

SIG – Società Italiana Gallerie  
Convegno “-1 anno dal WTC 2019 – via per  
montes excisa: le opere in sottterraneo  
incontrano architettura, archeologia e arte”  
Napoli 11 maggio 2018



"Le gallerie storiche di Roma e dintorni.  
Metodi e tecniche costruttive"

## Emissari dei laghi Albano e Fucino: modelli di epoca romana per la nascente moderna ingegneria delle gallerie



**Carlo Callari**  
Docente di "Gallerie"  
Università del Molise  
Università di Roma "Tor Vergata"

Diritti riservati. Si autorizzano singole copie solo ed esclusivamente per uso personale. E' consentita la parziale diffusione in pubblicazioni senza fini di lucro, a condizione che sia citata la fonte:  
C. Callari (2018), Emissari dei laghi Albano e Fucino: modelli di epoca romana per la nascente moderna ingegneria delle gallerie.

# Obiettivi



“Prima Italiae antiquae regio” [1851]

Gli emissari dei laghi Albano e Fucino come paradigmi del ruolo delle **grandi opere e sotterranee di epoca romana**:

Non solo infrastrutture, ma anche strumenti per la **trasmissione di competenze** scientifiche, tecnologiche e organizzative fino alla moderna ingegneria delle gallerie (XIX secolo)

# L'emissario del lago Albano



[Canina, 1830-1840]

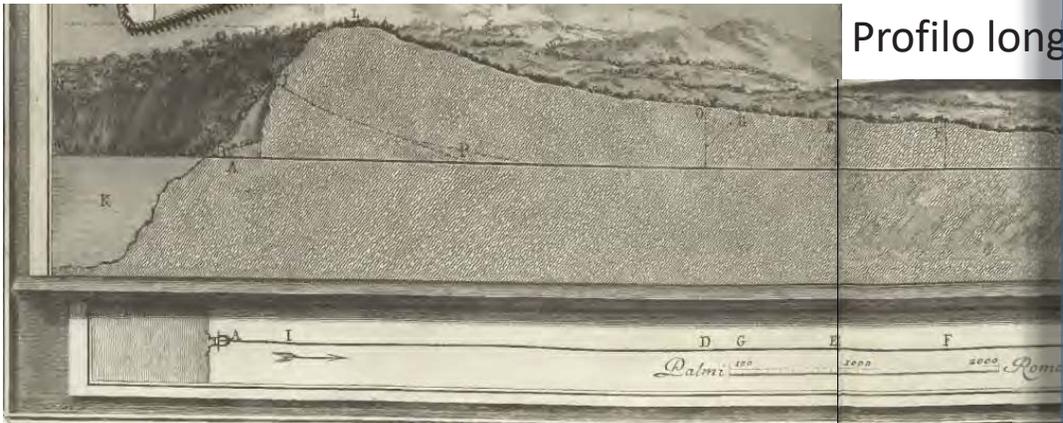
- Lago vulcanico, privo di emissario naturale
- Secondo Tito Livio [27 a.C. – 14 d.C.]: scavato per regolare il livello del lago, a seguito di un suo straordinario innalzamento (preoccupante per le popolazioni residenti lungo le rive e a valle del cratere).

CARLOCCALLARI(2018)

Periodo costruzione	Lungh. (km)	Sezione media (m <sup>2</sup> )	Ammassi	Copertura max (m)	Inclinazione media	Avanzam. medio (m/g)	Pozzi (n., prof. m)	Discenderie (n.)
398-397 a.C.	1.45	1.0 x 2.5	Tufi	120	0.14%	4.0	2 (accertati)	1 (ipotetica)

# L'emissario del lago Albano

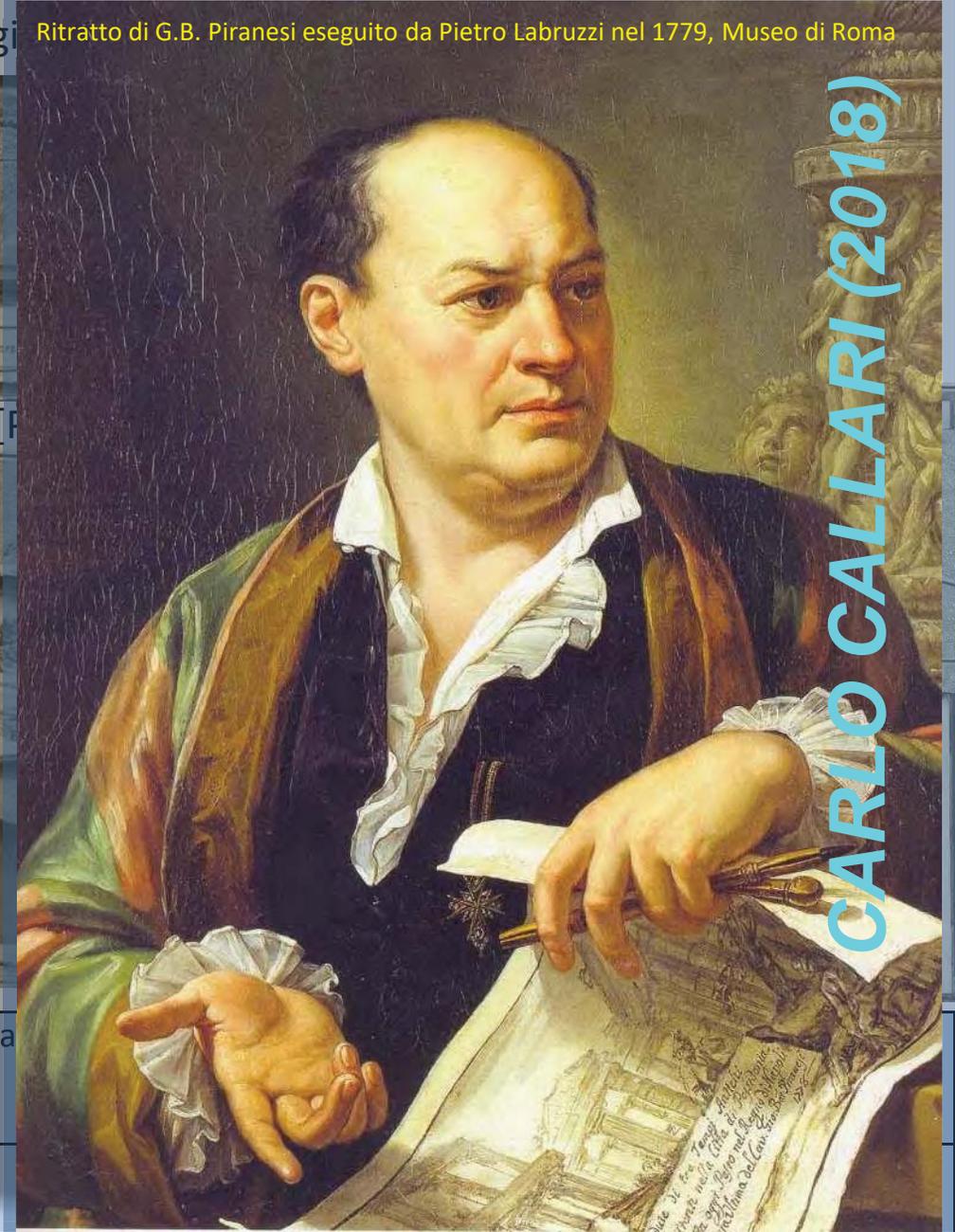
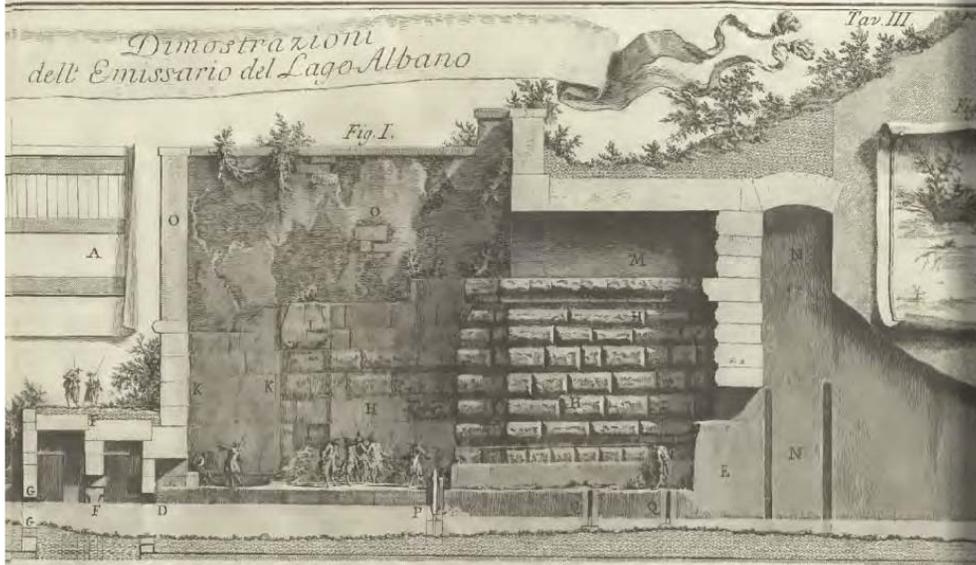
Trattati di **G.B. Piranesi** [1761; 1762]: **grande valore artistico e successo**. Discreta attendibilità (nonostante imprecisioni, proporzioni non rispettate, prodotti di fantasia)



Profilo longi

Ritratto di G.B. Piranesi eseguito da Pietro Labruzzi nel 1779, Museo di Roma

Sezione longitudinale incile e ipotetiche fasi di scavo [F



CARLO CALLARI (2018)

Periodo costruzione	Lungh. (km)	Sezione media (m <sup>2</sup> )	Ammassi	Copertura max (m)
398-397 a.C.	1.45	1.0 x 2.5	Tufi	120

# L'emissario del lago Albano

- Fino agli anni '70: efficiente esercizio
- Dagli anni '80: abbassamento livello del lago, fino a -10 m sotto la quota dell'incile

Ancoraggio delle corsie per le gare di canottaggio delle Olimpiadi del 1960

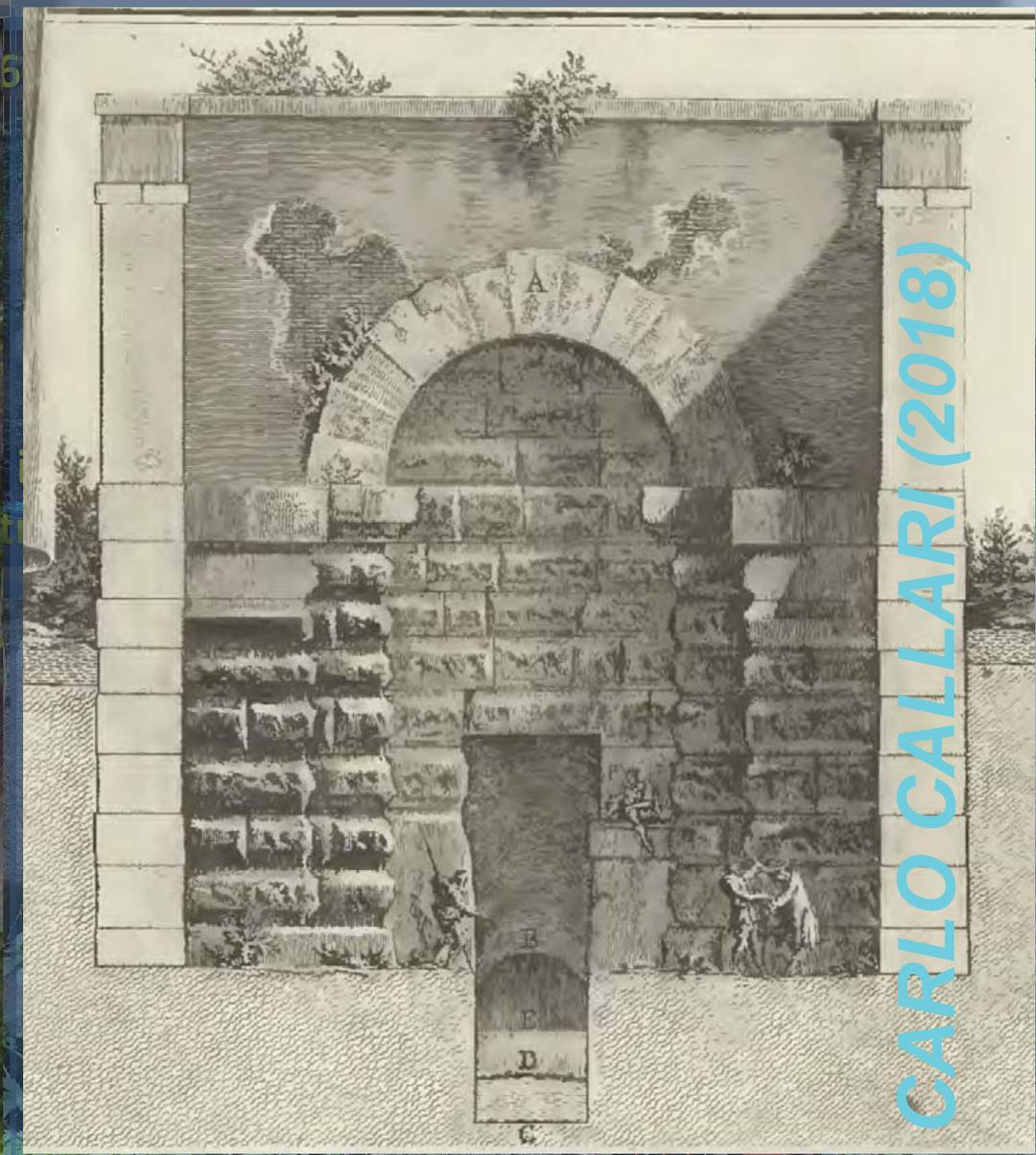
CARLO CALLARI (2018)



# L'emissario del lago Albano



foto di Carlo Germani [archivio Egeria CRS/HYPOGEA]



CARLO CALLARI (2018)



male

# L'emissario del lago Albano

Galleria interamente scavata nel **tufo** e **priva di sostegni**.

Presenza di “**cornici**” **verticali di roccia sporgente**, a distanza media di 1.35 m [Castellani 1999]:

- per marcare l'**avanzamento dello scavo** in ciascun turno?
- ipotesi di 3 turni da 8 ore nelle 24 ore: avanzamento **4 m/g**
- ipotesi di un solo fronte di scavo: durata dei lavori = 1 anno (coerente con Tito Livio).



Fig. 9.1

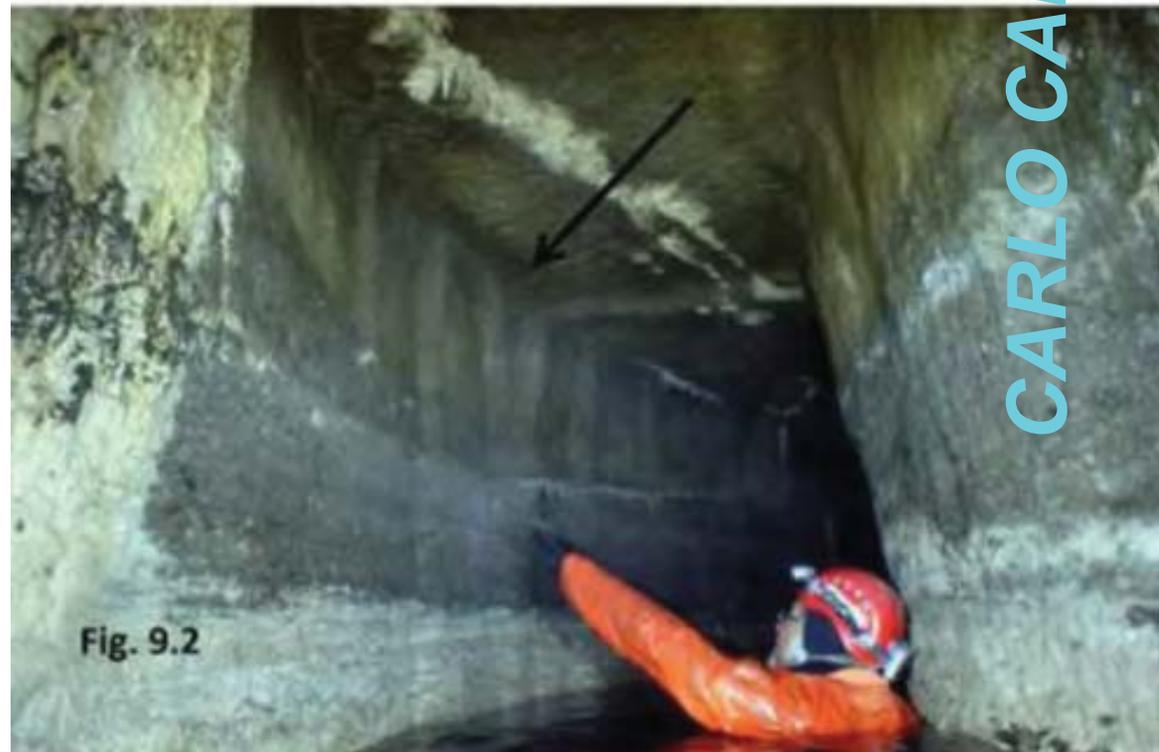


Fig. 9.2

CARLO CALLARI (2018)

# L'emissario del lago Albano

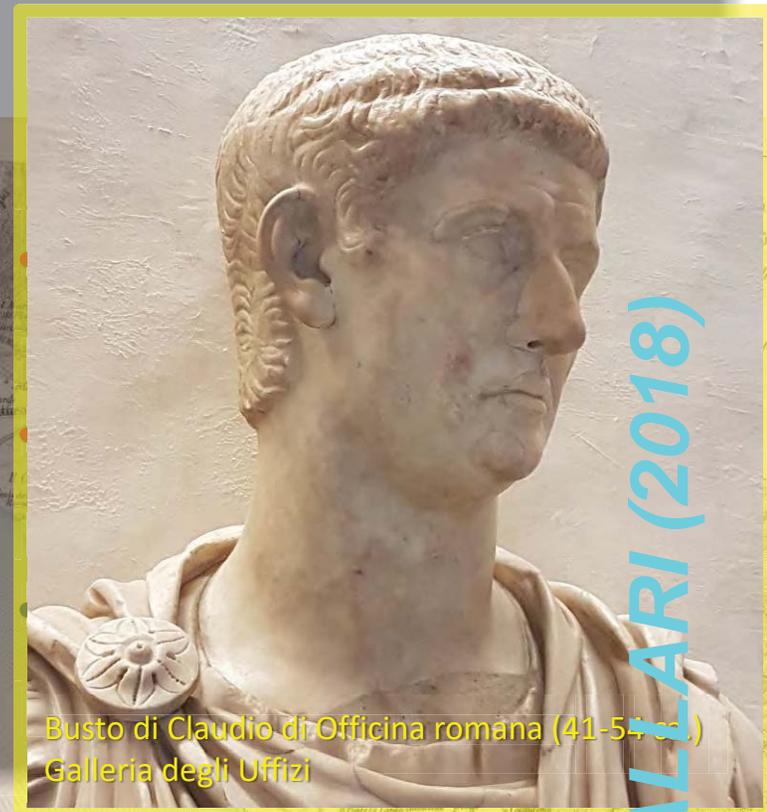
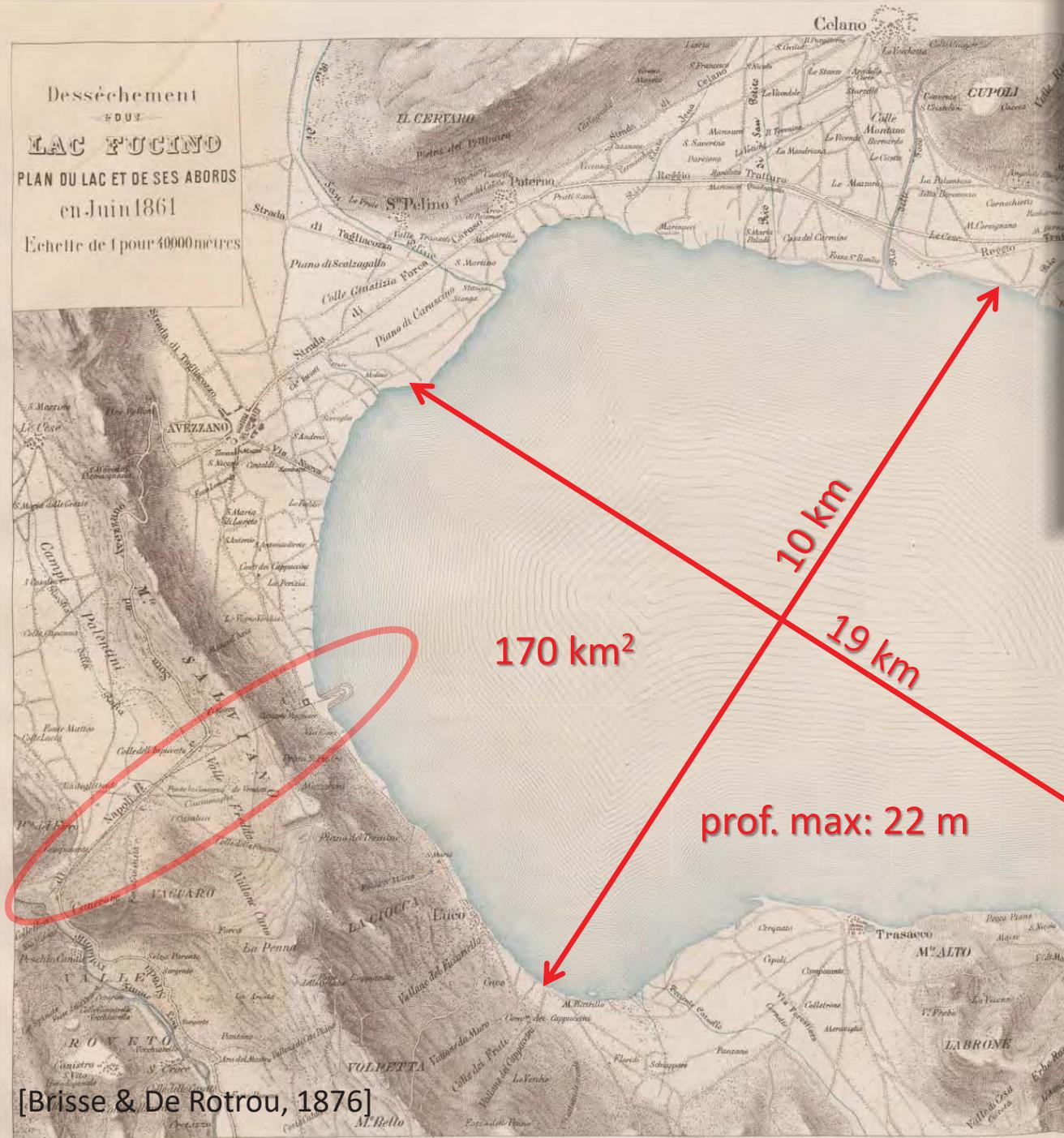
Sbocco:

da Piranesi  
a oggi



CARLO CALLARI (2018)

# L'emissario del lago Fucino



Busto di Claudio di Officina romana (41-54 d.C.)  
Galleria degli Uffizi

- **Claudio: emissario artificiale, per regolazione e aree coltivabili**
- **no prosciugamento, ma riduzione superficie ad un terzo. Errori o obiettivo previsto?**

CARLO CALLARI (2018)

# L'emissario del lago Fucino

DE L'ÉMISSAIRE DE CLAUDE

Monte Salviano

[Brisse & De Rotrou, 1876]

D) calcari;

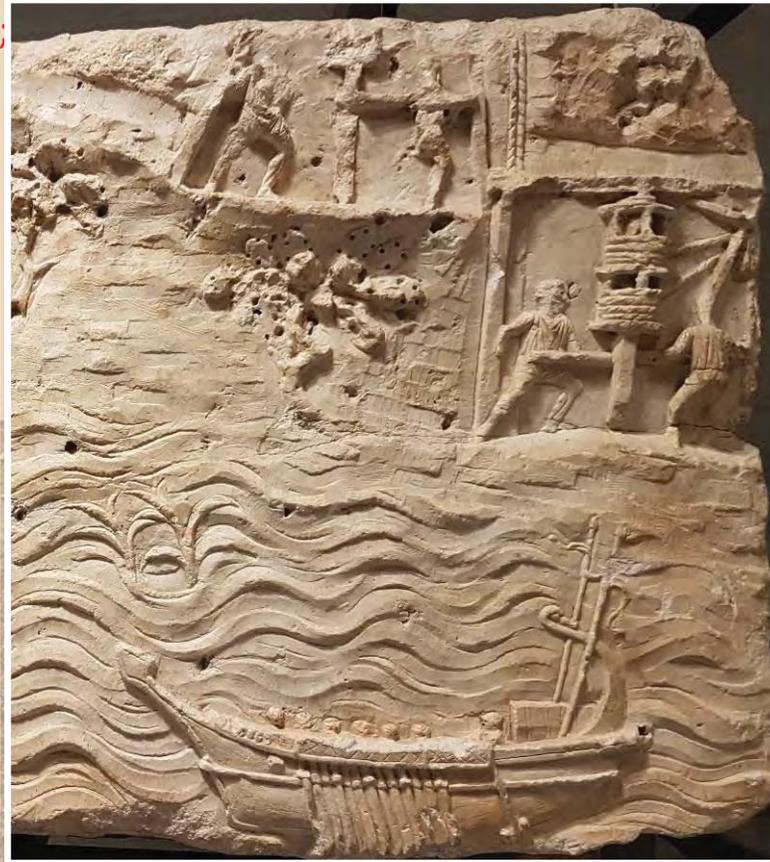
G) argille con intercalazioni di sabbie;

E) detriti;

F) conglomerati;

H) terreno vegetale

Fig.2



- Le opere sotterranee ausiliari > 2L della galleria principale!
- Avanzamento medio di tutte le opere sotterranee = 4.3 m/g.

CARLO CALLARI (2018)

Svetonio [I sec. d.C.],  
30.000 operai:

- credibile secondo alcuni;
- anche assumendo lo scavo su tutti i fronti possibili: una cifra 10 volte superiore a un valore realistico.

	Periodo costruzione	Lungh. (km)	Sez. (m <sup>2</sup> ) media intrados.	Ammassi	Coperture (m)	Inclin. media	Avanz. medio (m/g)	Pozzi (n., prof. m)	Discend. (n.)
Galleria romana	41-52 d.C.	5.7	5.1	calcari; argille e sabbie;	da 100 a 300	0.15%	1.4	≥33 da 18 a 122	≥12
Galleria Torlonia	1854-1869	6.3	19.6	conglomerati; detriti			1.2	28 ripristinati	2 nuove

# L'emissario del lago Fucino

## Tecniche di scavo e sostegno:

- sezione ottenuta da scavo di allargo da **cunicoli esplorativi (80 cm)** congiungenti i pozzi adiacenti [Burri 2005]
- In **argille e sabbie**, e **conglomerati**,
  - sostegni di **prima fase** con puntelli lignei
  - rivestimento **definitivo** di calcestruzzo, con piedritti in muratura di laterizio
  - puntelli **inglobati nel getto**, con rimozione porzioni fuoriuscenti dall'intradosso.
- per ammaloramento puntelli, **vuoti nel getto** e diffuse venute d'acqua.
- presenza di vuoti fra **estradosso calotta e ammasso** (concentrazioni delle pressioni di interazione).



CARLO CALLARI (2018)

# L'emissario del lago Fucino

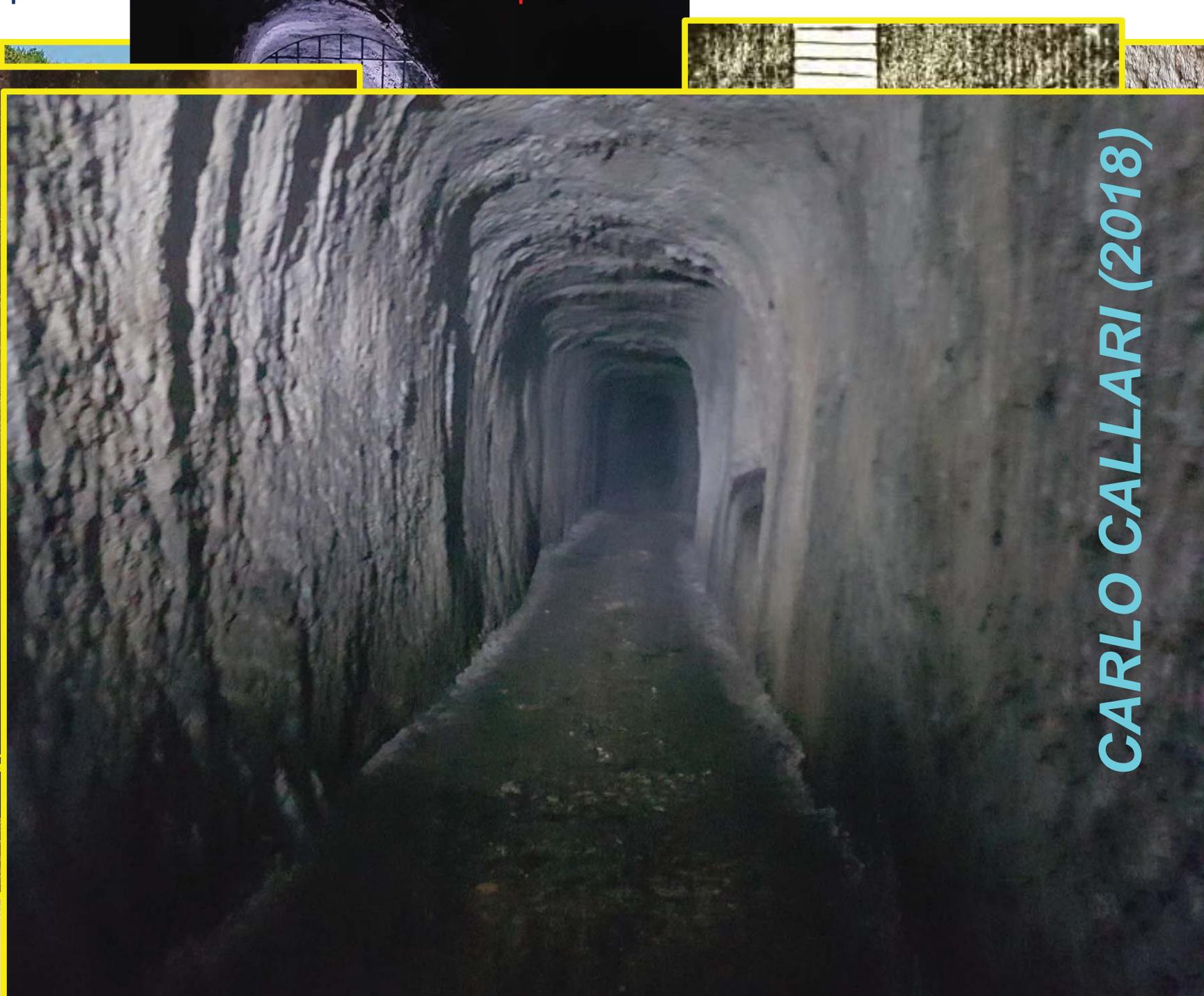
Utensili per scavo, carpenteria  
sostegni, smarino



CARLO CALLARI (2018)

# L'emissario del lago Fucino

Discenderie e pozzi: "Cunicolo del Ferraro" e pozzo 23



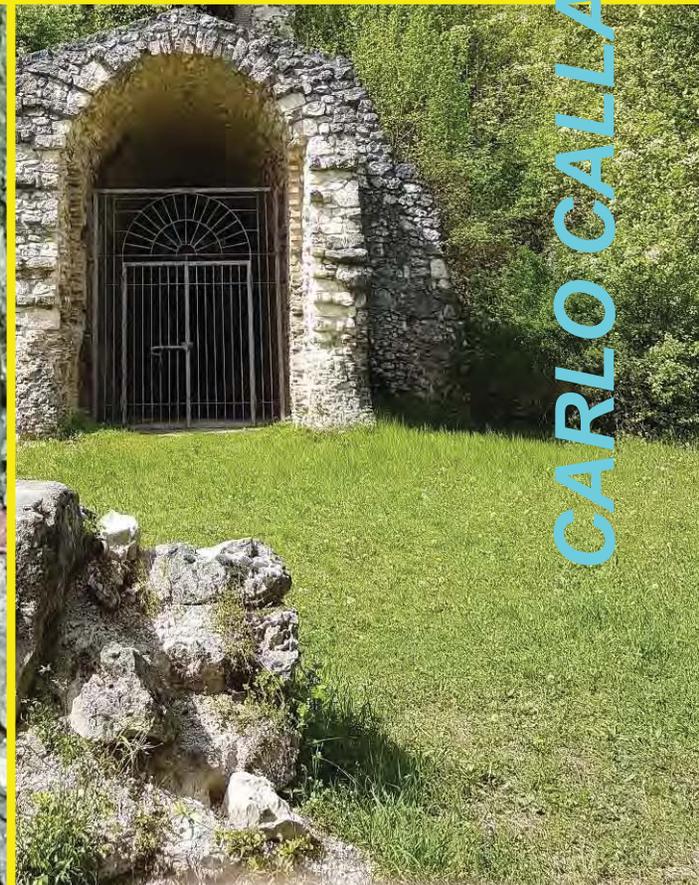
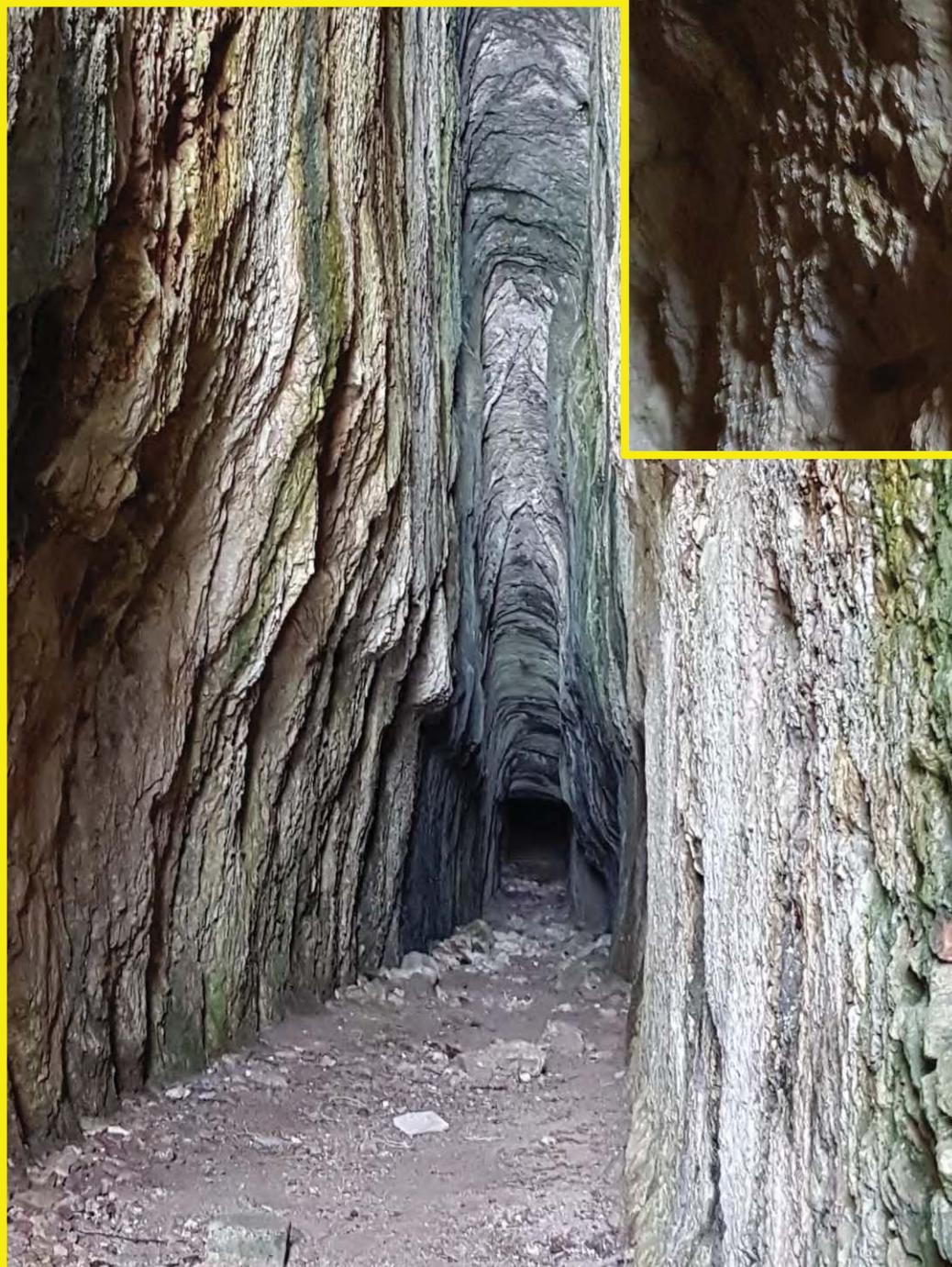
CARLO CALLARI (2018)

pozz

# L'emissario del lago Fucino

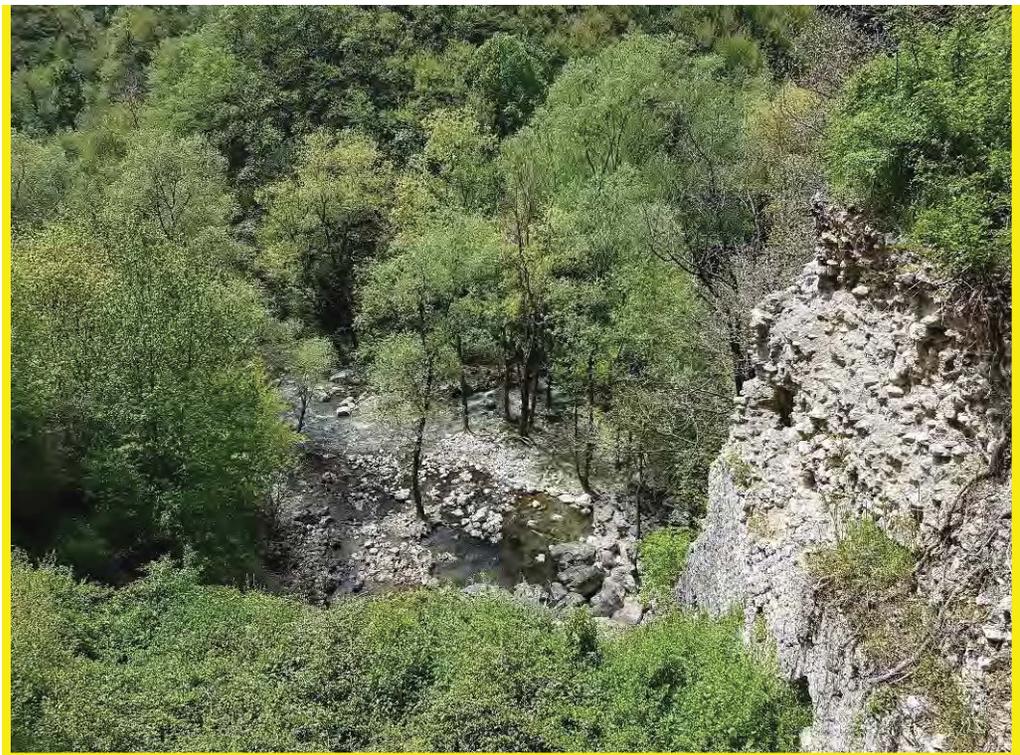
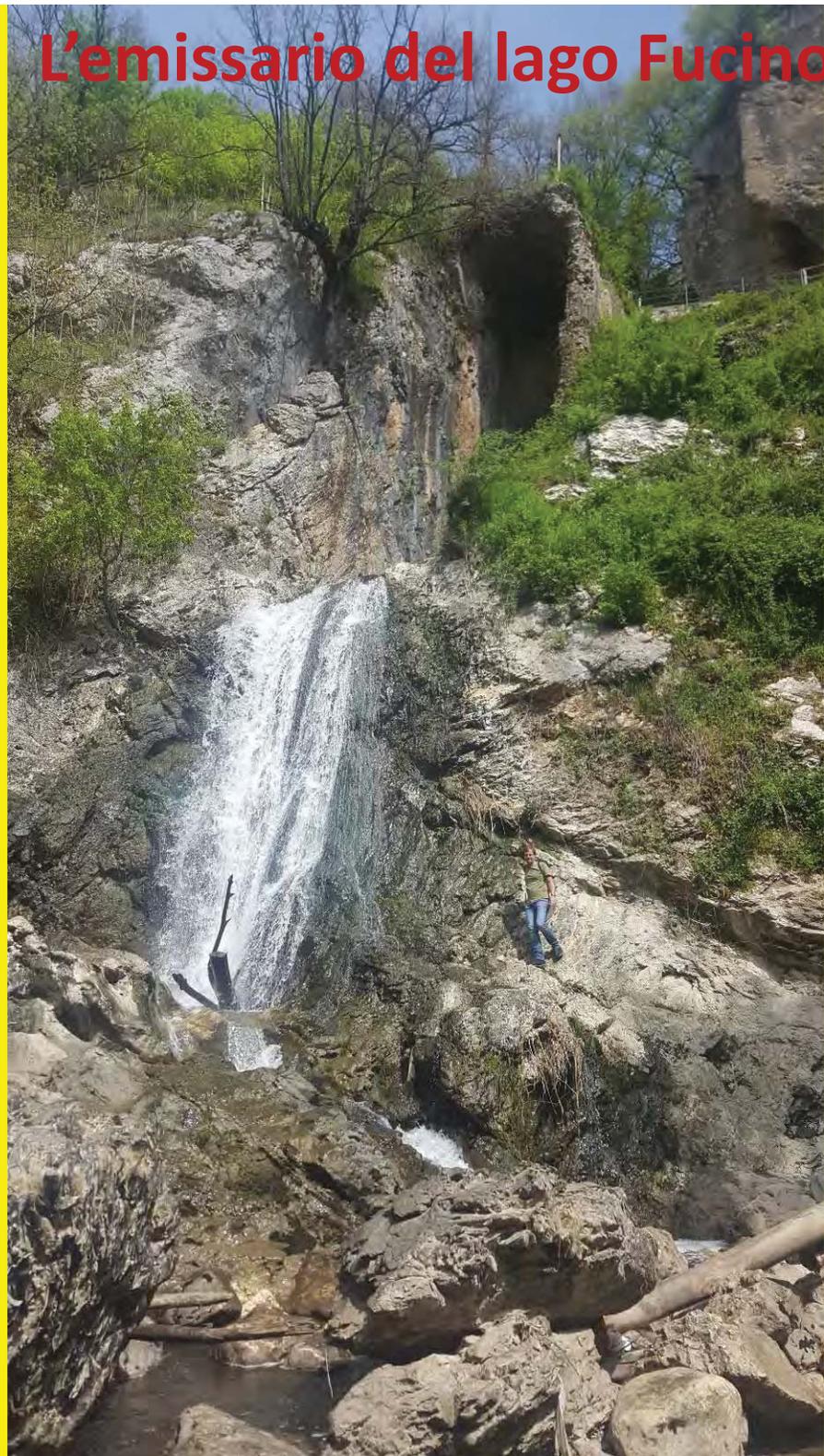
Discenderie e pozzi: "Cunicolo maggiore"

fori da mina dei lavori Torlonia (1854-1869)

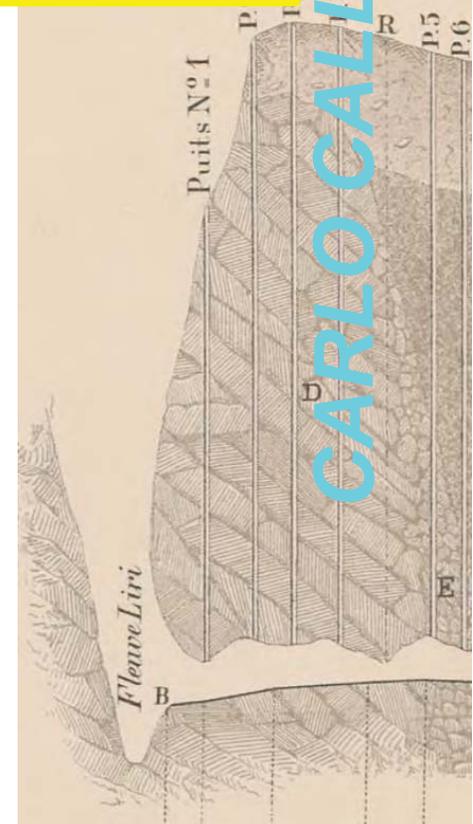


CARLO CALLARI (2018)

# L'emissario del lago Fucino



Sbocco nel fiume Liri



CARLO CALLARI (2018)

# L'emissario del lago Fucino

Risposta allo scavo. In argille e sabbie, detriti: sezione ridotta per aumentare stabilità...



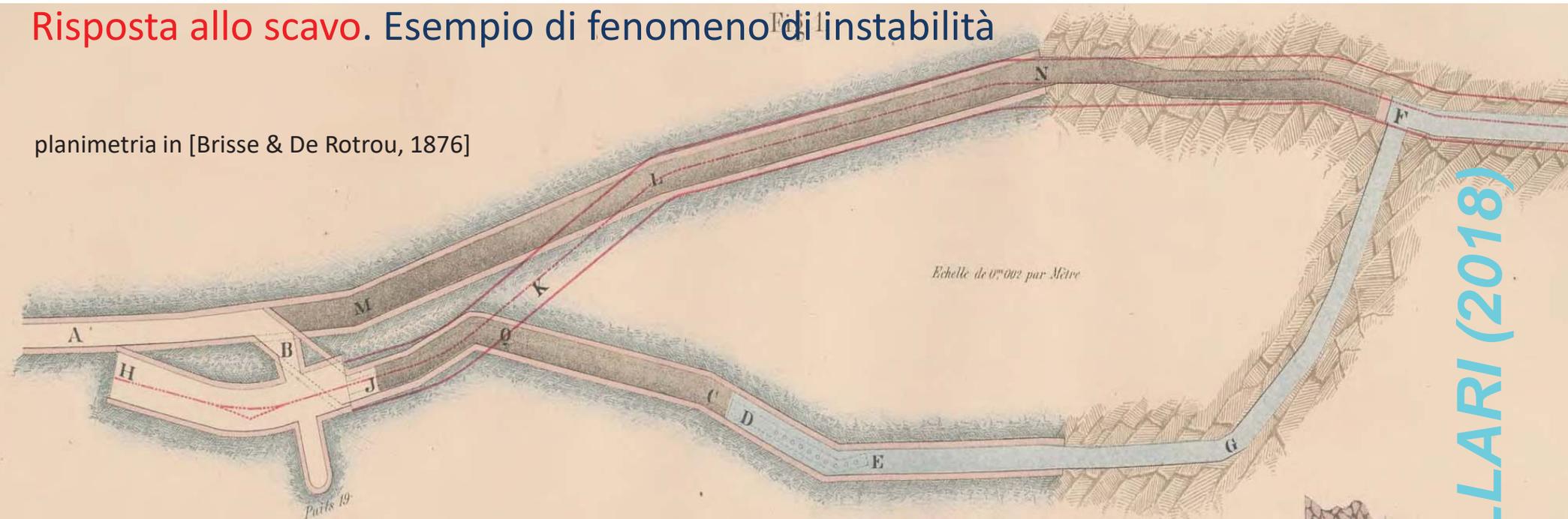
CARLO CALLARI (2018)

[Brisse & De Rotrou, 1876]

# L'emissario del lago Fucino

Risposta allo scavo. Esempio di fenomeno di instabilità

planimetria in [Brisse & De Rotrou, 1876]



Da Afan de Rivera [1823; 1836] e Brisse & De Rotrou [1876] si evince:

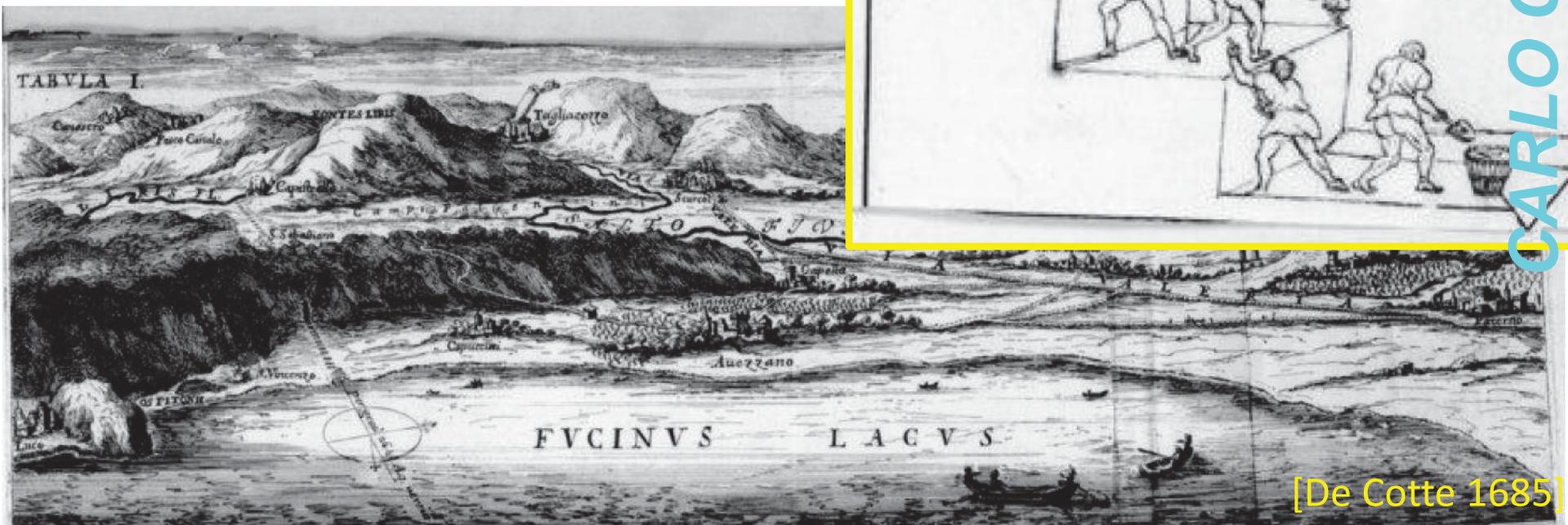
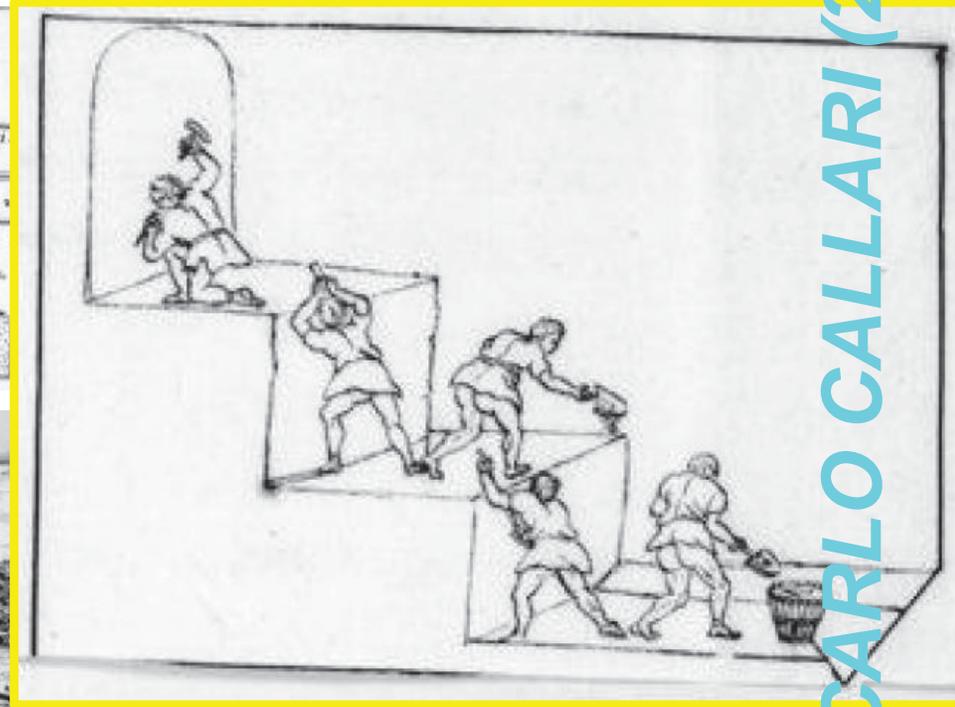
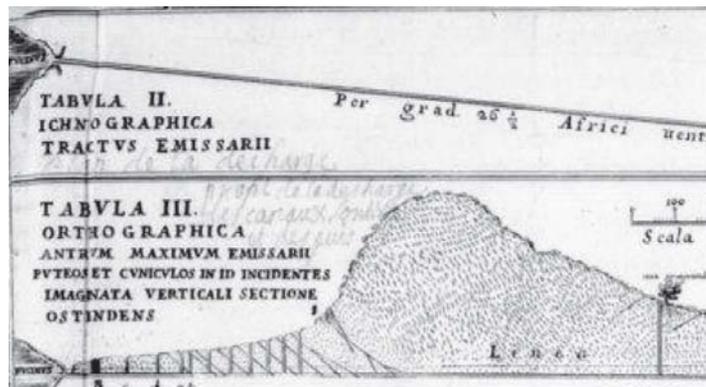
- nei **depositi fluvio-lacustri** del Quaternario, fra i pozzi 19 e 20;
- **crollo della volta nel tratto MLNF** causato da **scarsa resistenza** delle argille e da **azioni di trascinamento** nelle intercalazioni di sabbia;
- **ostruzione** dell'emissario, le acque del lago riempiono la galleria a monte;
- avanzamento a partire dal pozzo 19 lungo la **variante JQCDEGF**, con la sezione F, sufficientemente interna ai calcari.
- “sfondo” del diaframma di roccia in F **anticipato da drenaggio** mediante fori?
- isolamento del tratto collassato MLNF e integrazione della variante JQCDEGF nel tracciato (nel 1842 anch'essa fu ostruita dal crollo della calotta nel tratto JQC).

# L'emissario del lago Fucino

Interruzione esercizio nel VI sec. d.C., per assenza di manutenzione e (forse) sisma. Nei secoli successivi: **vari e infruttuosi tentativi di ripristino** (ad es. Federico II, 1240).

Influenza dell'emissario romano su architettura/ingegneria nei **secoli XVII e XVIII**

**Robert de Cotte (1667-1739), Premier architecte du Roi:**  
indicazioni per il progetto di acquedotti, canali e fogne in Francia

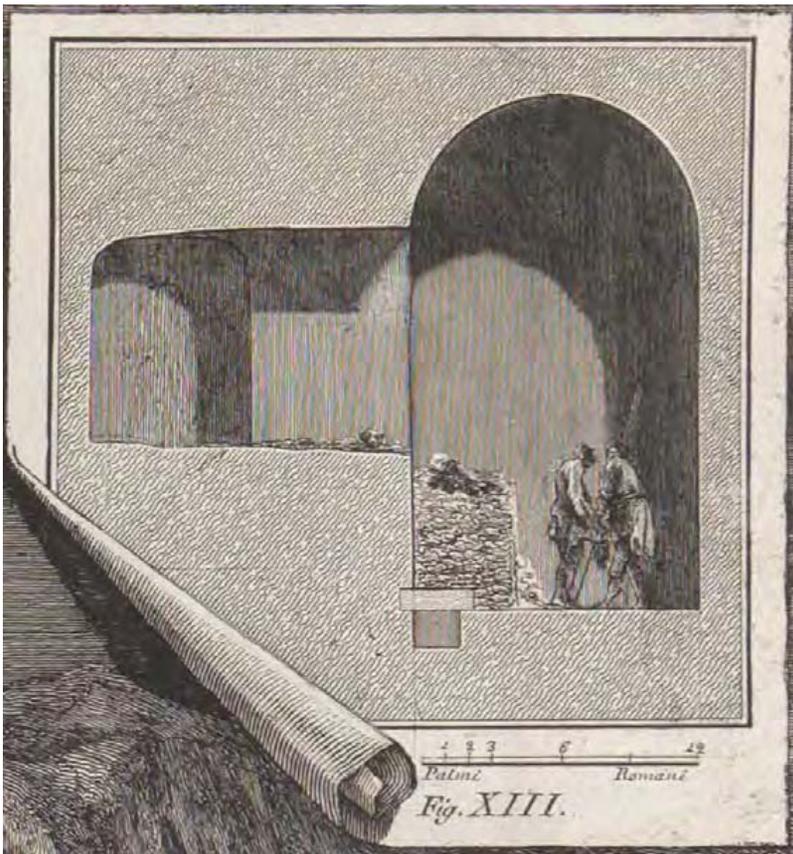


[De Cotte 1685]

# L'emissario del lago Fucino

Influenza dell'emissario romano su architettura/ingegneria nei secoli XVII e XVIII

Giovanni Battista Piranesi (1787): *Dimostrazioni dell'emissario del Lago Fucino: alla Maestà di Fernando IV Re delle Due Sicilie e di Gerusalemme.*



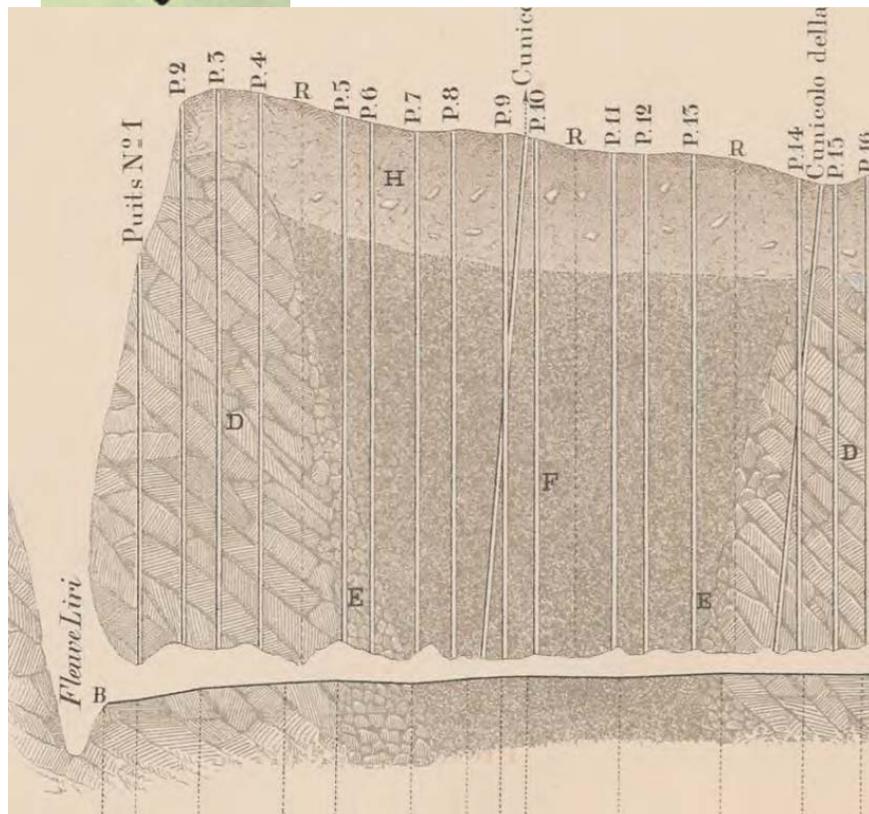
CARLO CALLARI (2018)

# L'emissario del lago Fucino

XIX secolo, il (parziale) ripristino: Carlo Afan de Rivera (1779-1852), direttore del “Corpo di Ponti e Strade, Acque, Foreste e Caccia” del Regno delle Due Sicilie



- 1815: **massima quota** registrata del livello del lago (profondità 23 m)
- Afan de Rivera è incaricato del **ripristino** dell'emissario romano
- **consolida e libera la maggior parte di pozzi e discenderie dall'interrimento**, ma non la galleria principale



- anche per difficoltà tecniche: **rovinoso collasso della volta nei conglomerati** con effetti in superficie: *“al di sopra del sito rovinato si formò una voragine, la cui profondità era di oltre 40 palmi (10 m) e la base aveva il diametro di 80 palmi (20 m). Era poi la voragine piena di acqua fino all'altezza di 30 palmi (8 m)”* [Afan de Rivera, 1836].

# L'emissario del lago Fucino

XIX secolo, il prosciugamento: Alessandro Torlonia (1800-1886)



- 1852: prosciugamento del lago in concessione a una società napoletana
- 1854: società acquisita da Torlonia
- 1855: iniziano i lavori Torlonia, sotto la direzione del noto ingegnere svizzero-francese, Jean François Mayor **de Montricher**, morto per tifo a Napoli nel 1858
- 1869: anche il successore, l'ingegnere svizzero Henri Samuel **Bermont**, abbandona l'incarico per gravi problemi di salute (muore nel 1870).
- 1869: **galleria completata** dall'ingegnere francese Alexandre **Brisse** coadiuvato dall'amministratore Léon **De Rotrou**.
- 1875: **prosciugamento** del lago.
- 1876: lavori dell'emissario completati; Vittorio Emanuele II conferisce a Torlonia il titolo di **principe del Fucino**.

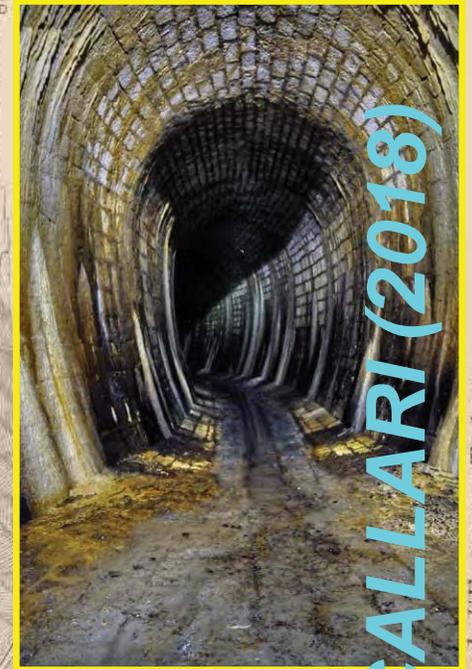
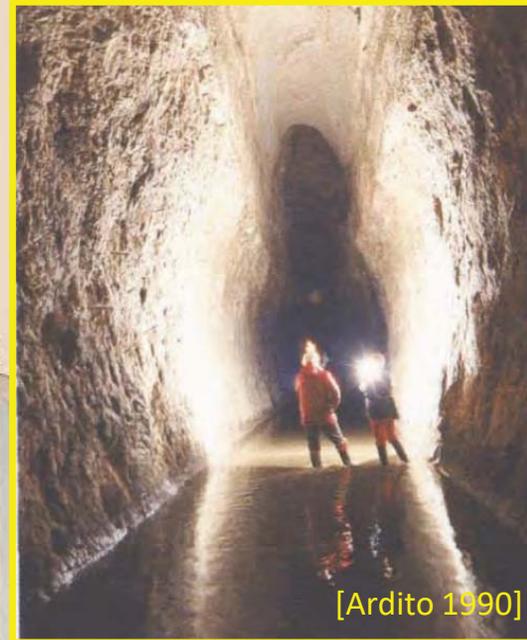
# L'emissario del lago Fucino

XIX secolo, il prosciugamento: Alessandro Torlonia (1800-1886)

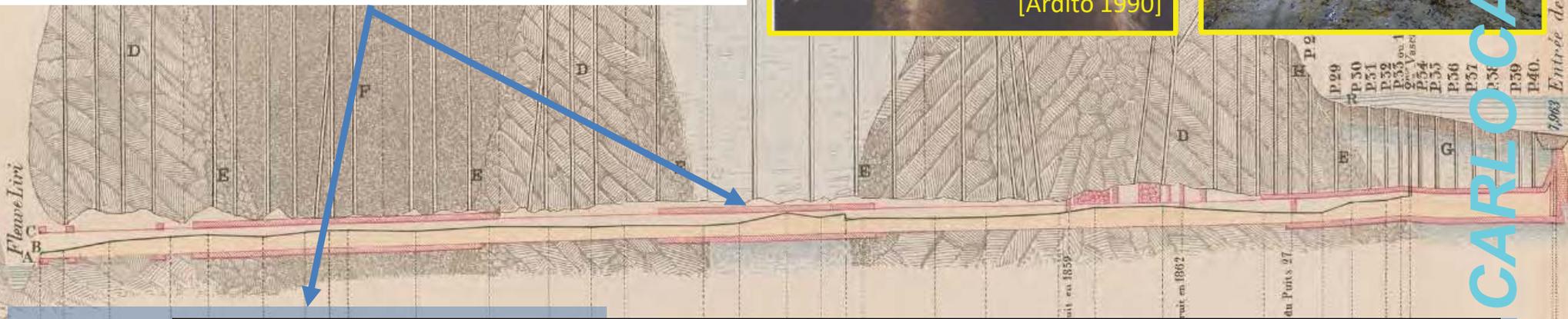
DE L'ÉMISSAIRE TORLONIA

**Differenze** fra gallerie romana e Torlonia:

- notevole incremento della sezione, a partire dall'emissario romano mediante allargo per ribasso
- migliore qualità dei sostegni definitivi (pietra squadrata)
- eliminazione della deviazione esistente nell'emissario romano



CARLO CALLARI (2018)



	Periodo costruzione	Lungh. (km)	Sez. (m <sup>2</sup> ) media intrados.	Ammassi	Coperture (m)	Inclin. media	Avanz. medio (m/g)	Pozzi (n., prof. m)	Discend. (n.)
Galleria romana	41-52 d.C.	5.7	5.1	calcarei; argille e sabbie;	da 100 a 300	0.15%	1.4	≥33 da 18 a 122	≥12
Galleria Torlonia	1854-1869	6.3	19.6	conglomerati; detriti			1.2	28 ripristinati	2 nuove

## Considerazioni conclusive

- Emissari dei laghi Albano e Fucino come paradigmi del ruolo delle grandi opere sotterranee in Italia: non solo come infrastrutture, ma anche per la trasmissione di competenze scientifiche, tecnologiche e organizzative
- Esempi rappresentativi di questa funzione: la secolare vicenda del Fucino e la scelta di Piranesi dell'emissario del lago Albano per dimostrare la “Magnificenza ed Architettura de' Romani”.
- Dai documenti ottocenteschi del Fucino, si evince un livello di competenza che cresceva con impressionante rapidità nel corso del secolo.

## Si ringraziano

- Paolo Lupino, Flavia Baldassarre, Carlo Grillo e le guardie del **Parco Regionale dei Castelli Romani**
- Gino Di Berardino, presidente del **Consorzio di Bonifica Ovest Bacino Liri-Garigliano**

# WTC 2019

ITA - AITES General Assembly and  
World Tunnel Congress

TUNNELS AND UNDERGROUND CITIES:  
ENGINEERING AND INNOVATION  
MEET ARCHAEOLOGY, ARCHITECTURE AND ART

**MAY**  
**3 | 9**  
MOSTRA D'OLTREMARE  
**NAPLES 2019**

# SAVE THE DATE



Under the Patronage of



COMUNE DI NAPOLI

