

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

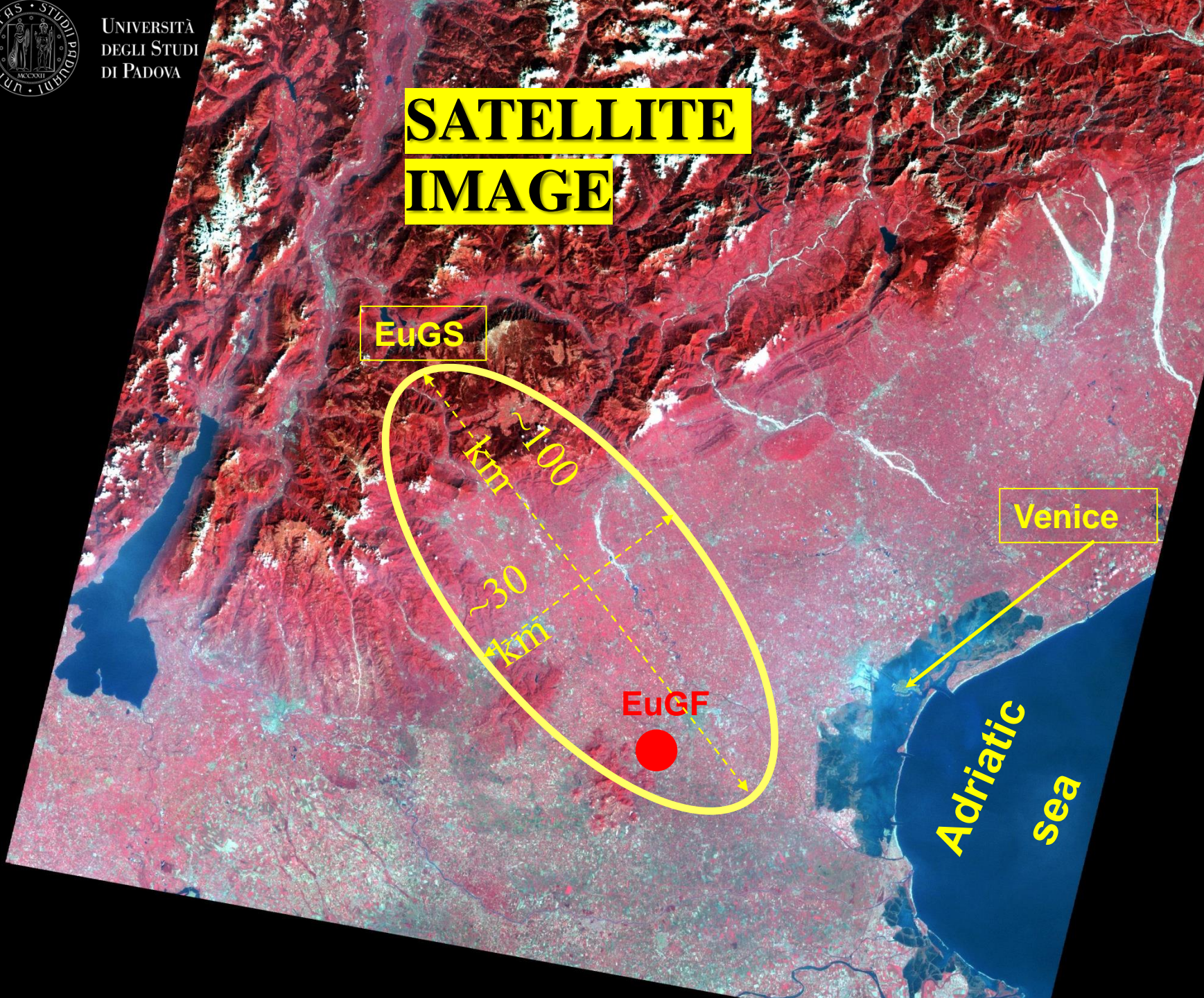
EuGS

~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



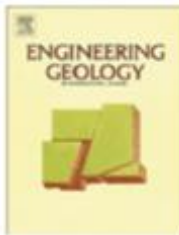
ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Engineering Geology

2020

journal homepage: www.elsevier.com/locate/enggeo



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

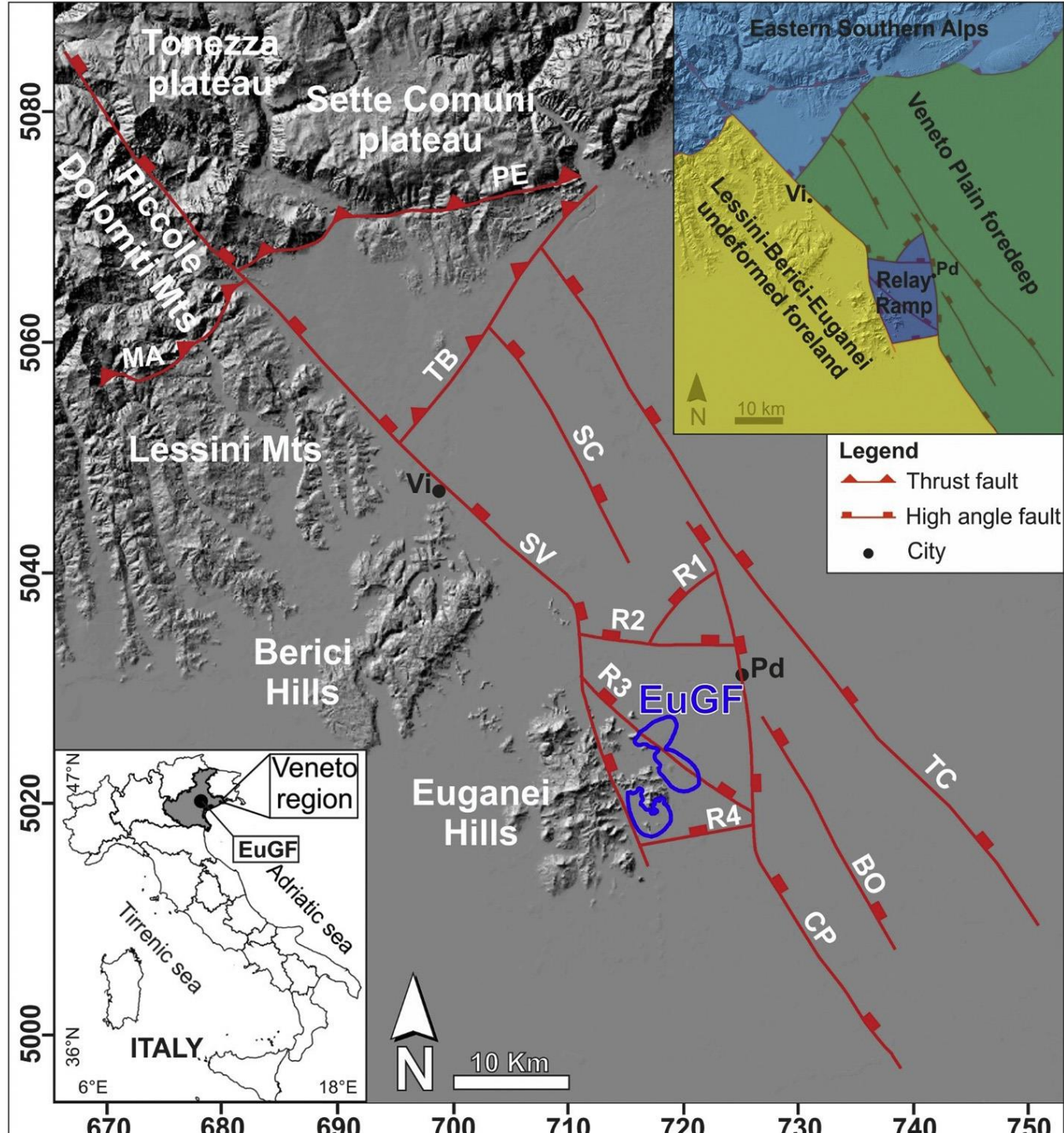
Filippo Torresan^a, Leonardo Piccinini^{a,b,*}, Marco Pola^c, Dario Zampieri^{a,b}, Paolo Fabbri^{a,b}

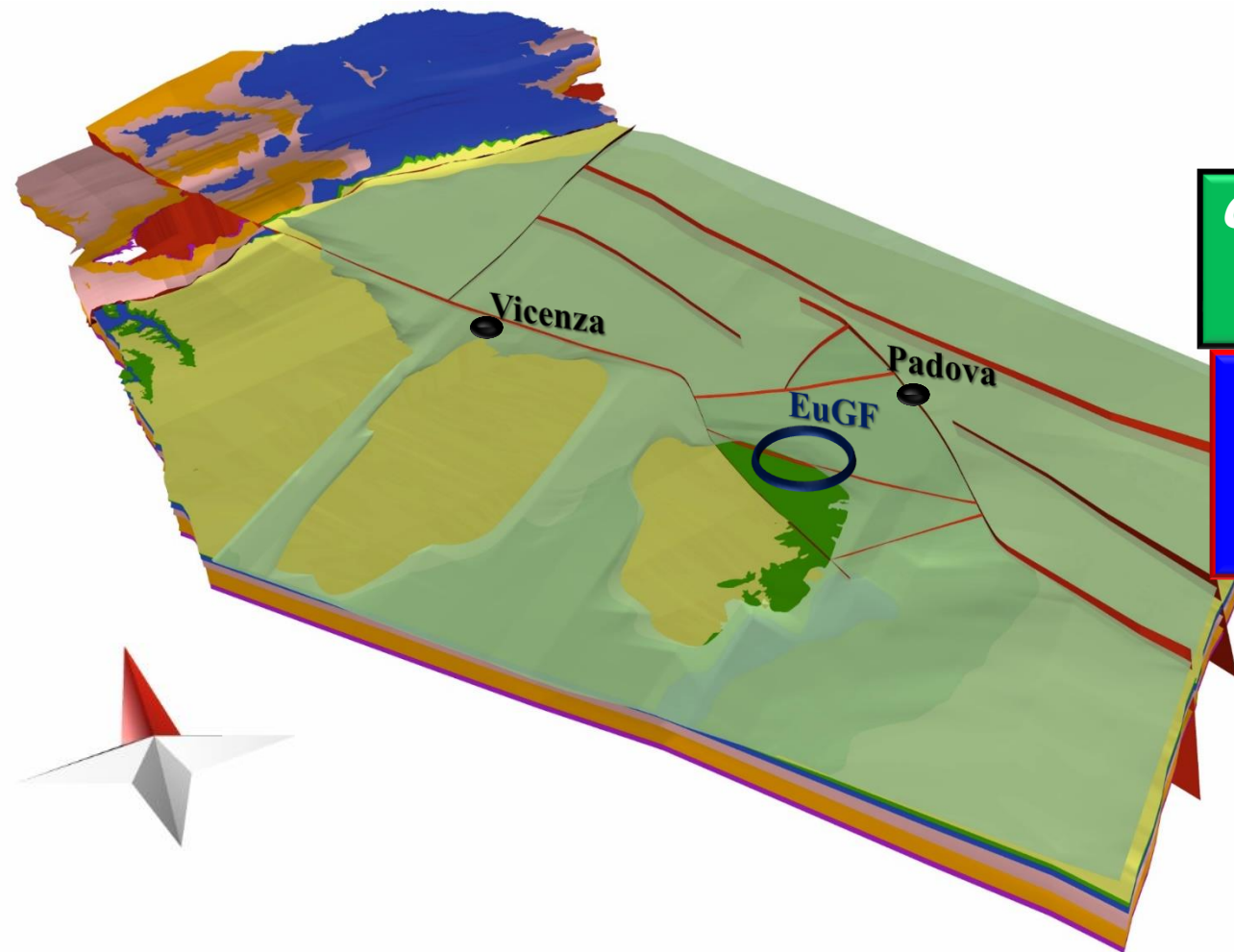
^a Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Via Giovanni Gradenigo, 6, 35131 Padova, Italy

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

^c 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

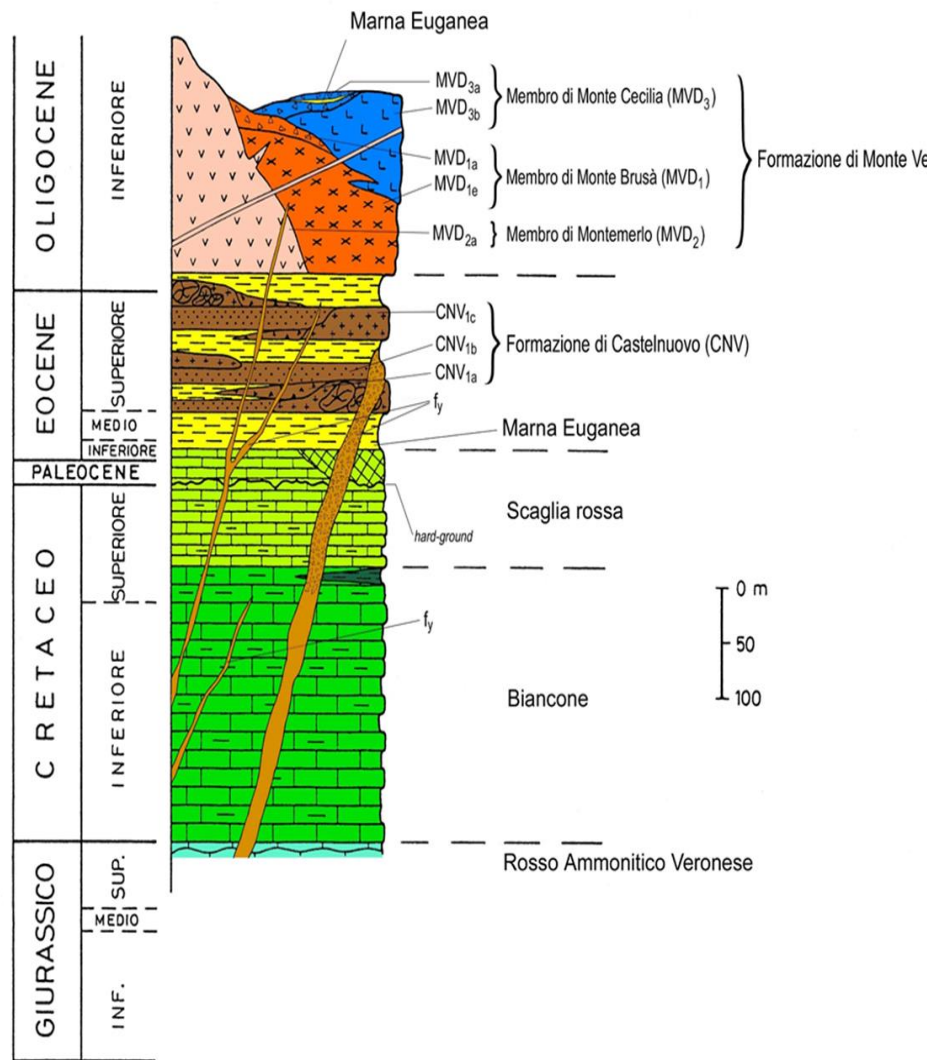
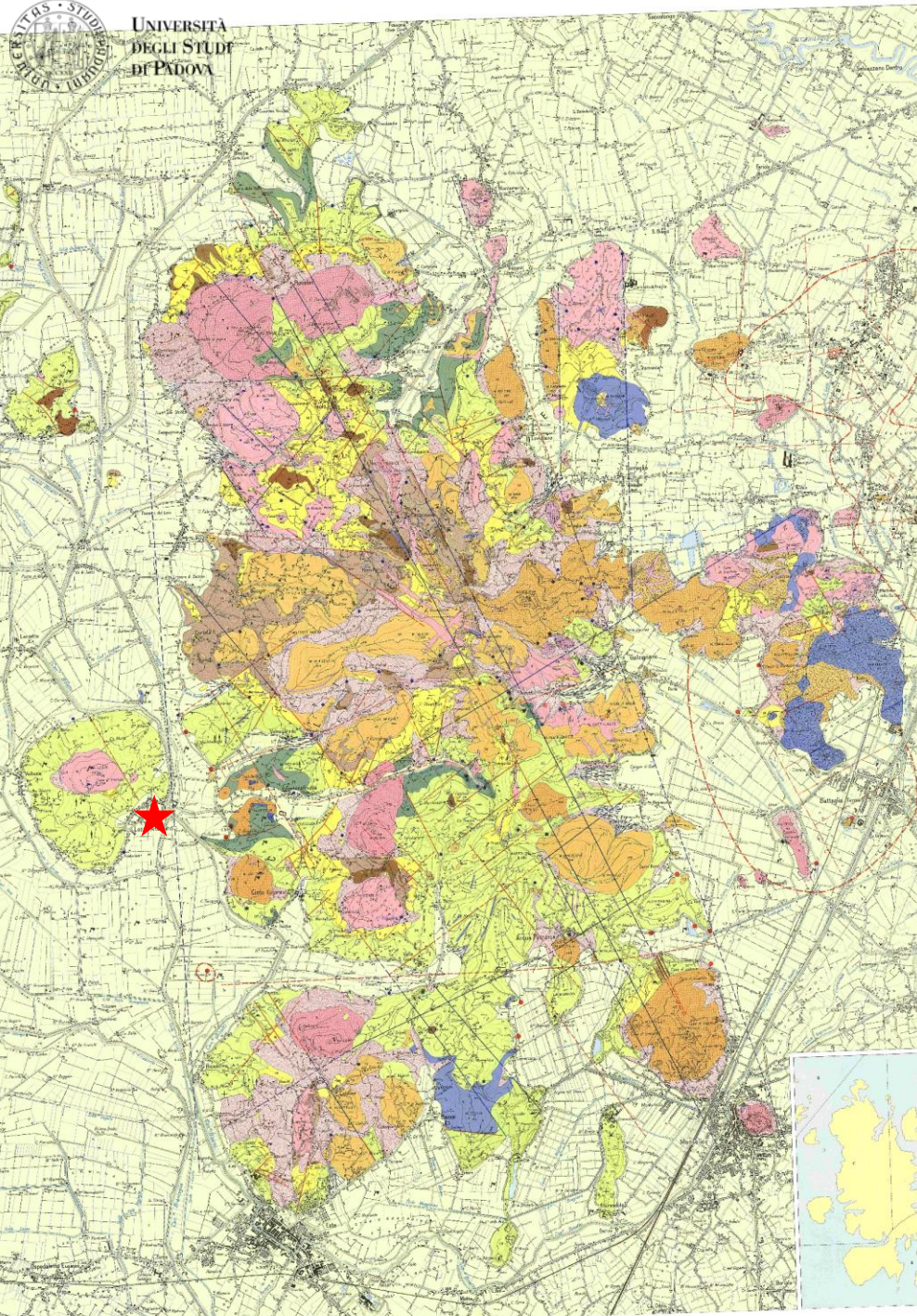
Trias Inf - Medio

Fm Legnaro
Calc Monte Spitz
Fm Livinalongo
Cal Recoaro
Fm Werfen

Permiano

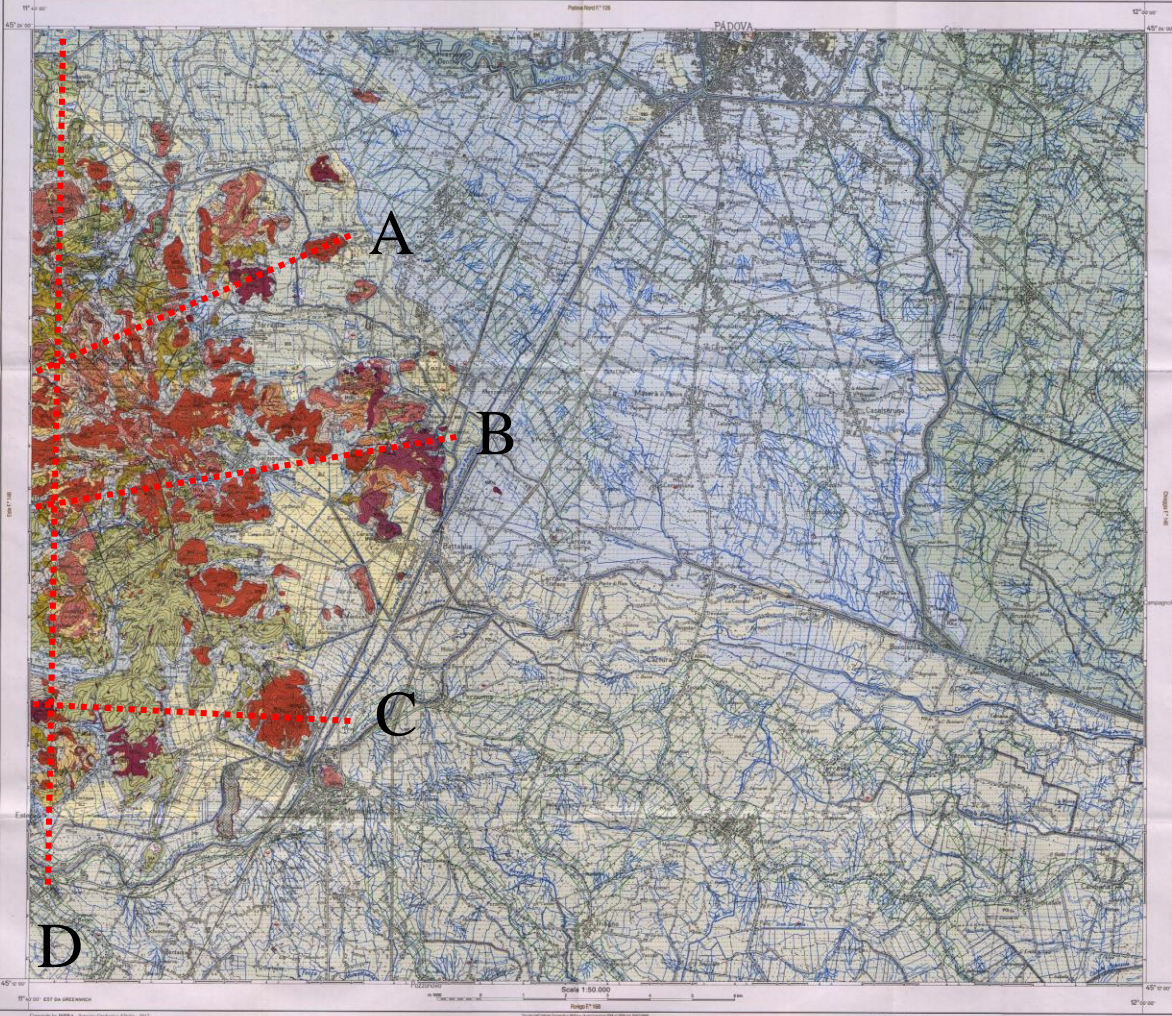
Fm Bellerophon
Arenarie Val Gardena





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)

REGIONE del VENETO



DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI
Systeme des Plaines (D)
Sistemi di pianure con grana, lente deposizioni alluvionali...
Sistemi di alluvioni da valle (B)
Sistemi di alluvioni da valle con grana...
Sistemi di alluvioni da fan (A)
Sistemi di alluvioni da fan con grana...
Sistemi di alluvioni da cono (C)
Sistemi di alluvioni da cono con grana...

Formazioni di Monti Veneti
Monte di Biadene (M)
Monte di Biadene con grana...
Monte di Montebelluna (S)
Monte di Montebelluna con grana...
Monte di Montebelluna (N)
Monte di Montebelluna con grana...
Monte di Montebelluna (E)
Monte di Montebelluna con grana...



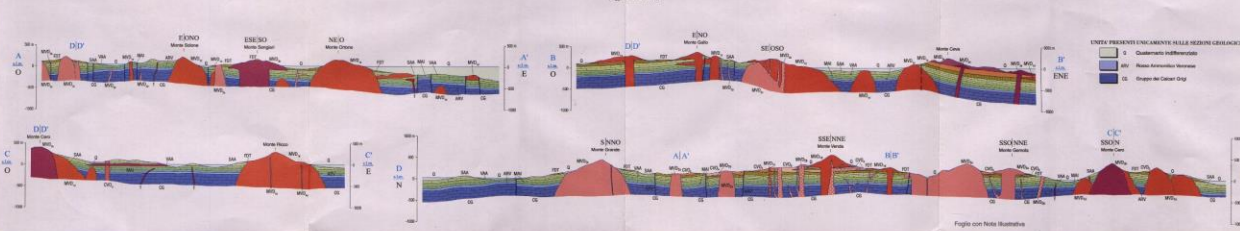
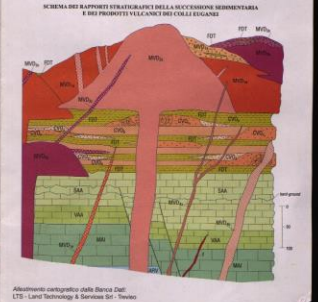
SCHEMA DI INCASTRAMENTO REGIONALE
Legend for regional geological units including: Depositi alluvionali, Formazioni di Monti Veneti, etc.

LEGENDA
Scale 1:50,000
Scale 1:100,000
Scale 1:200,000
Scale 1:500,000

FONDAMENTI DI CASTELLAZIONE DI TREVISO
FONDAMENTI DI TORSELLO
SCALIA VERDETTA ALPINA
BAULICA

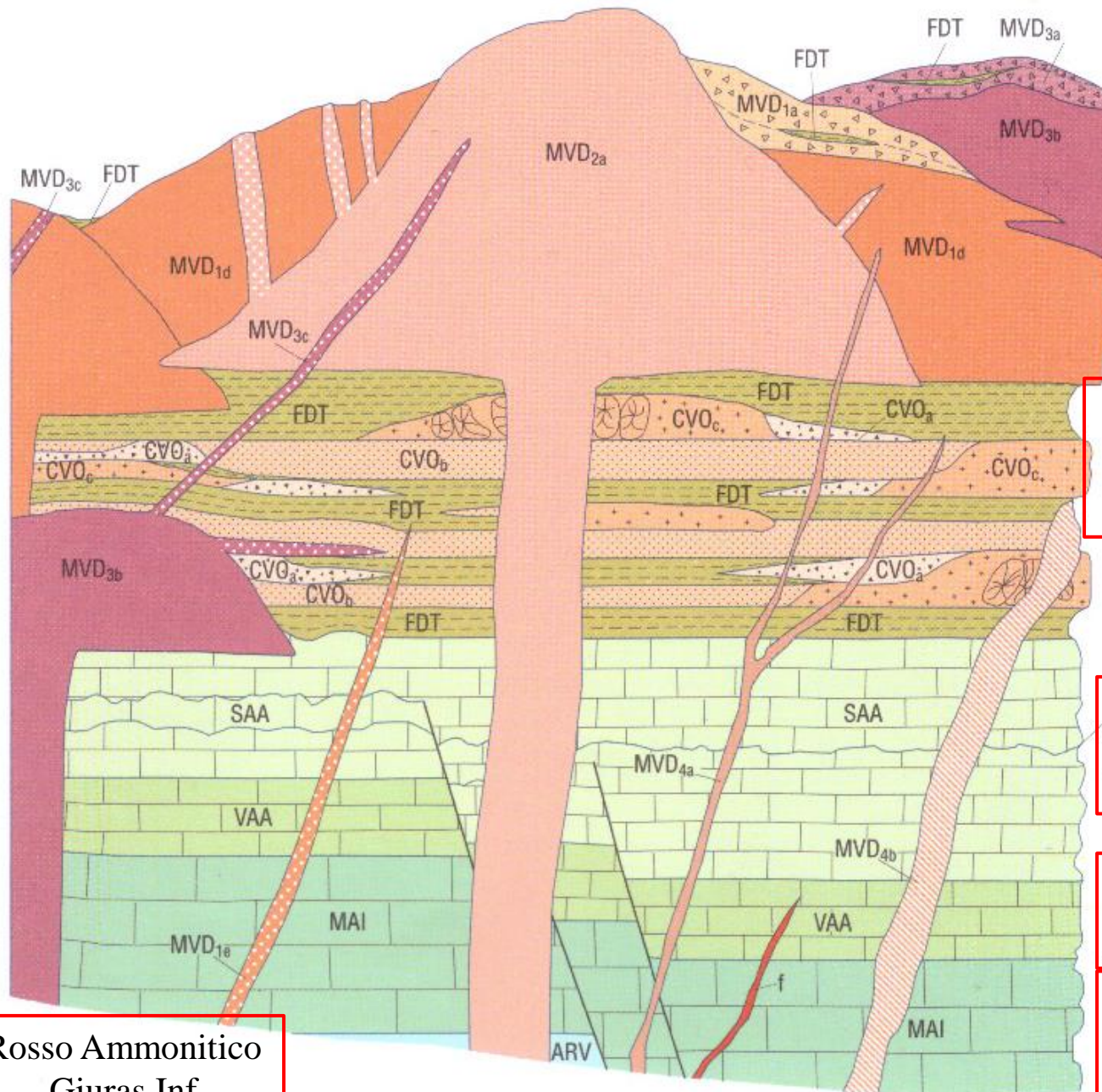
SOVRASSINI DEI DEPOSITI QUATERNARI
Legend for Quaternary deposits including: Depositi di arena, Depositi di fango, etc.

SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DELLE UNITA' QUATERNARIE
BACINI IDROGRAFICI
Diagram showing stratigraphic relationships and hydrographic basins for the Quaternary units.



UNITA' PRESENTI UNICAMENTE NELLE SEZIONI GEOLOGICHE
Legend for units present only in the geological sections: Quaternari indifferenziati, etc.

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



**Formazione del
Monte Venda
Oligocene**

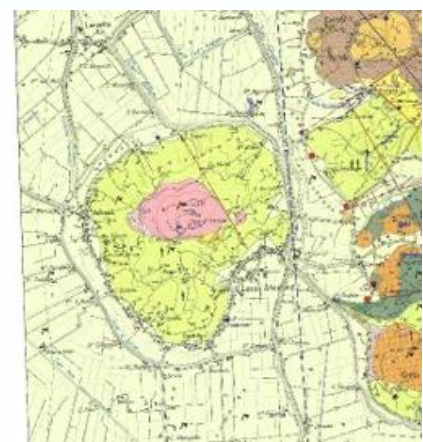
**Formazione di Castelnuovo
Formazione di Torreglia
Oligocene-Eocene**

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

**Scaglia Variegata Alpina
Cretas Inf - Sup**

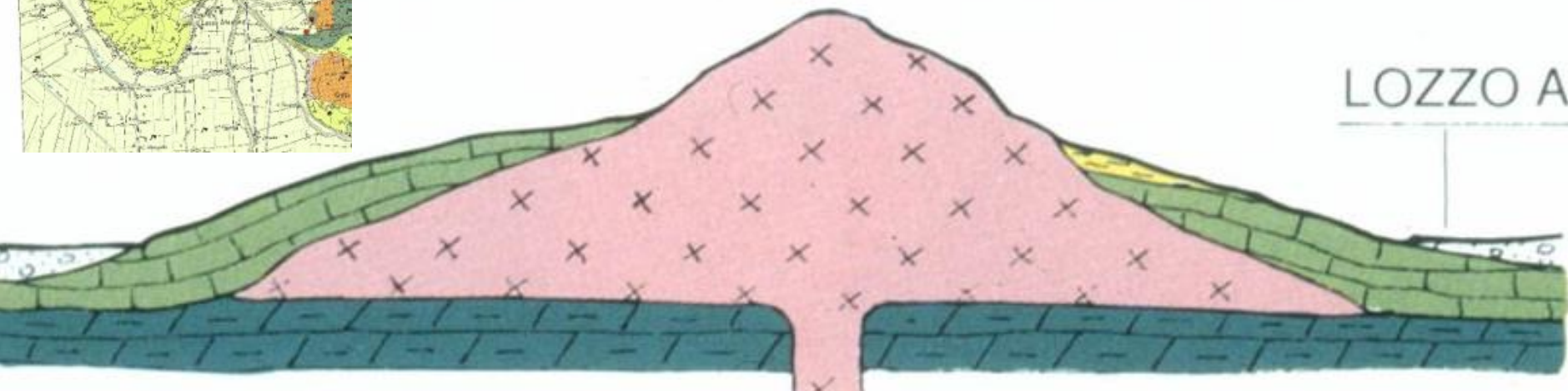
**Maiolica
Giuras Sup- Cretas Inf**

**Rosso Ammonitico
Giuras Inf**



Monte Lozzo

LOZZO A.



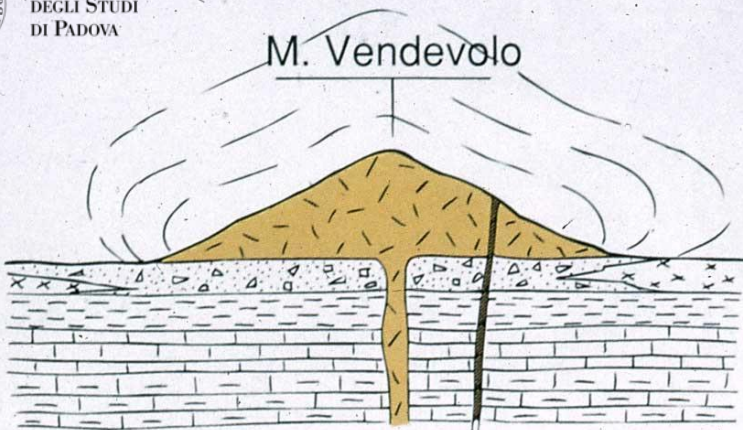


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

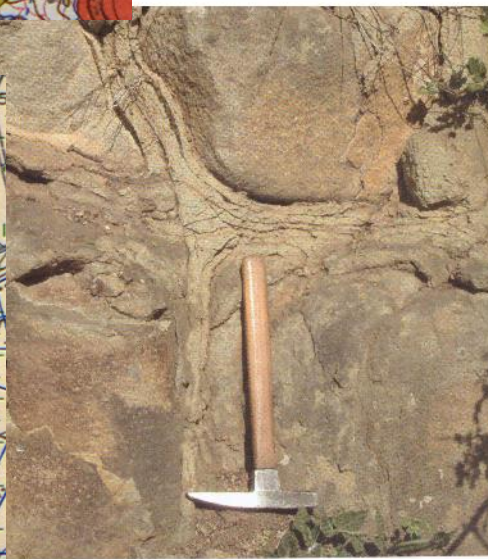
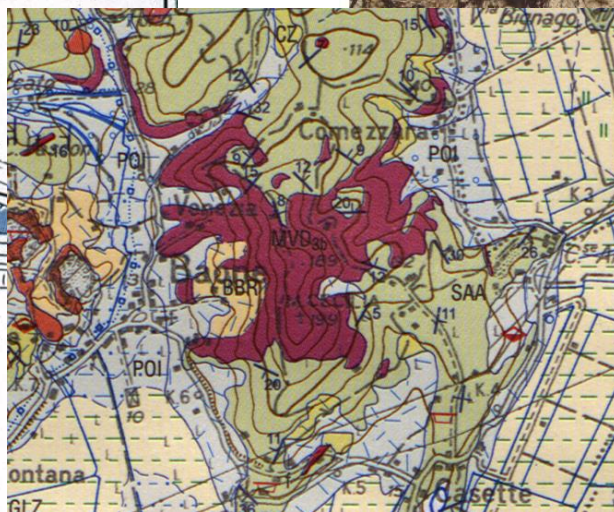
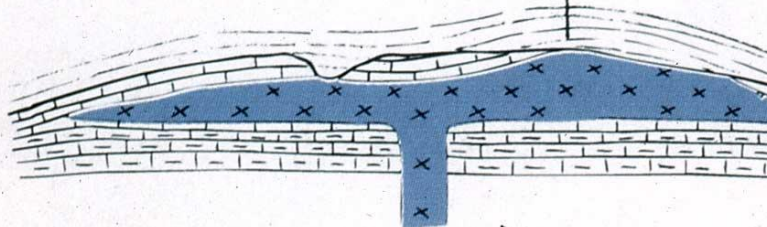
Cinto



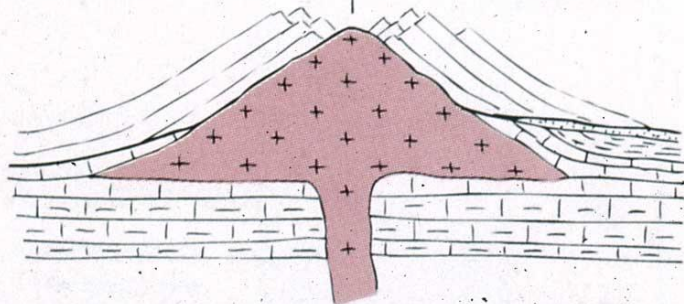
M. Vendevolo

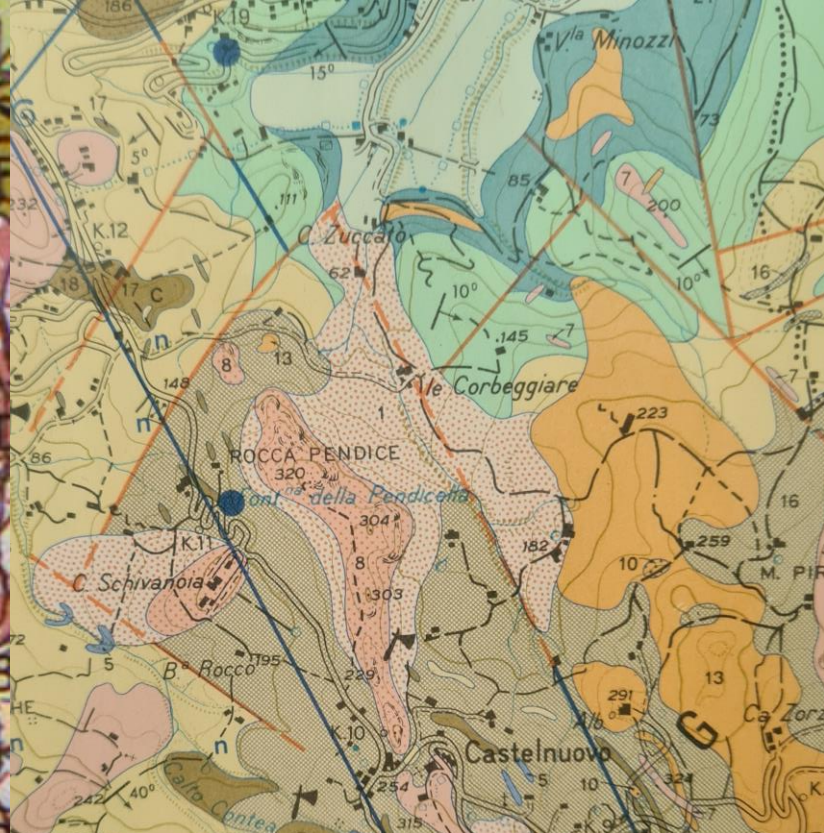


M. Cecilia



M. Cero

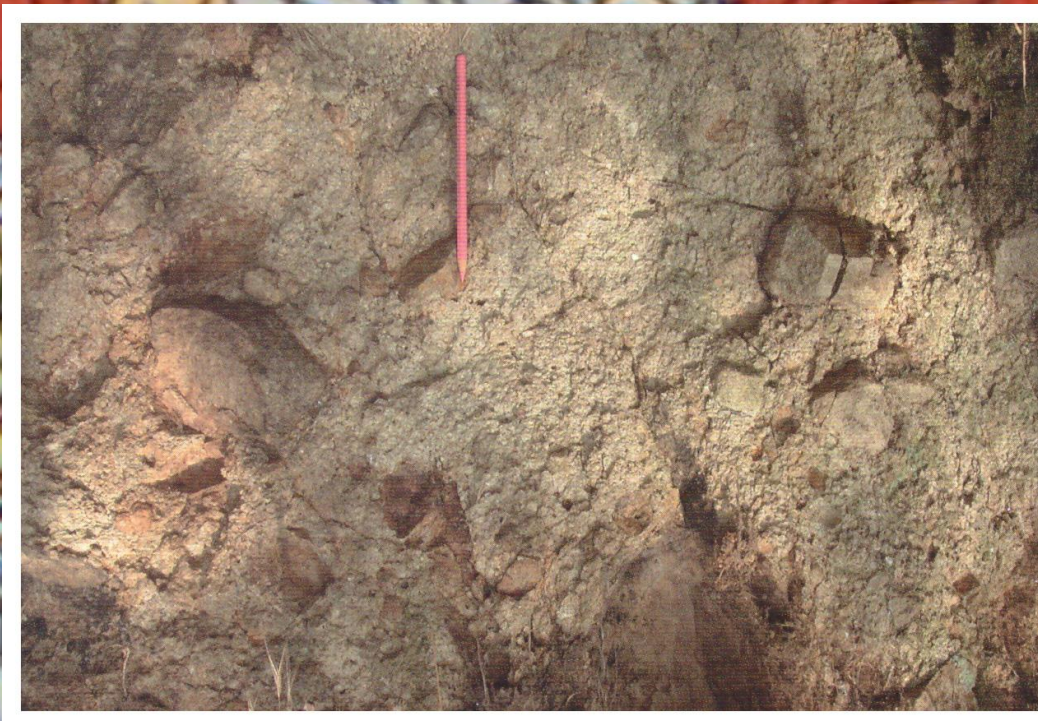
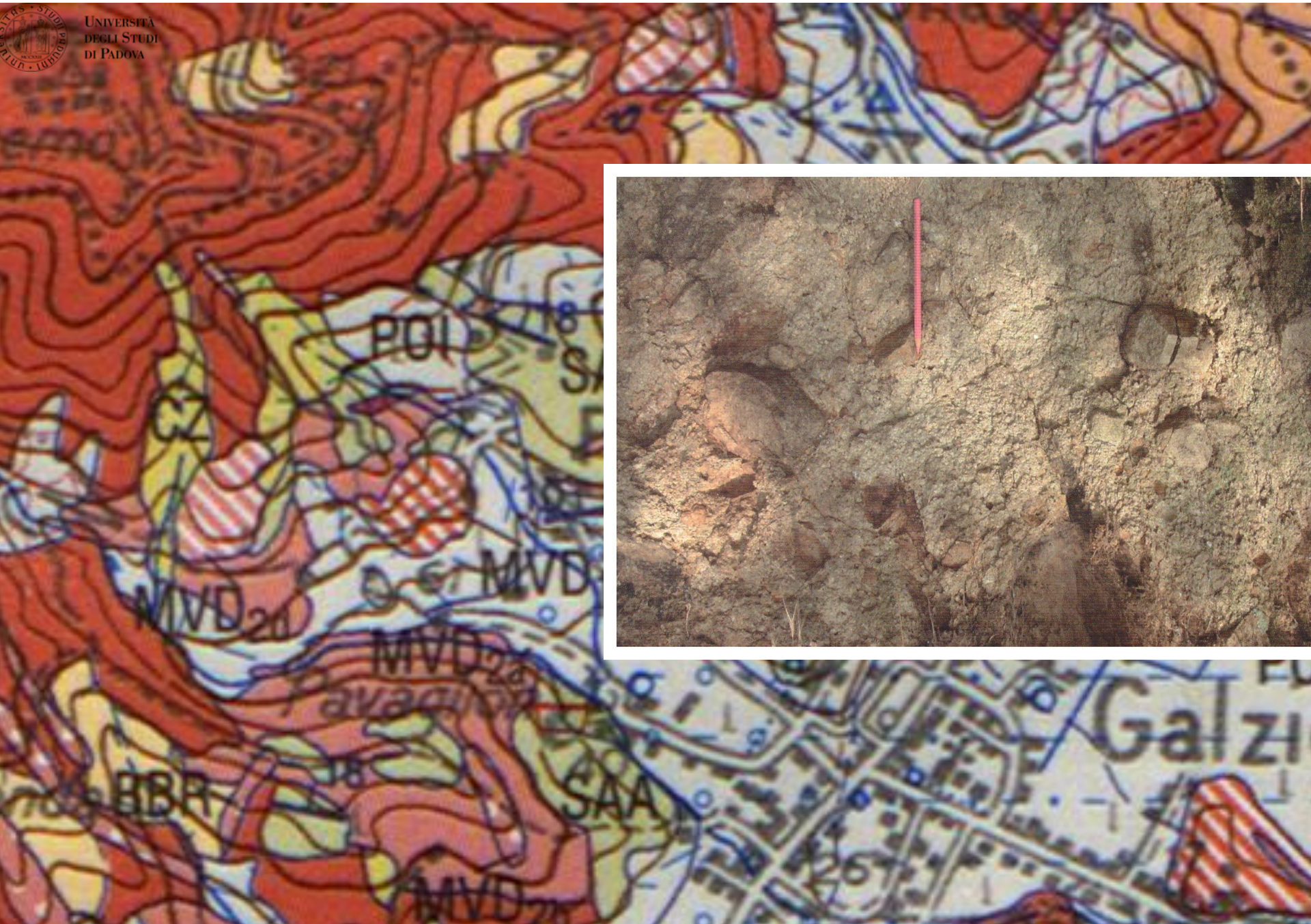




Breccia trachitica Galzignano FMV



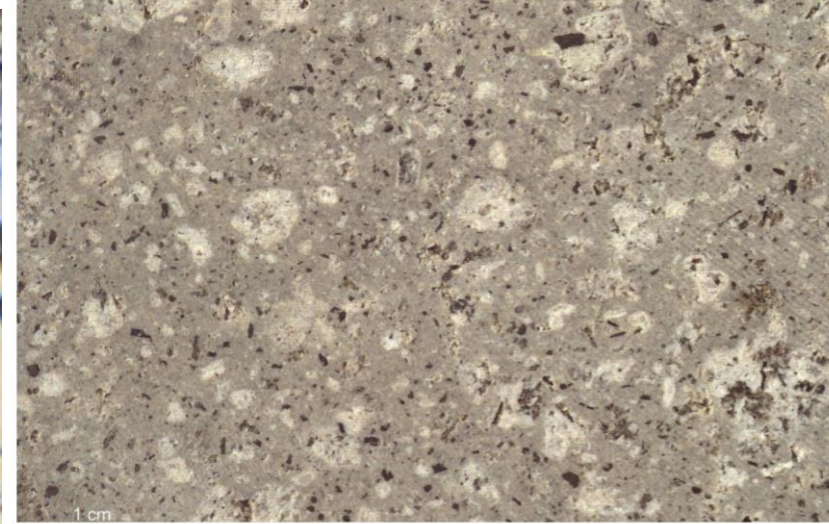
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Galzi

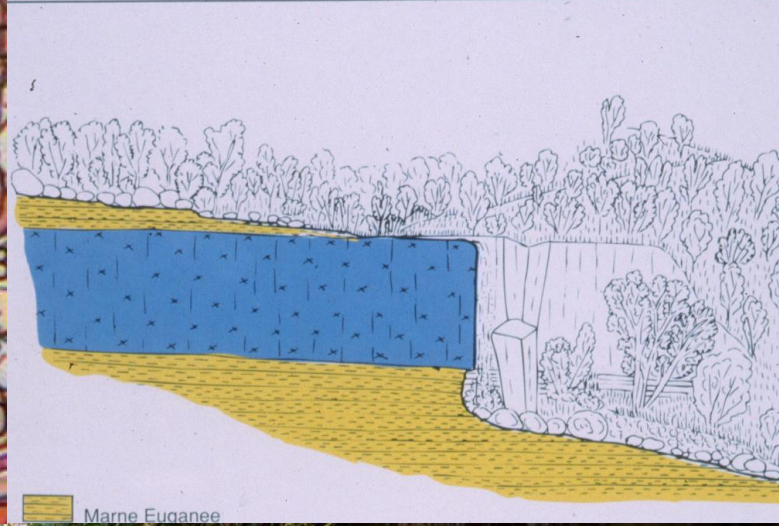


Latite M. Rosso FMV





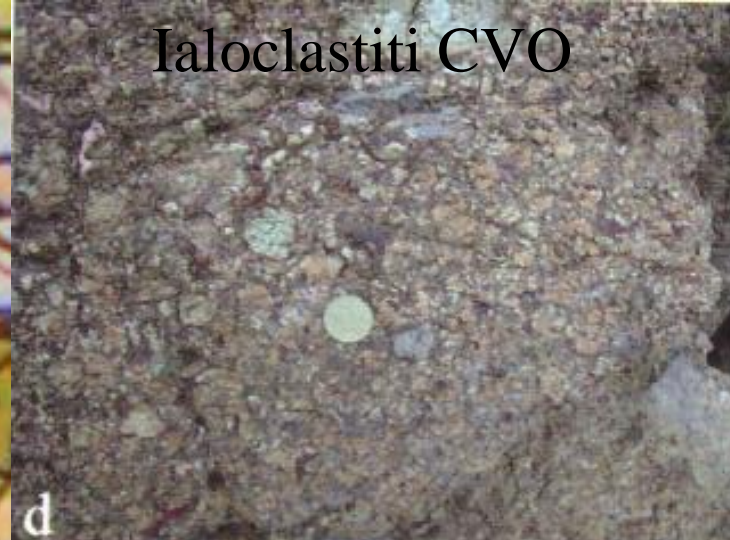
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA





a Basalti colonnari CVO

Ialoclastiti CVO



d



Pillows lava CVO

c





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



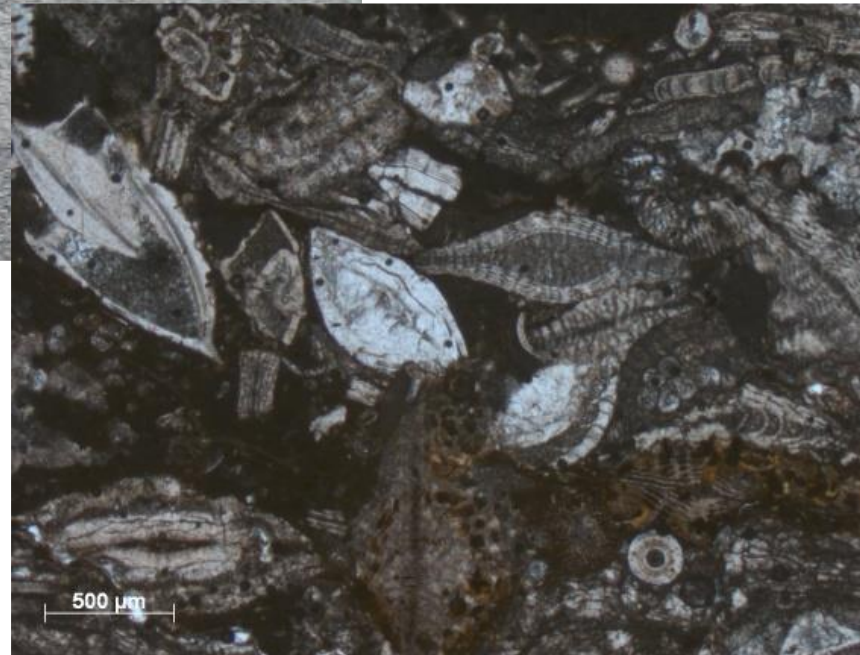
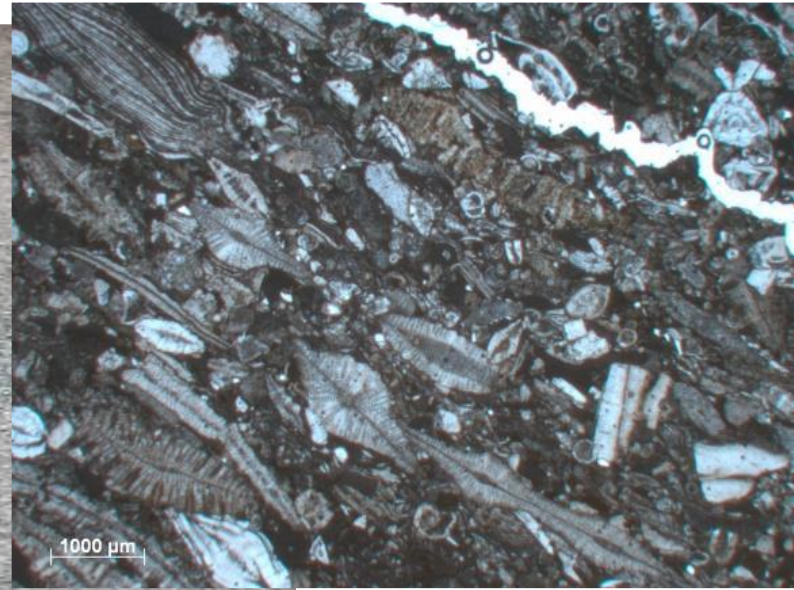


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA





UNIVERSITA
DEGLI STUDI
DI PADOVA



FORMAZIONE DI TORREGLIA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA





SCAGLIA VARIEGATA ALPINA





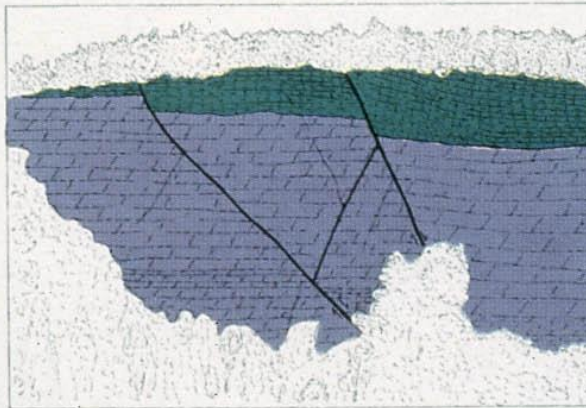
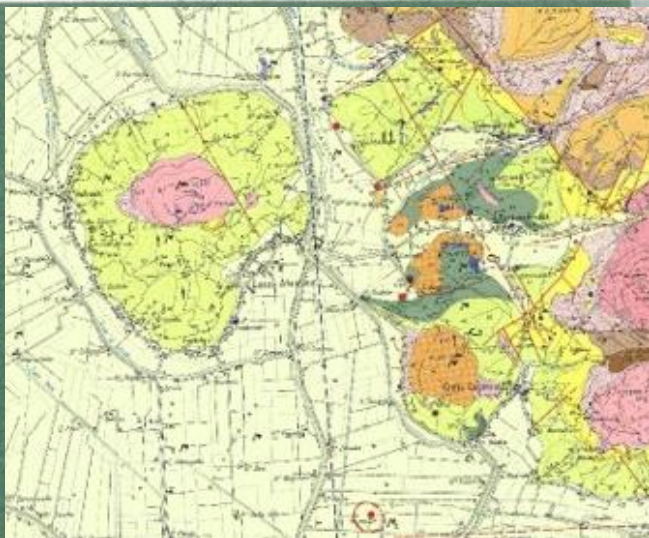
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



273.20



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Biancone



Rosso Ammonitico



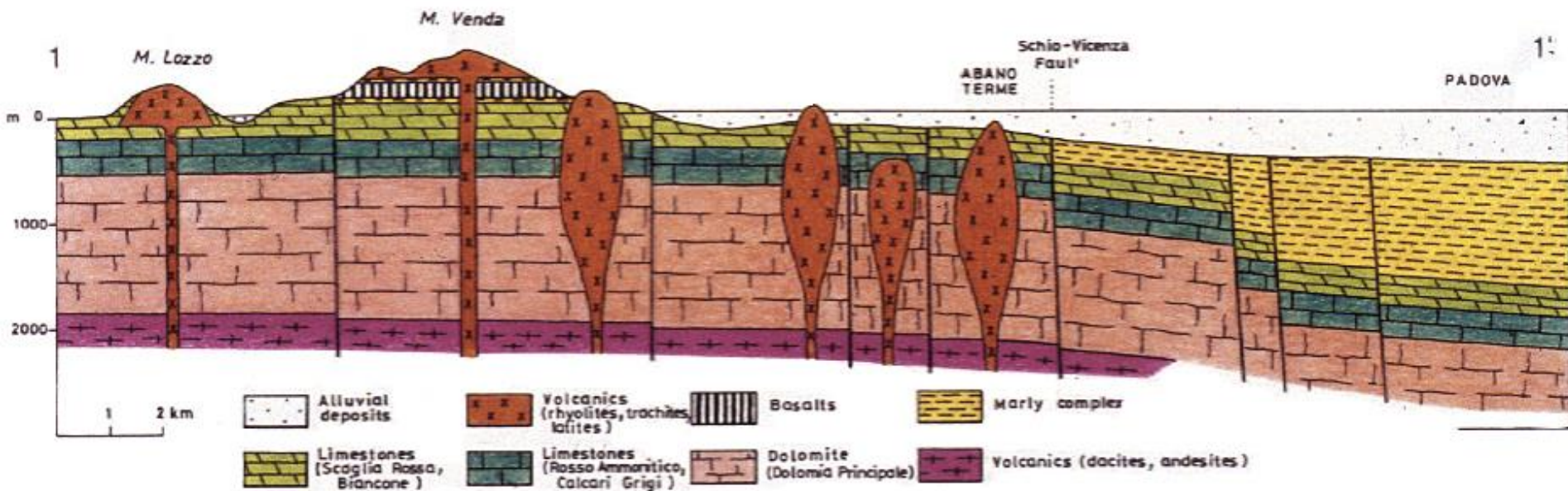
Faglia

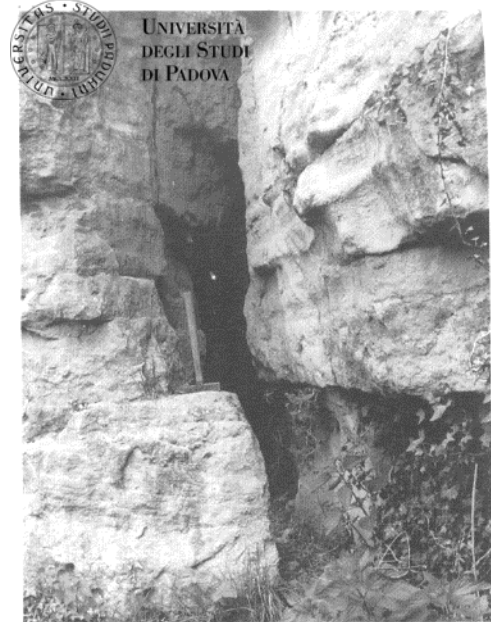




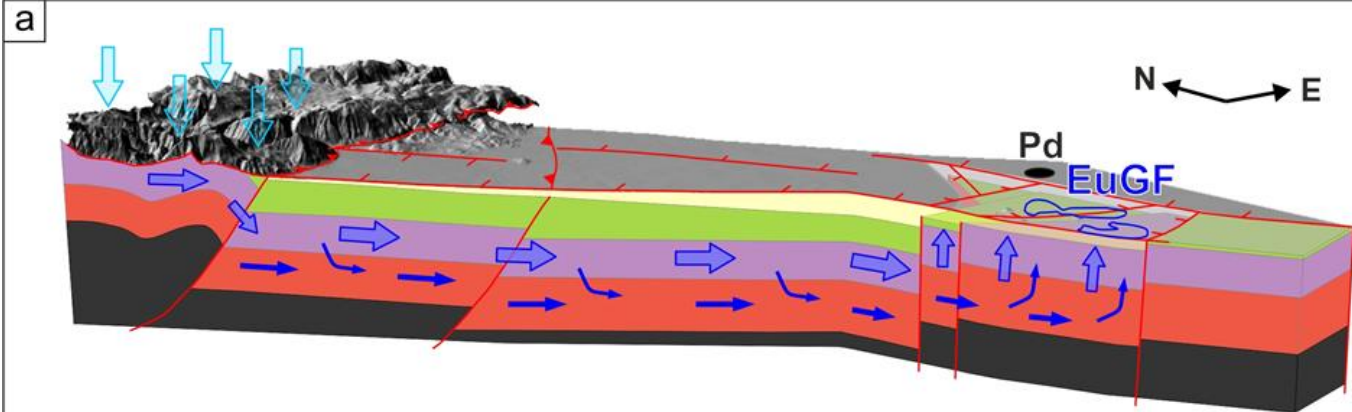
UNIVERSITA
DEGLI STUDI
DI PADOVA







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

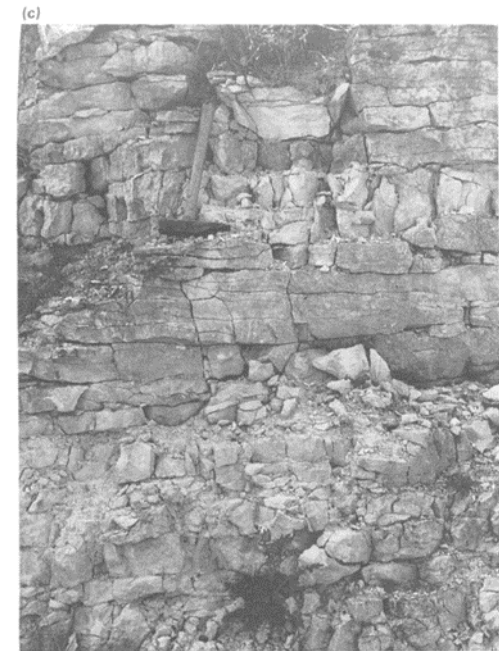
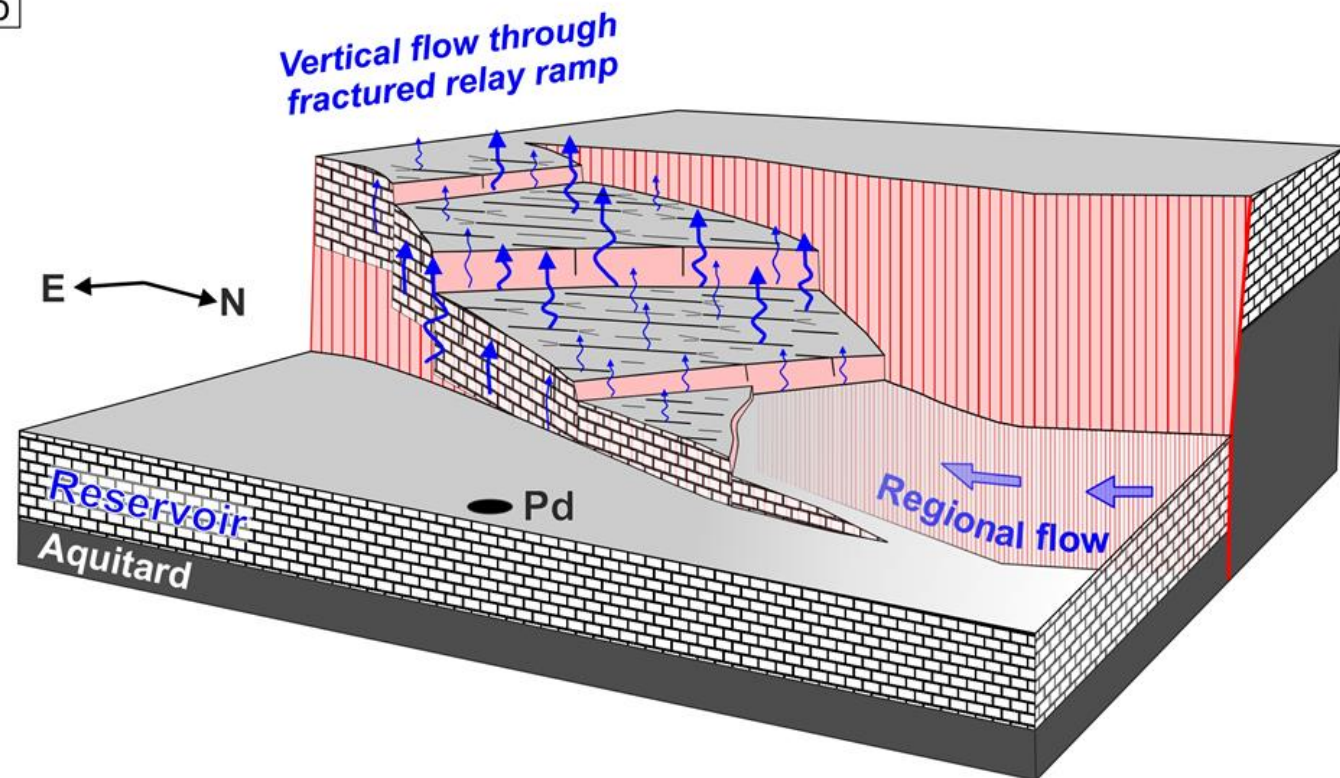
Red triangle symbol: Thrust fault

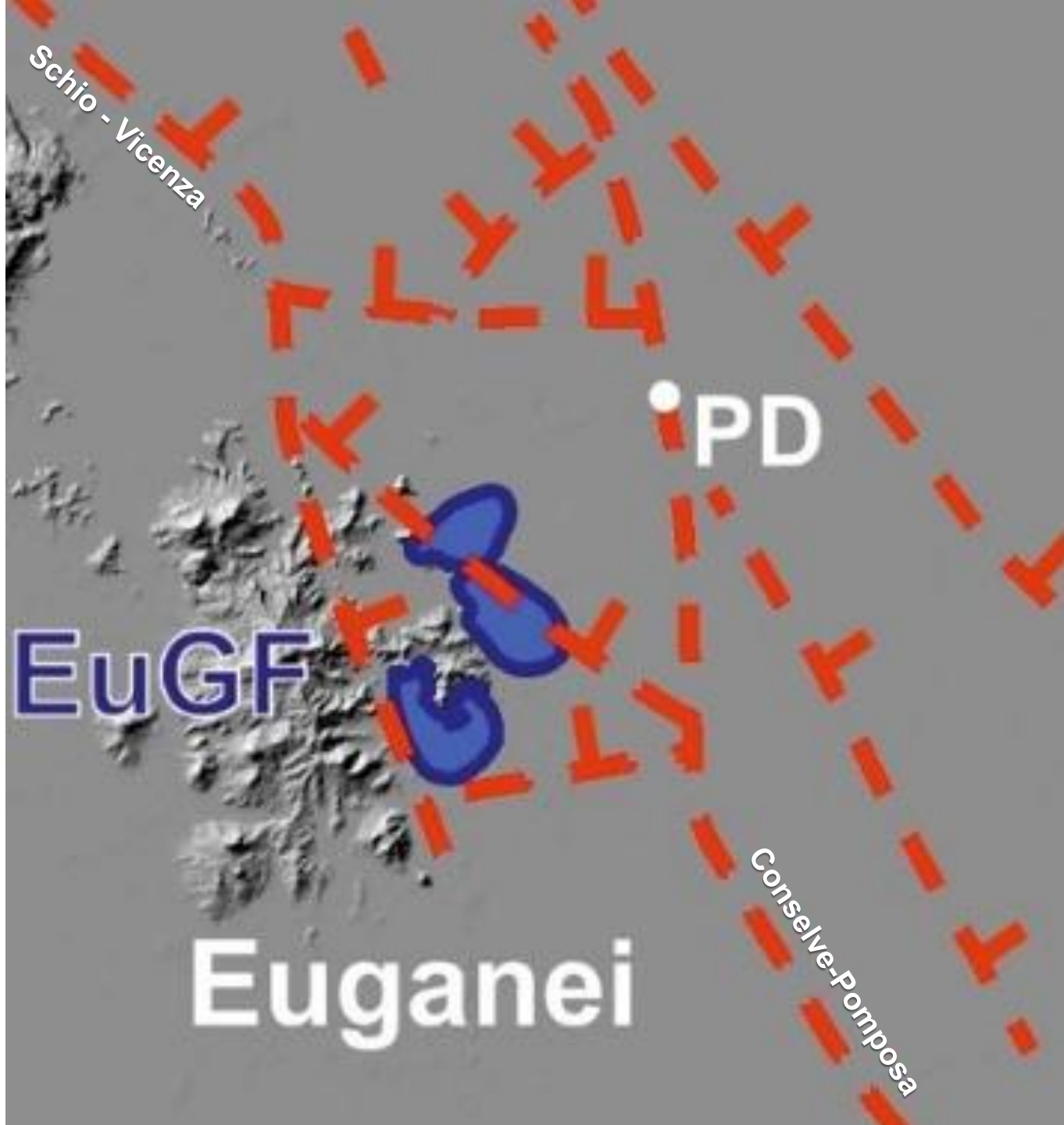
Light blue arrow: Precipitation

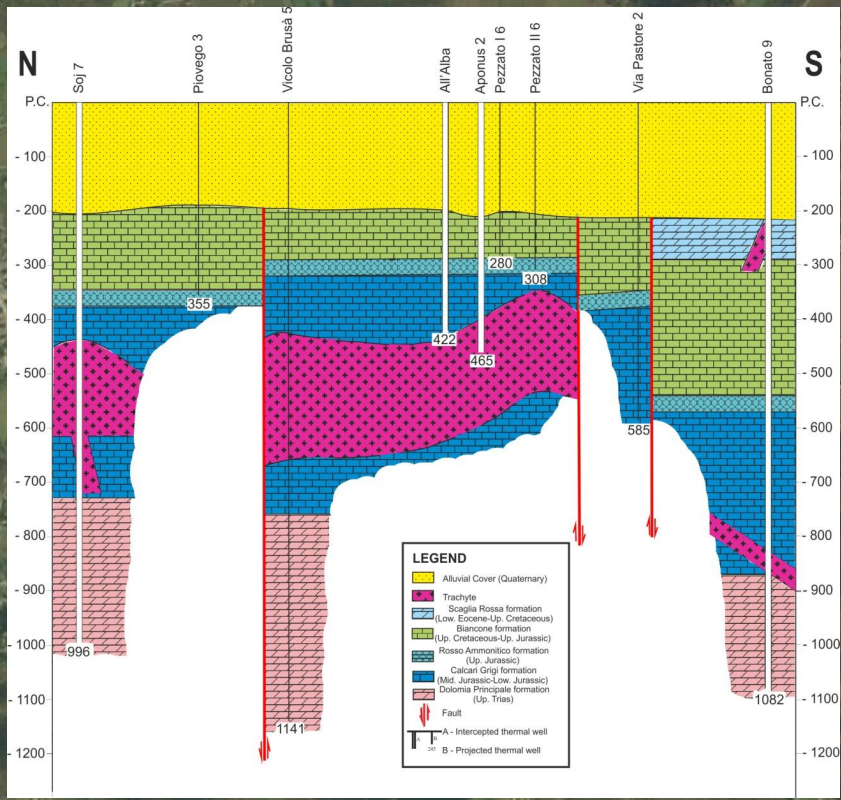
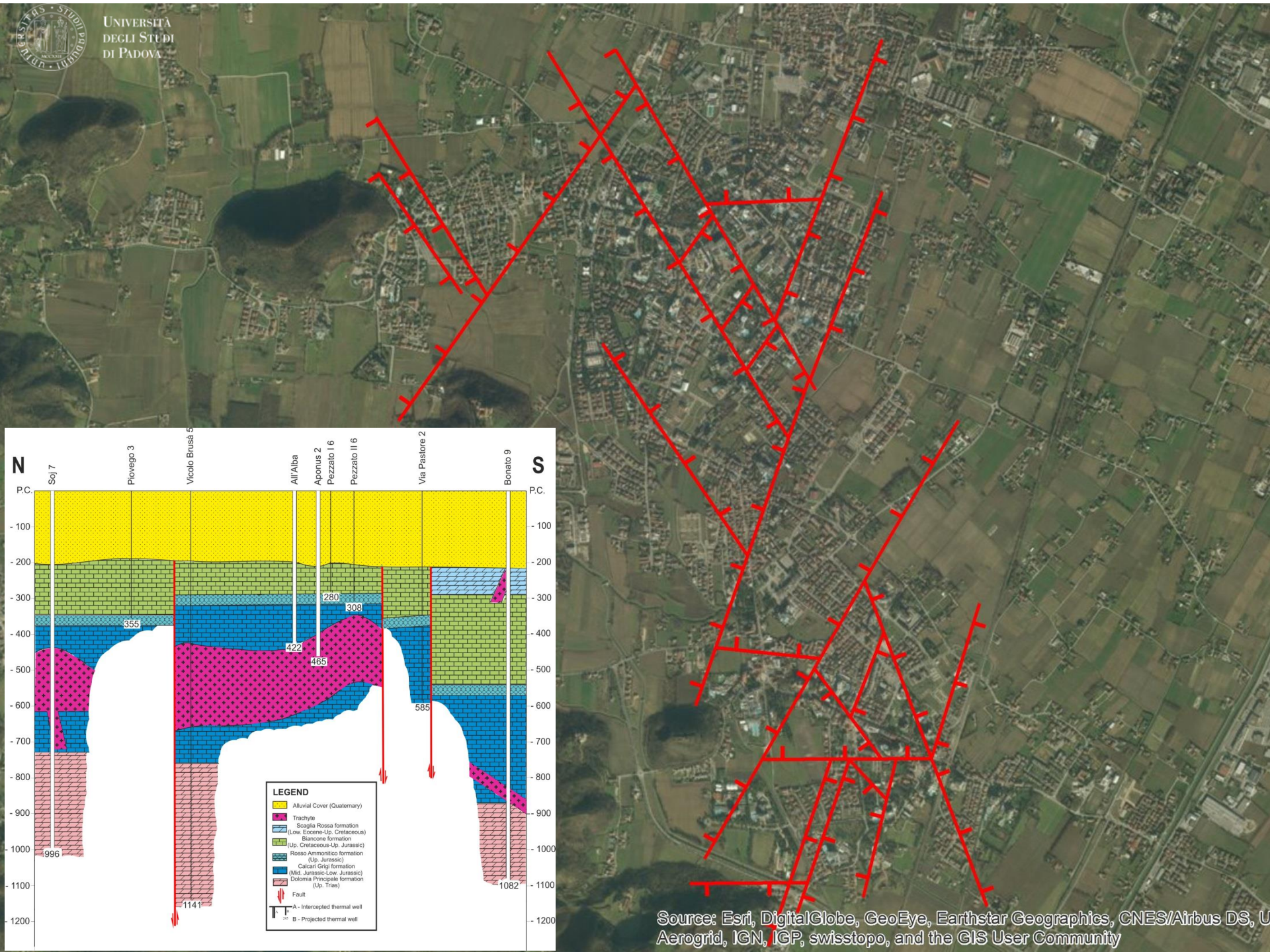
Thick blue arrow: Principal fluid flow

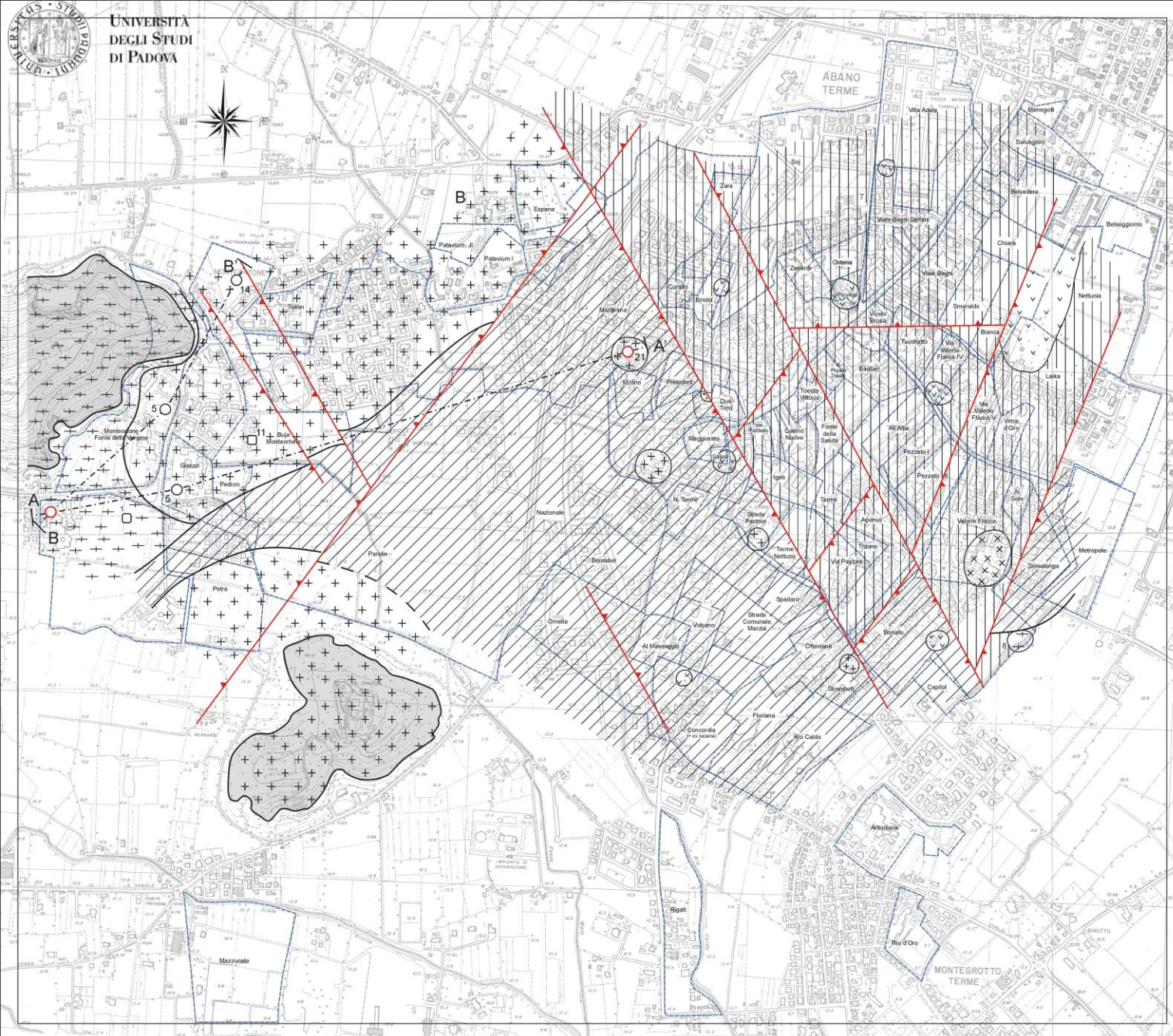
Thin blue arrow: Secondary fluid flow

b





















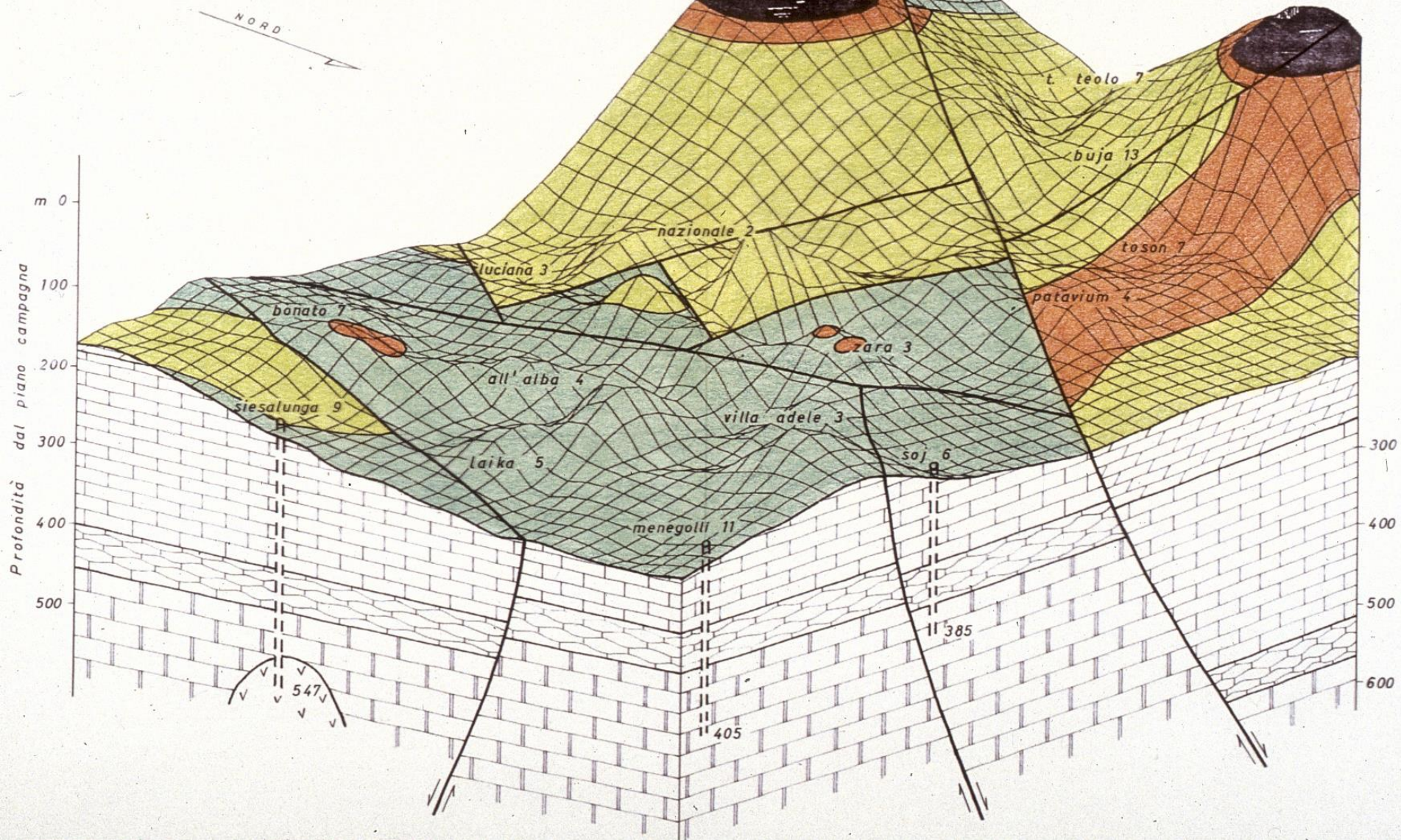
LEGENDA

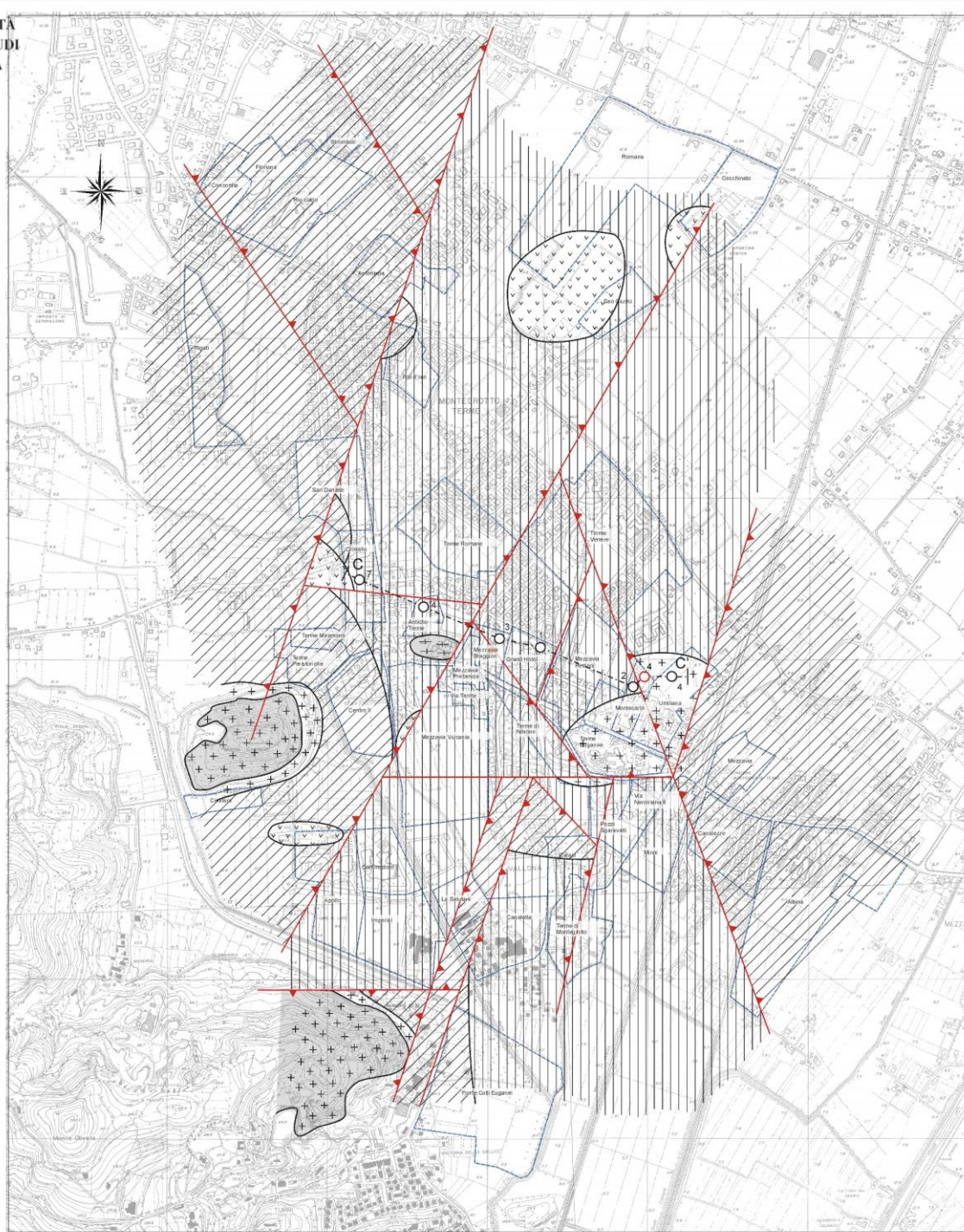
-  Vulcanici terziarie
-  Riolite (ove riconosciuta)
-  Trachite (ove riconosciuta)
-  Latite (ove riconosciuta)
-  Scaglia Rossa
-  Biancone
-  Faglia
-  Pozzo termale ubicato sulla traccia delle faglie
-  Pozzo termale proiettato sulla traccia delle faglie
-  Concessioni minerarie
-  Traccia delle 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 affluente

MONTIRONE AD ABANO

(primi '900)



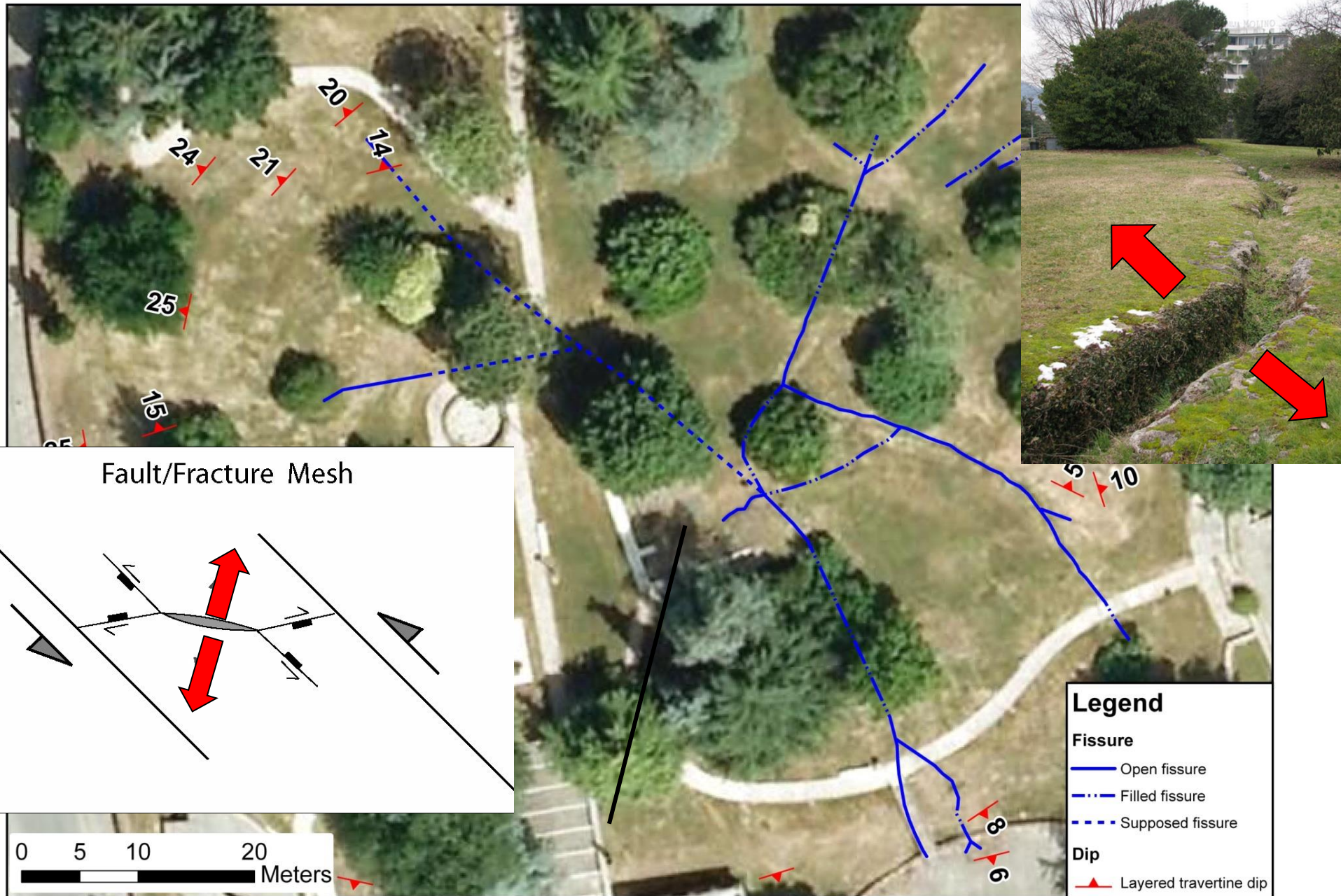
Abano Bagni

Le sorgenti termali

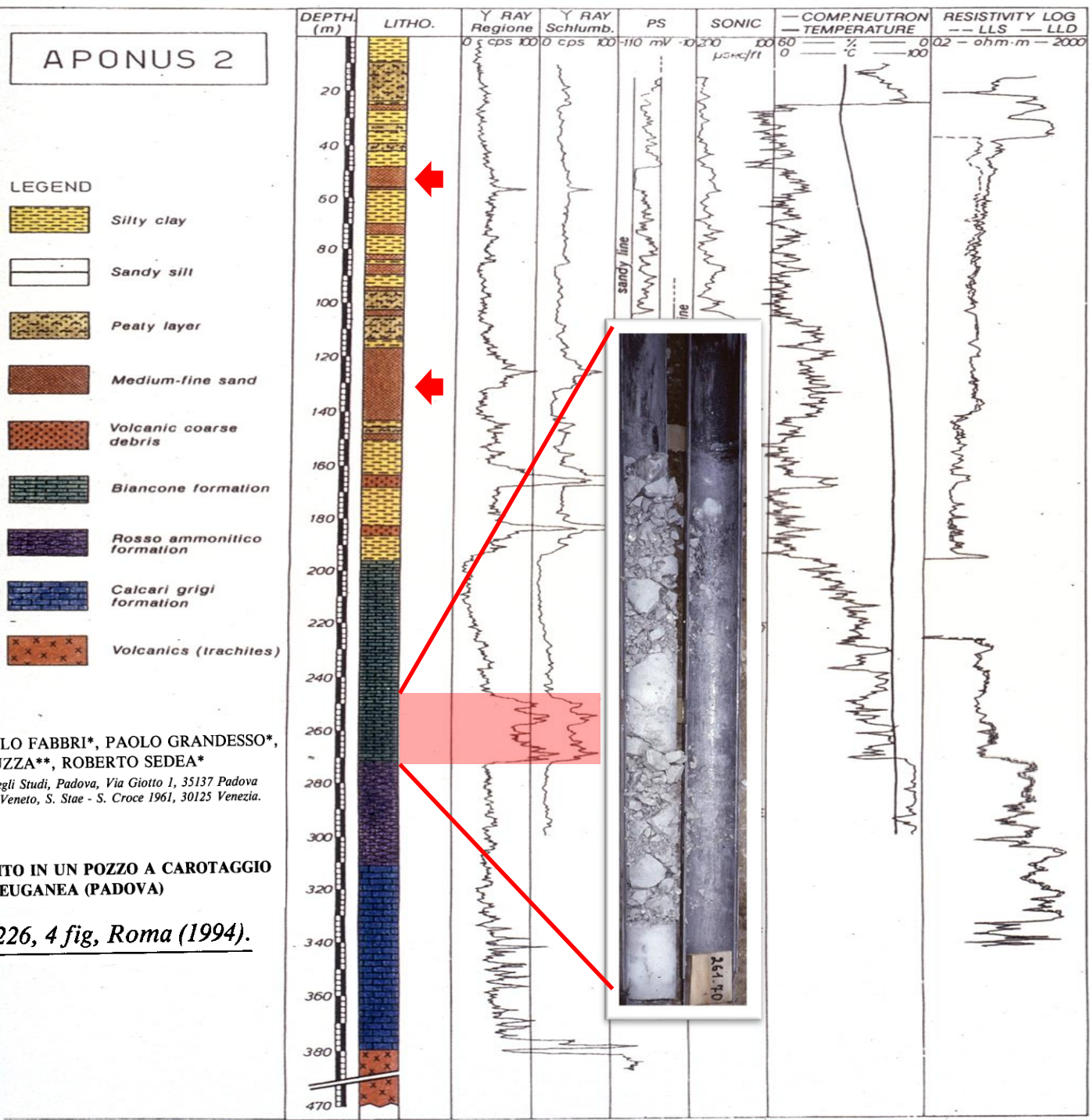


ABANO TERME (Padova) - Fonte principale Termale - Estrazione del fango da porsì nelle vasche di deposito

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



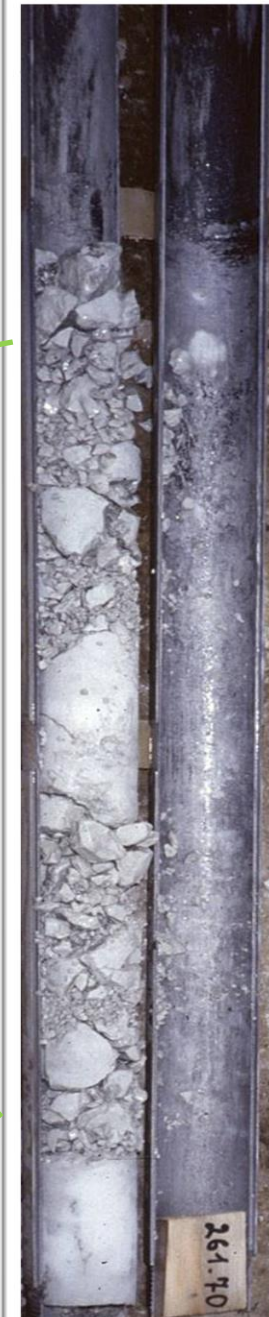
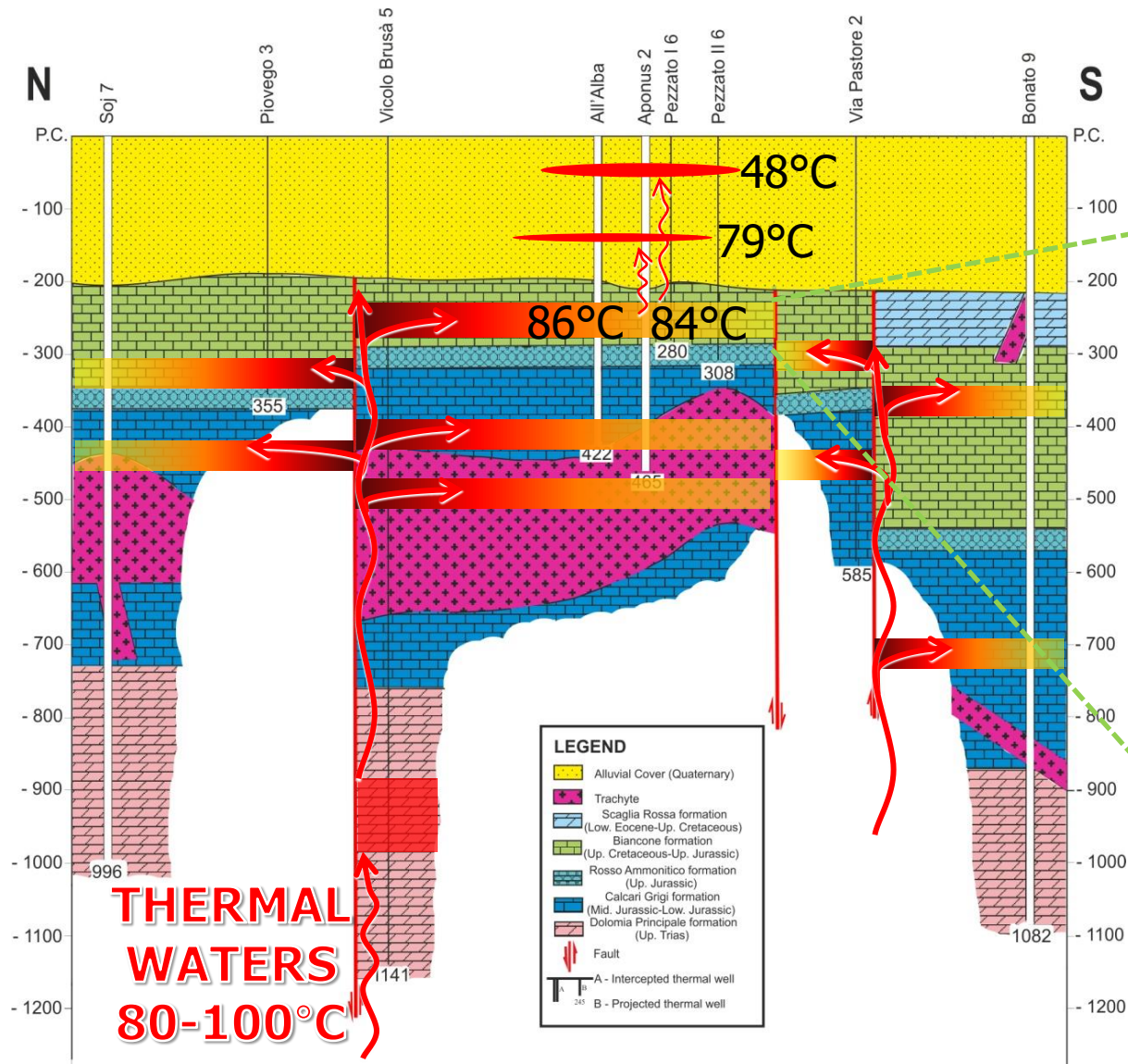


**STRUTTURA DELLA ROCCIA
SERBATOIO IN ABANO A 261,70 m
DI PROFONDITA'
(PARCO MAGNOLIA)**

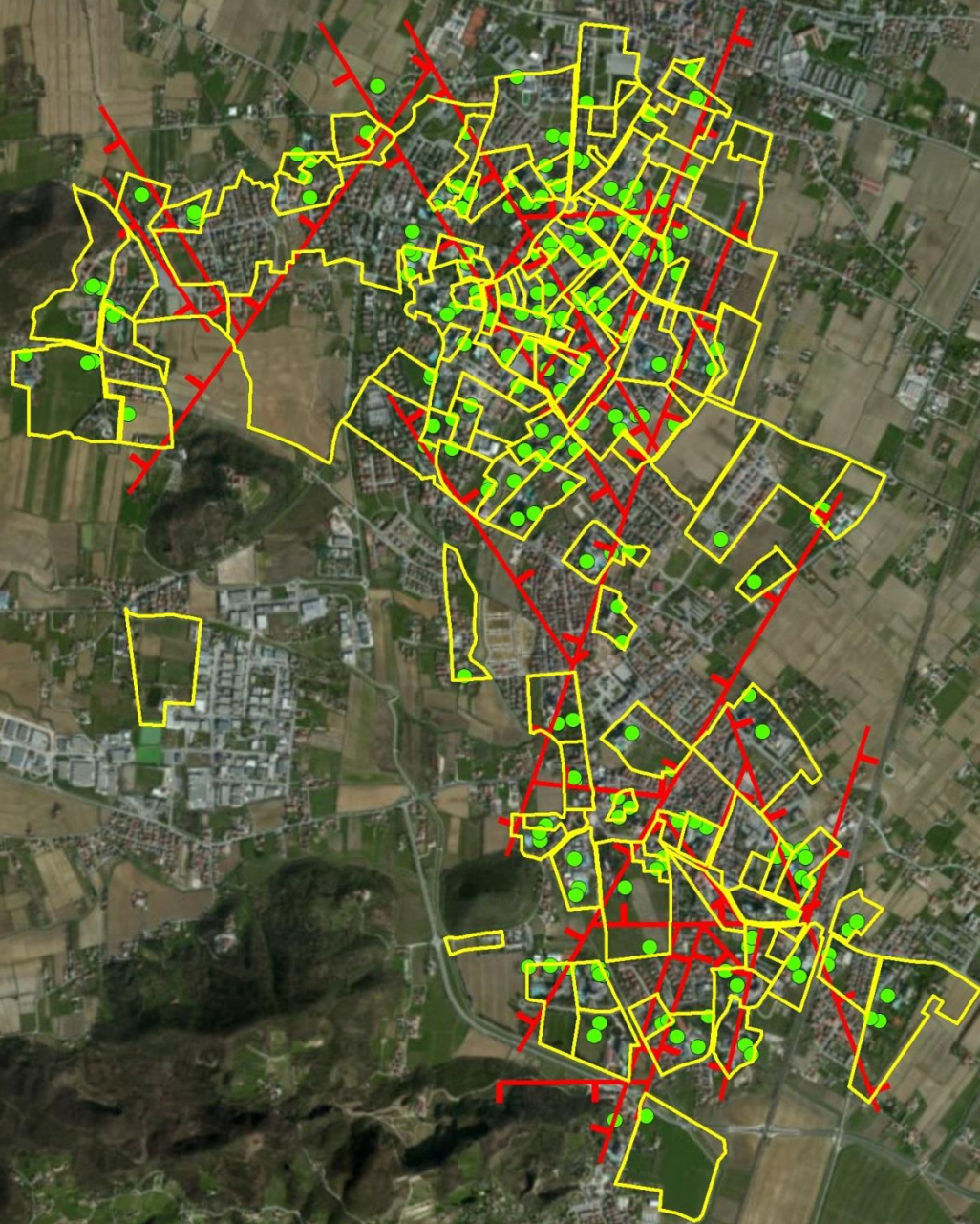


MONTIRONE - Sorgenti principali delle Terme ABANO

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

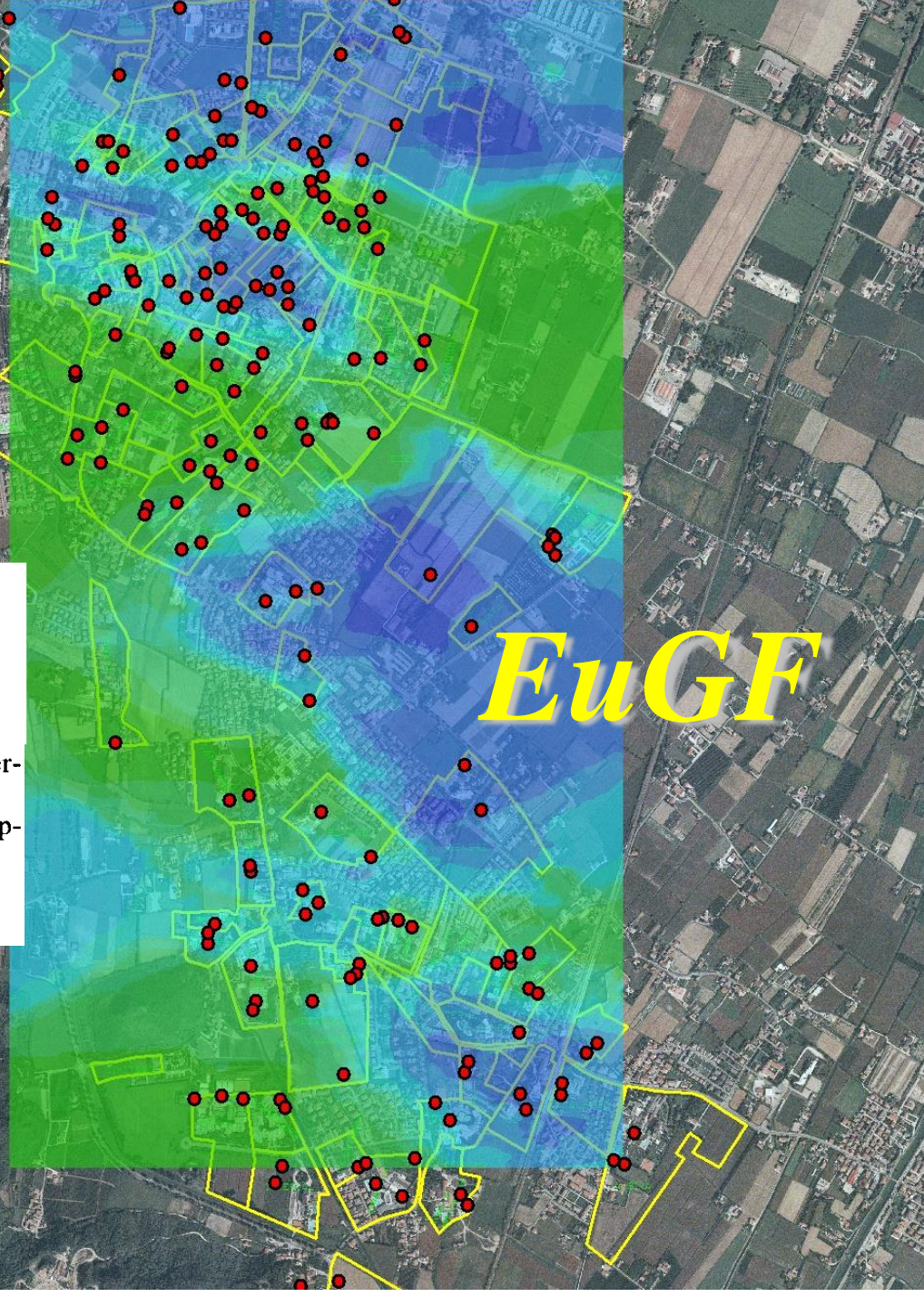
by Paolo Fabbri^a

^a 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 m²/day





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

GEOTHERMICS

Geothermics 34 (2005) 617–631

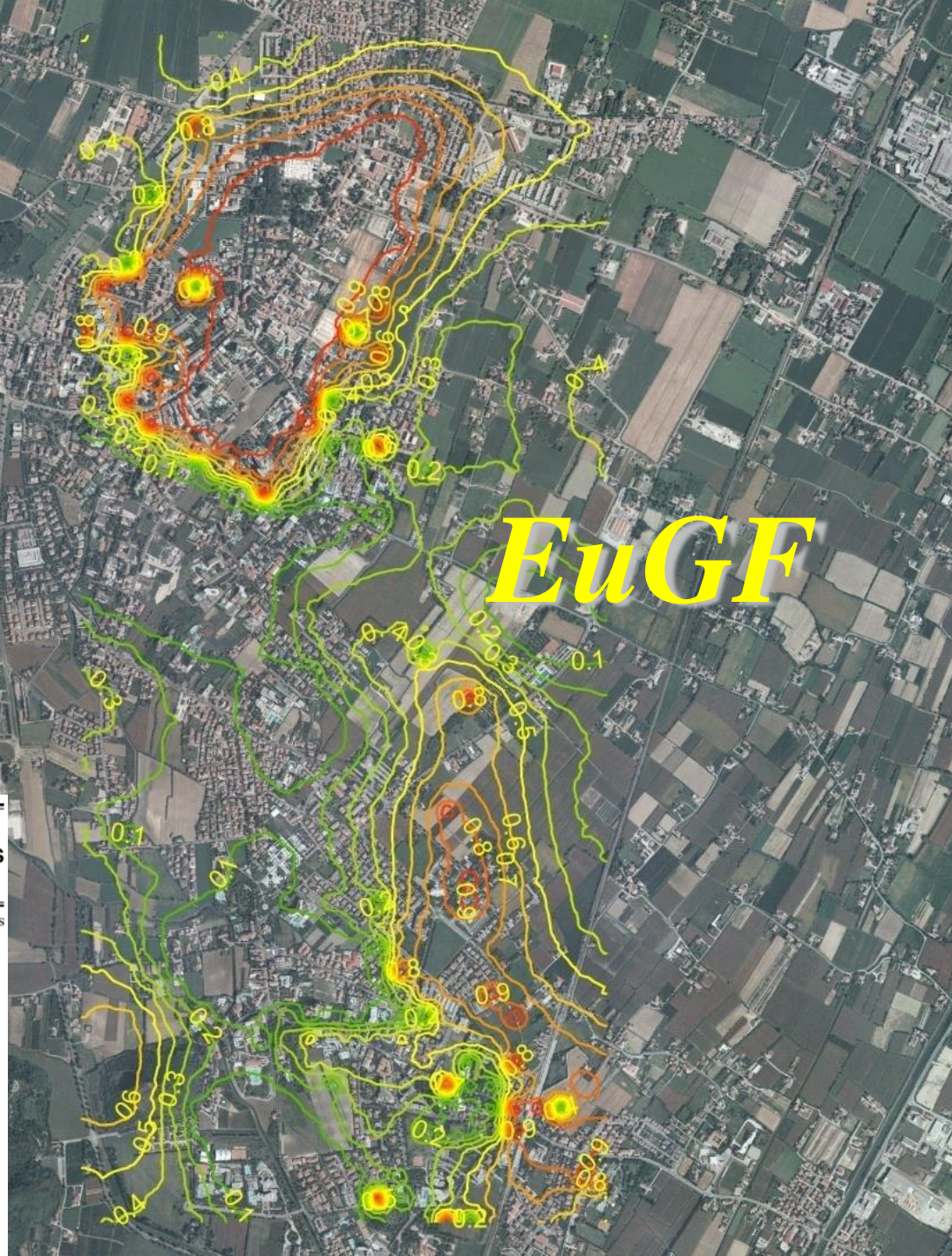
www.elsevier.com/locate/geothermics

Spatial distribution of temperature in the
low-temperature geothermal Euganean field (NE
Italy): a simulated annealing approach

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





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESTRAZIONE IN EUGF



Geothermics 70 (2017) 281–294



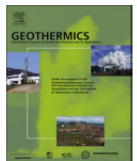
ELSEVIER

2017

Contents lists available at ScienceDirect

Geothermics

journal homepage: 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^{a,b}, Marco Pola^{a,b,*}, Leonardo Piccinini^{a,b}, Dario Zampieri^{a,b}, Aldo Roghel^c, Nico Dalla Libera^a

^a Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Italy

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

^c 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

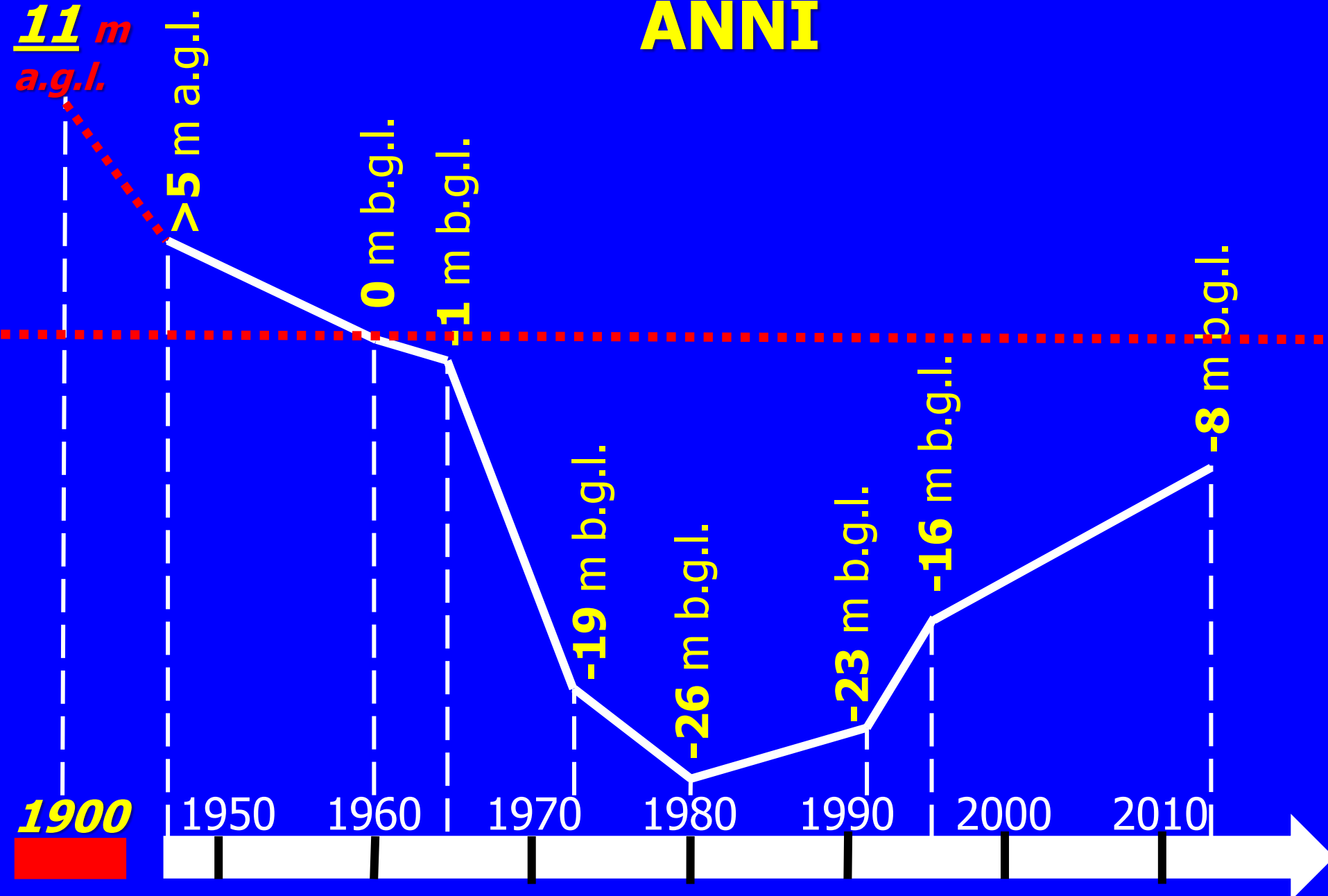
8 Battaglia Terme & Galzignano Terme

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



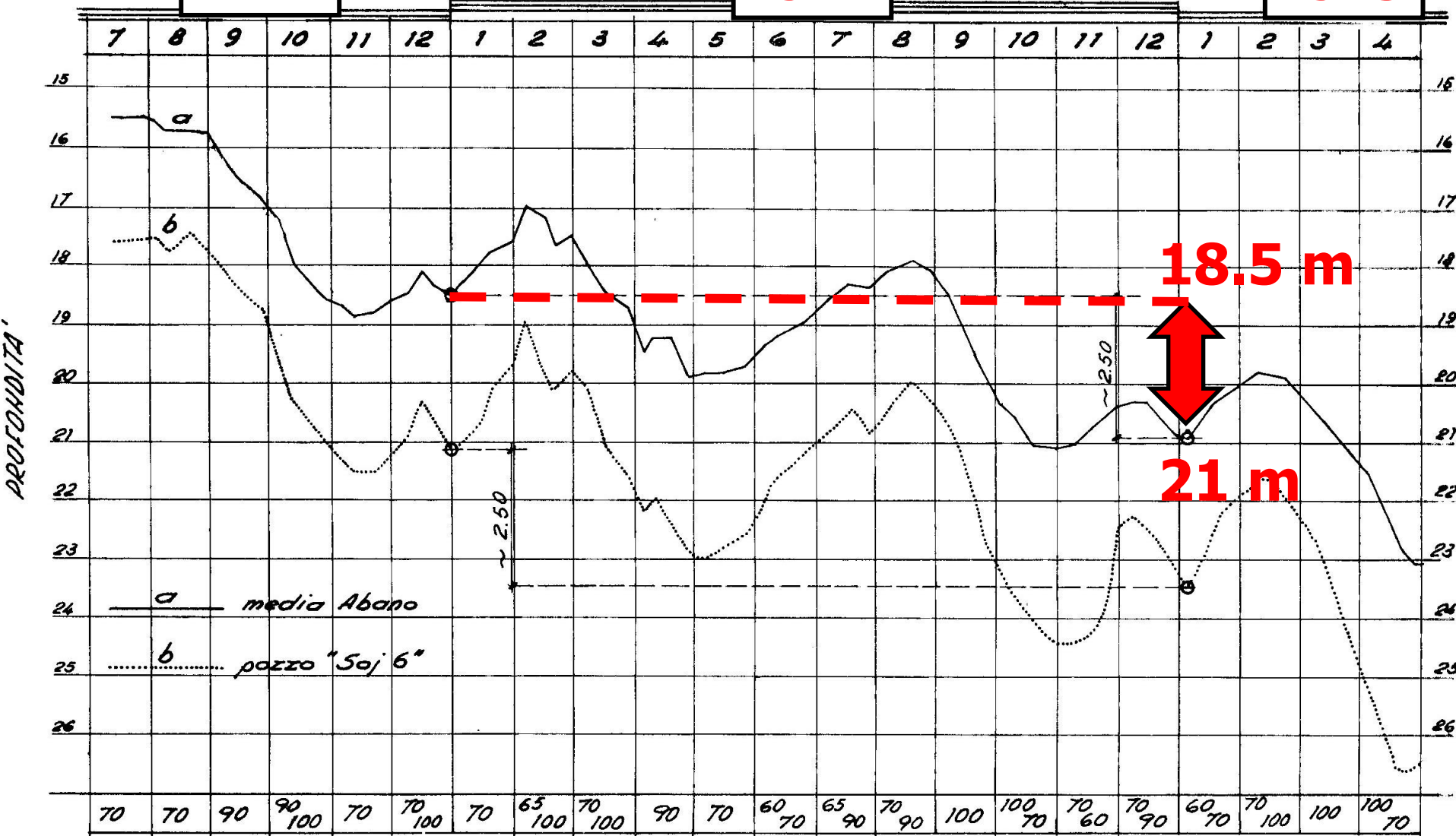
LIVELLI

Abano

1971

1972

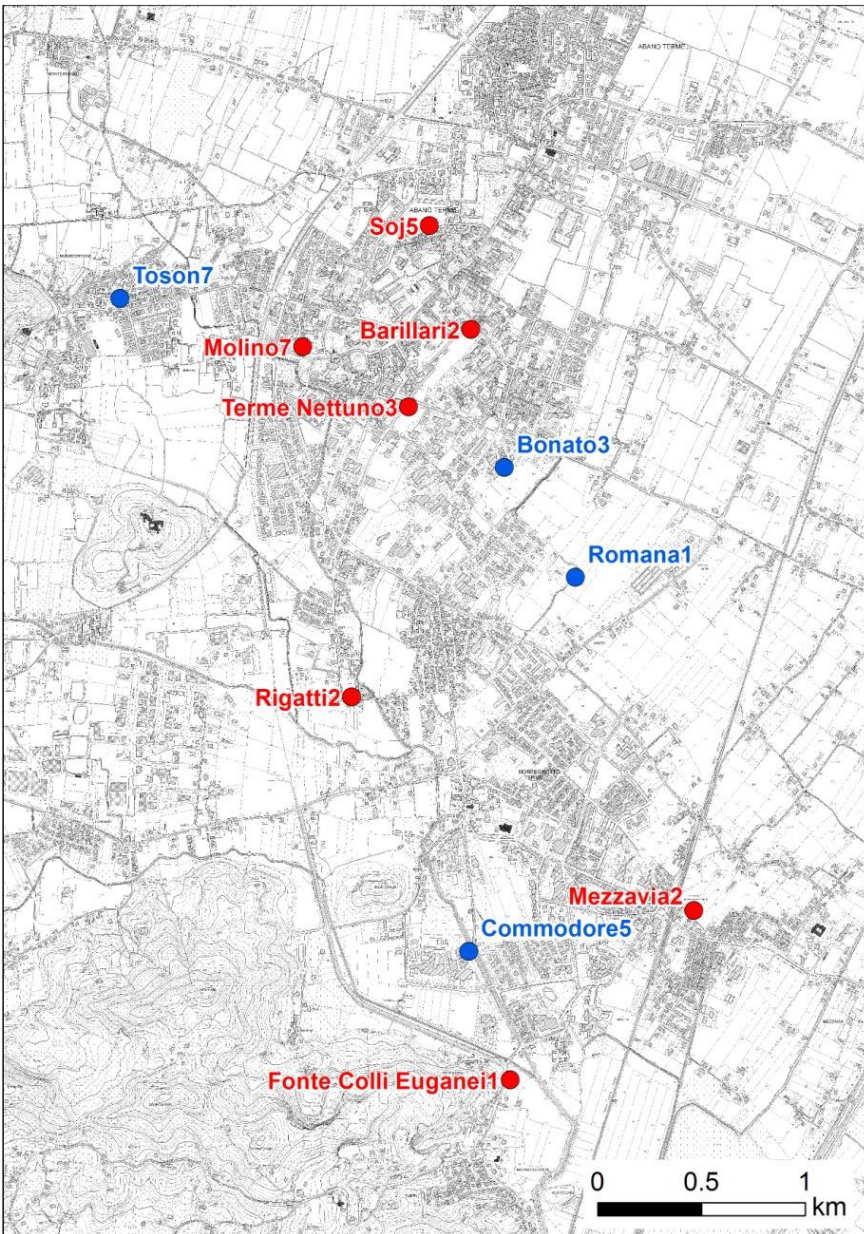
1973



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

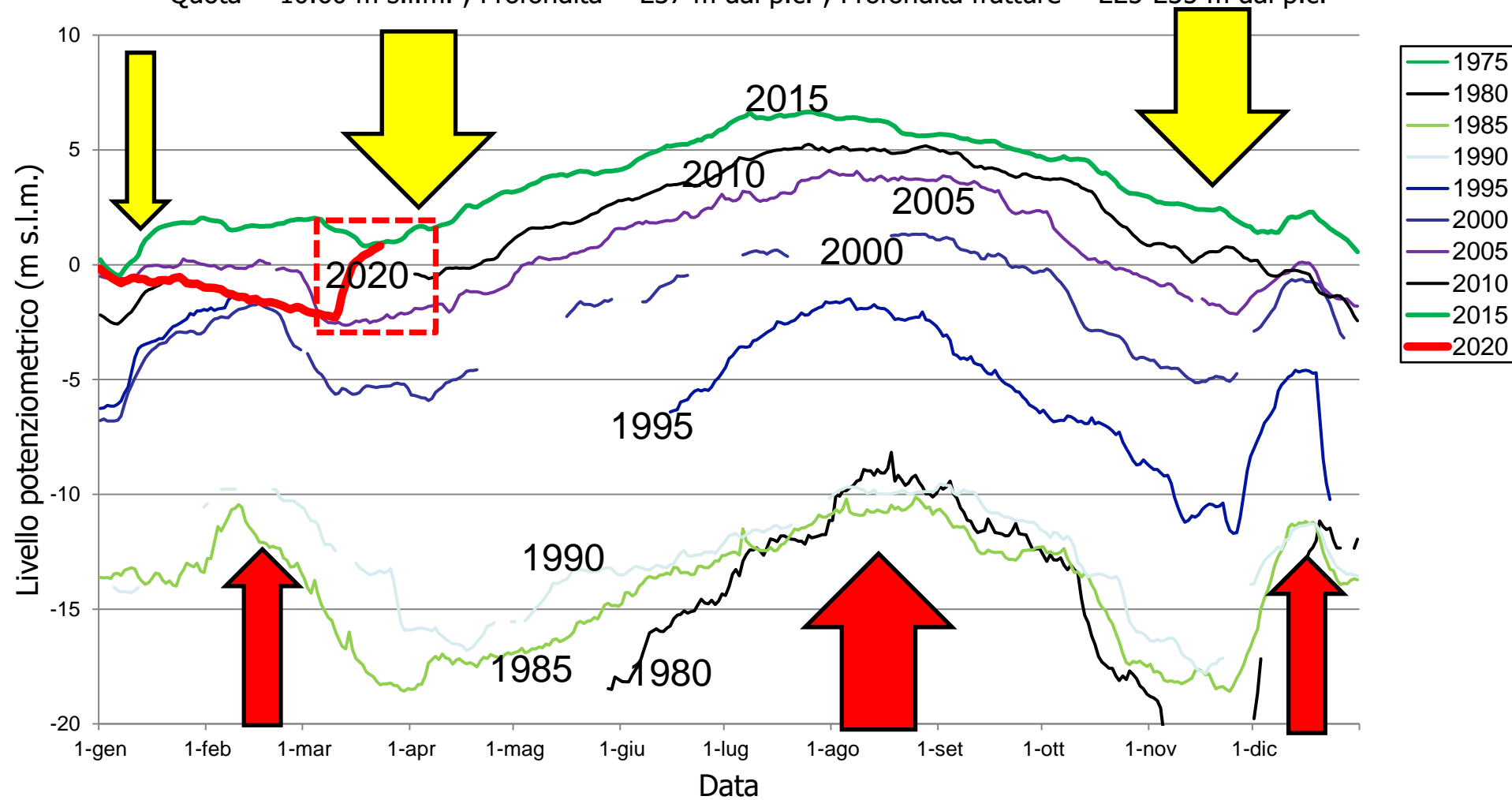
Romana 1

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

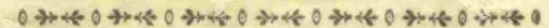
DELLE LETTERE, SCIENZE, ED ARTI

DI PADOVA EC. EC.

PARTE TERZA



PADOVA MDCCCIV.



PER GIUSEPPE, E FRATELLI PENADA

CON APPROVAZIONE.



IDROGEOCHIMICA DELLE ACQUE TERMALI

- **70%** Na e Cl

- **Elevati** SO_4 , HCO_3 Ca e Mg, 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

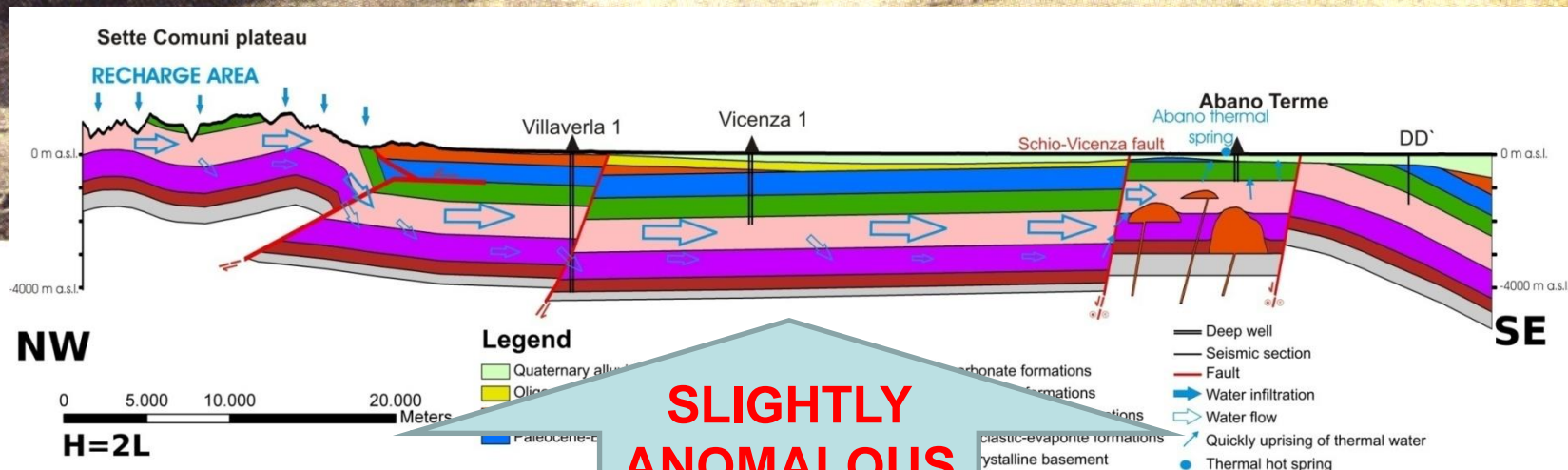
- Analisi di $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ per l'individuazione della quote di infiltrazione. Nel nostro caso l'infiltrazione ipotetica è posta a circa 1500 m s.l.m.

• RADIOISOTOPI

- Analisi sul ^3H indicano acque con tempi di residenza maggiori di 60 anni.
 - Alcune analisi sul ^{14}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 Pola¹ , Mauro Cacace² , Paolo Fabbri^{3,4} , Leonardo Piccinini^{3,4} ,
Dario Zampieri^{3,4} , and Filippo Torresan³ 

¹Croatian Geological Survey, Zagreb, Croatia, ²Helmholtz Centre Potsdam, GFZ German Research Centre for Geosciences, Telegrafenberg, Potsdam, Germany, ³Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Padova, Italy, ⁴Geothermal 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




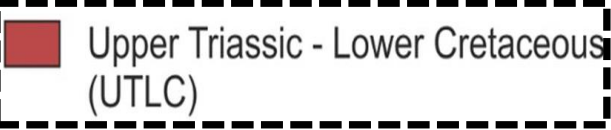


Numerical modeling as a tool for evaluating the renewability of geothermal resources: the case study of the Euganean Geothermal System (NE Italy)

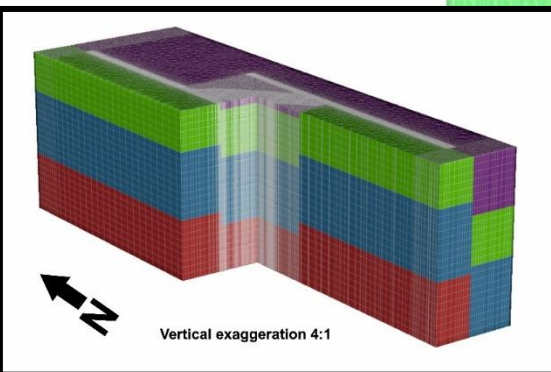
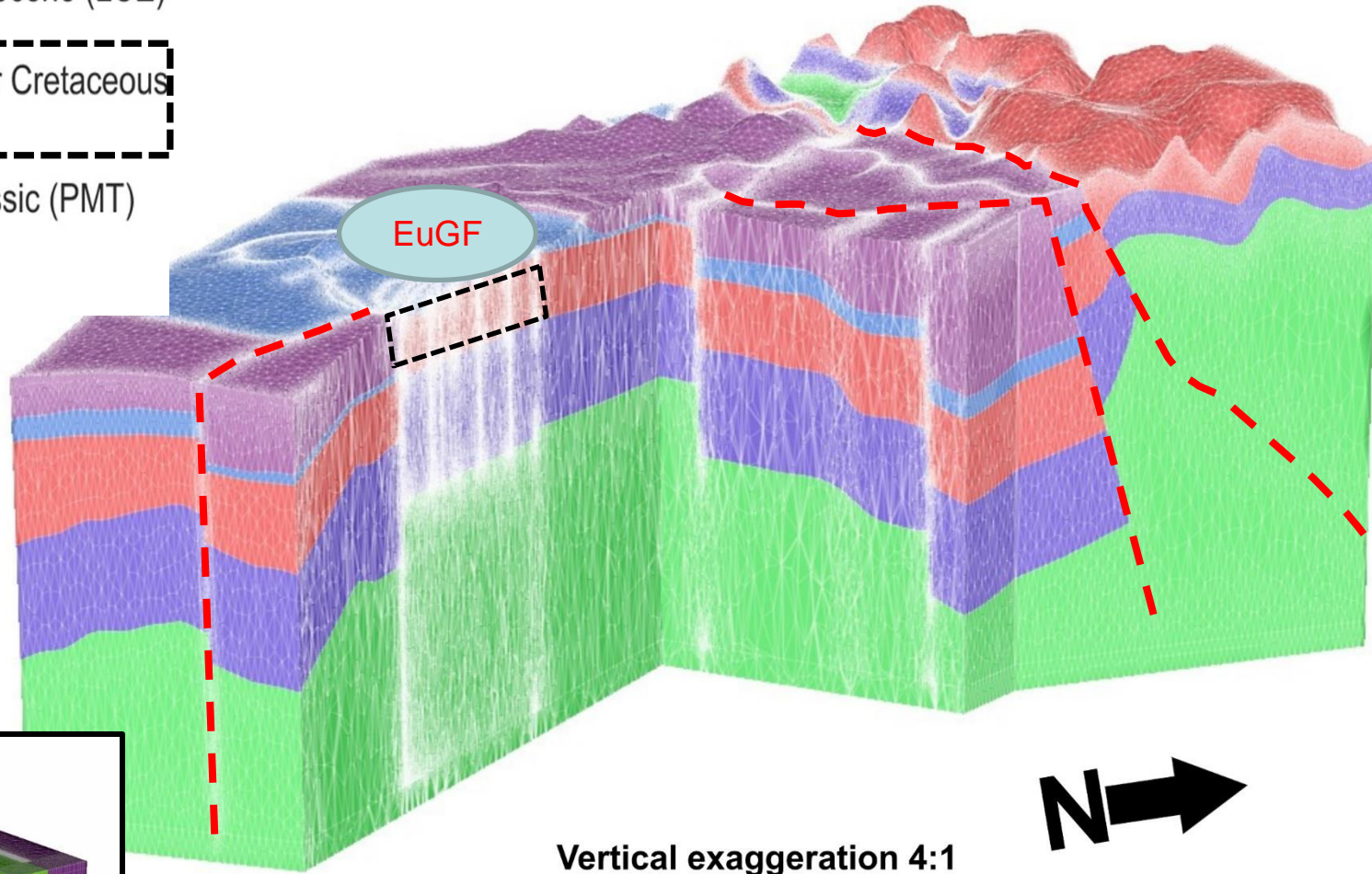
Filippo Torresan  · Leonardo Piccinini  · Mauro Cacace  · Marco Pola  ·
Dario Zampieri  · Paolo Fabbri 

Received: 28 August 2020 / Accepted: 27 June 2021

© The Author(s) 2021

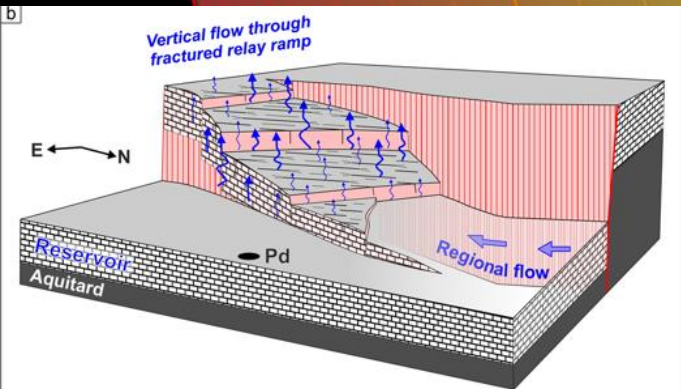
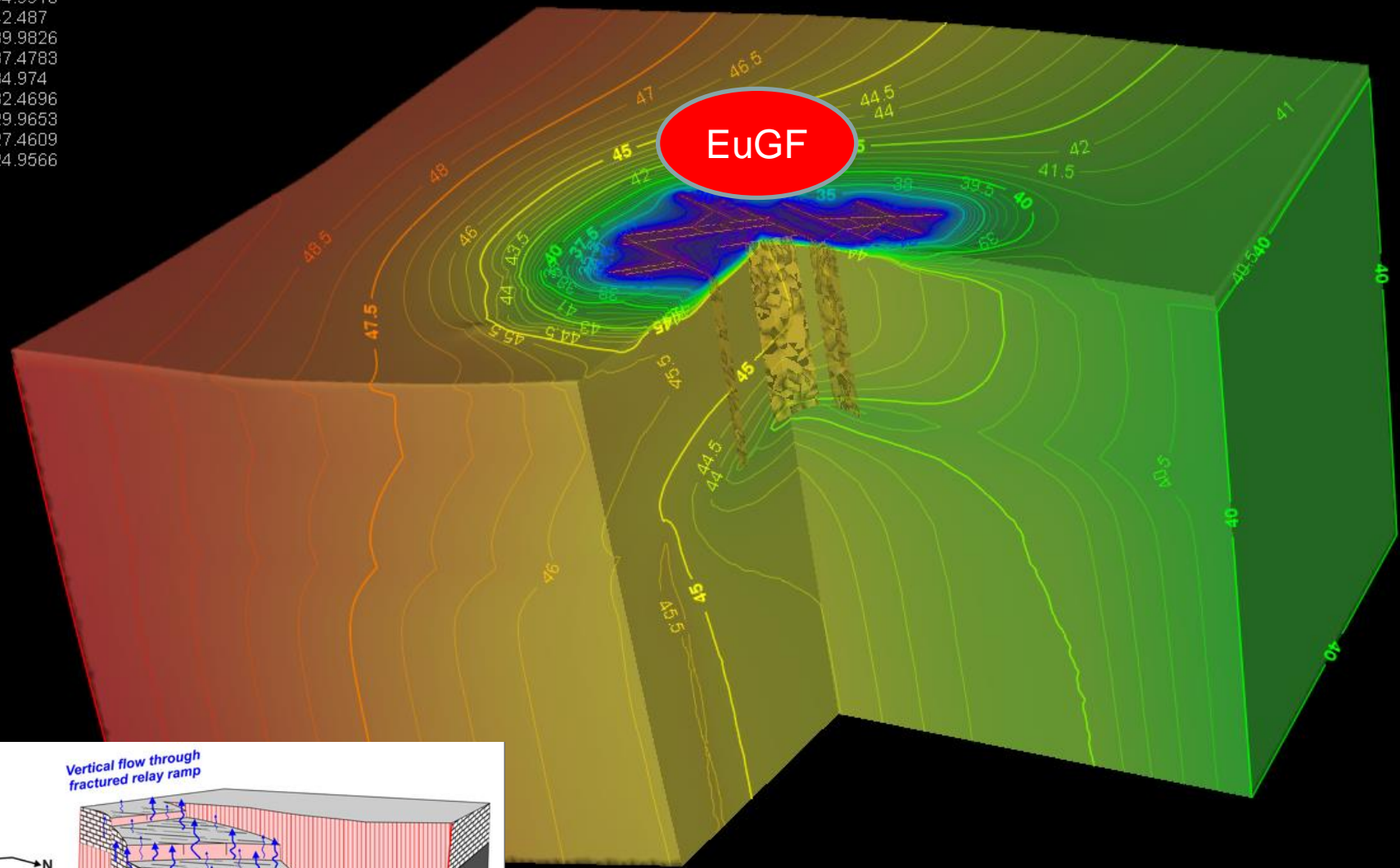
UNSTRUCTURED MESH

-  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

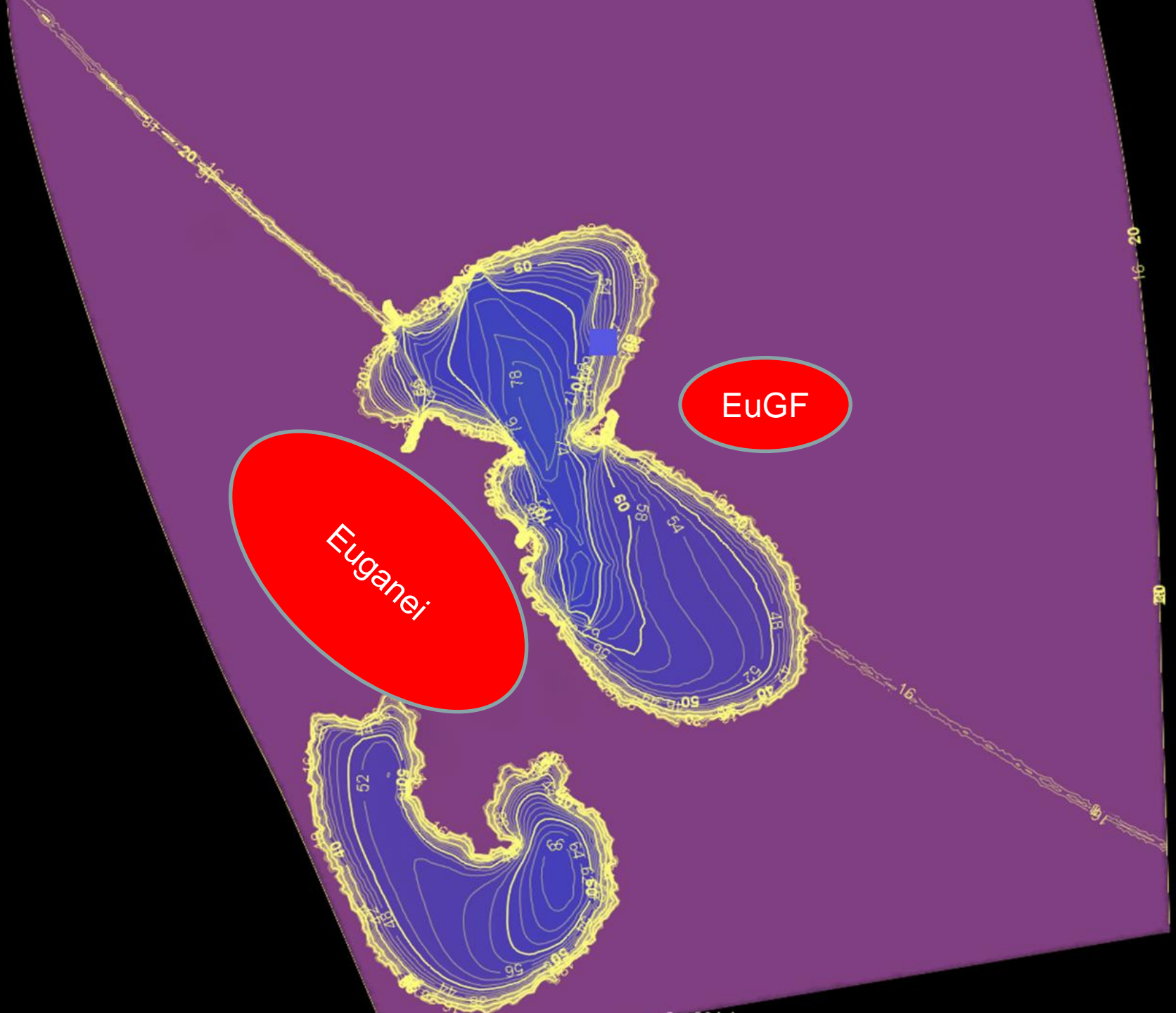
50
47.4957
44.9913
42.487
39.9826
37.4783
34.974
32.4696
29.9653
27.4609
24.9566



14223 faces selected
 1e+07 [a]

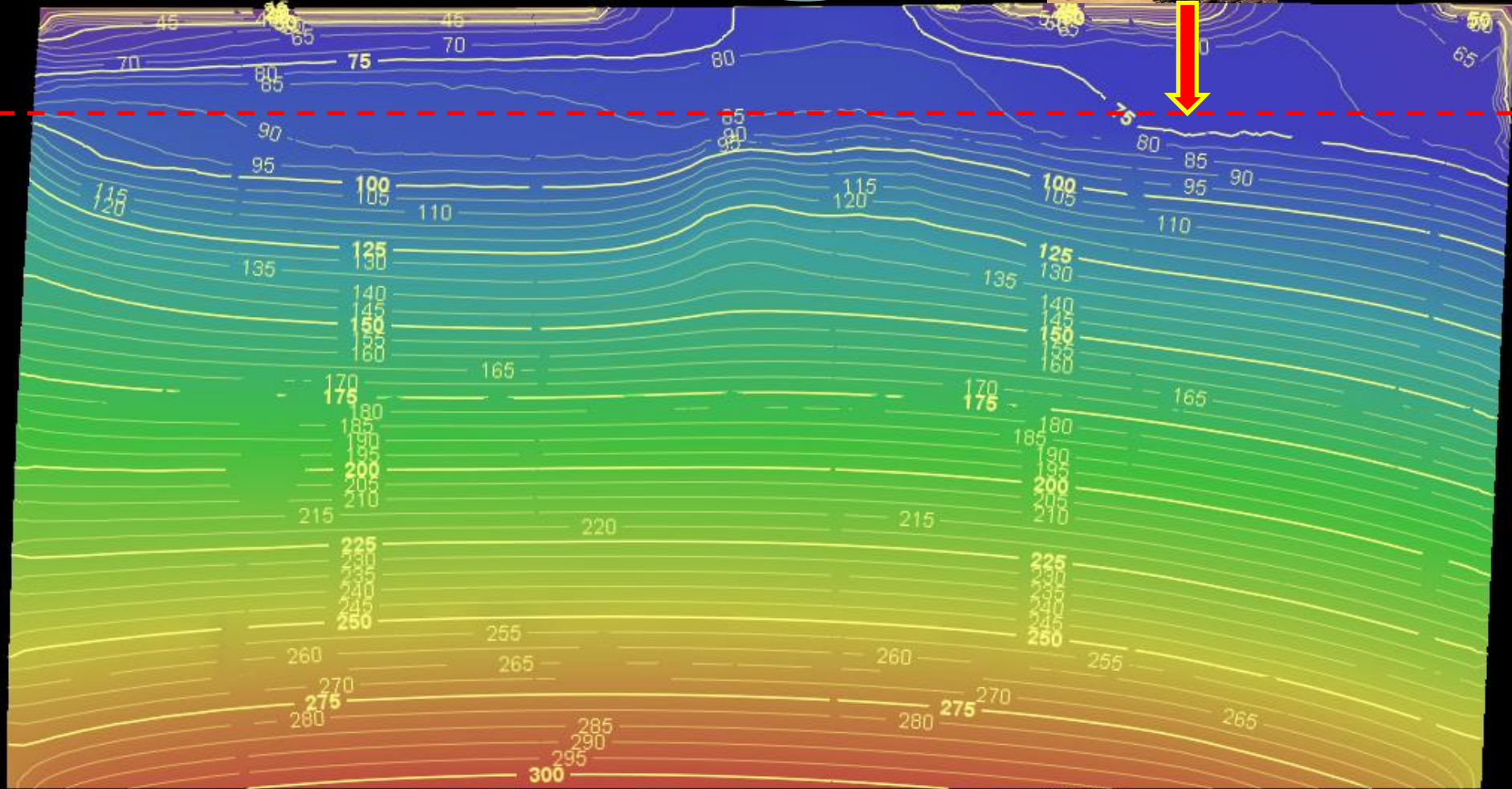
Temperature
- Continuous -
[°C]

- 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

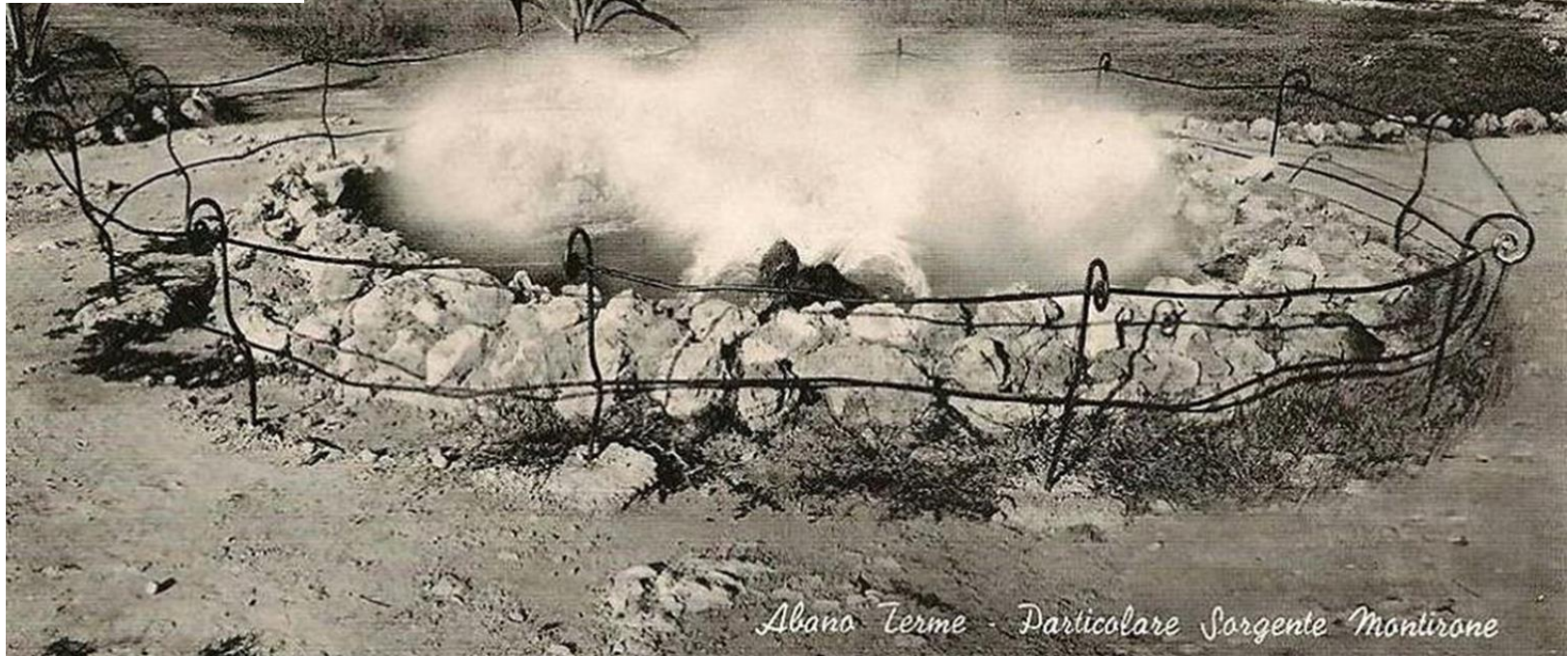
EuGF



1e+07 [a]

Conclusioni

- Siamo stati particolarmente fortunati nella zona EUGANEA



Albano Terme - Particolare Sorgente Montirone

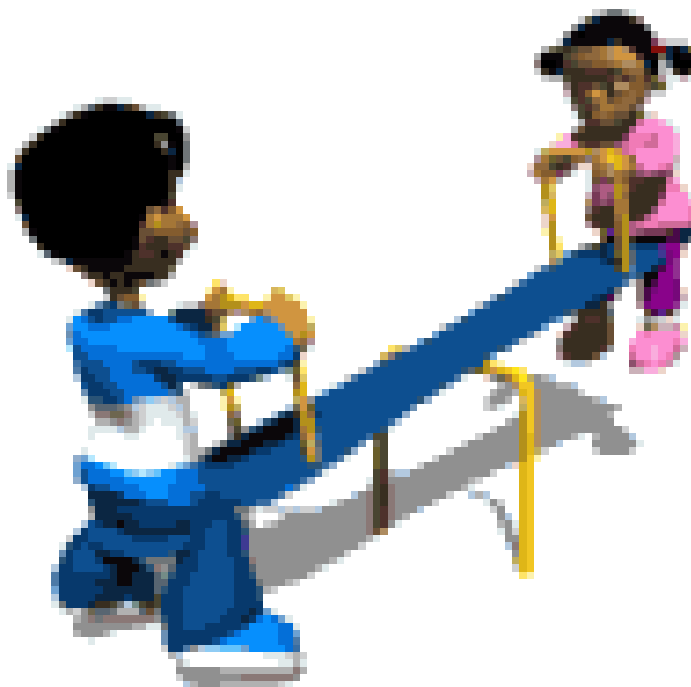
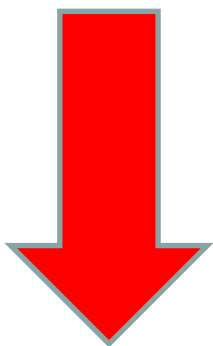
COSA DOBBIAMO

ASSOLUTAMENTE FARE

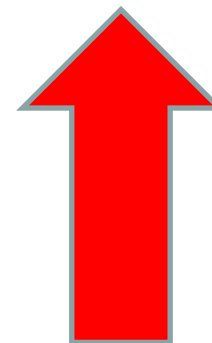
PER USO SOSTENIBILE DI QUESTA RISORSA

- MONITORAGGIO **LIVELLI**, TEMPERATURE E CONSUMI

LIVELLI



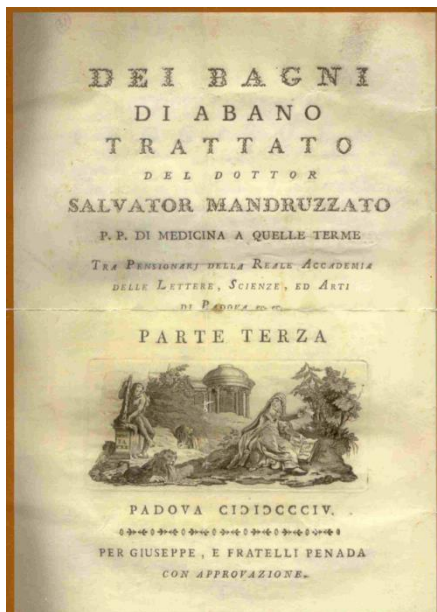
ESTRAZIONI





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.