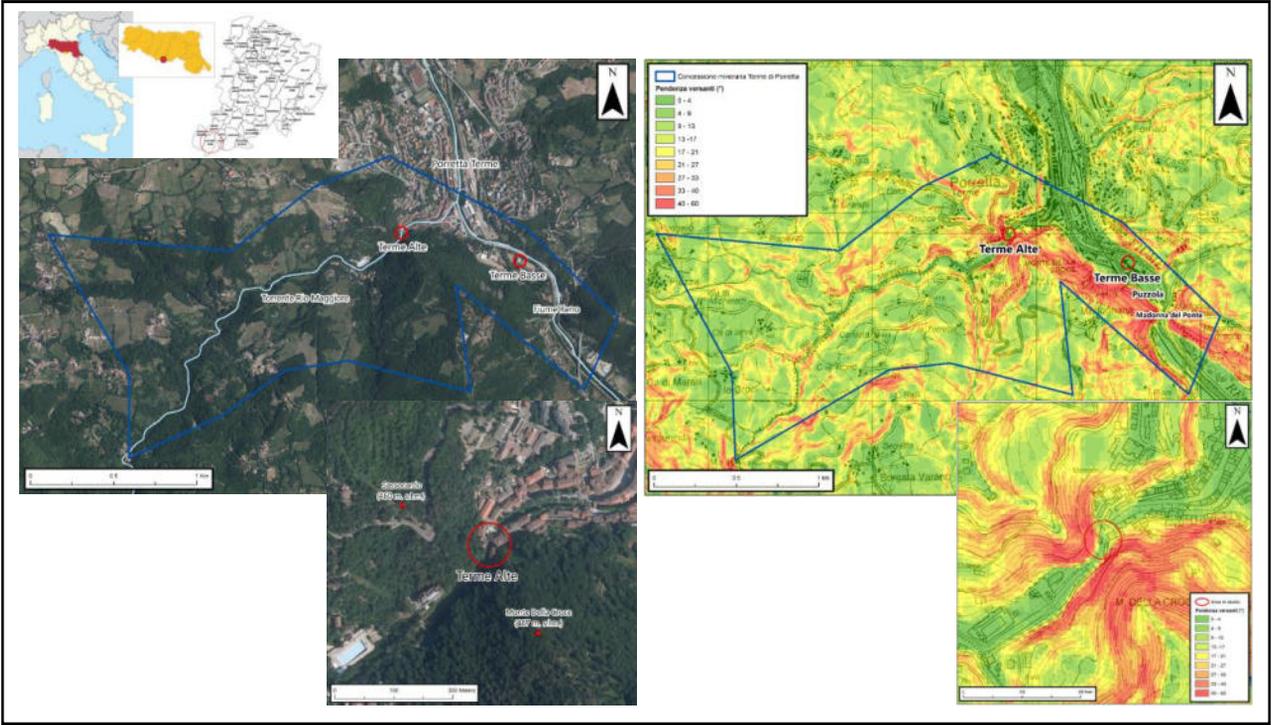
- Quadro conoscitivo preliminare delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del territorio ove è ubicato il giacimento termale;
- Raccolta, sistematizzazione e successiva analisi dei dati geochimici degli ultimi 50 anni.



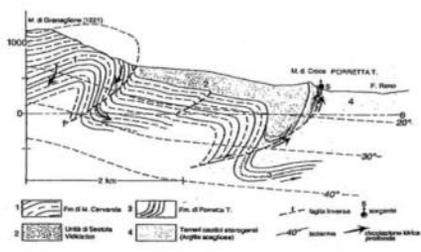
Parametrizzazione idrogeologica tramite prove di pompaggio di lunga durata del sistema Terme Alte di Porretta (Alto Reno Terme)

- Definizione e rilevamento delle opere di presa delle sorgenti presenti nell'area delle Terme Alte;
- Il monitoraggio per un periodo prolungato dei livelli e delle caratteristiche idro-chimiche con rilievi ad hoc;
- Una analisi ragionata e sul campo dei rapporti tra le varie sorgenti presenti nell'area di studio ed una analisi del loro andamento piezometrico;
- Determinazione delle portate naturali, portate d'esercizio e portate critiche dei pozzi presenti;
- L'elaborazione di prove portate di ogni singola sorgente sia in esercizio (a pompa funzionante) che naturale e la determinazione dei parametri idrogeologici (permeabilità, immagazzinamento);
- Ricostruzione di un modello concettuale complessivo dei rapporti tra le diverse sorgenti presenti nell'area di studio.

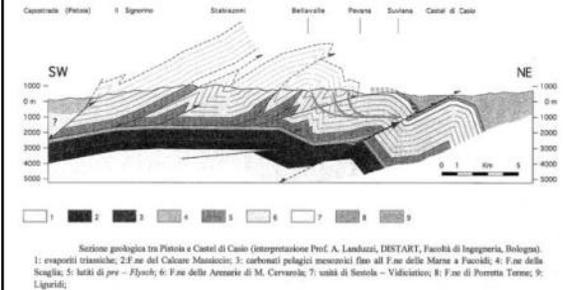




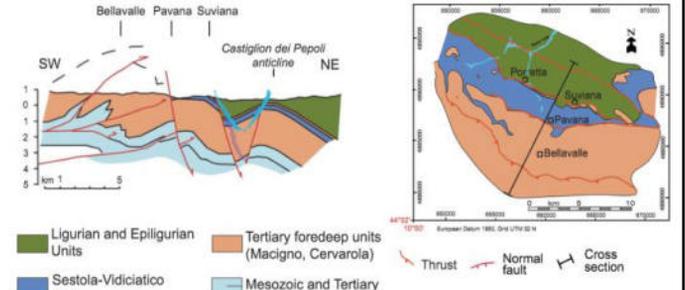
(Elmi C. 1978)



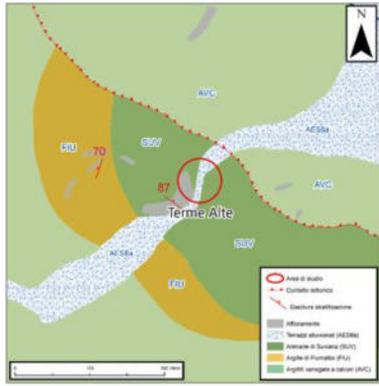
(Bonoli A., Ciancabilla F., 1995)



(Landuzzi A. 1992)



(Capozzi R., Picotti V., 2010)

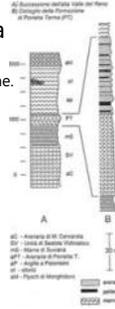


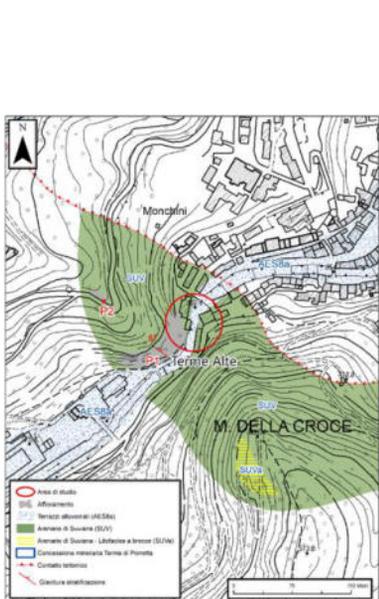
AVC: Argilliti variegata a calcari
 ↓
Acquicludo (pressochè impermeabile)




SUV: Arenarie di Suviana
 Formazione costituita da torbiditi caratterizzate da elevata fratturazione.

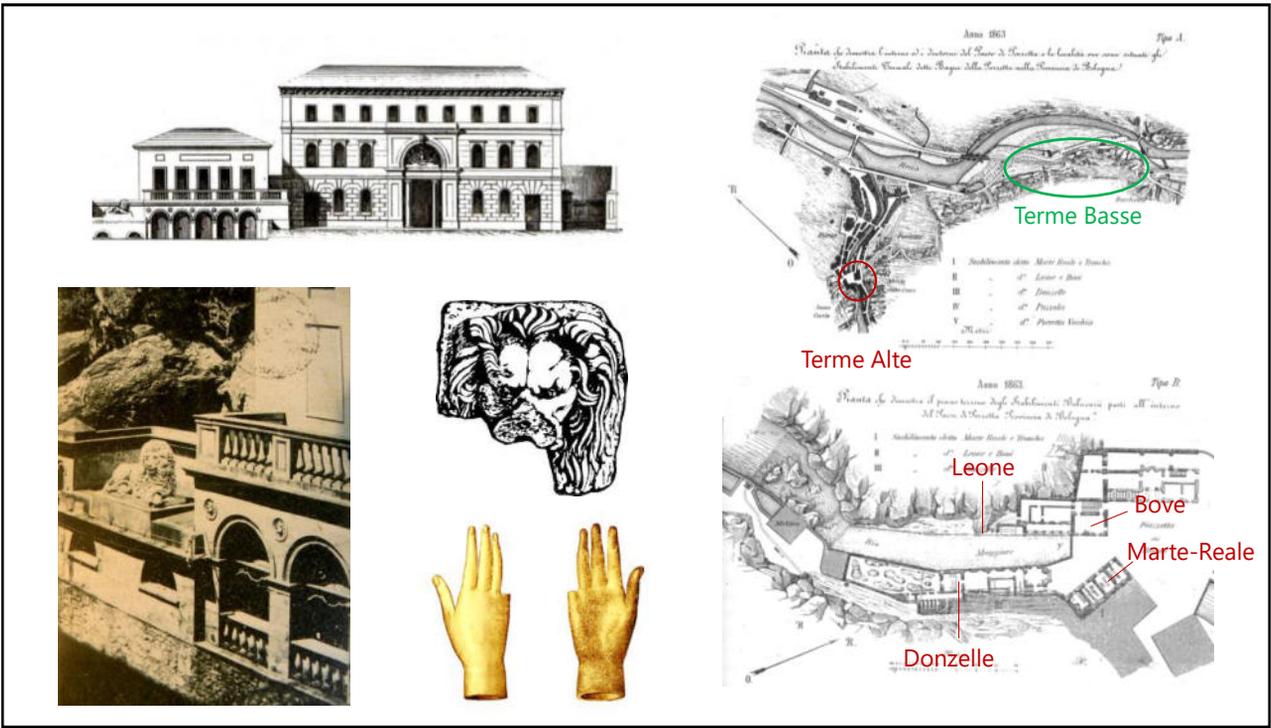
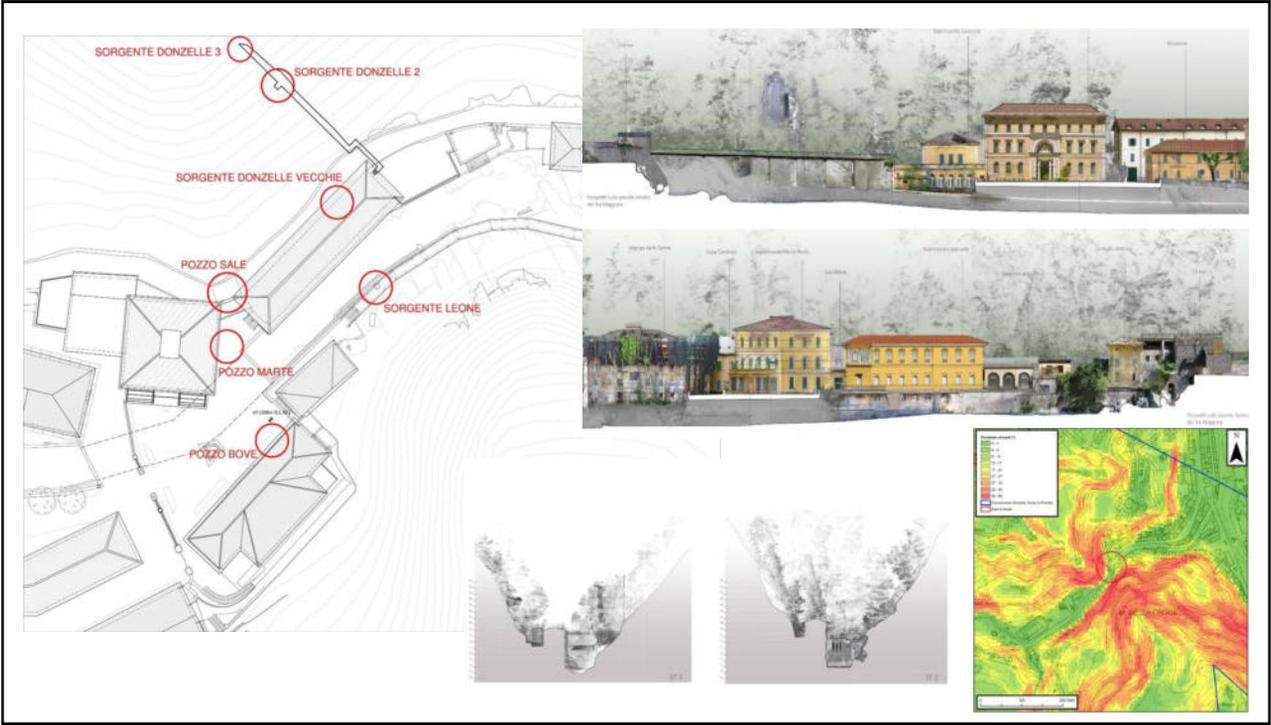
↓
Acquifero per permeabilità secondaria






Bogni della Porretta - La Casa



POZZO SALE

SONELLE - PIANO

SONE IL SUPERFICIE E IL FONDO

- PERFORAZIONE Ø 100 ML.
- TRATTO COPERTO ALCANTARA Ø 100 ML.
- PIATTAFORMA Ø 100 ML.
- PERFORAZIONE Ø 100 ML.
- TRATTO COPERTO Ø 100 ML.
- PIATTAFORMA Ø 100 ML.
- PERFORAZIONE Ø 100 ML.
- TRATTO COPERTO Ø 100 ML.
- PIATTAFORMA Ø 100 ML.
- PERFORAZIONE Ø 100 ML.
- TRATTO COPERTO Ø 100 ML.
- PIATTAFORMA Ø 100 ML.

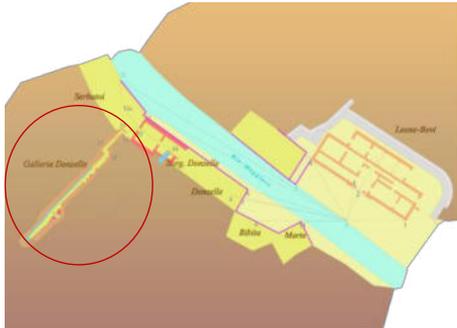
Pozzo Sale (Pozzo Leone)	
Quota bocchello (m. s.l.m.)	517
Coordinate (UTM 32N ED50)	Lat N 657848 Long E 4390089
Profondità pozzo (m. s.l.m.)	307
Diámetro pozzo (cm.)	36,5
Profondità pompa sommersa (m.)	22,5
Quota letto tratto filtrato (m. s.l.m.)	345
Quota base tratto filtrato (m. s.l.m.)	307

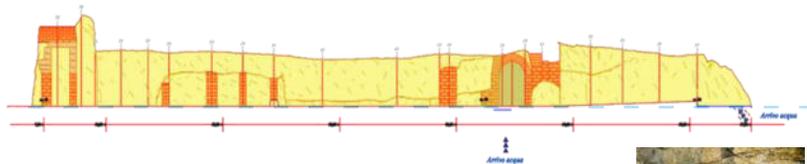
POZZO MARTE

SONELLE - PIANO

Pozzo Marte	
Quota bocchello (m. s.l.m.)	534
Coordinate (UTM 32N ED50)	Lat N 657839 Long E 4390099
Profondità pozzo (m. s.l.m.)	528
Diámetro pozzo (cm.)	10
Profondità pompa sommersa (m.)	7,5
Quota letto tratto filtrato (m. s.l.m.)	348
Quota base tratto filtrato (m. s.l.m.)	330

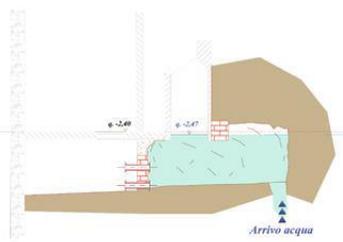
Pozzo Bove	
Quota bocchello (m. s.l.m.)	551
Coordinate (UTM 32N ED50)	Lat N 657823 Long E 4391007
Profondità pozzo (m.)	21
Diámetro pozzo (cm.)	16
Profondità pompa sommersa (m.)	7
Quota letto tratto filtrato (m. s.l.m.)	538,5
Quota base tratto filtrato (m. s.l.m.)	330



Sistema Donzelle: sorgenti in condizioni di assenza di pompaggio

Sorgente Donzelle 2 - Bibita delle Donzelle	
Tipologia di captazione	Pozzetto circolare
Quota (m. s.l.m.)	338
Coordinate (UTM 32N ED50)	Lat N 657842 Long E 4890966
Profondità captazione (m)	1.4
Diámetro captazione (m)	0.35

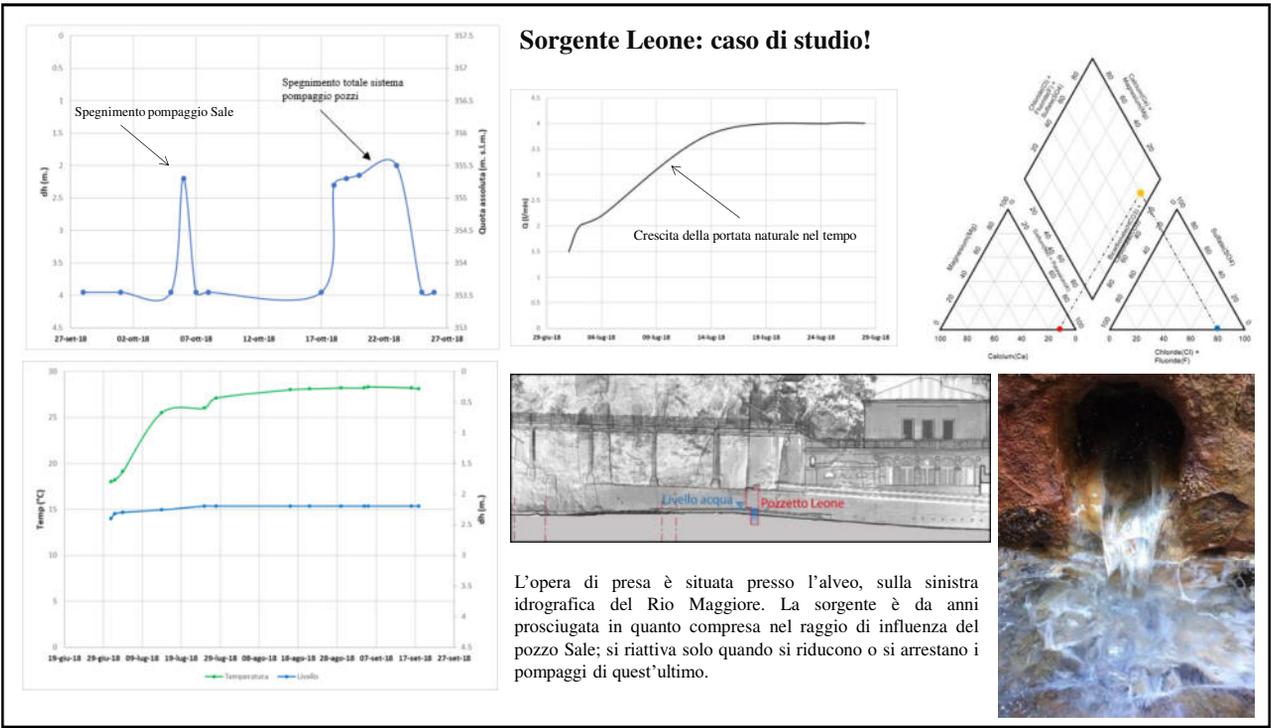
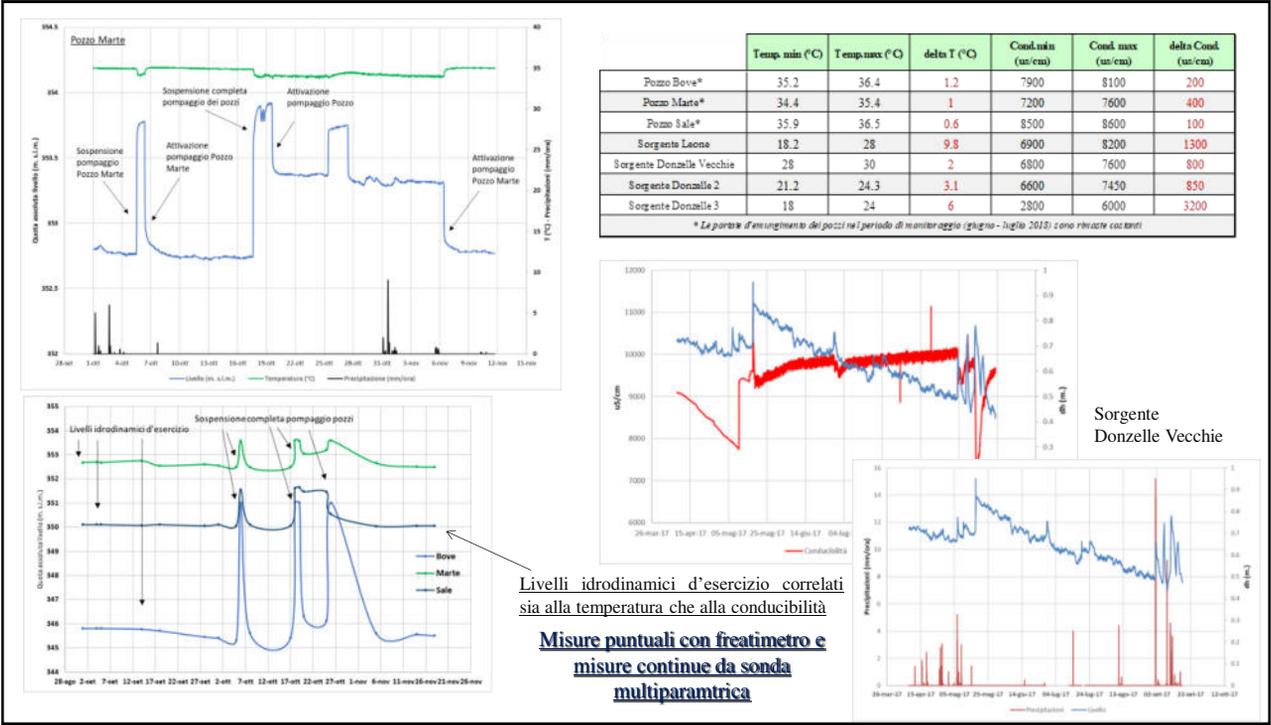
Natural flow rates of the measurable springs of the "Terme Aste" system		
	Natural flow rate (l/s)	Flow rate class (Meinzer, 1925)
System Bove	1.08	5
System Marte	1.25	5
Spring Leone	0.06	7
Spring Donzelle Vacchie	0.3	6
Spring Donzelle 2	0.002	8
Spring Donzelle 3	0.05	7
	2.742	

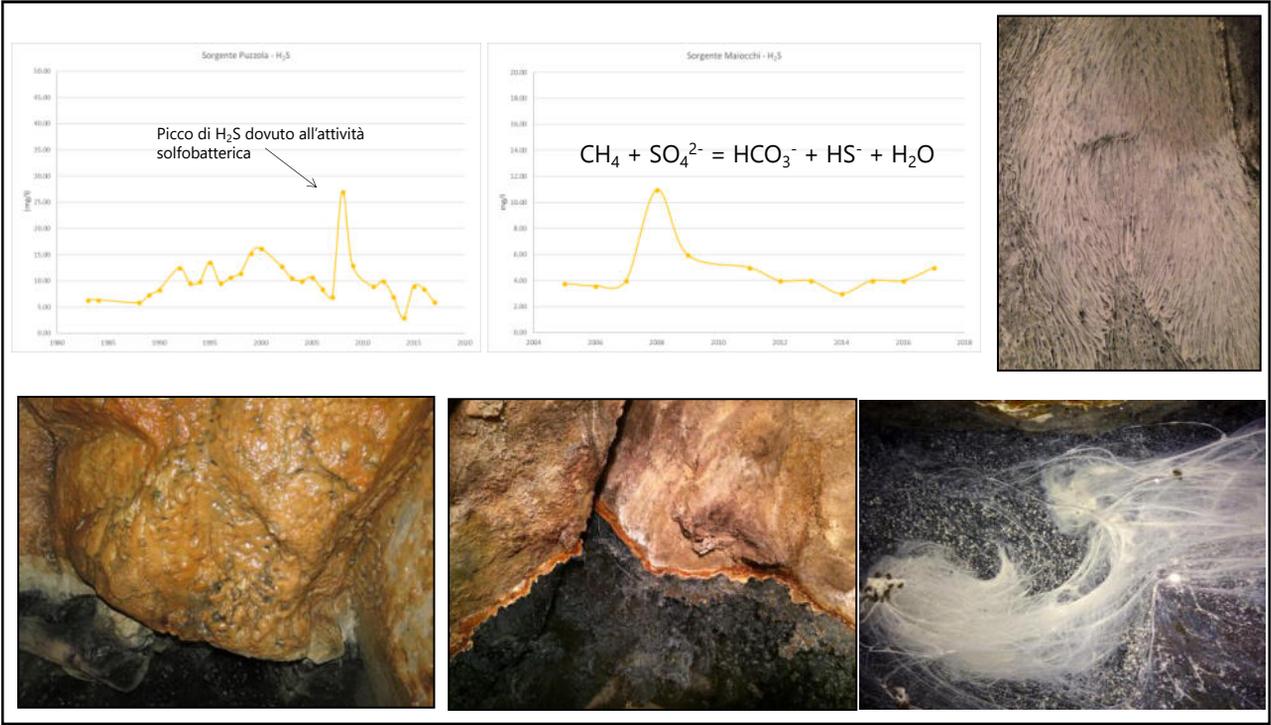
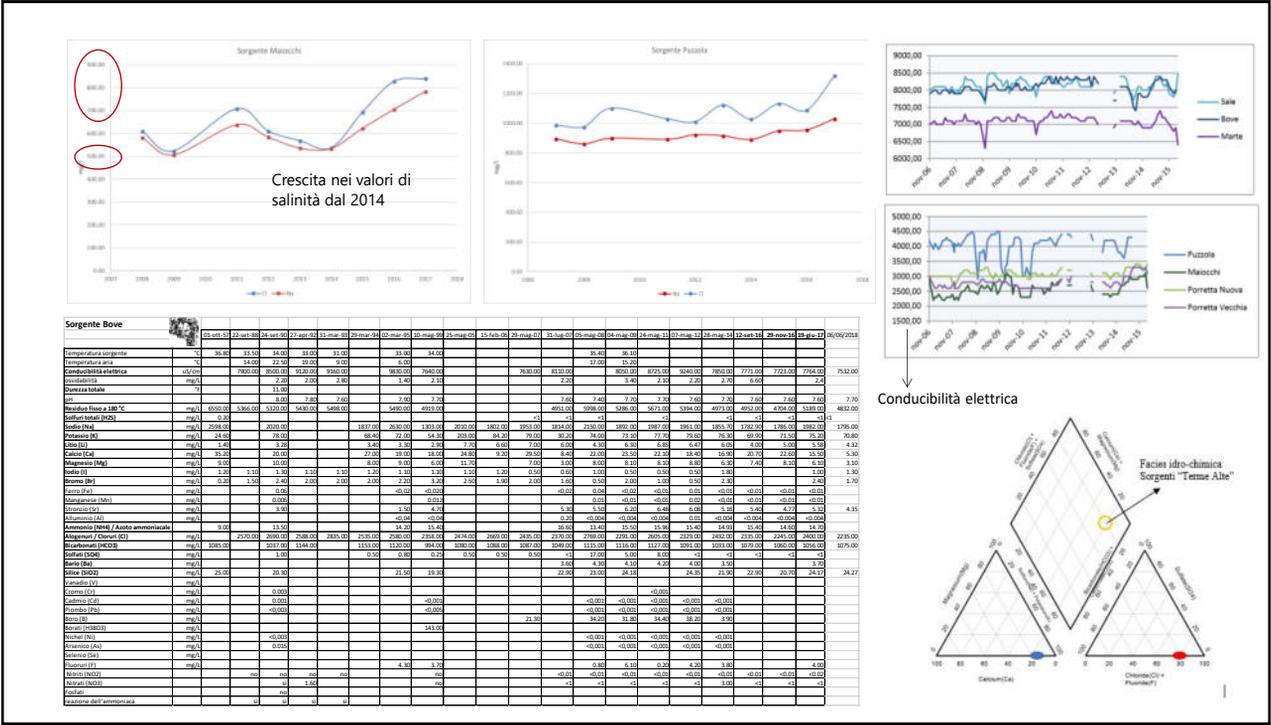
Classificazione di Meinzer (1927)		
Classe	Portata (m ³ /s)	Portata (l/s e c)
1	>10	>10000
2	10 - 1	10000 - 1000
3	1 - 0.1	1000 - 100
4	0.1 - 0.01	100 - 10
5	0.01 - 0.001	10 - 1
6	0.001 - 0.0001	1 - 0.1
7	0.0001 - 0.00001	0.1 - 0.01
8	<0.00001	<0.1

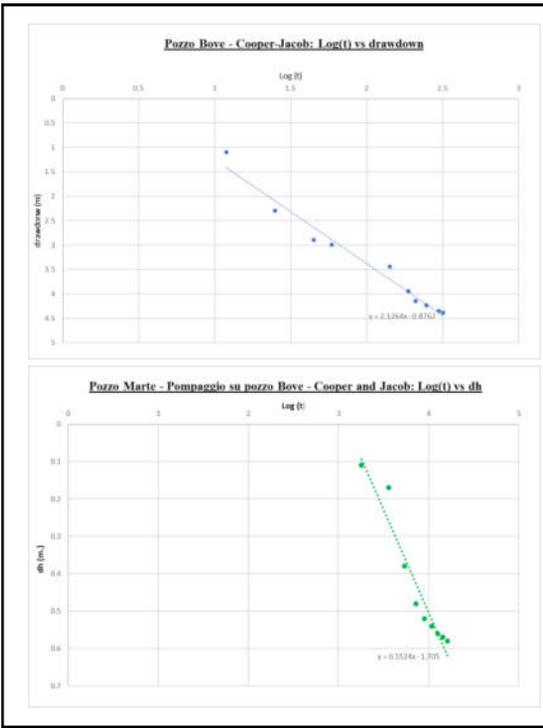
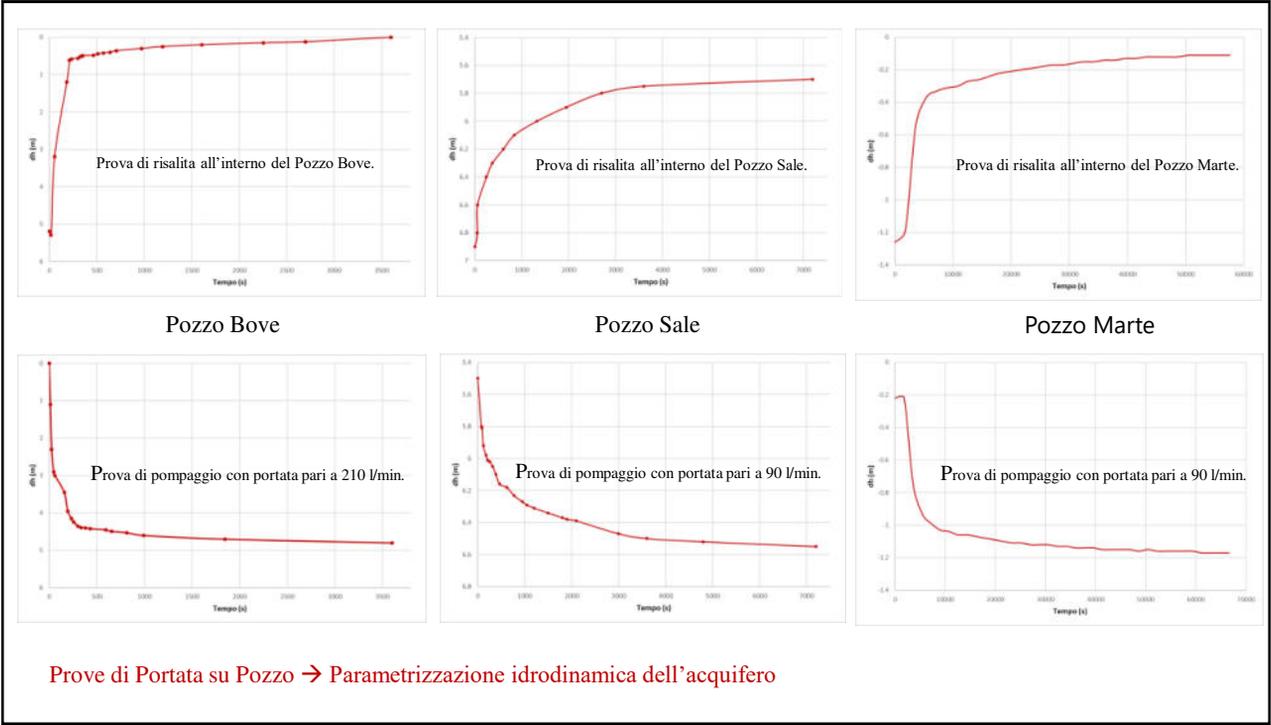
Portate d'esercizio dei pozzi			
	Portata (l/s)	Portata (l/min)	Portata (m ³ /giorno)
Pozzo Marte	1.5	90	130
Pozzo Sale	1.5	90	130
Pozzo Bove	3.5	210	302.4









1) Metodo del non equilibrio (Cooper and Jacob)

$$(h - h_0) = \left(\frac{0.183Q}{T}\right) \log\left(\frac{2.25Tt}{r^2}\right)$$

$$T = 0.183Q / \Delta(h_1 - h_2)$$

3x10⁻⁴ m²/s

2) Metodo dell'equilibrio (Thiem)

$$T = Q_s \left[0.95 - \frac{\ln r_w}{2\pi}\right]$$

1.35x10⁻³ m²/s

Parametri idrogeologici acquifero			
Portata (m ³ /s)	Trammissività (m ² /s)	Spessore acquifero (m)	Permeabilità (m/s)
0.0035	0.0007	38.5	2x10 ⁻⁵
		100	7x10 ⁻⁵

*Dove r_w è il raggio del foro incluso nel dreno pari a 0.08 m e Q_s è la portata specifica, ovvero la portata d'esercizio (m³/s) diviso il drawdown al livello statico (m).

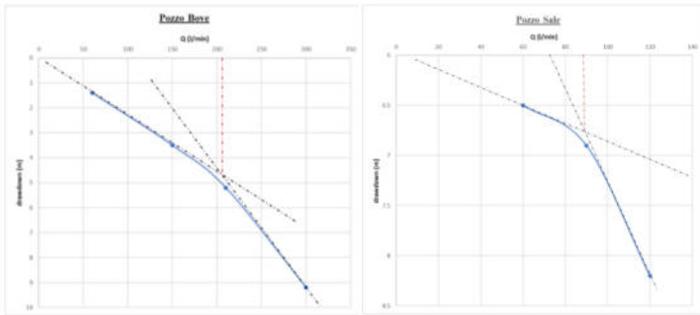
$$(h - h_0) = \left(\frac{0.183Q}{T}\right) \log\left(\frac{2.25Tt}{r^2}\right) \quad S = 2.25 T t_0 / r^2$$

3.2x10⁻⁴

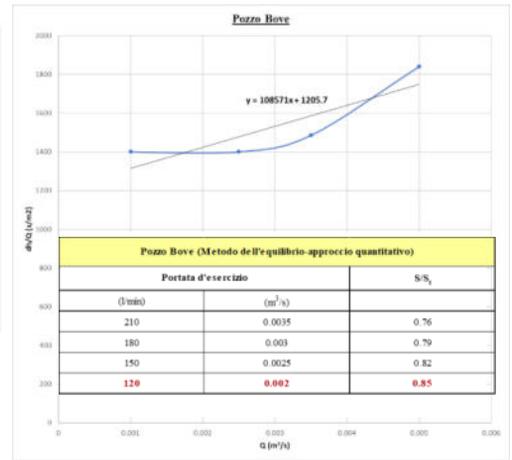
Dove T è la trammissività dell'acquifero stimata con il metodo di Cooper and Jacob, t_0 è il tempo intercetto sull'asse delle ascisse, r è la distanza tra il primo e secondo pozzo.

Parametri idrogeologici acquifero	
Distanza pozzo-pozzo r (m)	Coefficiente di immagazzinamento S
20	0.00032

Valutazione della Portata critica Q_c

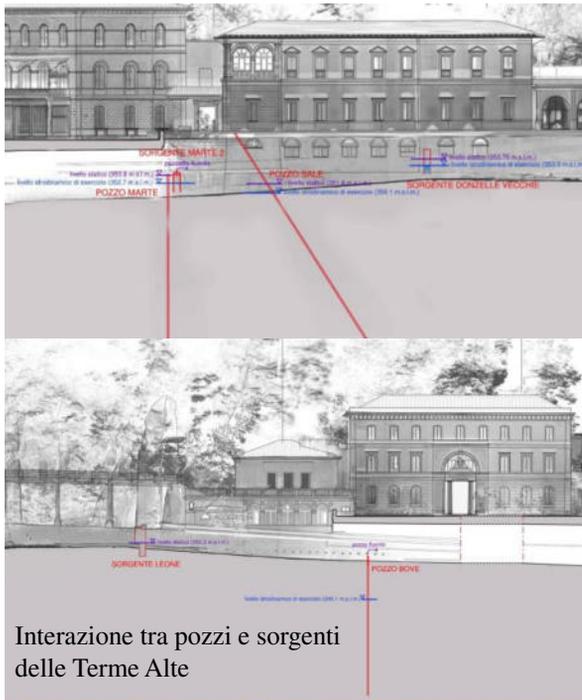


La portata critica Q_c è la portata che non deve essere superata per mantenere il pozzo in una condizione di pompaggio sostenibile, compatibile con il safe yield del sistema pozzo-acquifero. Essa dipende dalle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero, ma anche dalle modalità di completamento e spurgo del pozzo.



Al fine di sfruttare con efficienza i pozzi senza stressare le condizioni idrodinamiche del sistema, si devono minimizzare le perdite quadratiche (rappresentate da CQ^2). **In modo particolare, le condizioni di equilibrio si rinvergono quando l'abbassamento dal livello statico è per almeno 85% dato da perdite lineari (acquifero) e il 15 % sono perdite quadratiche del pozzo, ($S/St \geq 0.85$). Per tale motivo bisogna considerare una portata d'esercizio del pozzo in cui $S/St \geq 0.85$.**

L'approccio quantitativo secondo il metodo dell'equilibrio, si basa su delle condizioni molto più oggettive rispetto al metodo grafico precedentemente analizzato. Le perdite totali del sistema del pozzo possono essere ricondotte alla formula:
 $S = S + S_W = BQ + CQ^2$ dove B e C sono rispettivamente le perdite lineari dell'acquifero e C sono le perdite quadratiche del pozzo.



Interazione tra pozzi e sorgenti delle Terme Alte

