

# LA GEOLOGIA DEI COLLI EUGANEI ALL'ORIGINE DELL'EQUILIBRIO TRA USO DELLE GEORISORSE E QUALITA' TURISTICA



## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TERMALISMO EUGANEO**

*Paolo Fabbri*

*Dipartimento di Geoscienze*

1222 · 2022  
**800**  
ANNI



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



DIPARTIMENTO  
DI GEOSCIENZE



# SATELLITE IMAGE

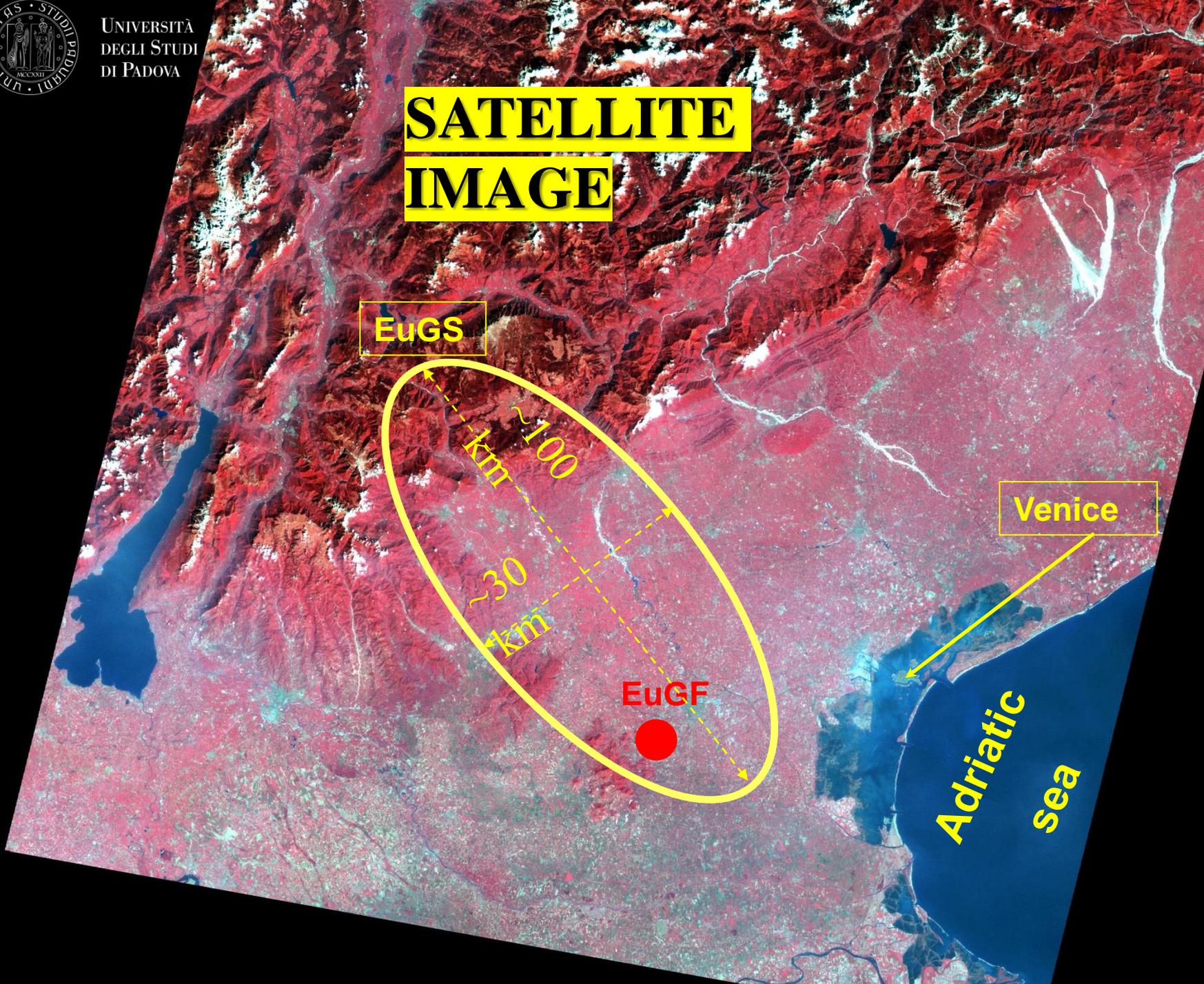
EuGS

~100  
km  
~30  
km

EuGF

Venice

Adriatic  
sea





**2014**

## Architecture of the western margin of the North Adriatic foreland: the Schio-Vicenza fault system

MARCO POLA (\*), ANGELO RICCIATO (\*\*), ROBERTO FANTONI (\*\*\*), PAOLO FABBRI (\*) & DARIO ZAMPIERI (\*)

Engineering Geology 274 (2020) 105740



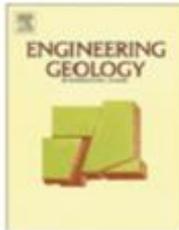
ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Engineering Geology

**2020**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/enggeo](http://www.elsevier.com/locate/enggeo)



## 3D hydrogeological reconstruction of the fault-controlled Euganean Geothermal System (NE Italy)

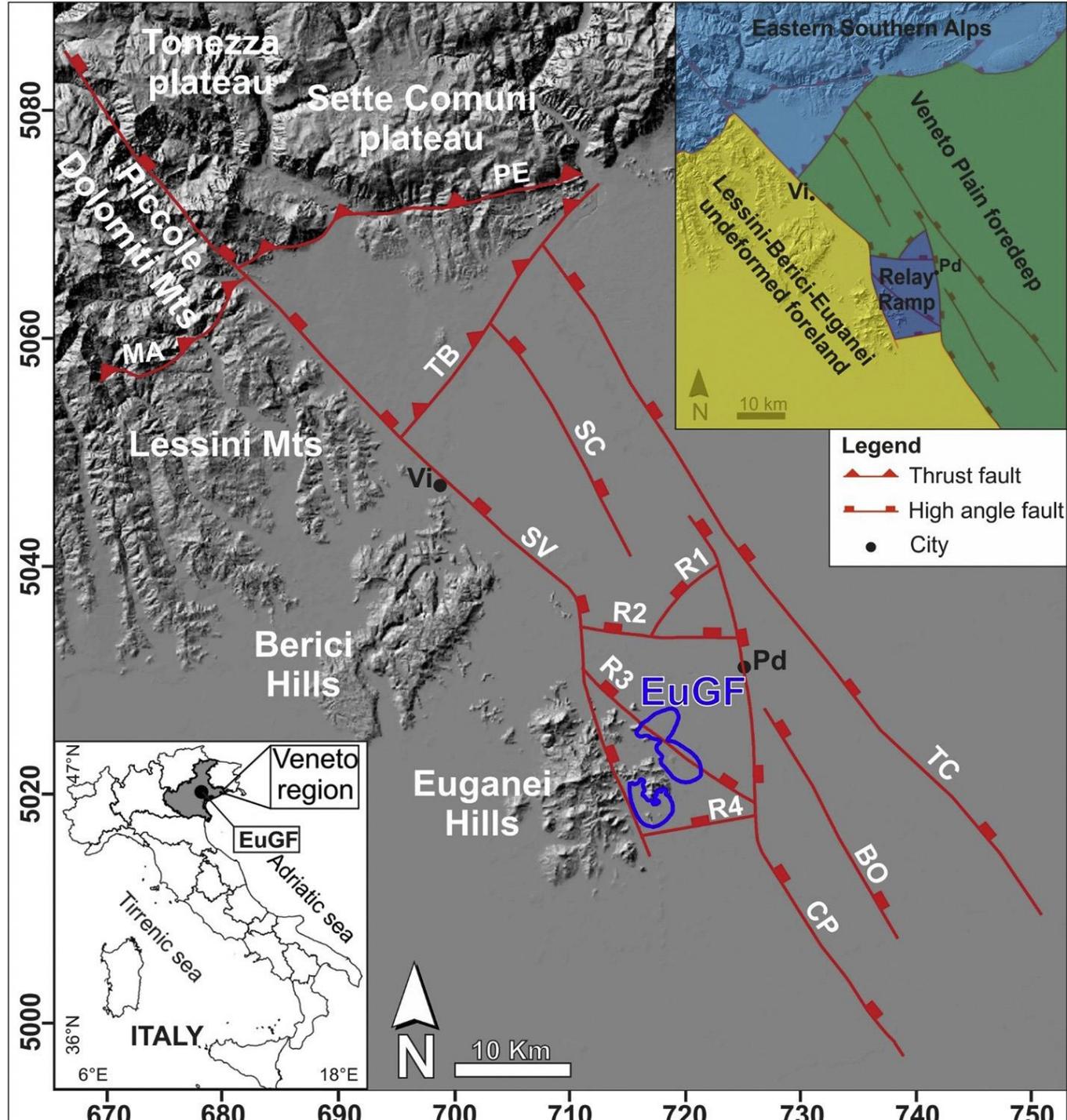
Filippo Torresan<sup>a</sup>, Leonardo Piccinini<sup>a,b,\*</sup>, Marco Pola<sup>c</sup>, Dario Zampieri<sup>a,b</sup>, Paolo Fabbri<sup>a,b</sup>

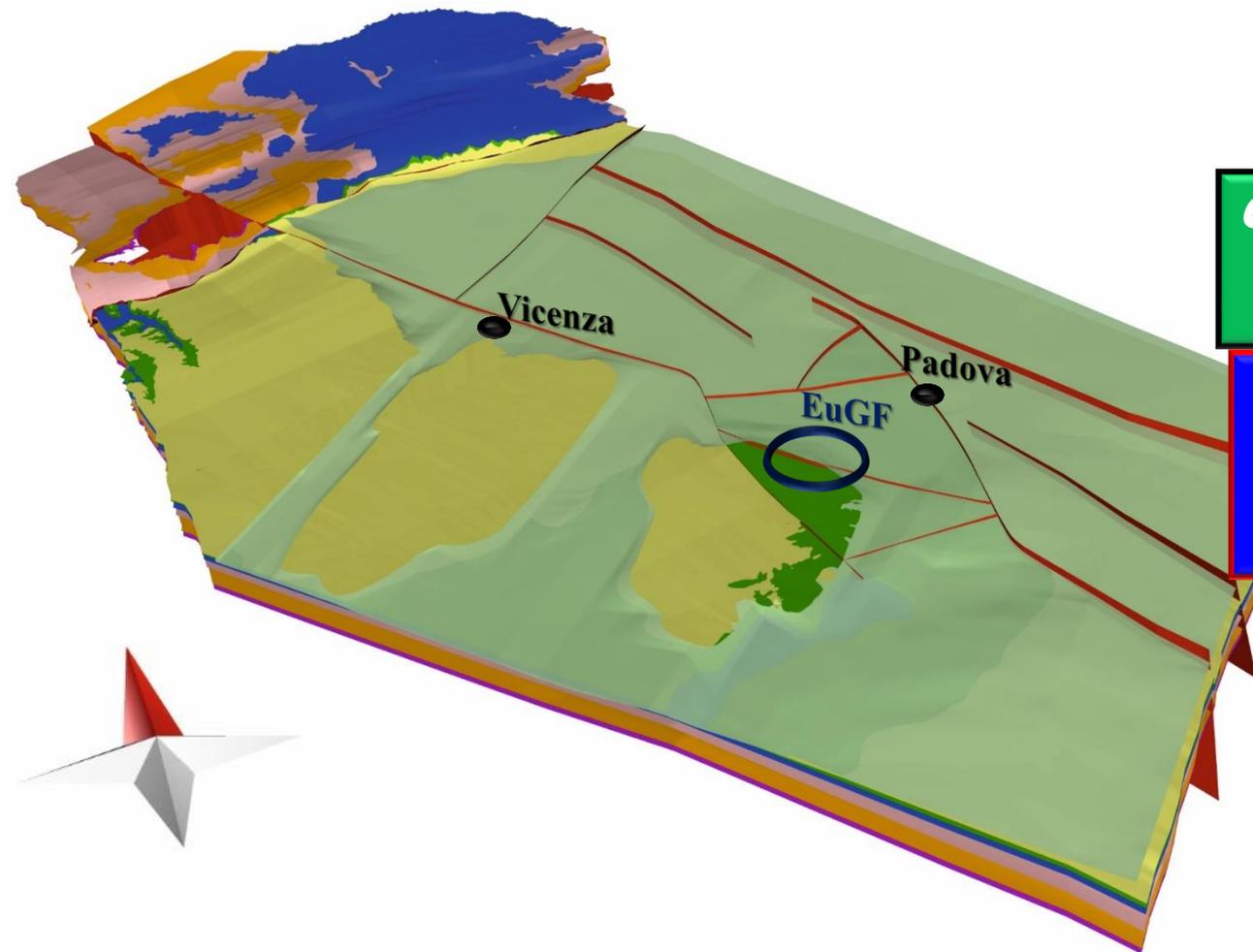
<sup>a</sup> Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Via Giovanni Gradenigo, 6, 35131 Padova, Italy

<sup>b</sup> Geothermal System Hydrostructures (GSH), Interdepartmental Centre "Giorgio Levi Case" for Economics and Technology, Università degli Studi di Padova, Italy

<sup>c</sup> Croatian Geological Survey, Sachsova 2, 10000 Zagreb, Croatia







## ***Quaternario***

### ***Eocene – Miocene***

Fm Gallare  
Fm Castelgomberto  
Fm di Torreglia  
Marne di Priabona

### ***Cretaceo Sup – Eocene***

Fm Scaglia Rossa  
Fm Scaglia Variegata Alpina

### ***Giuras Inf – Cretaceo Inf***

Fm Maiolica  
Fm Rosso Amm  
Fm Calcari Grigi

### ***Trias Superiore***

Dolomia Principale

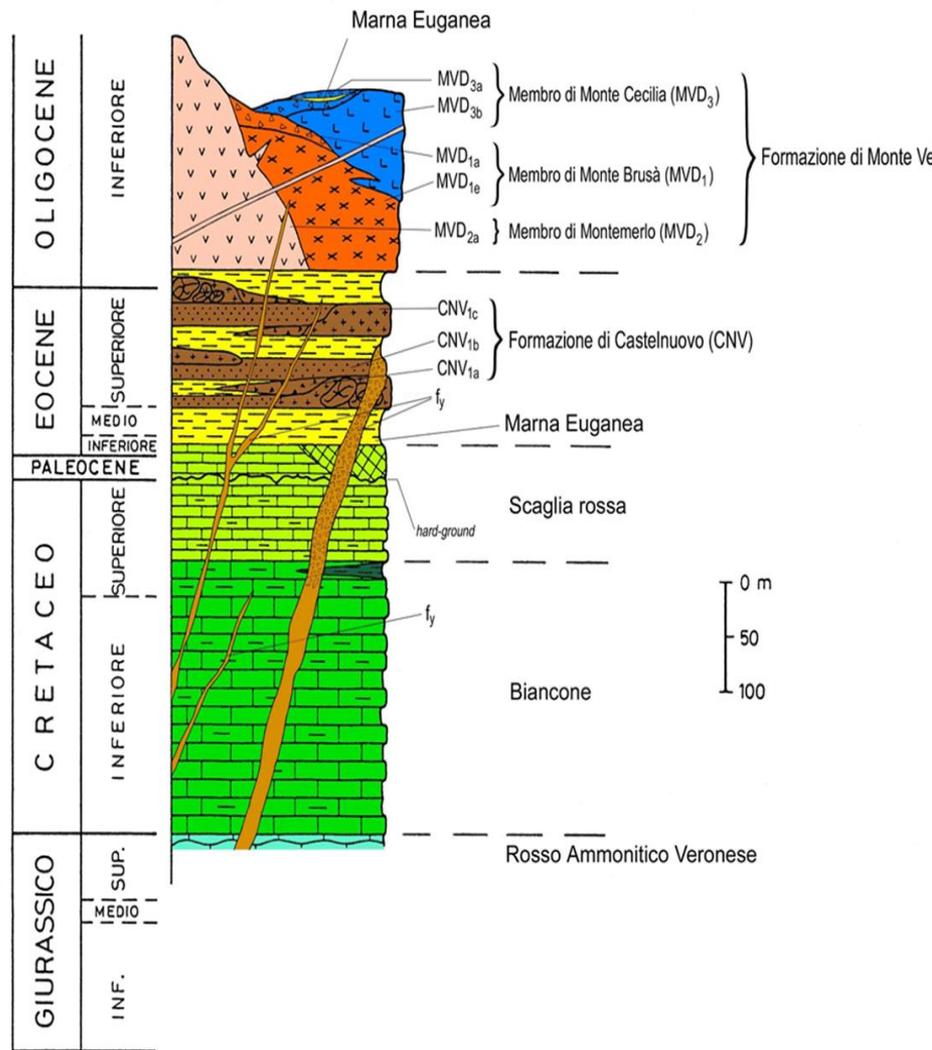
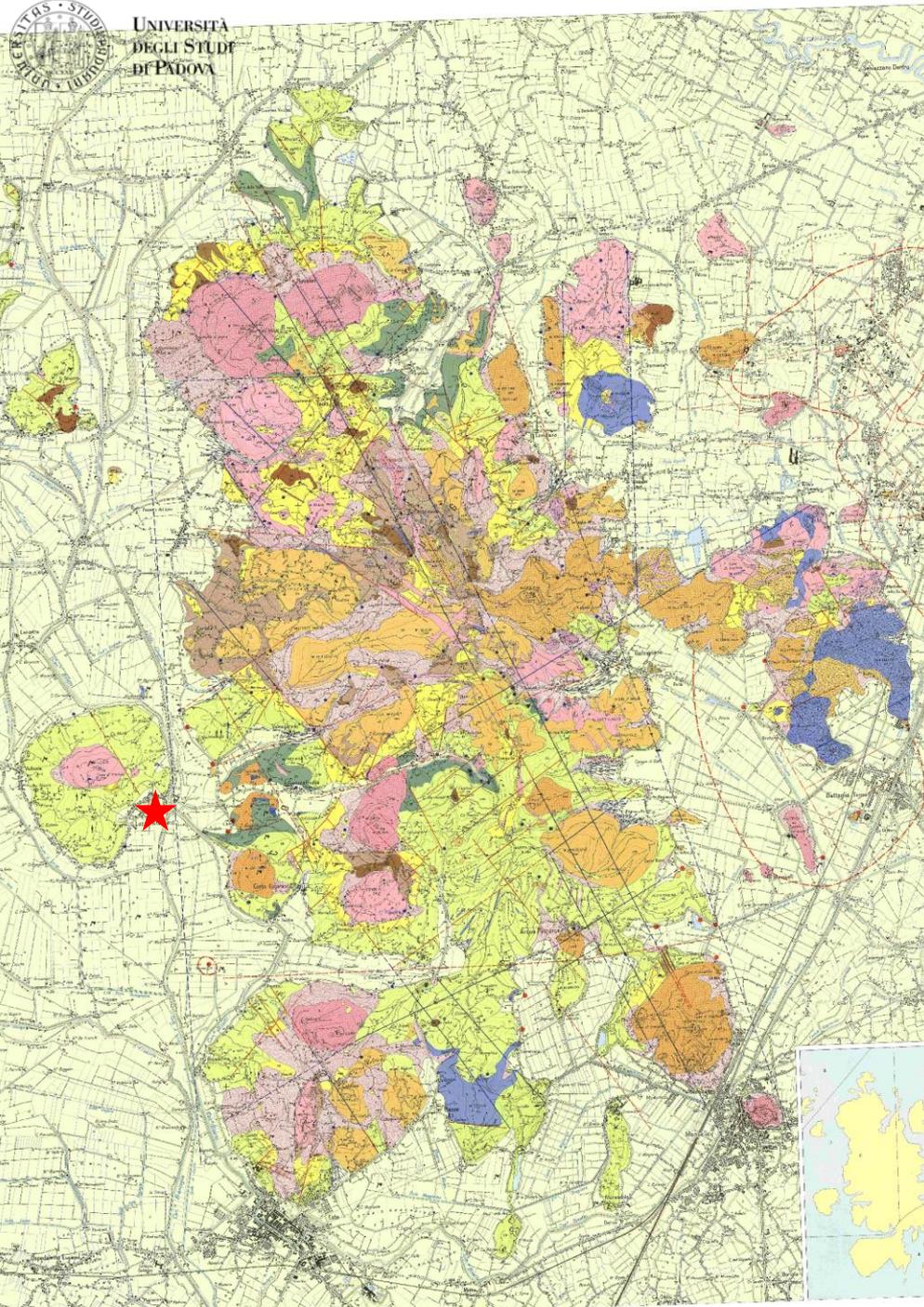
### ***Trias Inf - Medio***

Fm Legnaro  
Calc Monte Spitz  
Fm Livinalongo  
Cal Recoaro  
Fm Werfen

### ***Permiano***

Fm Bellerophon  
Arenarie Val Gardena

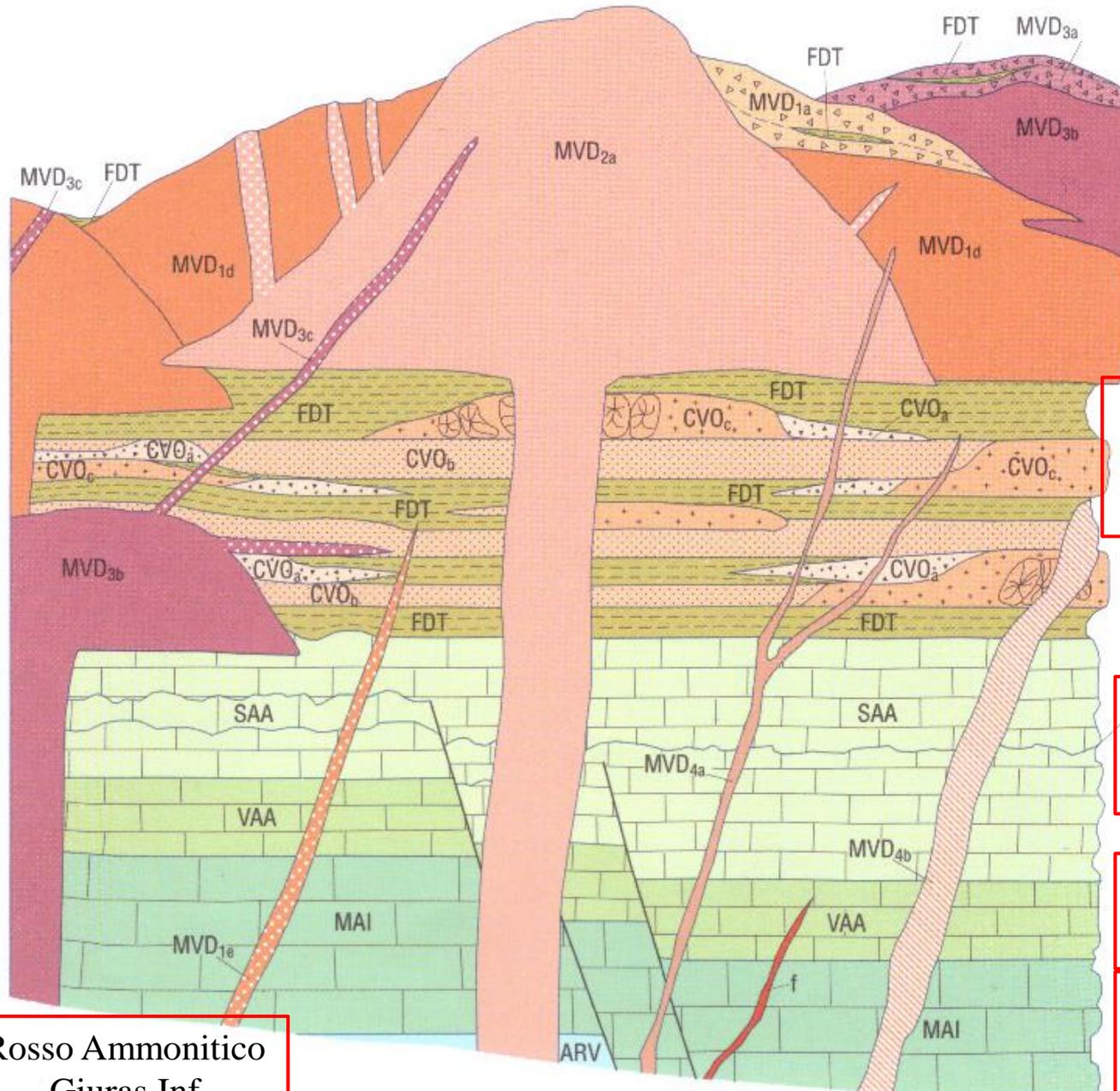




Serie stratigrafica dei Colli Euganei con abbozzo dei rapporti di sovrapposizione ed intersezione delle unità vulcaniche e/o litofacies definite (basata su Piccoli et al., 1975, modificato) (Cucato, 20 ottobre 2000)



# SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DELLA SUCCESSIONE SEDIMENTARIA E DEI PRODOTTI VULCANICI DEI COLLI EUGANEI



**Formazione del  
Monte Venda  
Oligocene**

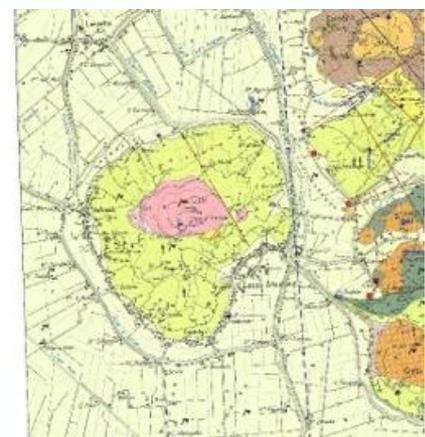
**Formazione di Castelnuovo  
Formazione di Torreglia  
Oligocene-Eocene**

*hard-gro.* **Scaglia Rossa  
Eocene-Cretas Sup**

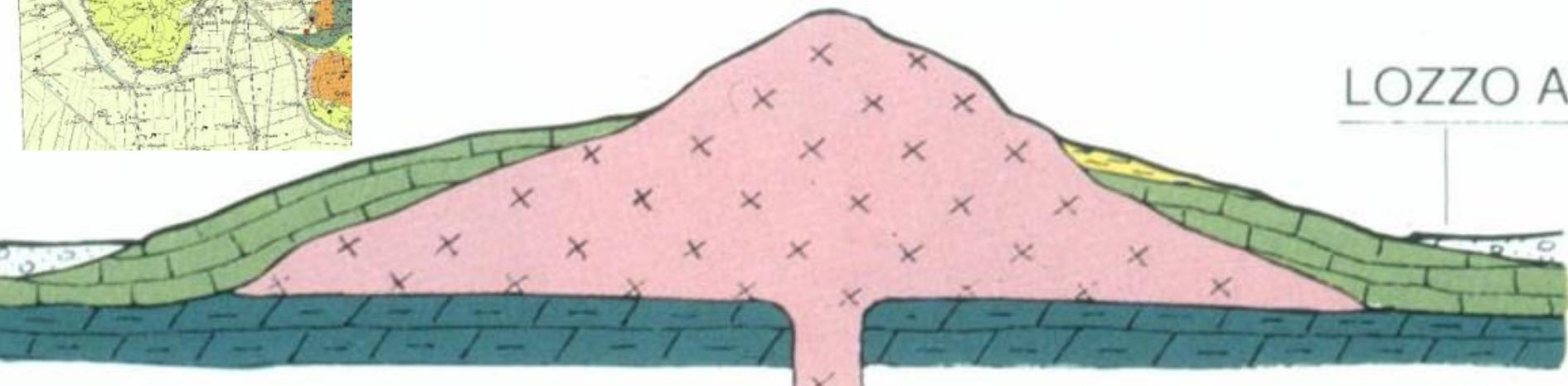
**Scaglia Variegata Alpina  
Cretas Inf - Sup**

**Maiolica  
Giuras Sup- Cretas Inf**

**Rosso Ammonitico  
Giuras Inf**



Monte Lozzo



LOZZO A.

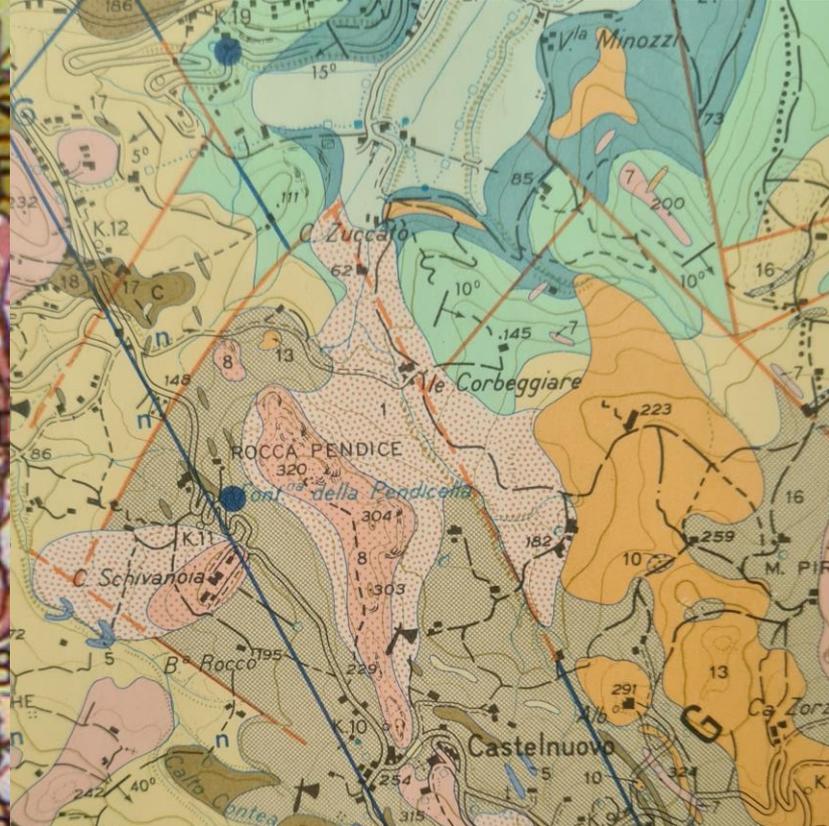


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

Cinto



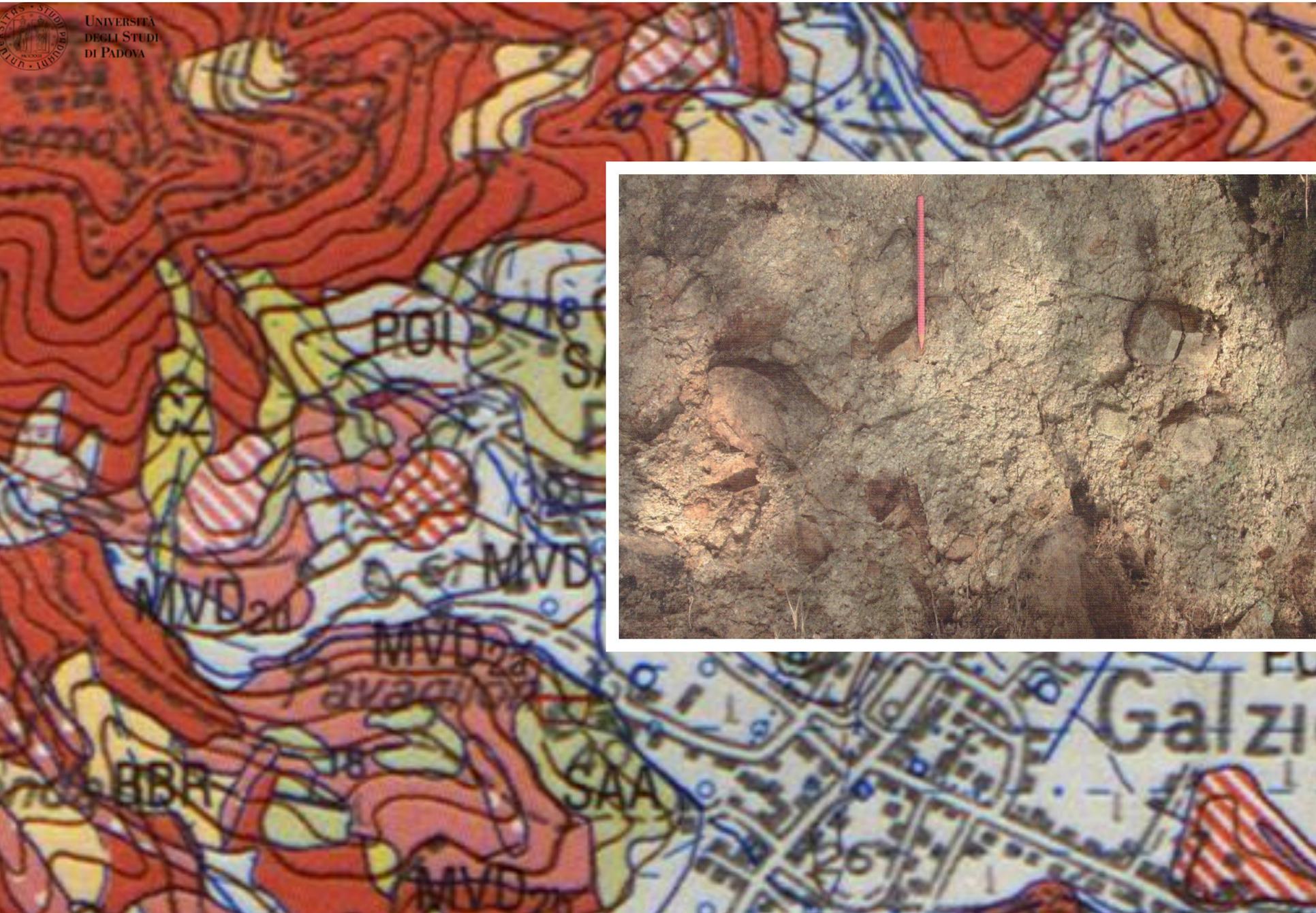




# Breccia trachitica Galzignano FMV



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



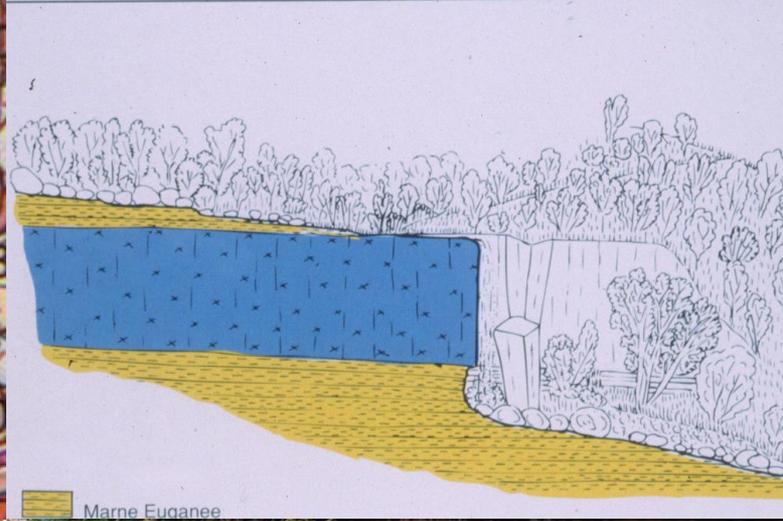


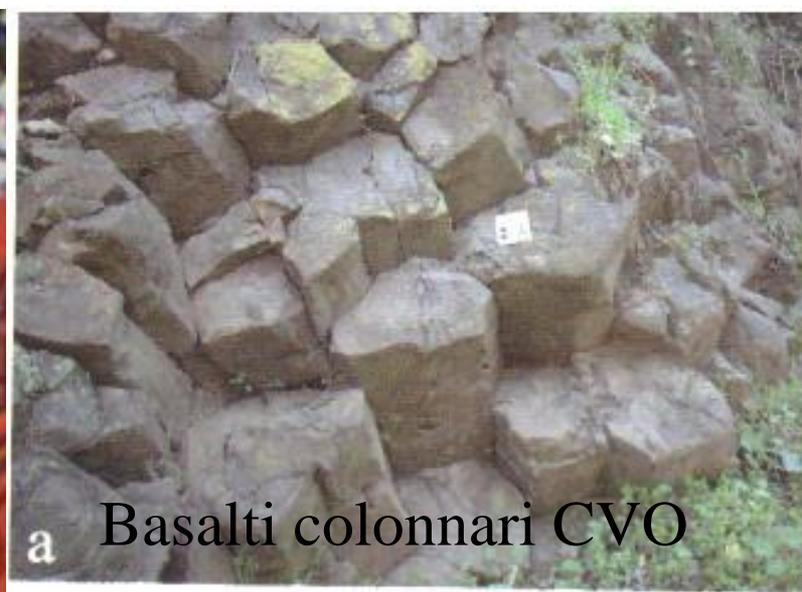
# Latite M. Rosso FMV





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



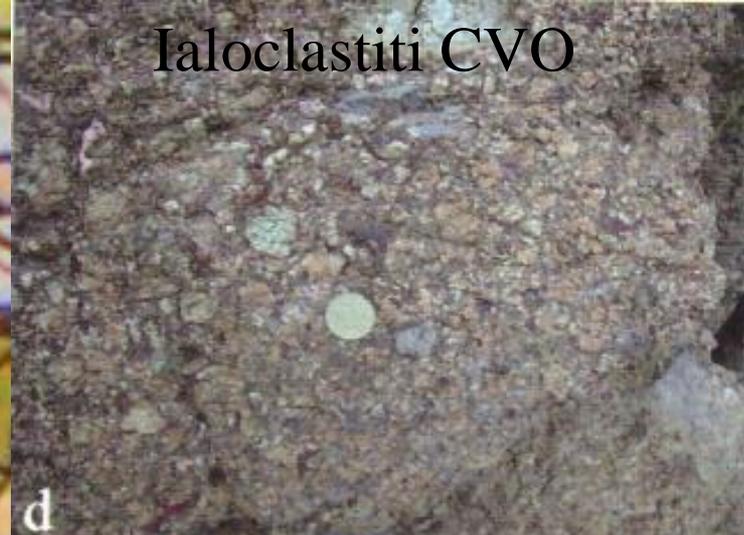


a Basalti colonnari CVO

# Ialoclastiti CVO



## Pillows lava CVO



d

c





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



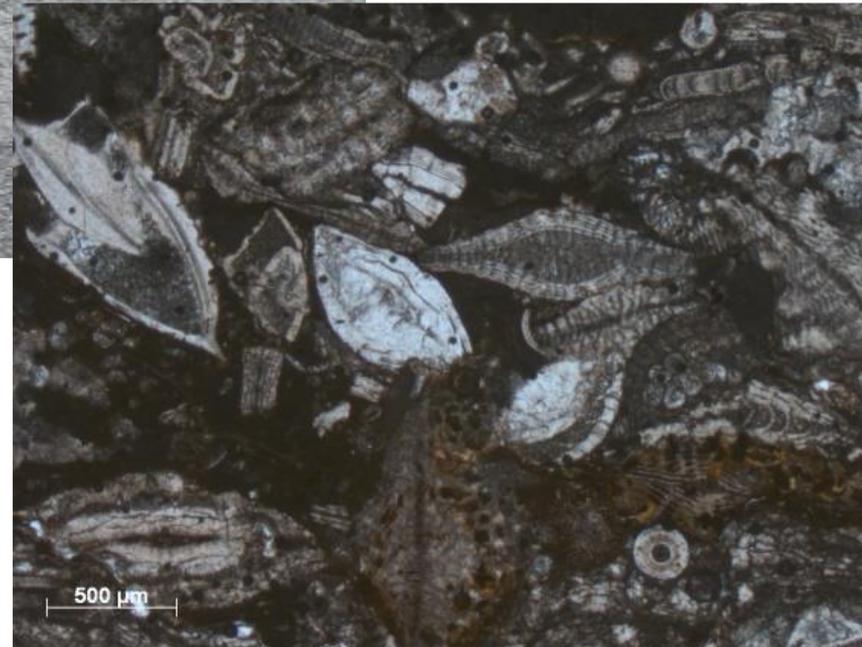
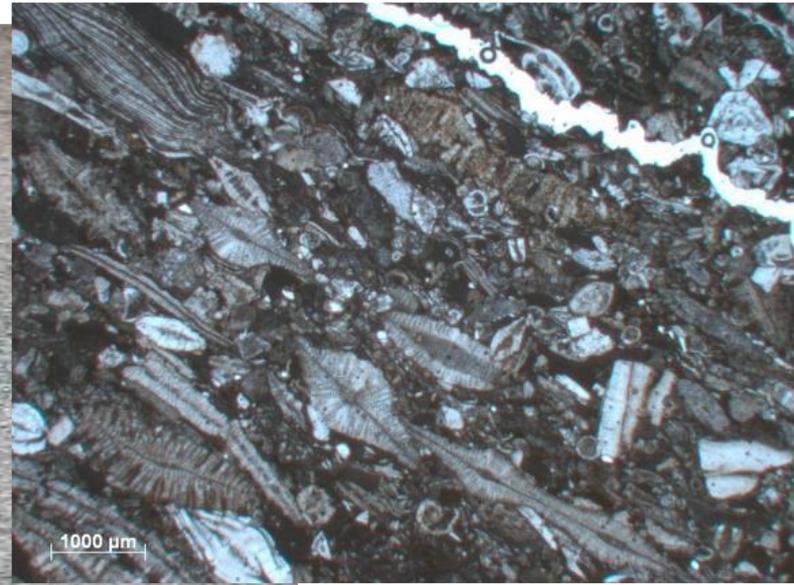


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA





UNIVERSITA  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



## FORMAZIONE DI TORREGLIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA





## SCAGLIA VARIEGATA ALPINA





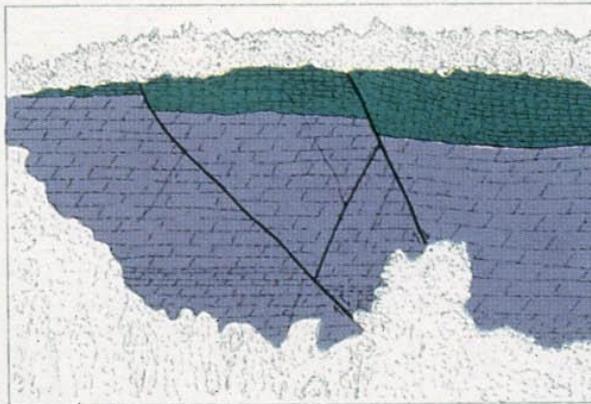
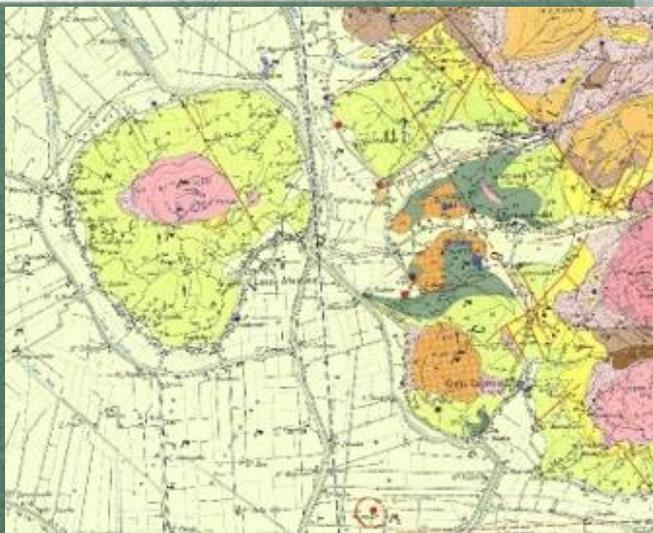
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



273.20



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



Biancone



Rosso Ammonitico



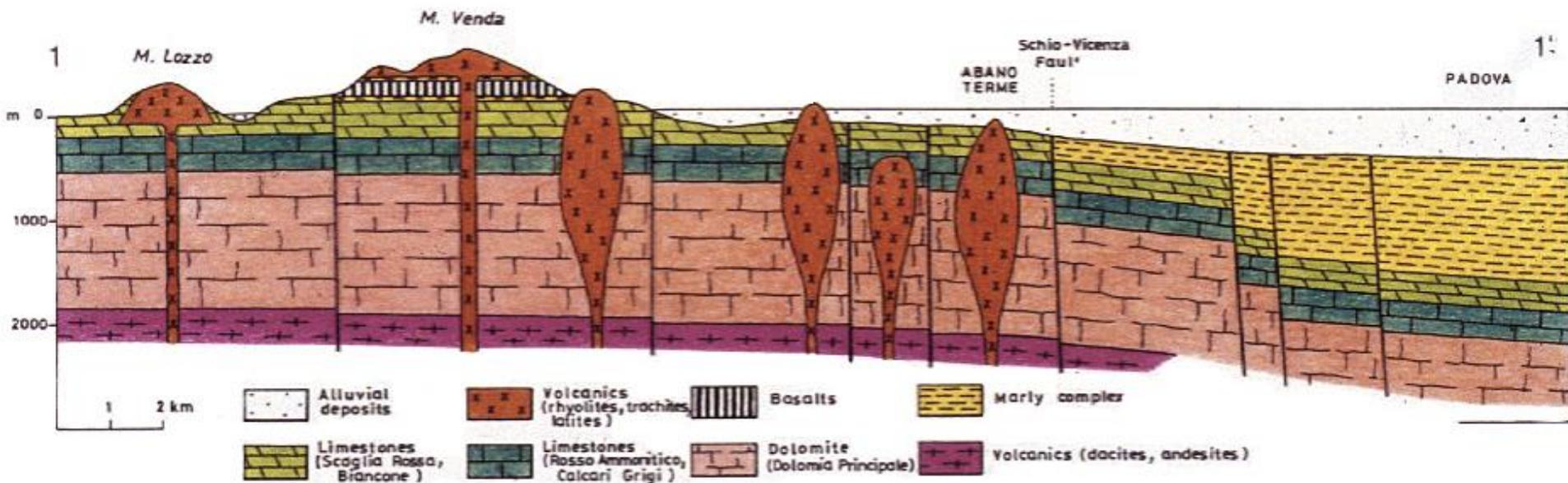
Faglia

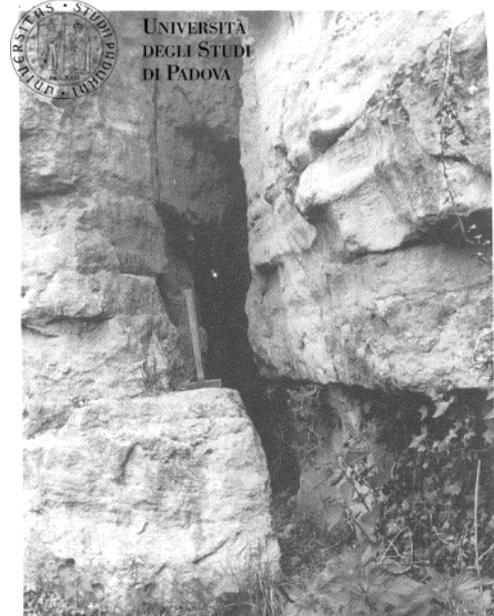




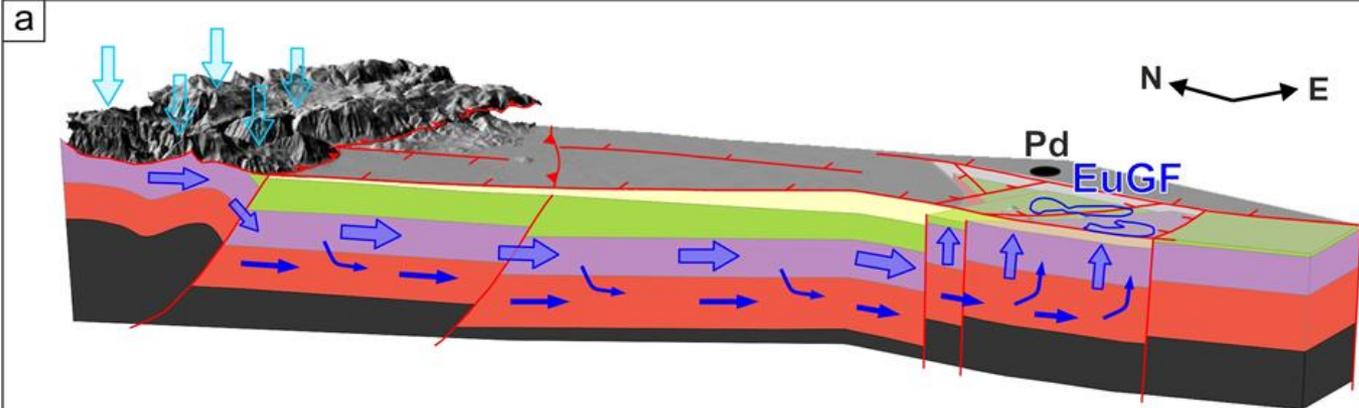
UNIVERSITA  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA







UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



**Legend**

Yellow box: Pliocene - Pleistocene

Green box: Early Cretaceous - Miocene

Purple box: Late Triassic - Early Cretaceous

Red box: Early Permian - Middle Triassic

Black box: pre - Permian

Red T-shaped symbol: High angle fault

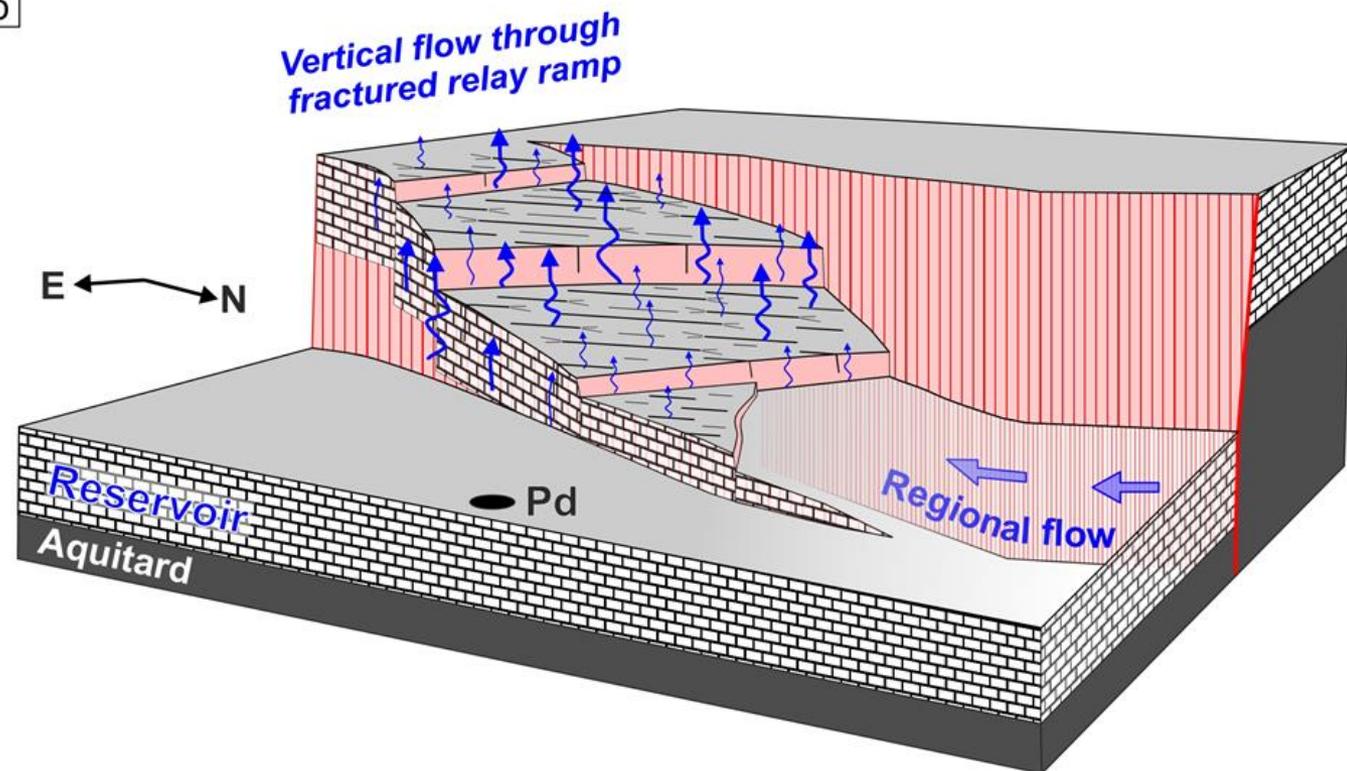
Red triangle symbol: Thrust fault

Light blue arrow: Precipitation

Thick blue arrow: Principal fluid flow

Thin blue arrow: Secondary fluid flow

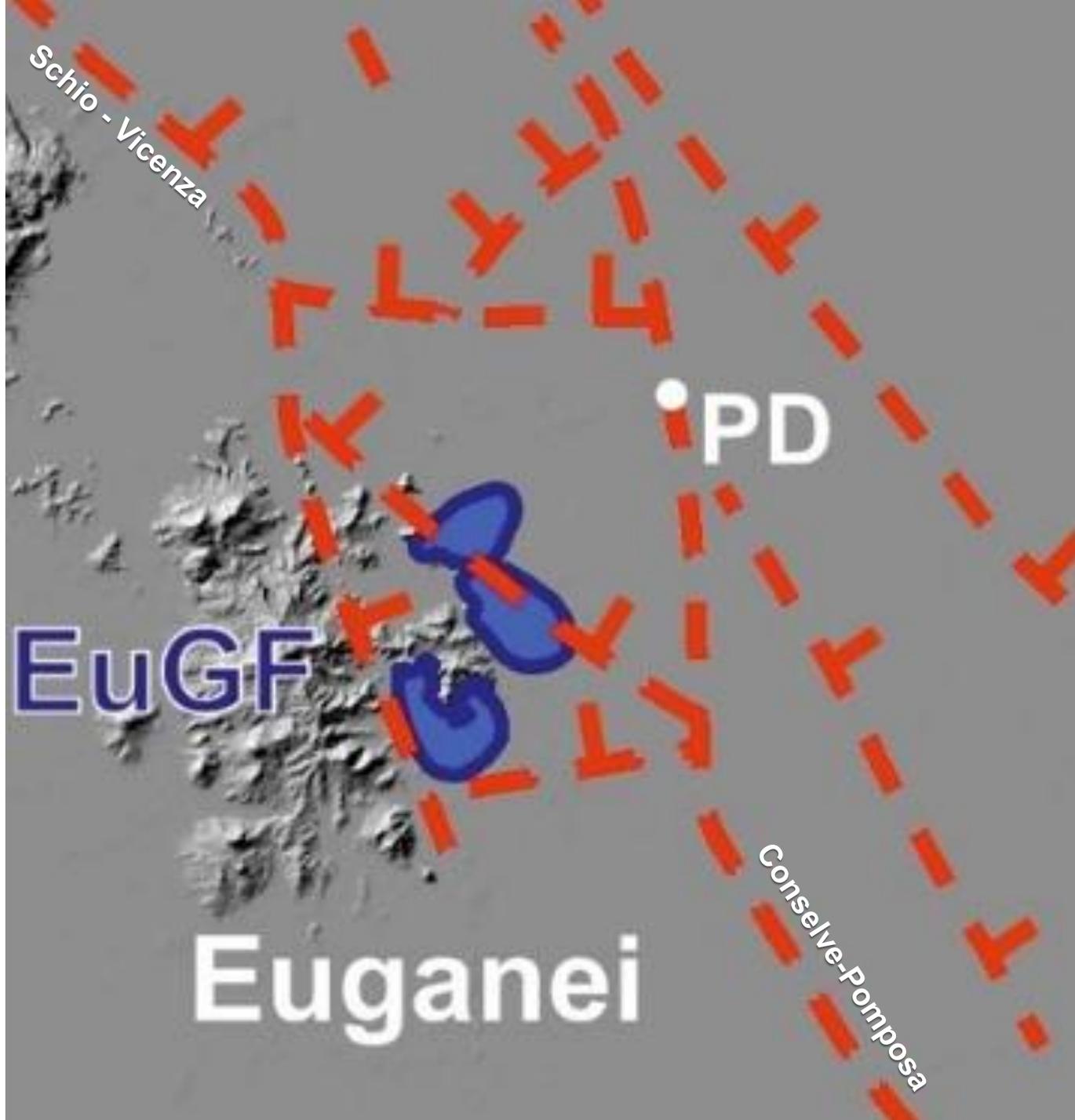
b

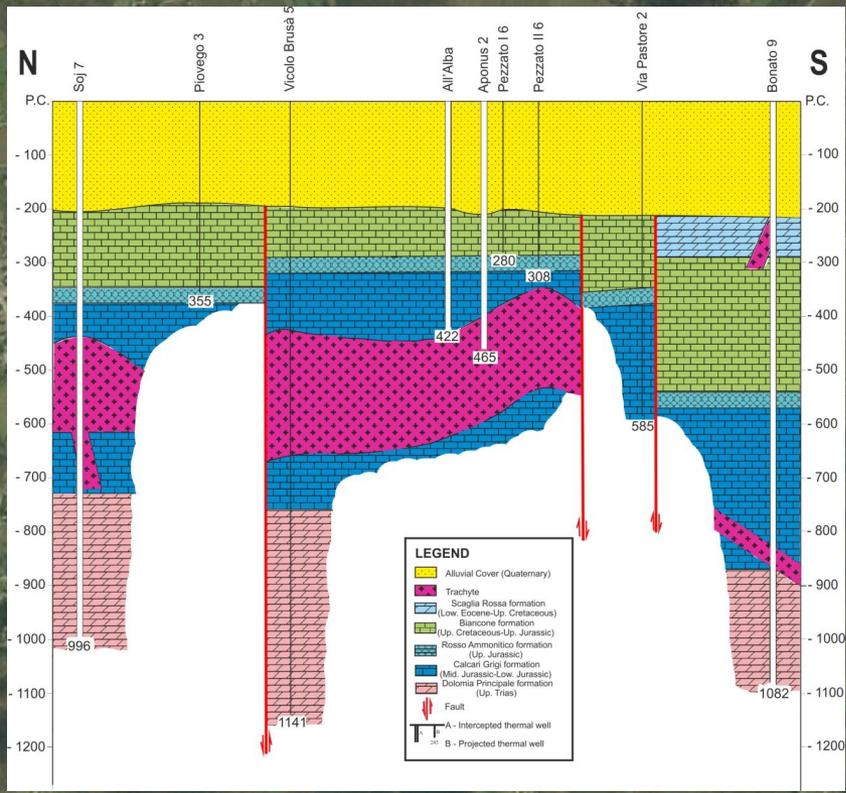
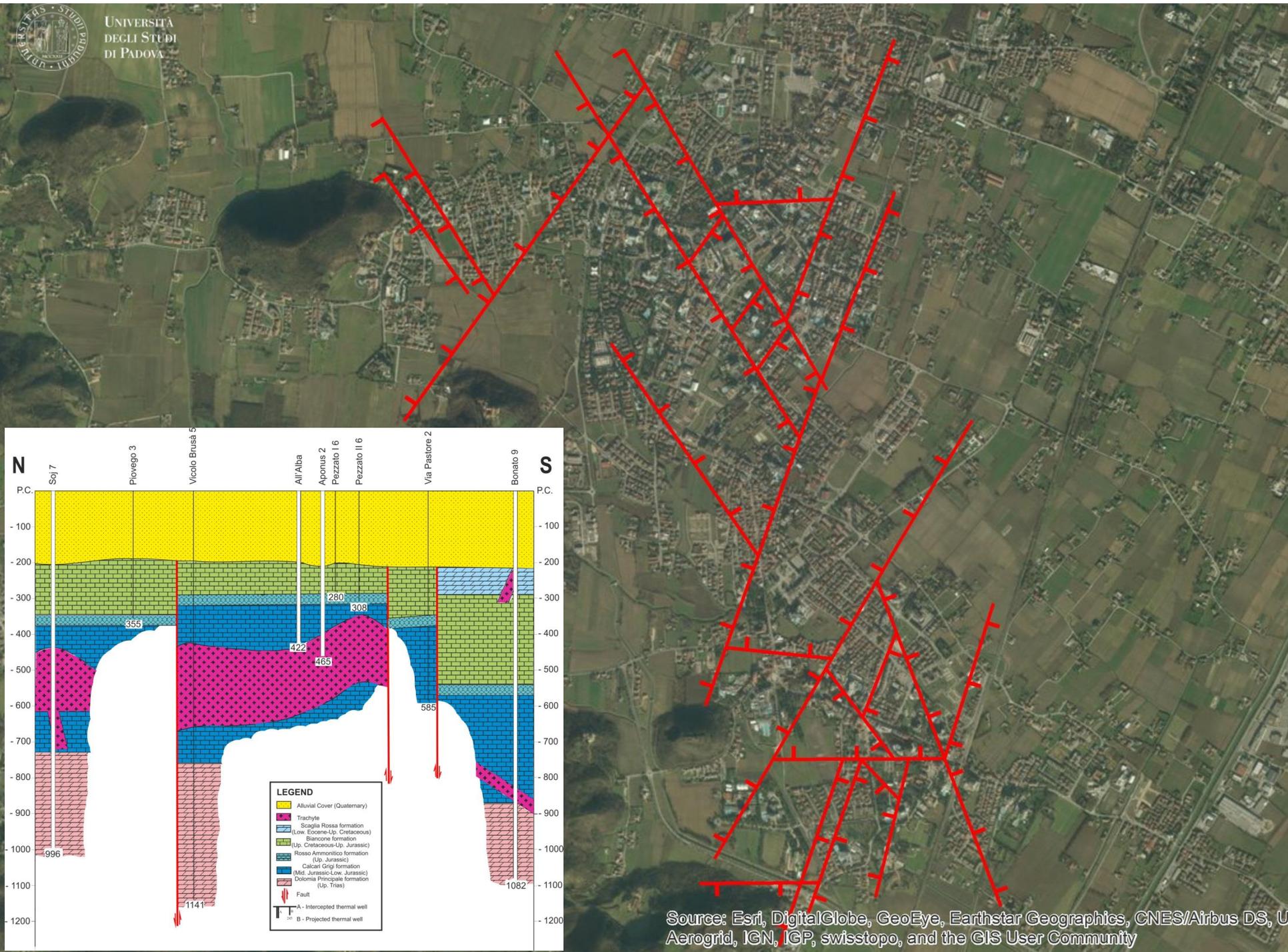


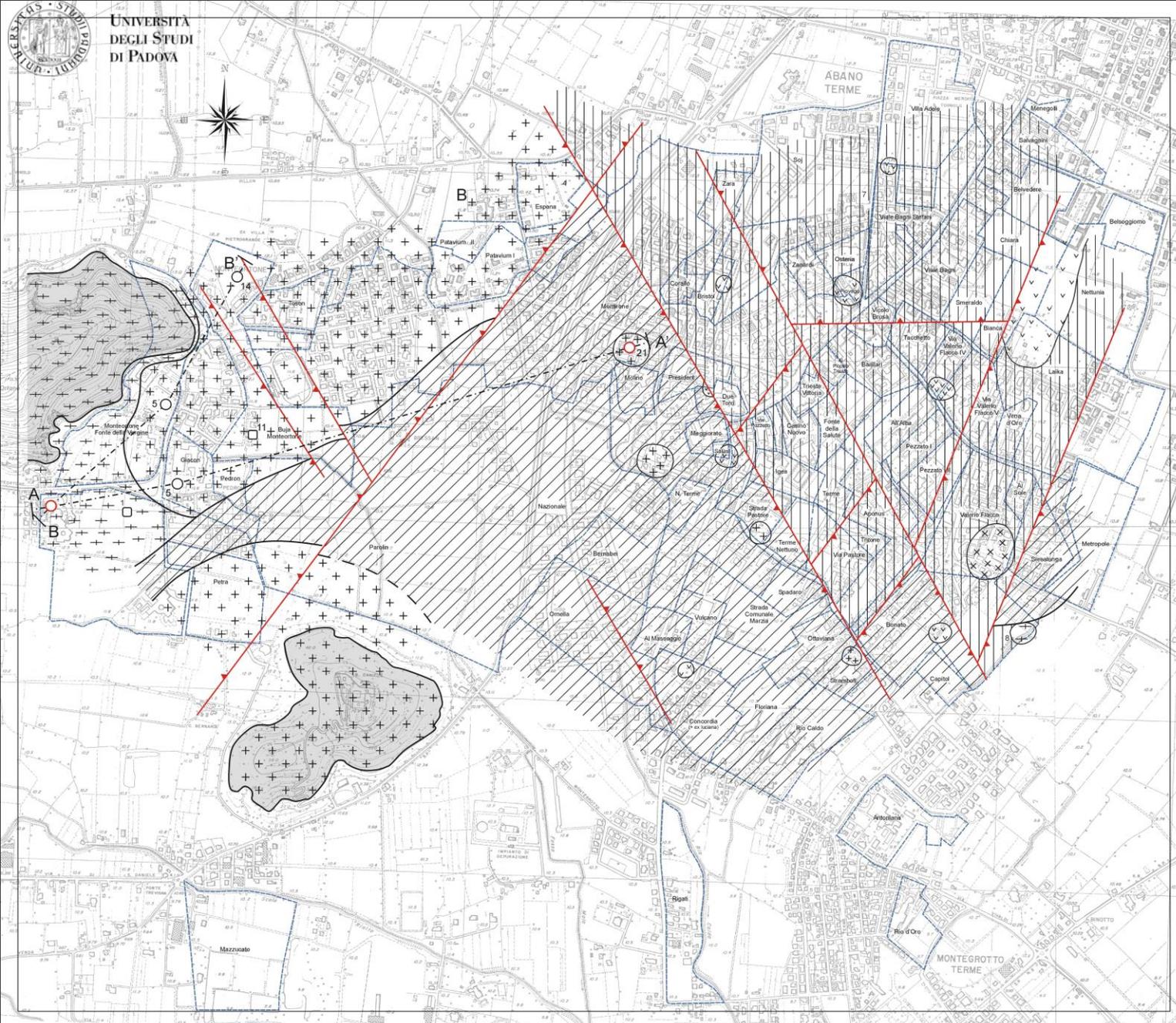
c



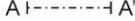








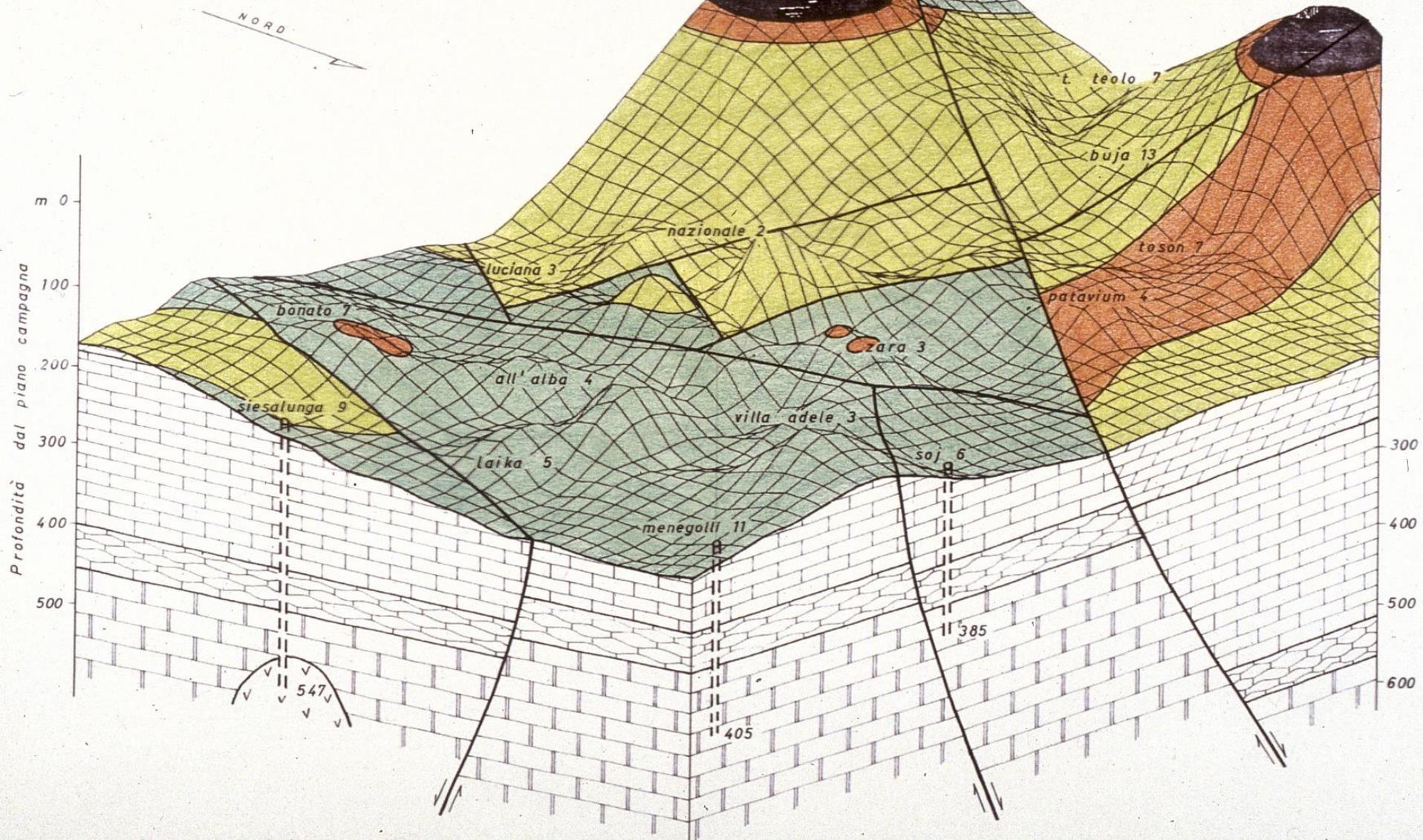
LEGENDA

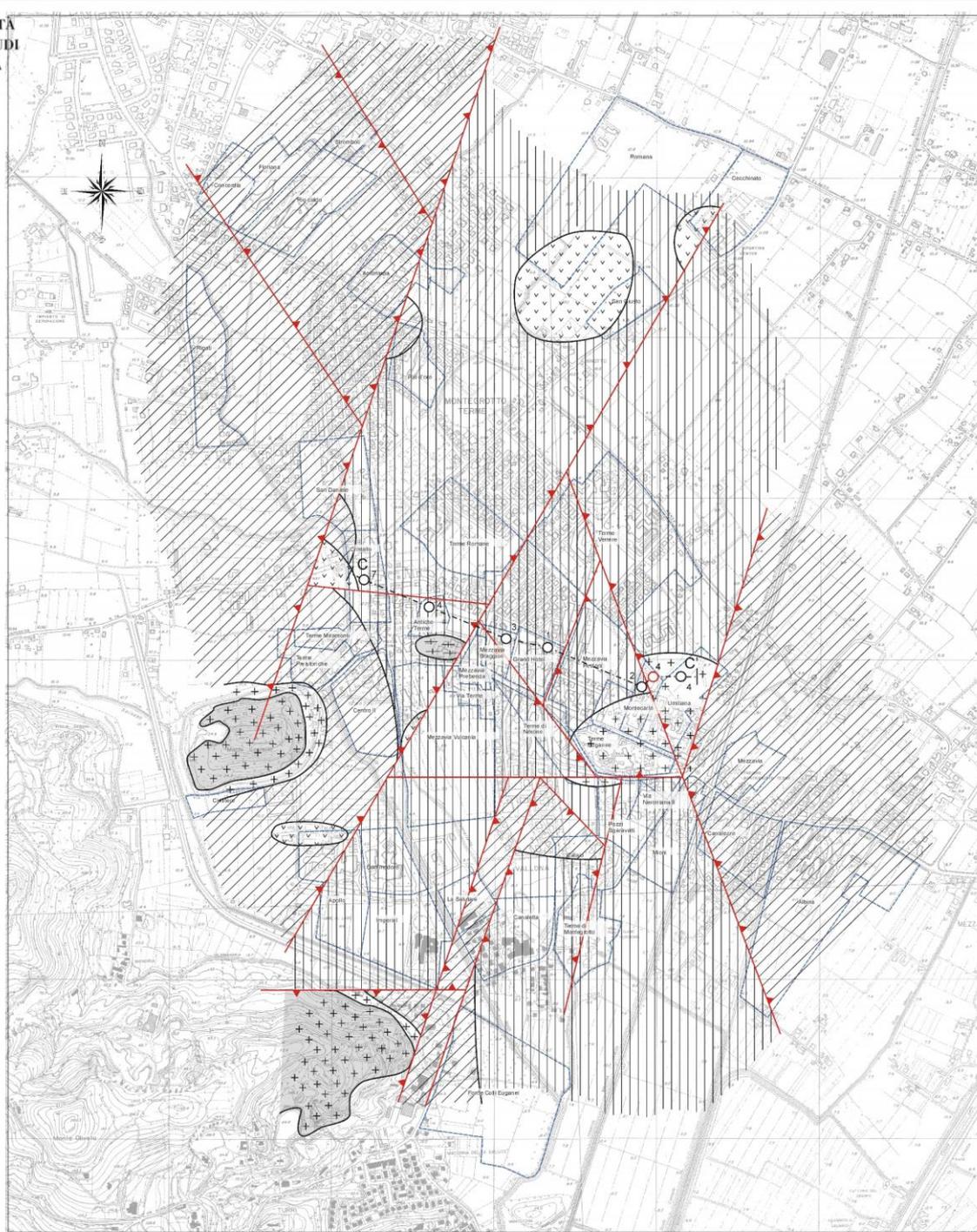
-  Vulcanici terziarie
-  Riolite (ove riconosciuta)
-  Trachite (ove riconosciuta)
-  Latite (ove riconosciuta)
-  Scaglia Rossa
-  Biancone
-  Faglia
-  Pozzo termale ubicato sulla traccia delle
-  Pozzo termale proiettato sulla traccia dell
-  Concessioni minerarie
-  Traccia delle sezioni
-  Substrato roccioso affiorante



M. SAN DANIELE

M. ORTONE





LEGENDA

-  Vulcanici terziari
-  Riolite (ove riconosciuta)
-  Trachite (ove riconosciuta)
-  Latite (ove riconosciuta)
-  Scaglia Rossa
-  Biancone
-  Faglia
-  Pozzo termale ubicato sulla traccia delle sezioni
-  Pozzo termale proiettato sulla traccia delle sezioni
-  Concessioni minerarie
-  A---A' traccia delle sezioni
-  Substrato roccioso affiorante

# MONTIRONE AD ABANO

(primi '900)



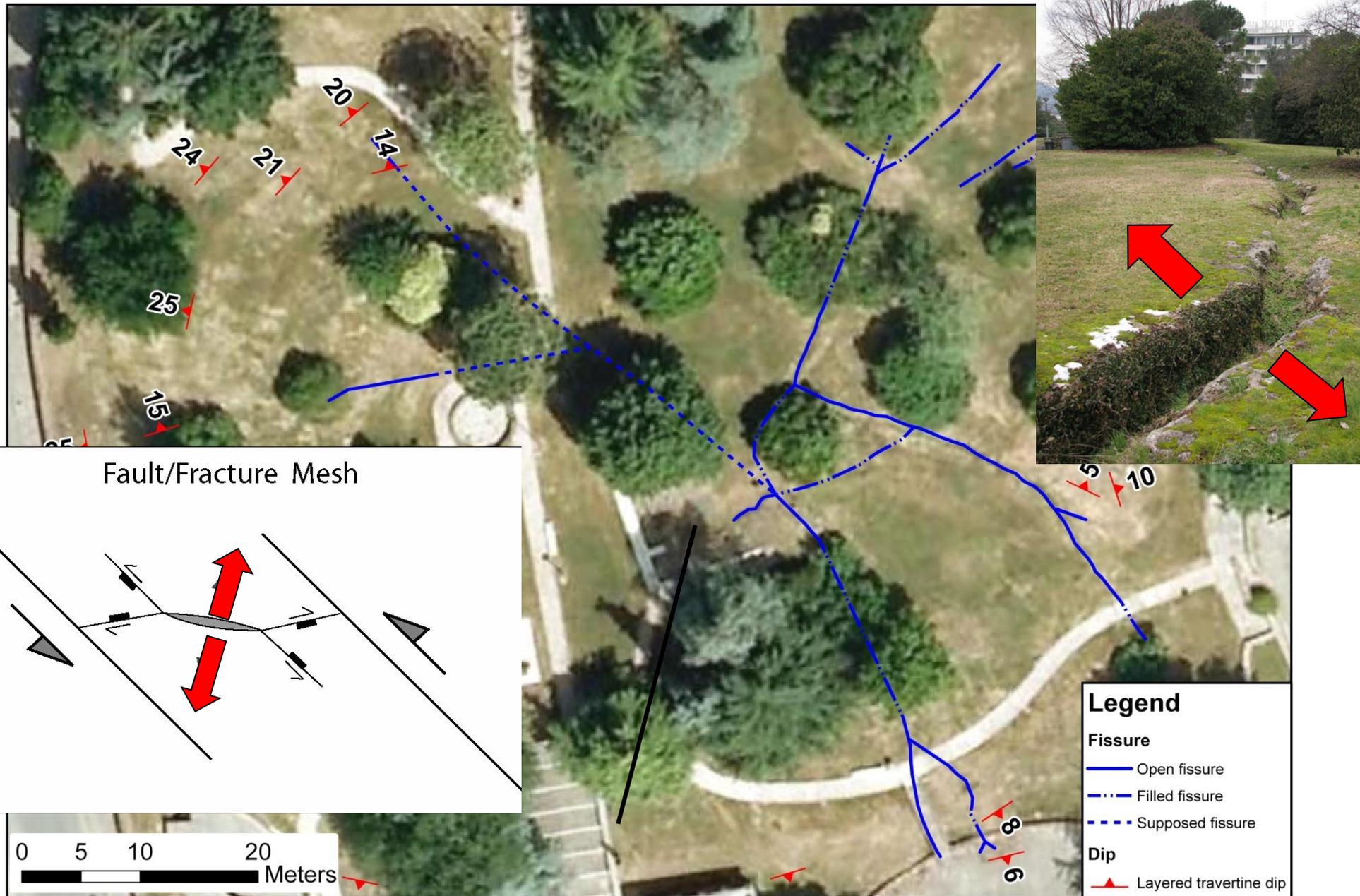
Abano Bagni

Le sorgenti termali

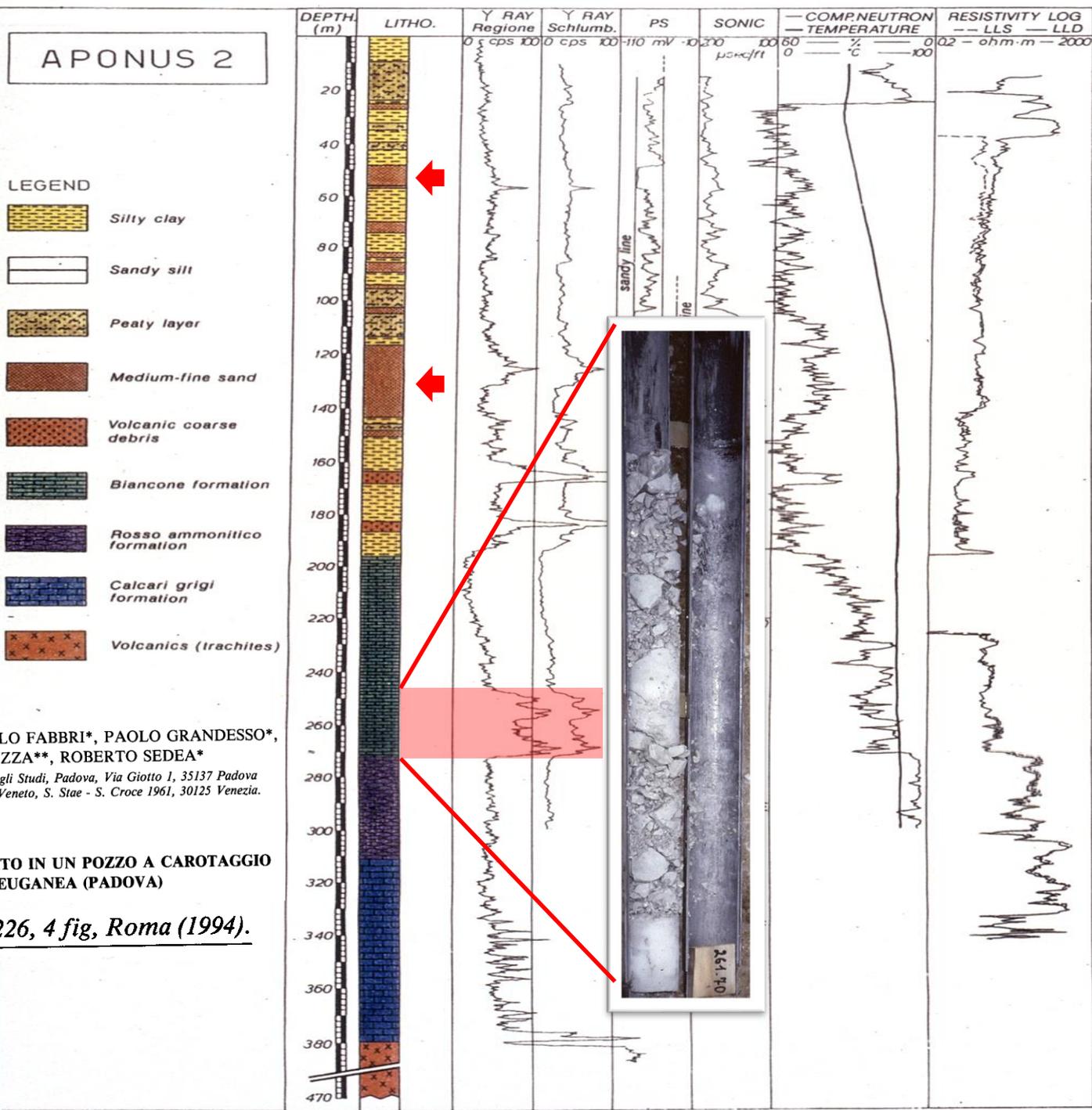


**ABANO TERME (Padova) - Fonte principale Termale - Estrazione del fango da porsì nelle vasche di deposito**

# MONTIRONE HILL - STRUCTURAL ANALYSIS







RENZO ANTONELLI\*, ALBERTO BAGLIONI\*\*, PAOLO FABBRI\*, PAOLO GRANDESSO\*,  
VITTORIO ILCETO\*, LUIGINO SCARAMUZZA\*\*, ROBERTO SEDEA\*

\* Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica, Università degli Studi, Padova, Via Giotto 1, 35137 Padova  
\*\* Dipartimento per la Geologia e le Attività Estrattive, Regione del Veneto, S. Stae - S. Croce 1961, 30125 Venezia.

APPLICAZIONI DEL «GAMMA RAY LOG» ESEGUITO IN UN POZZO A CAROTTAGGIO  
CONTINUO NELL'AREA TERMALE EUGANEA (PADOVA)

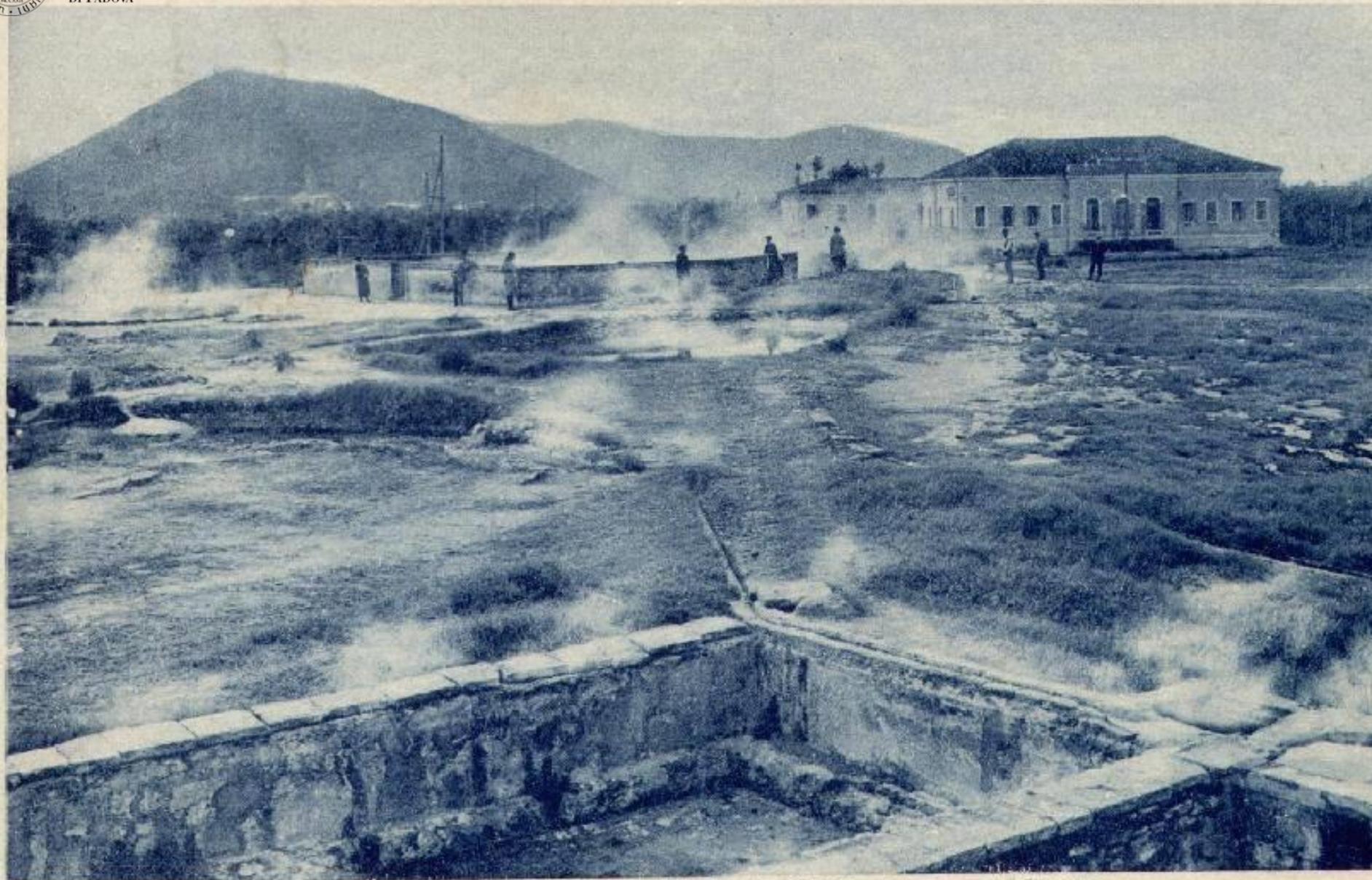
*GEOLOGICA ROMANA, 30: 217-226, 4 fig, Roma (1994).*

# MATERIALI PRESENTI NELLA FALDA ACQUIFERA TERMAL E A 125 m DI PROFONDITA' NEL PARCO MAGNOLIA



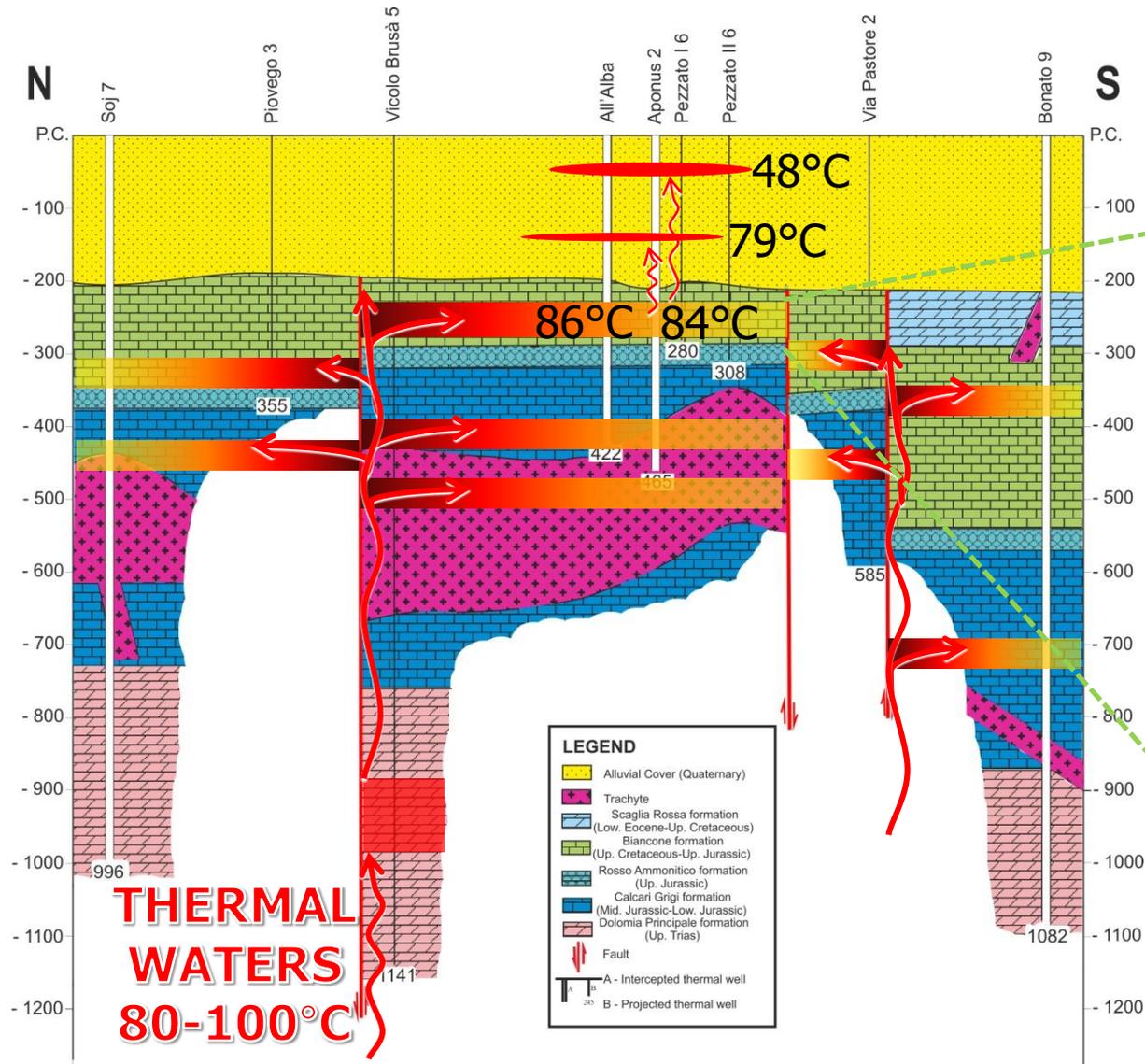


**STRUTTURA DELLA ROCCIA  
SERBATOIO IN ABANO A 261,70 m  
DI PROFONDITA'  
(PARCO MAGNOLIA)**

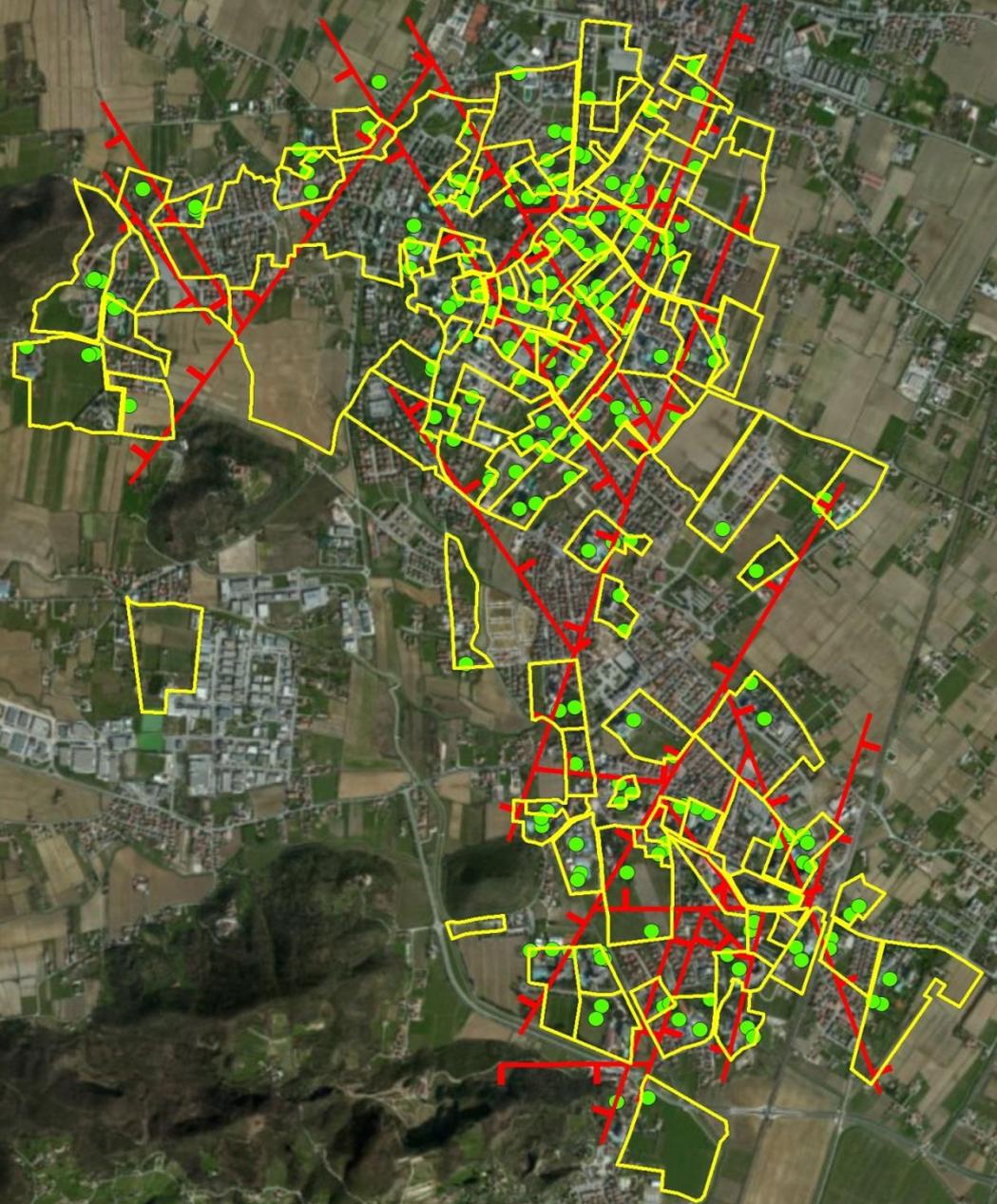


MONTIRONE - Sorgenti principali delle Terme ABANO

# MODELLO CONCETTUALE DEI CAMPI GEOTERMICI EUGANEI



***DISTRIBUZIONE  
DELLE  
CONCESSIONI  
MINERARIE NEI  
CAMPI  
GEOTERMICI  
EUGANEI***



# TRANSMISSIVITY DISTRIBUTION

*up to 500 m*

## Transmissivity in the Geothermal Euganean Basin: A Geostatistical Analysis

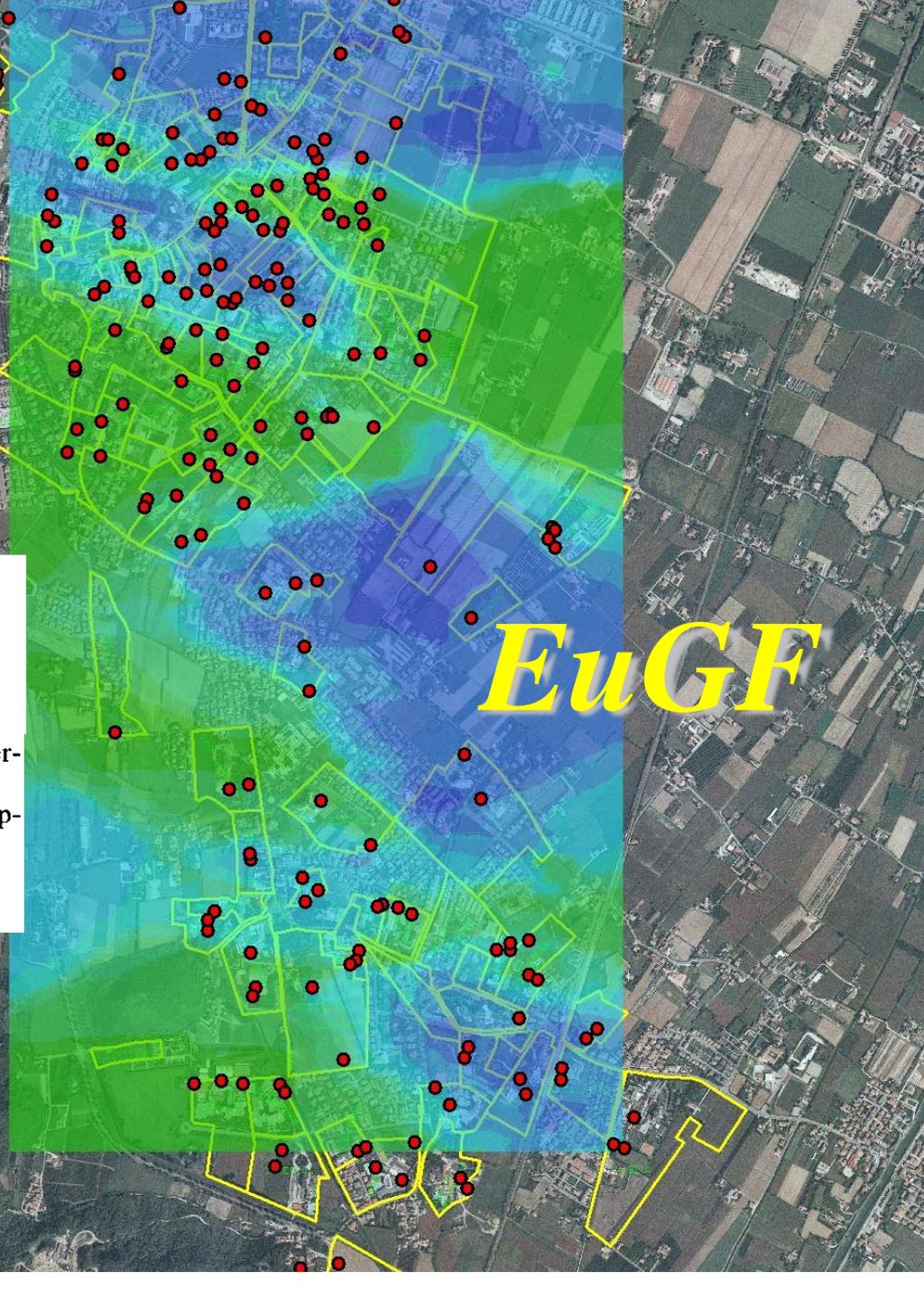
by Paolo Fabbri<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica - Università degli Studi di Padova, Via Giotto 1, 35137 Padova, Italy.

Received December 1995, revised August 1996, accepted September 1996.

Vol. 35, No. 5—GROUND WATER—September-October 1997

*100 < T < 500 m<sup>2</sup>/day*





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

*Probability to find  
temperature > 80°C 500  
m in depth*

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

SCIENCE @ DIRECT®

GEO THERM ICS

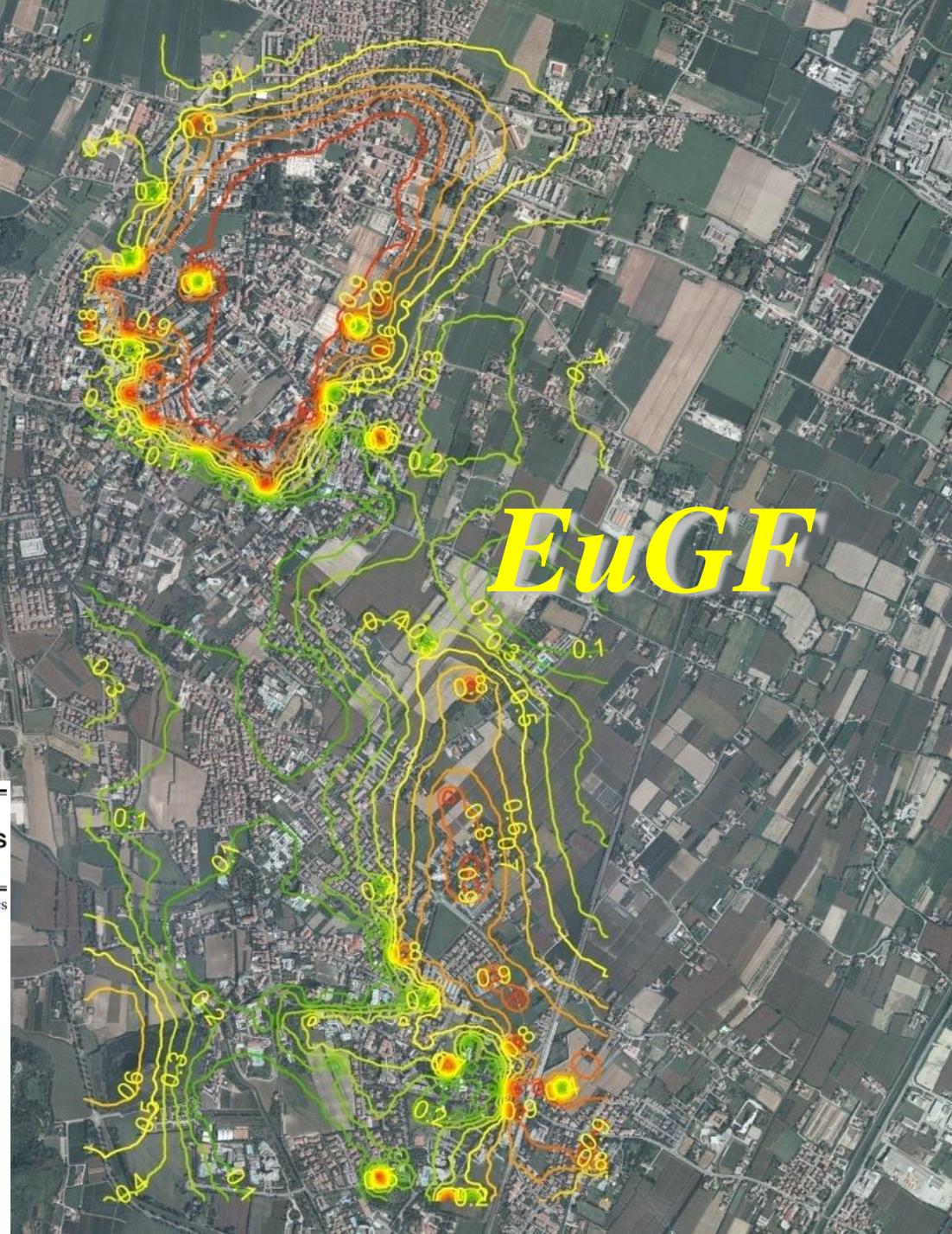
Geothermics 34 (2005) 617–631

[www.elsevier.com/locate/geothermics](http://www.elsevier.com/locate/geothermics)

Paolo Fabbri\*, Sebastiano Trevisani

Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica, Università degli Studi di Padova,  
via Giotto 1, 35127 Padova, Italy

Received 5 October 2004; accepted 28 July 2005



***EuGF***





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

# ESTRAZIONE IN EUGF



Geothermics 70 (2017) 281–294



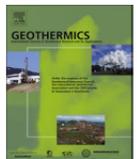
ELSEVIER

2017

Contents lists available at [ScienceDirect](http://ScienceDirect)

Geothermics

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/geothermics](http://www.elsevier.com/locate/geothermics)



Monitoring, utilization and sustainable development of a low-temperature geothermal resource: A case study of the Euganean Geothermal Field (NE, Italy)



Paolo Fabbri<sup>a,b</sup>, Marco Pola<sup>a,b,\*</sup>, Leonardo Piccinini<sup>a,b</sup>, Dario Zampieri<sup>a,b</sup>, Aldo Roghel<sup>c</sup>, Nico Dalla Libera<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Italy

<sup>b</sup> Geothermal System Hydrostructures (GSH), Interdepartmental Centre "Giorgio Levi Cases" for Energy Economics and Technology, Università degli Studi di Padova, Italy

<sup>c</sup> Gestione Unica del Bacino Idrominerario Omogeneo dei Colli Euganei (B.I.O.C.E.), Via Pietro d'Abano, 18, 35031 Abano Terme, Padova, Italy

MONTIRONE - Sorgenti principali delle Terme ABANO

ABANO (Prov. di Padova) - Montegrotto Terme

# 1900

**38 sorgenti**

**8 Abano Terme**

**22 Montegrotto Terme**

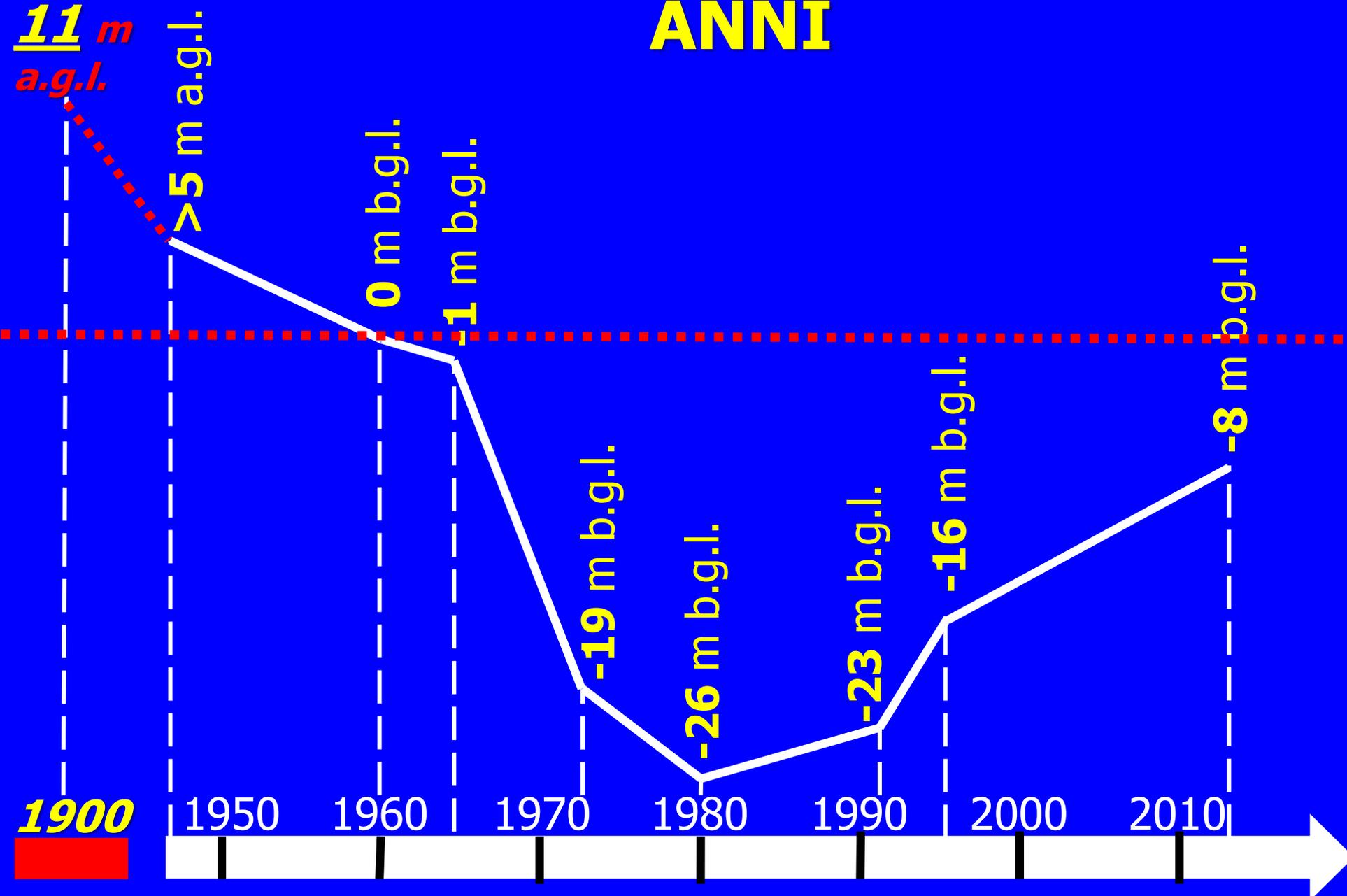
**8 Battaglia Terme & Galzignano Terme**

**1953 → 31** (1 Abano Terme, 22 Montegrotto Terme e 8 Battaglia & Galzignano Terme)



*91 - Abano Terme - Ariston Molino Antiche Terme dal Bar Montirone.*

# VARIAZIONE DEI LIVELLI NEGLI ANNI



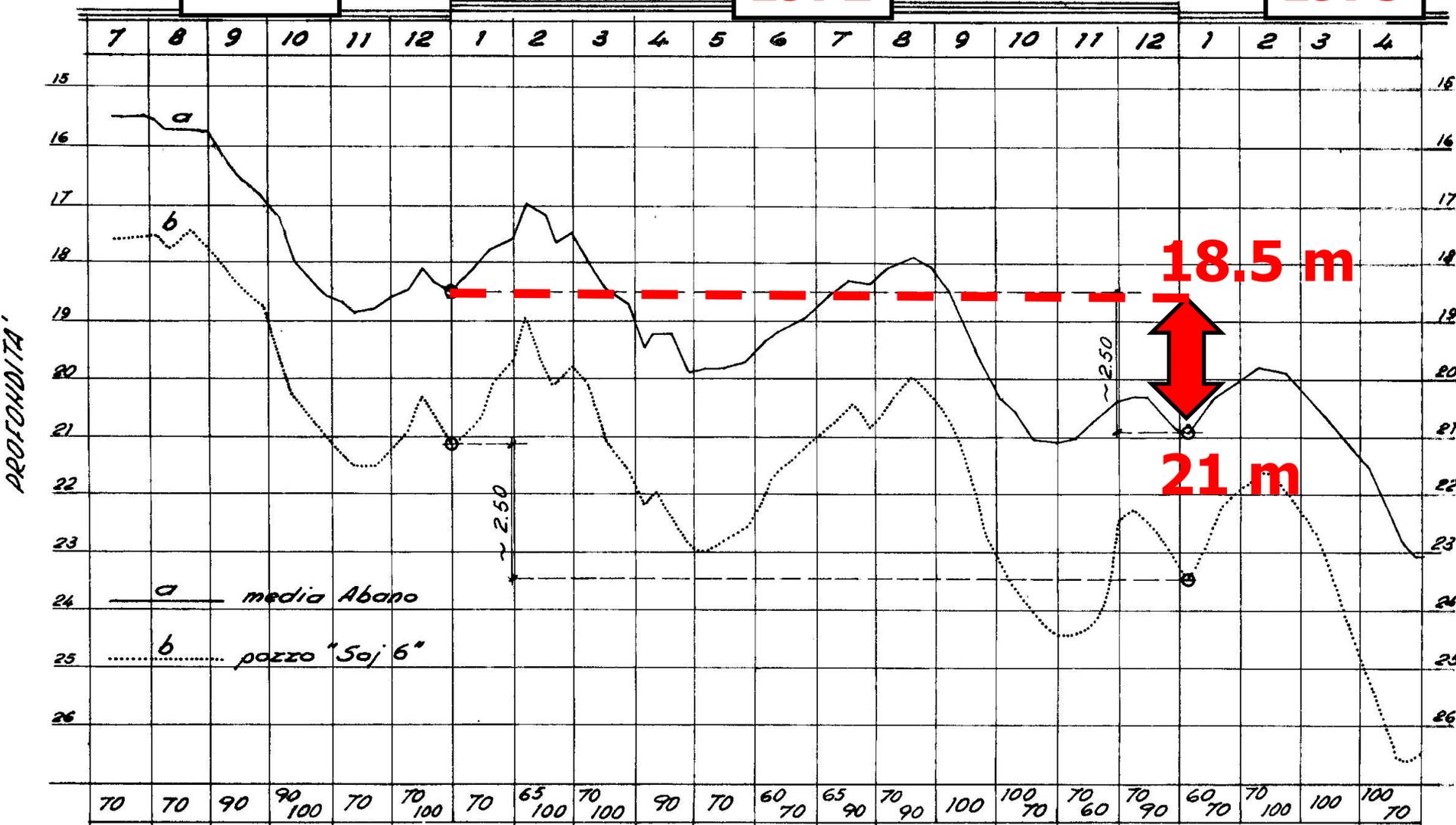
# LIVELLI

Abano

1971

1972

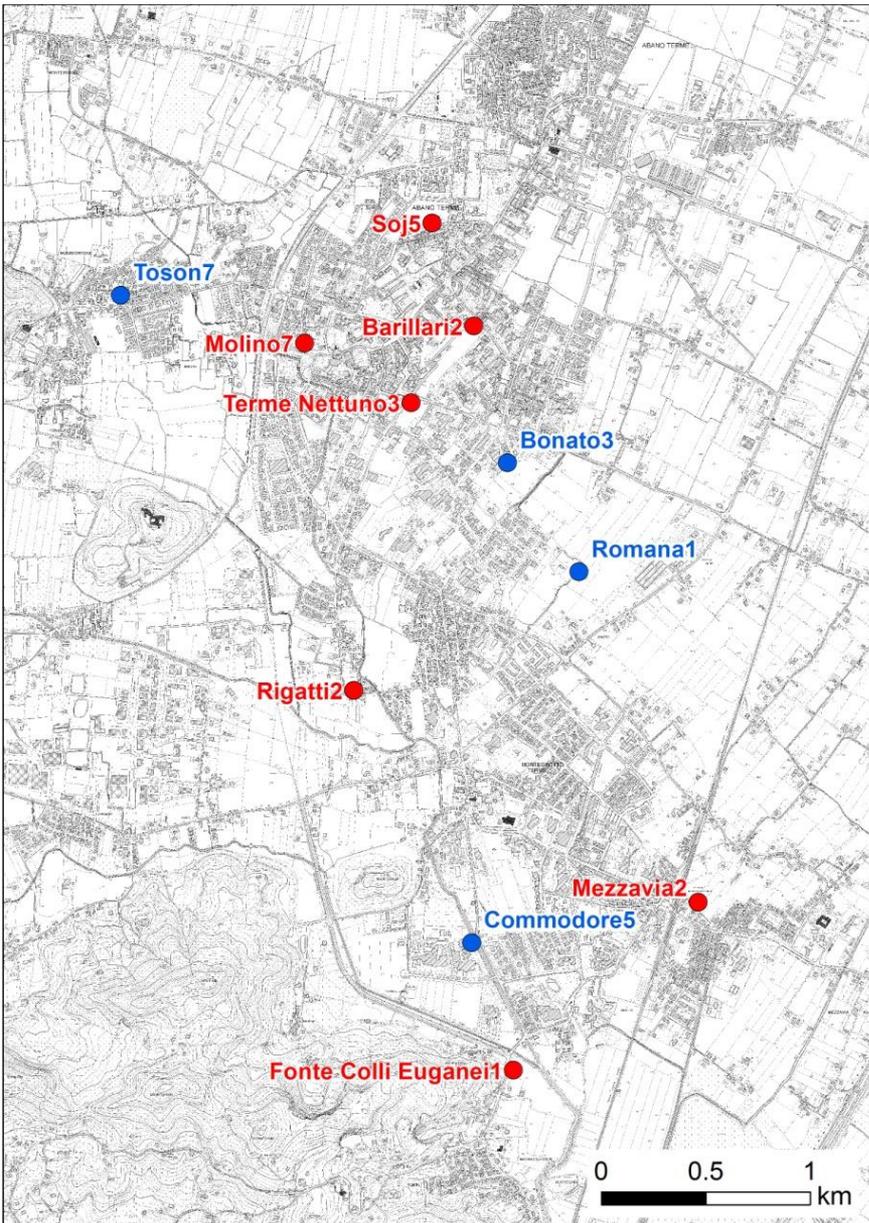
1973



PRODUZIONE (PERCENTUALE SULLA MASSIMA)

# LIVELLO ACQUE SOTTERRANEE

## Monitoraggio livelli 1975-2014



Prima rete controllo 1975:

**Molino 7**

**Soj 5**

**Terme di Nettuno 3**

**Barillari 2**

**Rigatti 2**

**Mezzavia 2**

**Fonte Colli Euganei 1**

...aggiornamento 2014:

**Toson 7**

**Bonato 3**

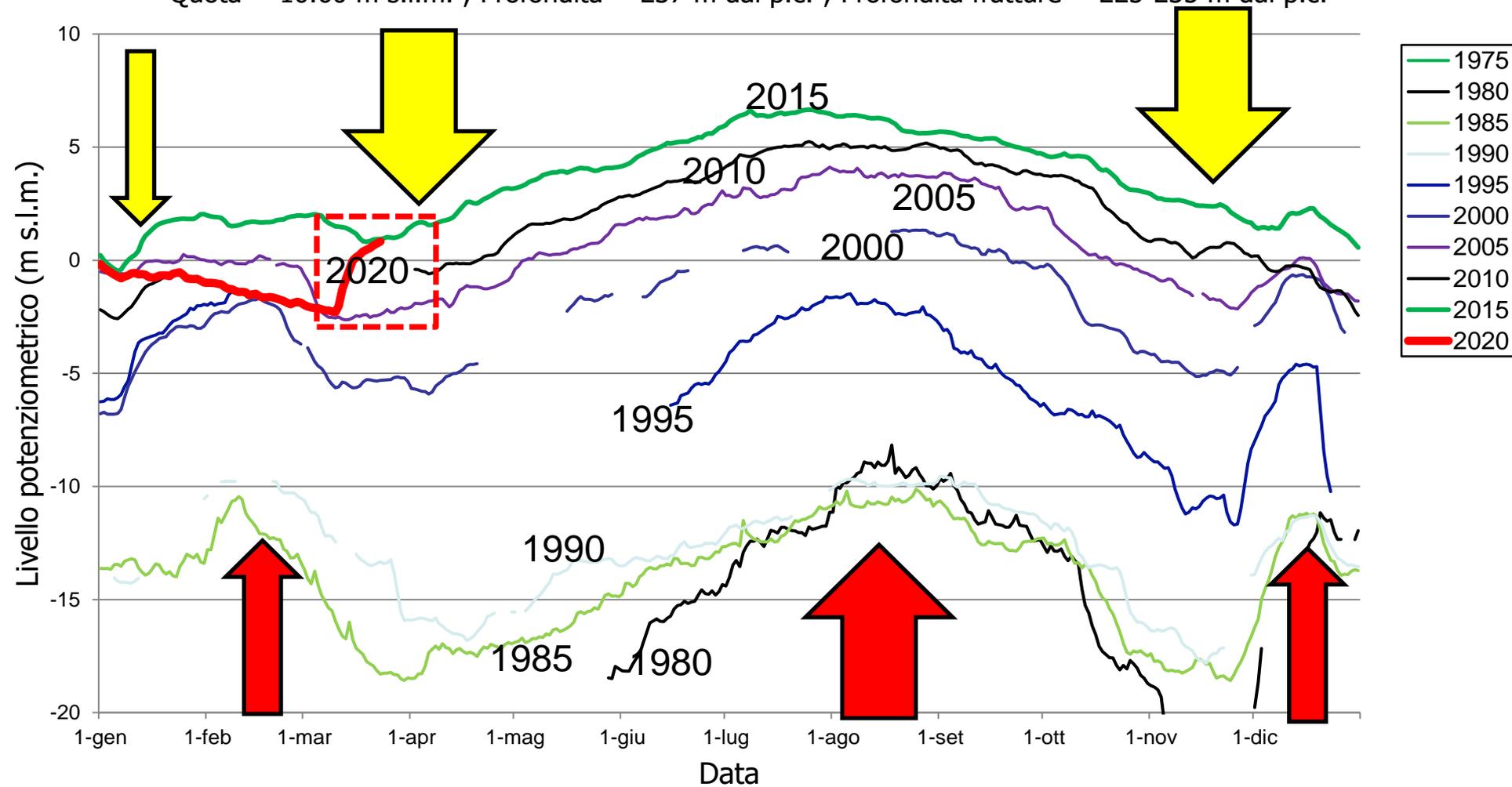
**Romana 1**

**Commodore 5**



## BARILLARI 2

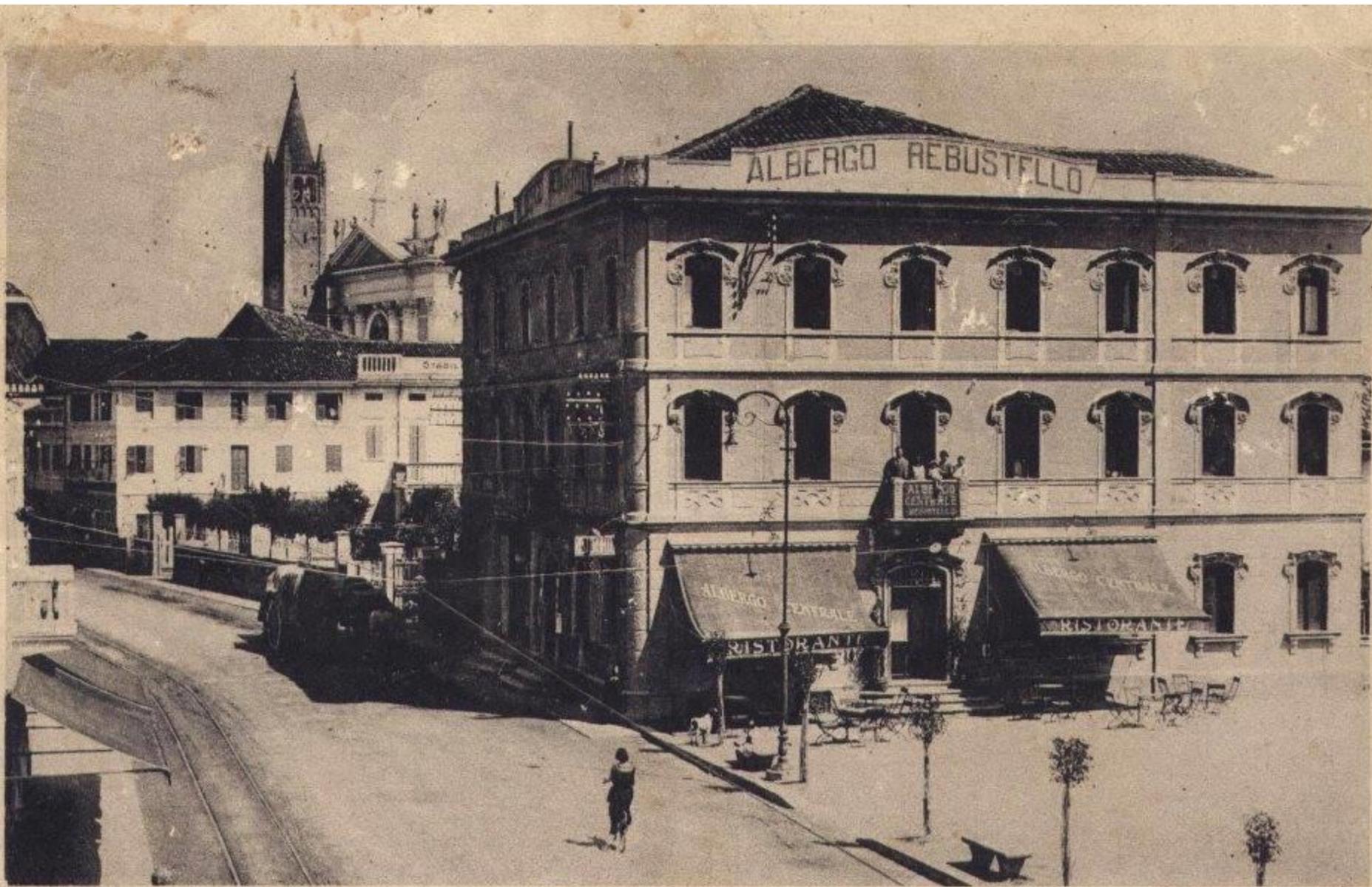
Quota = 10.60 m s.l.m. ; Profondità = 237 m dal p.c. ; Profondità fratture = 225-235 m dal p.c.







**SORGENTE  
TERMALE  
A GALZIGNANO  
(53°C)**



ABANO (Padova) - Centro



# GEOCHIMICA DEI FLUIDI EUGANEI

DEI BAGNI  
DI ABANO  
TRATTATO  
DEL DOTTOR  
SALVATOR MANDRUZZATO

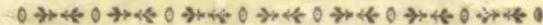
P. P. DI MEDICINA A QUELLE TERME

TRA PENSIONARJ DELLA REALE ACCADEMIA  
DELLE LETTERE, SCIENZE, ED ARTI  
DI PADOVA EC. EC.

PARTE TERZA



PADOVA CIDICCCIV.



PER GIUSEPPE, E FRATELLI PENADA

CON APPROVAZIONE.



# **IDROGEOCHIMICA DELLE ACQUE TERMALI**

- **70%** Na e Cl

- **Elevati**  $\text{SO}_4$ ,  $\text{HCO}_3$  Ca e Mg,  $\text{SiO}_2$

- Acque di Abano con una temperatura tra  $75^\circ < T < 87^\circ \text{ C}$  ed una T.D.S. tra  $3000 < \text{T.D.S.} < 6000 \text{ mg/l}$ ;
- Acque di Montegrotto con una temperatura tra  $70^\circ < T < 80^\circ \text{ C}$  una T.D.S. tra  $2000 < \text{T.D.S.} < 4000 \text{ mg/l}$ ;
- Acque di Battaglia Galzignano con temperatura tra  $60^\circ < T < 75^\circ \text{ C}$  e T.D.S. tra  $1500 < \text{T.D.S.} < 3000 \text{ mg/l}$





# ***GEOCHIMICA DEI GAS***

- $N_2$  in percentuale di volume tra il 70% e 90%
  - Elevate quantità di  $He$
- $Ar$  in percentuale atmosferica
  - Basse quantità di  $H_2$



# **IDROGEOCHIMICA ISOTOPICA DEI FLUIDI EUGANEI**

## **• ISOTOPI STABILI**

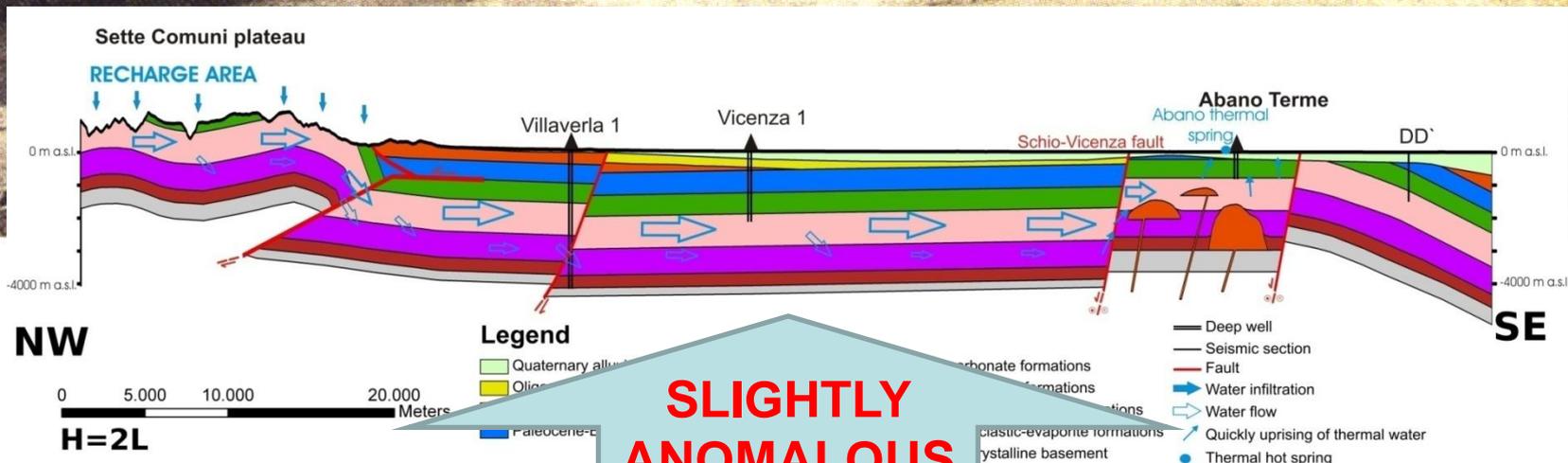
- Analisi di  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  per l'individuazione della quote di infiltrazione. Nel nostro caso l'infiltrazione ipotetica è posta a circa 1500 m s.l.m.

## **• RADIOISOTOPI**

- Analisi sul  $^3\text{H}$  indicano acque con tempi di residenza maggiori di 60 anni.
  - Alcune analisi sul  $^{14}\text{C}$  indicano acque con **alcuni migliaia di anni**. Esistono dei problemi legati alla presenza di spesse coltri calcaree.
- Modeste concentrazioni di **U** ed elevati  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  nel travertino, indicano profondità del circuito ed elevati tempi contatto acqua-roccia



# MODELLO CONCETTUALE VS MODELLO NUMERICO



**SLIGHTLY  
ANOMALOUS  
Geothermal Flux**

## JGR Solid Earth

### RESEARCH ARTICLE

10.1029/2019JB017394

#### Key Points:

- Fracturing related to local extension by fault interaction in a convergent regional setting controls fluid flow in a geothermal system
- Numerical simulations corroborate the impact of structural process driving a local increase in convection and the rising of thermal waters
- Convection enhanced by fracturing can result in temperature values profitable for energy production in low-temperature geothermal resources

## Fault Control on a Thermal Anomaly: Conceptual and Numerical Modeling of a Low-Temperature Geothermal System in the Southern Alps Foreland Basin (NE Italy)

Marco Pola<sup>1</sup> , Mauro Cacace<sup>2</sup> , Paolo Fabbri<sup>3,4</sup> , Leonardo Piccinini<sup>3,4</sup> ,  
Dario Zampieri<sup>3,4</sup> , and Filippo Torresan<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Croatian Geological Survey, Zagreb, Croatia, <sup>2</sup>Helmholtz Centre Potsdam, GFZ German Research Centre for Geosciences, Telegrafenberg, Potsdam, Germany, <sup>3</sup>Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Padova, Italy, <sup>4</sup>Geothermal System Hydrostructures (GSH), Interdepartmental Centre “Giorgio Levi Cases” for Energy Economics and Technology, Università degli Studi di Padova, Padova, Italy

Environ Geochem Health

<https://doi.org/10.1007/s10653-021-01028-4>



ORIGINAL PAPER

# SECONDO MODELLO 2021

## Numerical modeling as a tool for evaluating the renewability of geothermal resources: the case study of the Euganean Geothermal System (NE Italy)

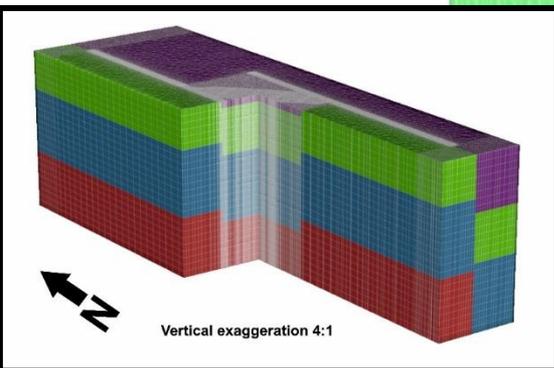
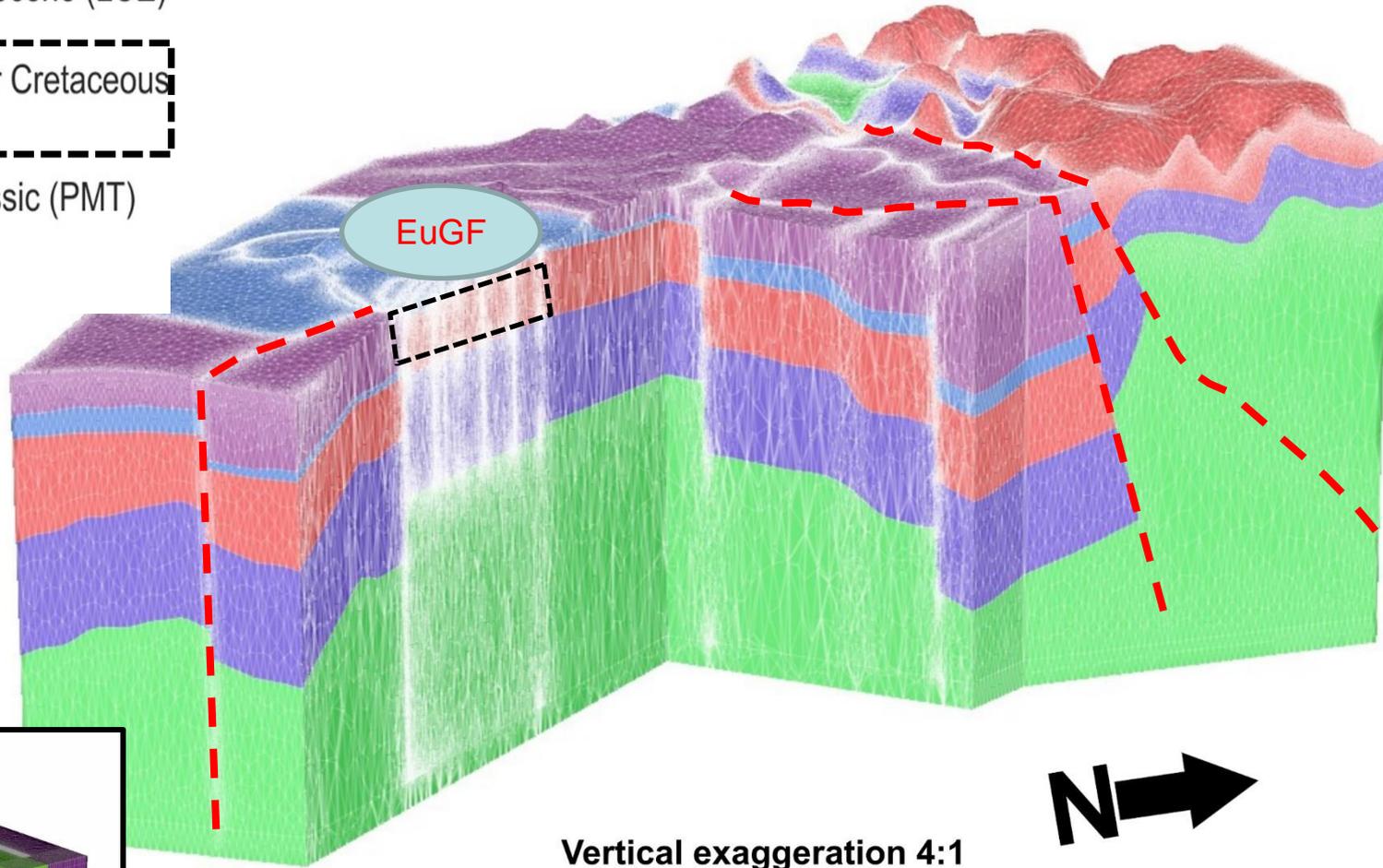
Filippo Torresan  · Leonardo Piccinini  · Mauro Cacace  · Marco Pola  ·  
Dario Zampieri  · Paolo Fabbri 

Received: 28 August 2020 / Accepted: 27 June 2021

© The Author(s) 2021

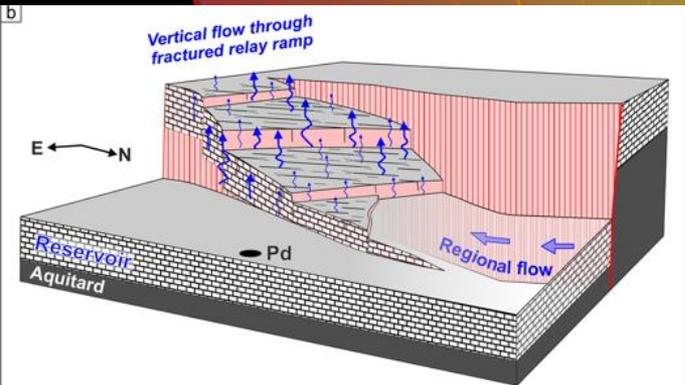
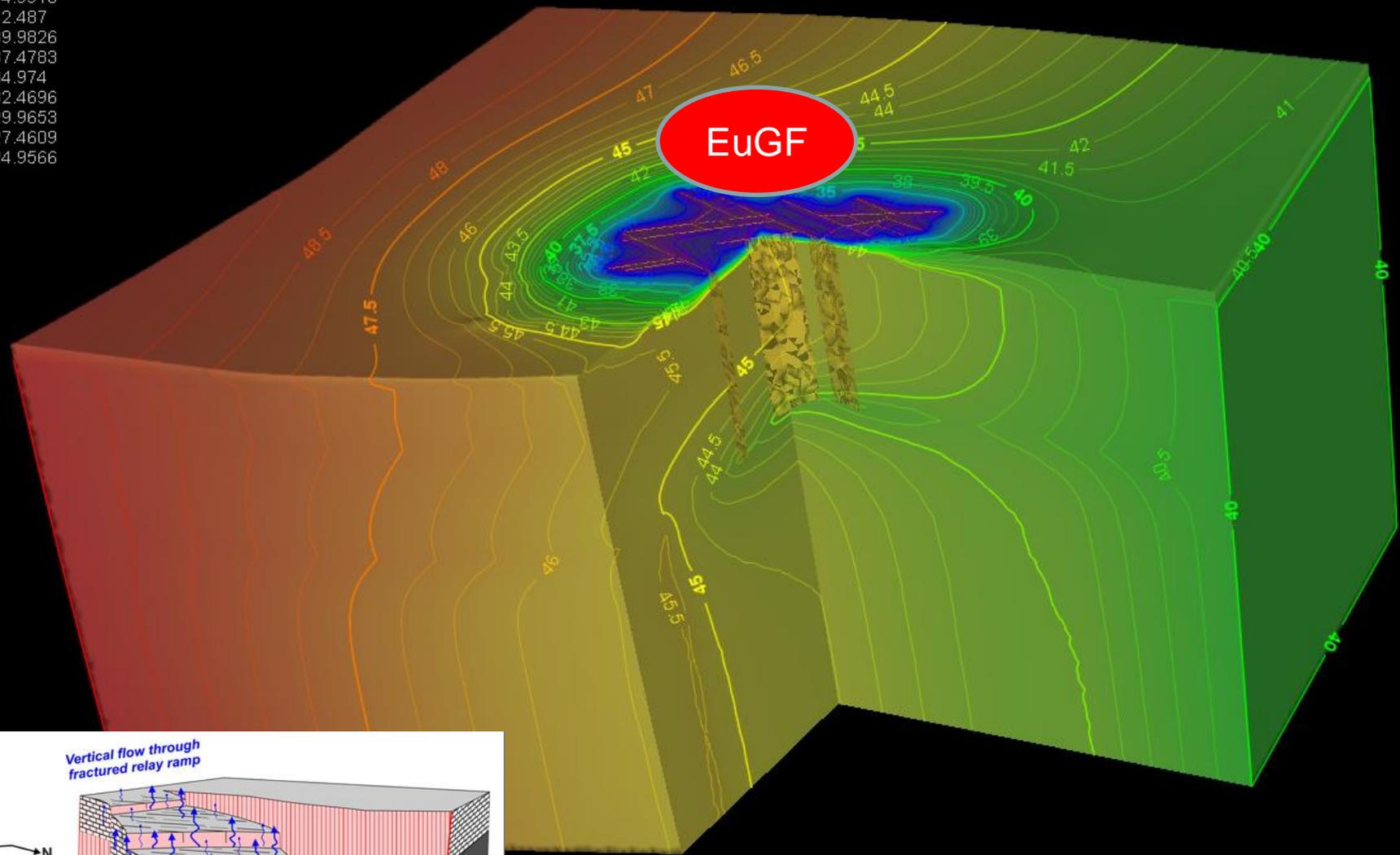
# UNSTRUCTURED MESH

-  Eocene - Miocene (EM)
-  Lower Cretaceous - Eocene (LCE)
-  Upper Triassic - Lower Cretaceous (UTLC)
- 
-  Permian - Middle Triassic (PMT)
-  Pre-Permian (PP)



Hydraulic head - Continuous - [m]  
 Hydraulic head - Isolines - [m]  
 In-line labels

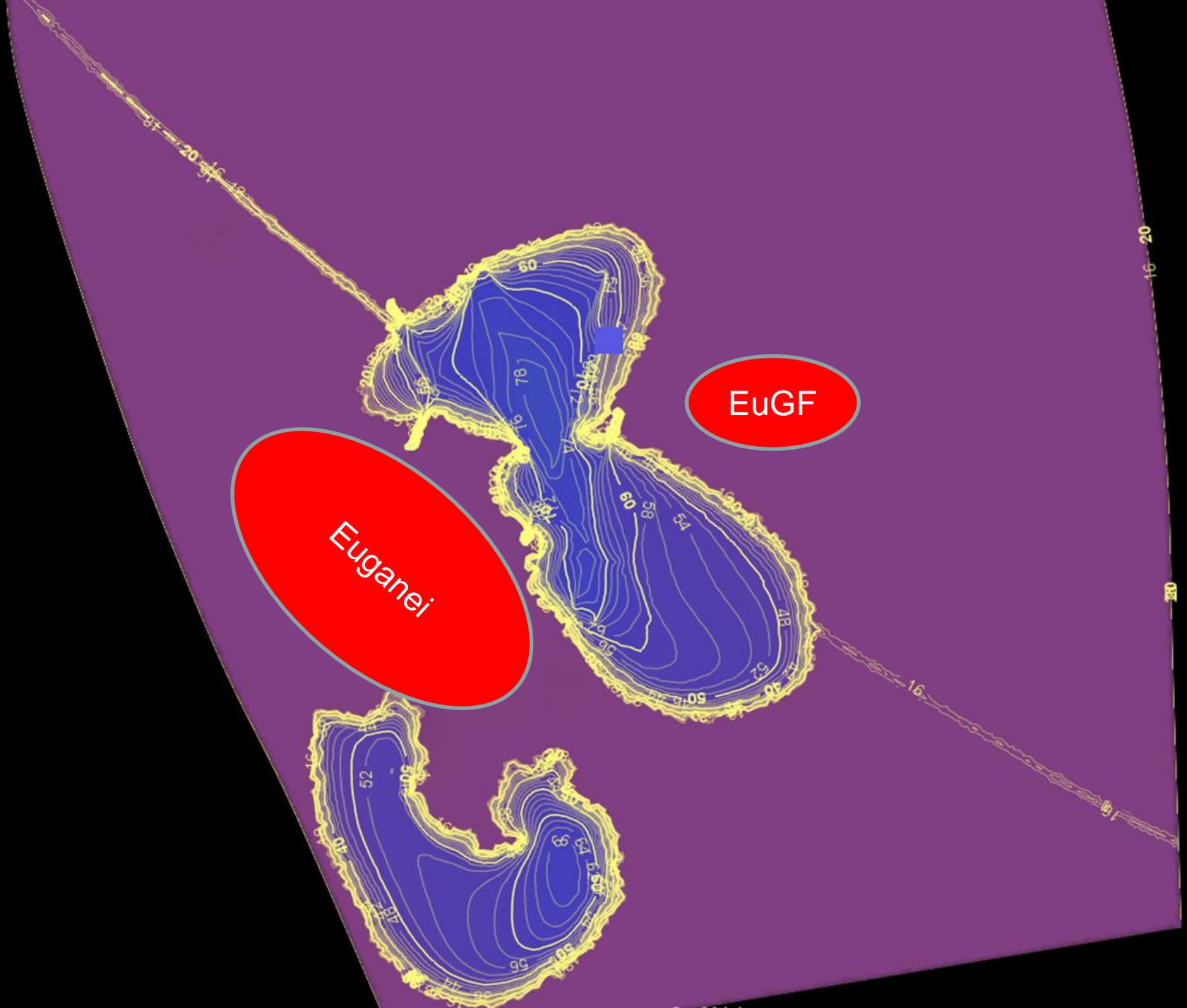
|         |
|---------|
| 50      |
| 47.4957 |
| 44.9913 |
| 42.487  |
| 39.9826 |
| 37.4783 |
| 34.974  |
| 32.4696 |
| 29.9653 |
| 27.4609 |
| 24.9566 |



14223 faces selected  
 1e+07 [a]

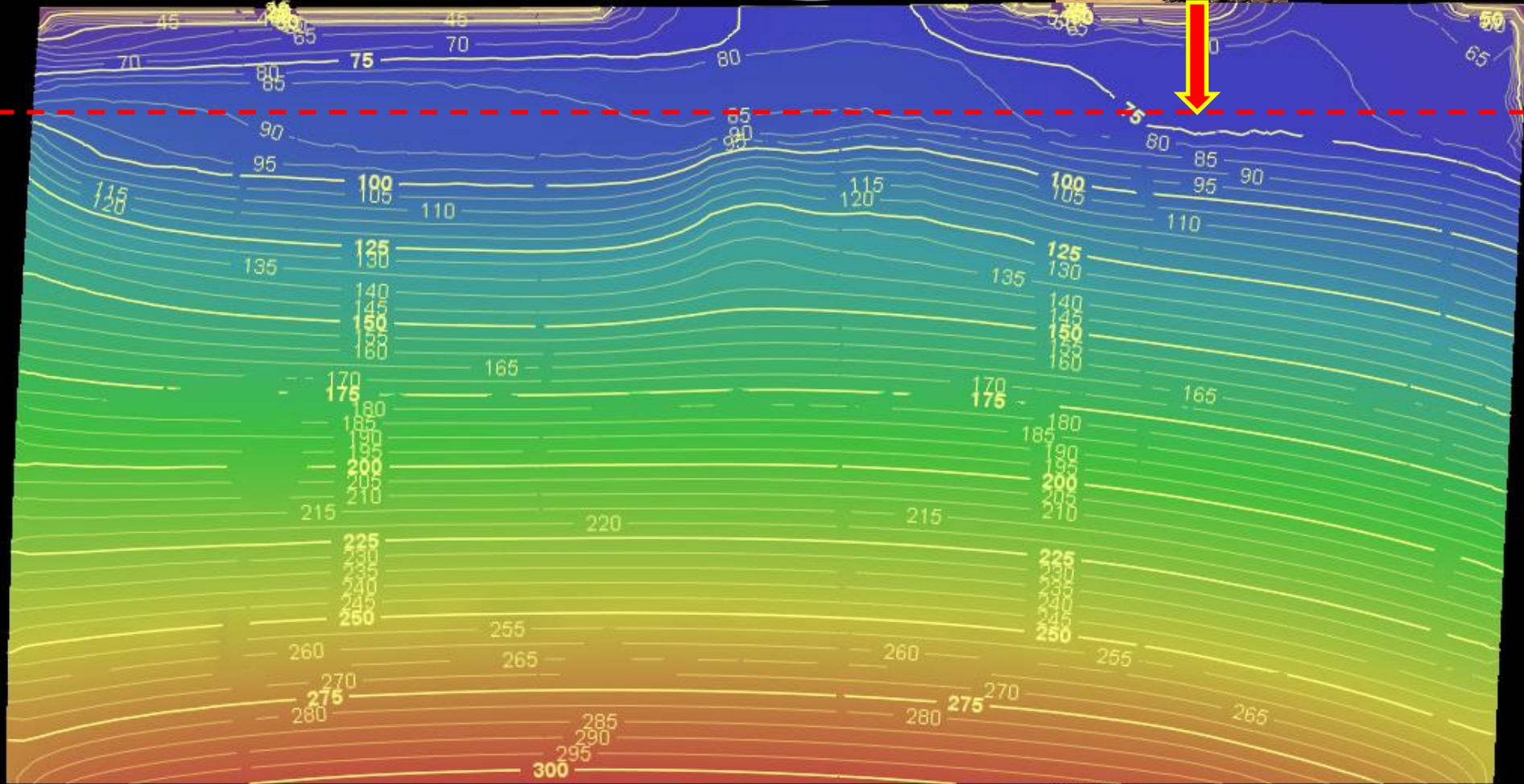
Temperature  
- Continuous -  
[°C]

- 301.413
- 272.772
- 244.13
- 215.489
- 186.848
- 158.207
- 129.565
- 100.924
- 72.2826
- 43.6413
- 15



- 132.117
- 102.838
- 73.5584
- 44.2792
- 15

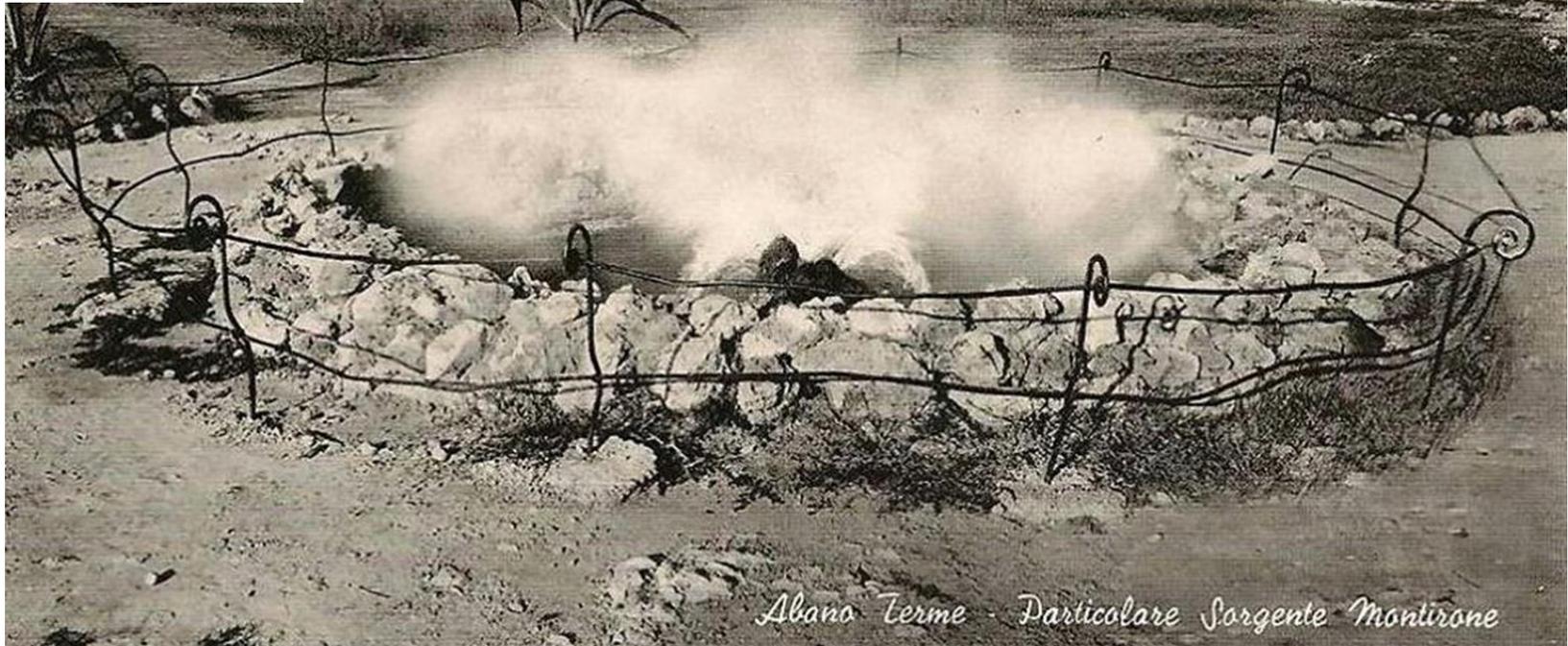
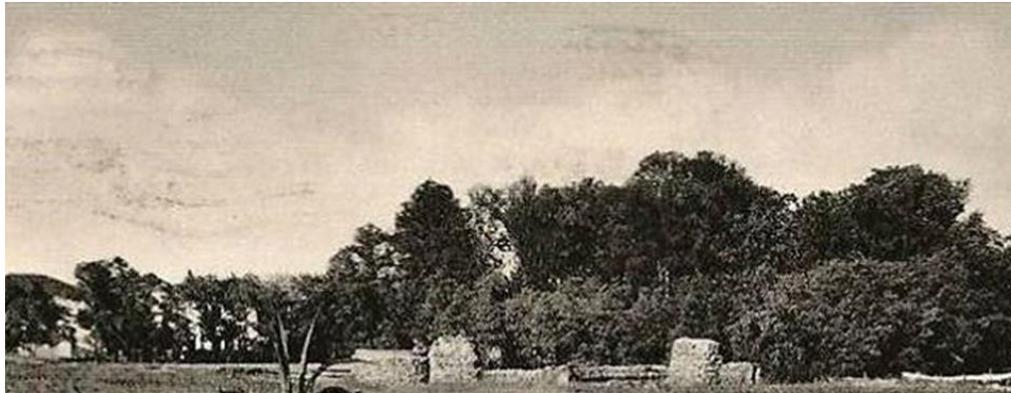
EuGF



1e+07 [a]

# Conclusioni

- Siamo stati particolarmente fortunati nella zona EUGANEA



*Albano Terme - Particolare Sorgente Montirone*

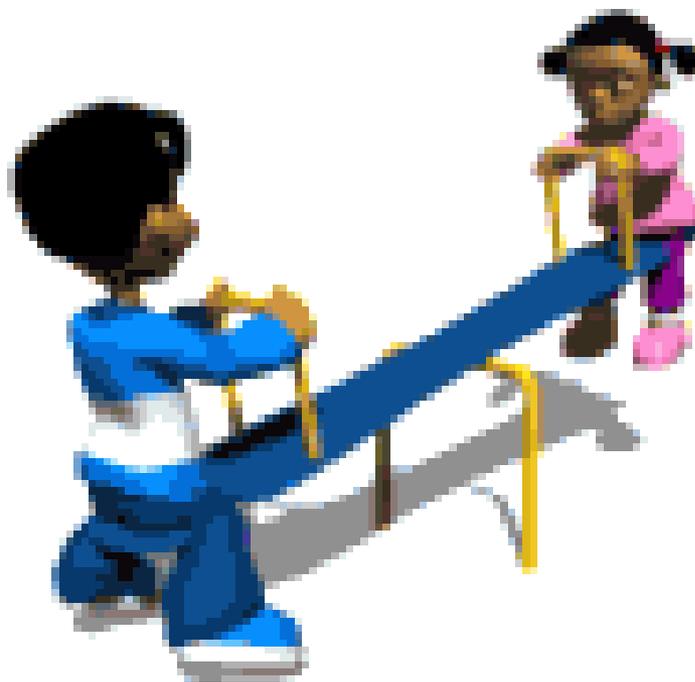
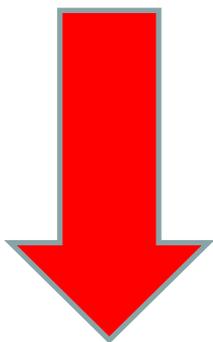
# **COSA DOBBIAMO**

# **ASSOLUTAMENTE FARE**

## **PER USO SOSTENIBILE DI QUESTA RISORSA**

- MONITORAGGIO **LIVELLI**, TEMPERATURE E CONSUMI

**LIVELLI**



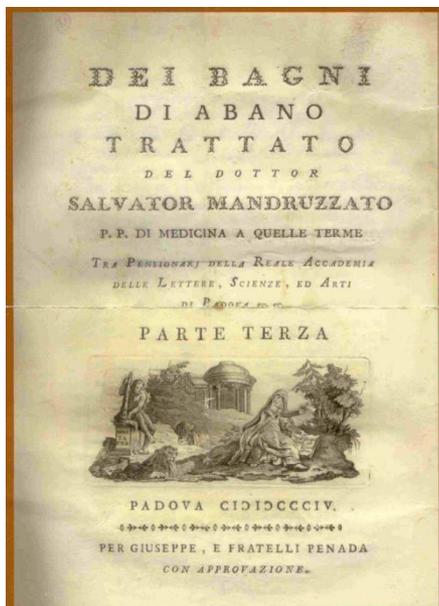
**ESTRAZIONI**





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

# AL CORTESE LEGGITTORE.



1789

**L** Così universale il costume di dare i caratteri d'importanza alle cose le più triviali, e comuni che, se per avventura succede che talora una ne comparisca alla luce veramente utile, ed importante, ella può essere di leggieri o non curata o riputata degna della sorte dell'altre da chi stanco di avere perduto inutilmente il suo tempo non si ferma alcun poco a considerarla.