

**Maintenance and Technical Service**



**Dams and Civil Infrastructures Safety**

**Quarto: dal lago di sbarramento al  
bacino artificiale**

**Iacopo Brogi**

**12 Maggio 2023**

12/05/2023

1

**Maintenance and Technical Service**



**Dams and Civil Infrastructures Safety**

**La grande frana di Quarto**

**1 - STORIA DEI LUOGHI**

12/05/2023

2

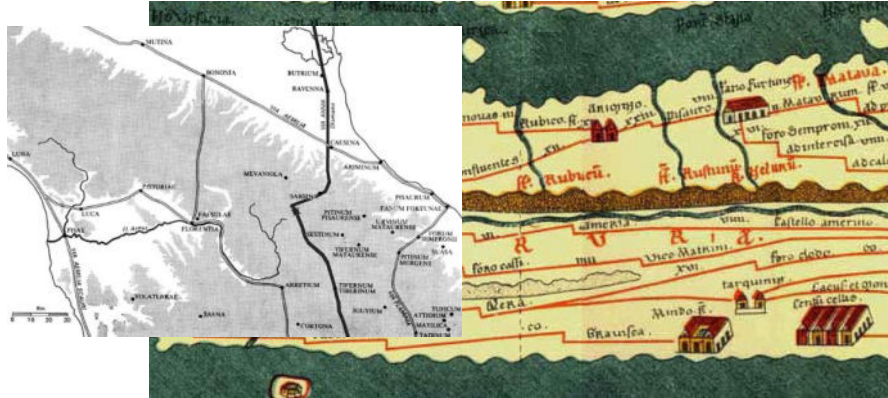
# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## Il Savio (Sabis) nella Tabula Peutingeriana (copia medioevale di antico stradale romano)

Via Annia che univa Roma con Aquileia



Il nome del fiume, Savio deriva da Sapis (o Sabis), proprio della tribù «sabinia», che abitava in questa valle.

12/05/2023

3

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## Quarto, quarta pietra miliare da Sarsina sulla Via Annia



«La v  
chilor  
ricor  
sorge  
le so  
strad  
un'iso  
sulla  
tratto  
Quest  
partin  
villa  
via a  
città  
entra



dieci  
nimo  
mano  
ttava  
della  
viene  
ponte  
a nel  
Quarto.  
glio a  
a una  
cio la  
eva la  
e era

G. U  
(153  
XXII,

leia  
ol.

12/05/2023 2200° dalla morte di Tito Maccio Plauto

4

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## Quarto, terra di frontiera: una carta del 1699

Dominio fiorentino ad occidente, Stato Pontificio a nord, Ducato di Urbino a sud



12/05/2023

5

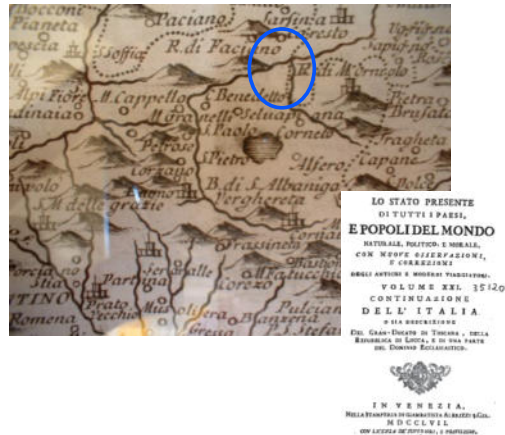
# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## Quarto, una rappresentazione cartografica anteriore alla frana

In questa cartografia risalente al 1740 è riportato il lago di **Acquapartita** ma, ovviamente, non ancora quello di Quarto.



12/05/2023

6

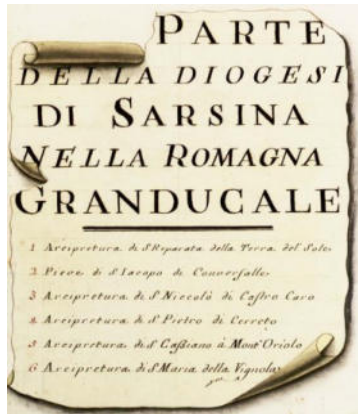
## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Quarto, terra di frontiera: anche le diocesi risentono della divisione politica del territorio

Sarsina sembra avere avuto una Diocesi compresa nel Granducato di Toscana ed una nello Stato Pontificio (Giachi, 1780)



12/05/2023



7

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Quarto, terra di frontiera: la parentesi napoleonica

Il disastro (1812) avviene con la carta politica completamente sconvolta: dal 1799 l'Italia è suddivisa in Regni, Repubbliche e Impero Francese sotto l'onda d'urto delle campagne napoleoniche

Sul finire del 1813 le truppe Austro-britanniche si sostituiscono a quelle francesi nel cesenate.

Dopo la definitiva sconfitta subita da Napoleone a Waterloo il Papa riprendeva possesso delle legazioni; le truppe pontificie ripresero il controllo il 28 luglio 1815.

12/05/2023



8



# Dams & Civil Infrastructures Safety

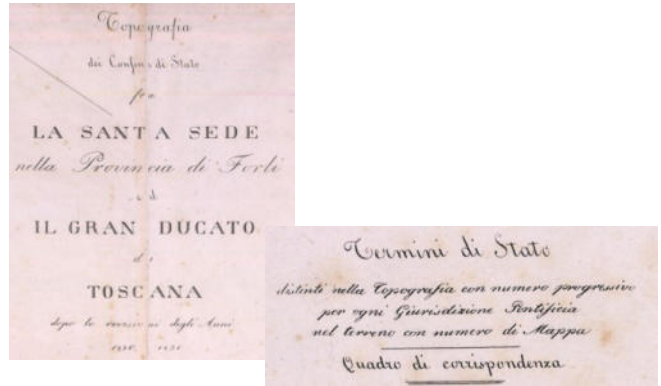
Geology Support Unit



## Quarto, terra di frontiera: il ripristino dei confini

Carta proveniente dal Nàrodní Archiv Praha che rappresenta solo la linea di confine fra i due Stati, con un elenco nutrito di termini di confine tra i luoghi forlivesi pontifici e quelli romagnoli granducali, e con riferimenti alle situazioni riscontrate nelle confinazioni della seconda metà del XVIII secolo (in particolare al maggio 1779, ma anche ai primi anni '70 e dopo il 1779).

La carta è dedicata "all'Eminentissimo e Reverendissimo Principe il Signor cardinale Luigi Lambruschini segretario di Stato di Nostro Signore O. D. C.» **Giovanni Bertoni ingegnere pontificio.**



12/05/2023

9

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## Quarto, terra di frontiera: ripristino dei confini

Carta con la posizione di cippi confinari

|       |  |                           |
|-------|--|---------------------------|
| 3 - 9 | <i>Poggio del colle</i>  | M. X. 2 Dicembre 1778     |
|       | <i>Il Termine a fu annullato nella visita 1779 per impossibilità di riapposizione = Substituto di detto Anno stipulato fra li due Governi.</i> | M. V. 18 Settembre 1779   |
|       | <b>Governo di Savina</b>   |                           |
| 1 - 8 | Castambone   | 53 - 13                   |
| 2 - 7 | Valverchiano   | 54 - 12                   |
| 3 - 6 | Rivolta  | 55 - 11                   |
| 4 - 5 | Castagneto   | 56 - 10                   |
|       |  | 57 - 9                    |
|       |  | 58 - 8                    |
|       |  | 59 - 7                    |
|       |  | 60 - 6                    |
|       |  | 61 - 5                    |
|       |  | 62 - 4                    |
|       |  | 63 - 3                    |
|       |  | 64 - 2                    |
|       |  | 65 - 1                    |
|       |  |                           |
|       |  | M. III. 18 Settembre 1784 |
|       |  | 66 - 5                    |
| 5 - 4 | Tanaglia   | 67 - 4                    |
| 6 - 3 | Valmolino  | 68 - 3                    |
| 7 - 2 | Fondo di Valmolino   | 69 - 2                    |
| 8 - 1 | Volterra   | 70 - 1                    |
|       |  | M. II. 4 Settembre 1784   |



12/05/2023

10

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Quarto, terra di frontiera: il ritorno all'ancien regime dopo il Congresso di Vienna...

Dopo la «parentesi» napoleonica, Quarto torna a far parte dello Stato Pontificio in un territorio prossimo al confine col Granducato di Toscana. Tant'è che il Dizionario della Toscana di E. Repetti del 1833 dedica un paragrafo a San Piero in Bagno, a quel tempo ancora in Toscana.



(1850)



Provincia ecclesiale di Ravenna (1858): particolare

12/05/2023

11

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Quarto, la migliore rappresentazione cartografica immediatamente successiva alla frana

La Carta Austriaca del 1851 in scala 1:86.000 (Foglio F.9).

Alla metà del XIX° secolo il lago era ormai scomparso ma questa carta ancora lo riporta.

**Carta topografica austriaca dell'Italia Superiore e Centrale scala 1:86.000 circa (anno 1851)**



12/05/2023

12

**Maintenance and Technical Service**



**Dams and Civil Infrastructures Safety**

**La grande frana di Quarto**

**2 - LA FRANA**

12/05/2023

13

## Dams & Civil Infrastructures Safety

*Geology Support Unit*



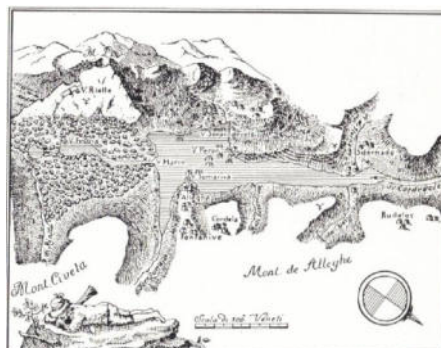
**Categoria: laghi di sbarramento – il caso di Alleghe (BL)**



*Il lago di Alleghe visto dal rifugio Coldai (M. Civetta).  
Foto Brogi*

12/05/2023

Il lago di Alleghe si formò a seguito di una frana del monte Spiz il giorno 11.01.1771 che sbarrò il t. Cordevole.



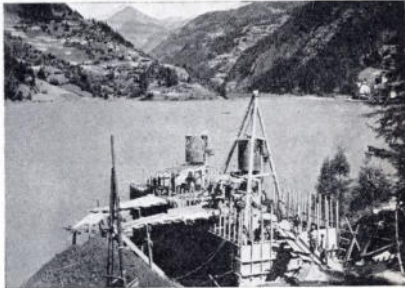
14

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## Categoria: laghi di sbarramento – il caso di Alleghe (BL)



Costruzione opere di presa dal lago di Alleghe con cassone ad aria compressa.

In quel caso il lago naturale era permanente, quindi fu realizzata una presa sub-lacuale

12/05/2023

Il lago di Alleghe alimenta la centrale di Cencenighe



15

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## Quarto: La frana del 21 marzo 1812



Quel che resta del rilievo originario, MONTALTO, ha perso il proprio nome nelle carte attuali (semmai si riferisce alla Badia S. Salvatore in Summano).

«...il *culmine di Montalto, elevatissimo e dominatore di ogni altura circostante...*» (Bertoni, p. 17)

**Quale sarà stata l'altezza del Montalto che adesso misura 839 m?**

12/05/2023

16

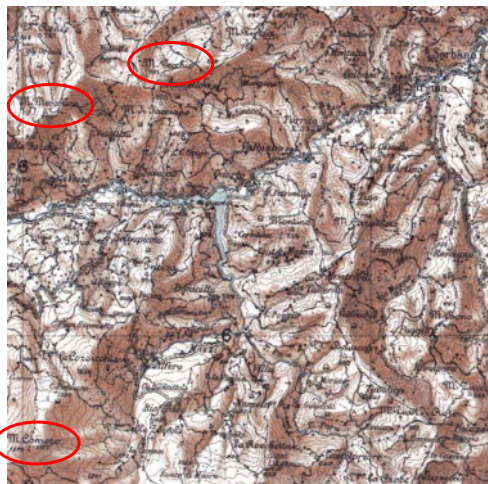


## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana del 21 marzo 1812



I nomi dei rilievi principali citati nella documentazione reperita:  
 Monte Vecchio (981 m)  
 Monte Mescolino (968 m)  
 Monte Comero (1.370 m)

12/05/2023

17

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

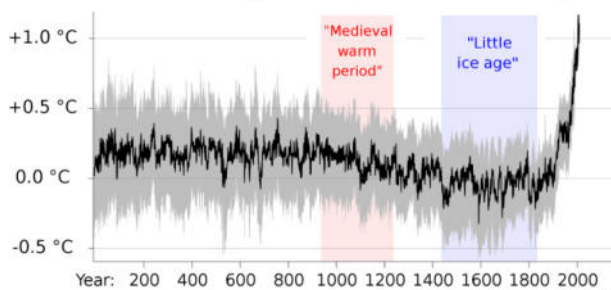


### La frana del 21 marzo 1812

Siamo ancora nella «**Piccola età glaciale**», ovvero in quella fase di raffreddamento e deterioramento climatico globale che si verificò a partire dagli anni '70 del XVI secolo.

*«Allargando la prospettiva, la frana e il relativo lago di sbarramento di Boesimo (1690) sono emblematici di una più ampia congiuntura e si prestano come base per considerazioni più generali: essi avvennero nel quadro di una impressionante serie di alluvioni in pianura e di frane in montagna che interessarono l'intera Romagna a cavallo tra XVII e XVIII secolo, a loro volta ricollegabili a un più vasto deterioramento climatico in tale periodo, noto come "Piccola età glaciale", di cui sono conosciute evidenze ormai su scala globale. Di riflesso, in risposta a tale peggioramento del clima, in area romagnola è rintracciabile un vero e proprio boom di interventi idraulici e di sistemazione idrogeologica, di varia natura e impegno, atti a mitigare o scongiurare il crescente rischio legato alle acque.»*  
 (S. Piastra, Geostorie, 2021)

### Global Average Temperature Change



12/05/2023

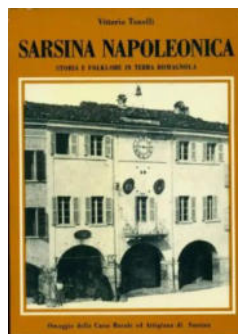
18

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

### La frana del 21 marzo 1812

A fine febbraio 1812 Sarsina è ancora innevata, e nei primi 15 giorni del mese di marzo nevica e piove in abbondanza.



Il Bollettino municipale di fine marzo e primi di aprile 1812 riporta l'elenco delle vittime e dei danni. Viene segnalato che «*la misura più urgente sarebbe quella di divenirsi al taglio della montagna che attraversa il Fiume Savio*» perché «*Non è da lasciarsi che le acque sormontino per aprirsi da loro il corso*». E, per mettere a tacere alcune voci: «*E' affatto insussistente che il detto Monte tramandi foco e fumo e che non vi si fermasse neve, mentre sulla parte del monte rimasto in essere vi è attualmente quantunque esposta ad ostro.*» Lo stesso bollettino aggiunge che piovve anche tutto il giorno 21 marzo ed il sopralluogo non poté essere fatto che il giorno 22. (Tonelli, p. 364)

12/05/2023

19

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

### La frana

Le principali fonti storiche di questa frana sono:

- Cronache da «Il Giornale del Rubicone», **1812**
- E. Repetti «Dizionario geografico fisico storico della Toscana», Vol. I, pag. 238, **1833**
- G. Bertoni «Memoria sul lago di Quarto», **1843**
- R. Almagià «Studi Geografici sopra le frane in Italia», Mem. Soc. Geogr. It. p. 106, **1907**
- L. Gambi «I laghi di frana dell'Appennino Romagnolo», Boll. Soc. Geogr. It., **1948**
- V. Tonelli «Sarsina Napoleonica» **1980**

Intanto c'è da **chiare la data**: alcune fonti, come E. Repetti, parlano dell'anno 1811 mentre altre, come G. Bertoni (1843), R. Almagià (1907) e V. Tonelli (1980), asseriscono che la frana è accaduta il **21 marzo 1812**: la data corretta è quest'ultima (**in realtà Almagià sembra aver commesso anche un errore: vedremo**)

«*Nell' anno 1812, alle ore otto anzi il mezzodì del 21 di marzo, il culmine di Montalto, elevatissimo e dominatore di ogni altura circostante, si aprì dalla cima per mezzo in larga e profonda rupina.*» (Bertoni, p. 17)

12/05/2023

20



## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana raccontata dalle cronache

Cronache da «Il Giornale del Rubicone», riportate da il «Gio

NOTIZIE INTERNE – REGNO D'ITALIA – Forlì, 2 Aprile

«“(…) Ben più funesti sono però gli effetti di simile calamità nella frazione fiume Savio che scorre alle radici di due altissime montagne. Dirimpetto dell'Appennino, detto Monte Alto. Il di 21 corrente alle ore otto antimeridiane opposto, e chiuse affatto il fiume Savio, interrompendo i coloni che avevano le case qua e là sparse sul pendio del parroco, le abitazioni dei fratelli Para di Domenico Antonio contasi la madre del parroco sig. Luigi Neri. Sono rimasti minuti. I signori Marini, agiati proprietari, avevano la lancia perito, ma le acque del fiume Savio avendo formato anch'essa minacciata dalle acque che si alzano al livello per primi soccorsi da porgersi a questi infelici.”

(Gior. Del Rubicone)

12/05/2023



## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana: E. Repetti, 1833

Errore: 1812

«L'indole argillosa che predomina nel terreno del Vicariato di Romagna spiega facilmente le cause delle frequenti smottate che accadono lungo il corso del Savio, a cominciare dai contorni di Verghereto, situato nello stesso fra dirupate lame.

Una delle più estese frane è quella seguita nella primavera del 1811 in un luogo detto Pian di Quarto nel confine dello Stato Pontificio fra i contrafforti settentrionali del Comero, e gli orientali del monte Mescolino. Costà si staccò una parte di monte precipitando nella valle, dove fece barriera al fiume in maniera che le acque correnti si rinchiusero in un profondissimo lago della larghezza di un miglio, e due di lunghezza. Il suo orlo però va gradatamente a sbassare, e proporzionatamente a restringere la superficie dell'allagato terreno, mercè l'urto e l'erosione delle acque nel rialzato bacino.» (p. 238)

12/05/2023



22

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana

Il documento più importante e noto è la relazione dell'ingegnere pontificio **Giovanni Bertoni**.

Si apprende che **nell'estate del 1828 l'argine fu inciso** per far fronte alla siccità e che lui fu spedito sul posto per risolvere il problema. Quanto appreso sull'evento lo presentò all'Accademia Tiberina il giorno 11.11.1839 e poi fu pubblicato.

*«Parlo del lago di Quarto. Non precorso, che io mi sappia, da altri, vengo per primo a tesserne alcun cenno storico (...).»*



12/05/2023

23

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

### La frana: il paesaggio modificato



*«Le acque imprigionate, correndo a qualche uscita, nè potendo l'antico letto ricuperare, solcarono infine la spalla del monte opposto a Montalto in sulla destra del Savio, ed il corso dell'acque, esiguo*

*«L'opera risulta relativamente accurata nella trattazione dei fatti, mentre un'incisione a suo corredo, di autore anonimo, ritrae in modo anti-realistico l'area, sublimando la situazione allora visibile in un paesaggio alpino, con pescatori in primo piano e abeti e rilievi accentuati sullo sfondo.» (S. Piastra, Geostorie, 2021)*

*«È questo l'unico efflusso, d'onde le acque precipitano da tre balze ad alimentare il Savio inferiore per tre cascate di 4, di 12, di 30 metri, l'ultima delle quali appunto io vi accennai nella veduta esterna del lago.» (p. 15)*



12/05/2023

24



# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

## La frana : il paesaggio modificato

A fianco del tubo-ponte si trova l'ultima cascata, quella più alta, descritta dal Bertoni, a valle della quale si apriva la vallecola descritta poeticamente. L'edificio che fu mulino ancora esiste mentre per il resto la realizzazione della centrale ha completamente modificato il territorio.



12/05/2023

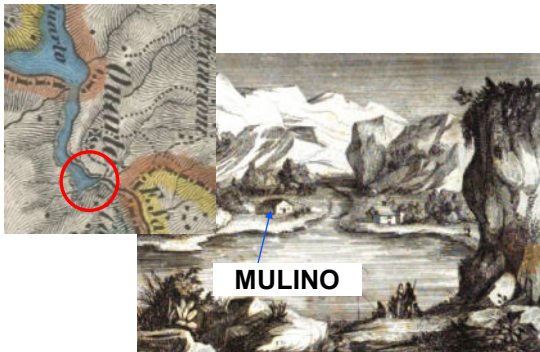


# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

## La frana: il paesaggio modificato

Il mulino a valle della terza cascata, la più alta.



12/05/2023



26

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana: il paesaggio modificato

La planimetria della centrale è «obliterata» nella parte inferiore ma probabilmente il canale del mulino che doveva attestarsi nella vasca alla base della cascata, risultava già caduto nella sua porzione di monte a causa della erosione prodotta dalle acque del Savio.



12/05/2023



27

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana

La Carta Austriaca del 1851 in scala 1:86.000 (Foglio F.9) riporta il lago visto dal Bertoni nel 1828 e descritto nella sua Relazione presentata nel 1839 e successivamente (1843) pubblicata.

«A tutto l'anno 1811 il lago di Quarto non era, ma il piano di Quarto. Entro una vallata sparsa di radi pascoli, di seminati e di case contadinesche, correva il Savio in più rami, l'uno dei quali a dar moto ad un opificio da grano, l'altro quasi a lambire il palazzo Marini.» (Bertoni)



La Carta Austriaca del 1851 in scala 1:86.000 (Foglio F.9) nella versione colorata dell'Istituto Geografico di Firenze

28

12/05/2023

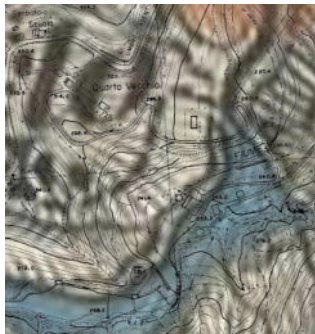
## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana

Sovrapponendo la Carta Austriaca alla CTR in scala 1:5.000 si osserva che lo sbarramento naturale doveva necessariamente sbarrare il F. Savio in corrispondenza dell'attuale diga, ma poiché il cartografo ha esteso la colorazione azzurra fino all'attuale posizione del ponte di accesso alla centrale dobbiamo immaginare che anche nella parte inferiore si fosse formato un «ristagno».



12/05/2023



29

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana

**Segni precursori** (Bertoni, p. 19):

*«Notavasi ancora tre fenomeni avere precorso, e tacitamente annunziato l'avvenimento: cioè alcuni pozzi naturali, comparsi da gran tempo sulla vetta di Montalto, nei quali se si lanciavano sassi, udivasi rombo lungo, profondo, e come d'eco lontano, senza distinguere dei proiettili alcun riposo; la sospensione per otto giorni, e l'inaridimento di tutte le fonti; infine, per due giorni anteriori, la veduta elevazione, per l'altezza di una persona, del basso fondo del Savio, su cui scendeva a perdersi la china della montagna.»*

12/05/2023

30

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



**Cronache dei giorni seguenti (Fonte: Tonelli, p. 216 – Bollettini del Sindaco di Sarsina Baravelli)**

*«Lo Stagno formatosi in Quarto dalle acque delli Fiumi Savio e Para si è molto alzato, ed esteso, e misurato oggi, non mancano, che sette metri, e tre palmi d'acqua per sormontare dalla parte di Ostro. Non si puole liberamente accostarsi al Lago dalla parte della sbarra formata dal monte ruinato perché le acque hanno ammolito gran parte della lavina, e vi si sono formati lateralmente delli piccoli stagni d'acqua, e de gran crepati.*

*L'acqua, che scorreva nel così detto Fossatone tra Quarto, ed il monte rupinato, che per più giorni è stata smarita, ora si è sprigionata, e bagna la lavina dalla parte di Tramontana sotto le ruine della villa di Quarto...»*

**11 aprile 1812**

12/05/2023

31

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



**Cronache dei giorni seguenti (Fonte: Tonelli, p. 217)**

*Regno d'Italia  
Sarsina 20 Aprile 1812*

*Alle ore cinque pomeridiane del giorno diecinove l'acqua dello Stagno di Quarto incominciò a sormontare le sponde dalla parte di Pian Para. A tutto oggi non è sortita altra acqua, che quella del corso ordinario de due Fiumi, mentre il lago non è scemato, che due palmi circa. La larghezza del corso, che si è aperto si è di 15 metri circa, e di profondità metri 1:1:5. Sotto la Casa di Pian Para ha fatto uno scavo della profondità di metri cinque, e per larghezza di metri dieci. Nel discendere sul corso antico del Fiume per il tratto di 35 metri, ha portato via di Terreno parte solido, e parte rupinato per trenta metri di larghezza, e per profondità di sedici.*

*Lungo la Lavina dalla parte di Quarto si vedono aperte quattro bocche d'acqua derivanti per vie sotterranee del Lago. Sono della larghezza Cuba di un Palmo ed una di Palmi due. Tutte vanno a far capo nell'aperto corso, e scavano, e portano via la sbarra, sulla quale non si puole camminare a piede libero, perché tutta fermentata, e crepata. I Beni del Sig. Fran.co Ruscelli, e de Fratelli Angeli situati in Pian Para, Frazione di Massa, continueranno ad essere portati via dall'acqua fino a tanto, che avrà ripreso l'antico letto del Fiume, ove inclina, e sopra del quale si è molto abbassato il terreno rupinato.*

*Caialbingo fuori d'essere stati innodati li Campi, non ha sofferto altro danno. Il residuo del Mont'alto continua a rupinare di giorno in giorno.*

**20 aprile 1812**

Baravelli Sindaco  
Tosi Seg.

32

12/05/2023



## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Cronache dei mesi seguenti: imbarcazioni sul lago, nuove opportunità per la valle (Fonte: Tonelli, p. 217)

Il «bollettino» del 3 settembre (1812) segnala la prima navigazione del lago di Quarto: «Da quelli dell'Impero Francese, e più precisamente di Selvapiana e Campogianni è stato costruito un legno, dicono loro, Barca, ma che non ha alcuna idea. Questo lo hanno di già messo nel lago di Quarto, e lo proteggiano colla massima intrepidezza, e coraggio»

A poco a poco sorgono nuove imbarcazioni abusive per traghettare persone e merci, tanto che nel marzo 1813 se ne contano addirittura tre e con pedaggi concordati in loco secondo le seguenti tariffe: cento 26 per « passare le persone »; cento 53 a soma «per trasportare dal Regno all'Impero Francese il vino»; cifre varie per traghettare le merci ed il bestiame « tanto grosso quanto minuto ».

Le cronache riferiscono anche del crescente interesse per la pesca (anche negli anni a venire): soprattutto anguille e barbi.

12/05/2023

33

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Sbrecciamento della diga naturale (Fonte: Tonelli, p. 220)

Nei quindici anni successivi «*barche pescherecce*» si muoveranno ancora «*per ogni banda*» nell'ampio bacino, rimasto « *largo ottocento metri*» e «*lungo oltre mille quattrocento*» l'estate del 1828, allorché gli esplosivi dell'ing. Bertoni squarceranno i macigni della diga e svuoteranno, attraverso due canali, il lago, liberando le acque sul corso inferiore del Savio, particolarmente assetato - ed affamato - nella forzata inoperosità dei mulini.

### Sbrecciamento della diga naturale (Fonte: «La Lettura», giornale di Parma, 1843, p. 674)

«*La state del 1828 seguì una siccità nelle ubertose pianure della Romagna, che fece mancare il raccolto delle biade, donde una penuria che mai la maggiore; e la città di Cesena soprattutto restava priva di soccorso, che il Lago di Quarto, di soverchio abbassato, non alimentava più co' suoi straripamenti il Savio inferiore. Venne in pensiero perciò a chi reggeva il freno di quel Governo, che si potesse tentare un' artificiale depressione nel piano alto di quella prima cascata, per ottenere un'uscita alle acque rinchiuse, e s'ebbe ricorso alle mine.*»

12/05/2023

34

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Sbrecciamento della diga naturale (Fonte: «La Lettura», giornale di Parma, 1843, p. 674)

«L'esperimento corrispose alle concette speranze, e tanto coraggio infuse negli animi, che si tentò un canale per tutto il piano della prima cascata, e quando fu a bastevole capacità con successive esplosioni, sino a 600, venne squarciata la diga superiore; onde le acque del Lago erano rinserrate, le quali fuggendo per le grandi cascate raggiunsero con sorprendente velocità l'aridissimo Savio inferiore.»

«Il beneficio che se n'ebbe, e che quietò le paure di quella popolazione, non prometteva gran durata: il perché si ebbe ricorso all'apertura di un secondo canale parallelo al primo, ma più profondo, e così fu sopperito al bisogno di que' paesi. Alle quali opere idrauliche intese con costante zelo, e con non comune bravura l'autore di quest'opuscolo» (Bertoni, NdR)

12/05/2023

35

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana

Almagià, 1907

«(...) quivi in vocabolo Quarto (f. 108, IV) il 28 marzo 1812, forse in seguito a un terremoto si verificò un grave scoscendimento [40 he, IF] che distrusse case coloniche, colti e boschi; (...)»

Roberto Almagià, solitamente ben informato, sembra non disporre di elementi particolari su questo dissesto; probabilmente non ha avuto a disposizione la relazione dell'ing. Bertoni (è errato anche il giorno).

Grande rilievo ha assunto nel frattempo la successiva frana del Monte Comero.



12/05/2023

36

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## La frana

Almagià, 1907

Parla invece diffusamente della frana del Monte Comero (p. 166).

Qui, citando Repetti, parla della frana di Quarto ripetendo la data errata

(...) Infatti un primo scoscendimento si ricorda intorno al 1400; altri movimenti si ebbero nel 1584, poi, in tempi più recenti, il 30 marzo 1827, nel 1828, e il 15 febbraio 1855: case e chiese furono replicatamente distrutte, il Savio ostruito a valle di San Piero in Bagno. Sempre sul fianco medesimo del M. Comero, ma alquanto più ad Est, fra Poggio Incisa e i contrafforti orientali del M. Mescolino, scoscese, nella primavera 1811, un esteso tratto di terreno che precipitò nel fiume, sbarrandolo ed originando un lago lungo circa due miglia, largo uno, che, alquanto impiccolito per le alluvioni depostevi in seguito dal fiume, esisteva ancora nel 1833 (Fonte: E. Repetti); ora è affatto scomparso. (...)

Notizia di ben due laghi di sbarramento dei quali il secondo, mal circostanziato, è in realtà il «nostro».

12/05/2023

37

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



L. Gambi «I laghi di frana»

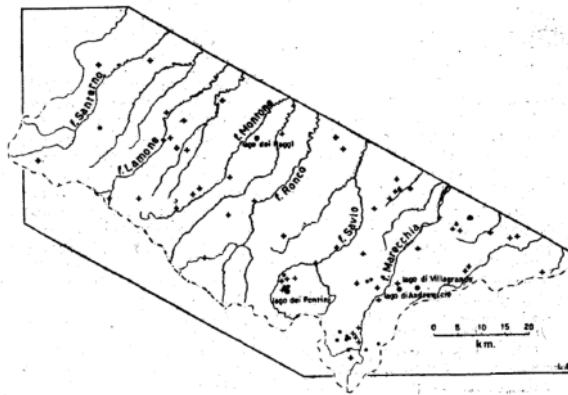


Fig. 1

La distribuzione dei laghi di frana in Romagna: con un cerchio nero i laghi esistenti (un cerchio più grande per i laghetti, più minuscolo per gli stagni); con una crocetta i laghetti scomparsi ma documentati. Naturalmente, date le dimensioni ridotte dei ricettacoli, sono indicate solo le relative ubicazioni. A linea e punto sono segnati i limiti naturali della regione romagnola.

L'Autore, spesso a esegue un censiment nel corso dei secoli studio dedica alcune buona sintesi delle f topografica, L'Energ

LUCIO GAMBÌ

LAGHI DI FRANA DELL'APPENNINO ROMAGNOLO

C'è stato, monsignori, chi (1) ha affermato che anche in Romagna, lungo o presso la grande appenninica, si osservano tracce (recenti glaciali) — come archivi morrenico-dendroidi —, quantunque in modo non certo e in forma non regolare e in grado ben lontano a quello che, di solito, glaciali, si sono riscontrati largamente, per l'altitudine più notevole, nell'Appennino ferrarese-emiliano, che, con il sole, lungo la dorsale e sotto tra 1000-1200 m. ed anche più in alto (L. Piatto: 1800 m.) sui laghetti hanno occupato minuziosamente prodotti dall'azione glaciale. Ma, a parte l'entità relativa (ed io veramente credo manche ad ogni di forme glaciali in Romagna, un fatto è vero) che vi mancano laghetti riferibili a questa origine.

Virevano se ne ritrovano monenti che hanno altra origine, e laghetti accidentati (Rovereto), perché dipendenti da rovi, tali che non sono, non è naturale, in una zona ove prevalgono ce di costituzioni classiche, e quindi normalmente instabili ed in, con una buona frequenza, frane.

Questi laghetti (Fig. 1) — eccezion fatta di quelli che si trovano a valle del monte Capagna — non sono tutti uguali, fino ad un po' di particolare analisi, ma solo di fuggitive note (2). E quantunque opportuno esaminare ora, singolarmente, la formazione e i caratteri. Poiché la data della loro origine si può in qualche modo approssimativamente stabilire, ma i loro limitari si no, nel tempo, molto trasformati.

1. I laghi scomparsi di cui si ha documentazione. — Tali informazioni si riportano tutte a un fenomeno unico: la riduzione definitiva.

Infatti, in generale in ogni laghetto esiste un corso d'acqua, che le depressioni di questo a grado vi si depositano ed ottengono.

(1) E. Sacco, *Il pleistocene nell'Appennino*, in «L'Universo», 1901, pp. 100-101.

(2) L. Gambi, *Studi sull'origine geomorfologica, in «Rev. Geogr. Ital.», 1911, pp. 100-101 e 102.*

(3) E. Sacco e G. Sestini, *I laghi d'Italia*, in «Bollett. R. Istituto Geografico», 1904, pp. 100-101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200.

12/05/2023

38

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana: sismoindotta? Sembra di no

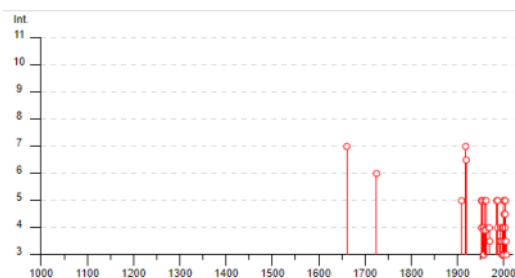
Almagnià (1907), Filippo Guarini («*I terremoti di Forlì*», 1880, p. 87), ma anche Bertoni, riferisce di questa ipotesi, ma...

«*Quella scossa potentissima, che gli abitanti lontani opinarono di terremoto, (...)*» (Bertoni, p. 17)

Nel DB INGV dei terremoti storici non risulta un evento sismico nel periodo della frana a **Sarsina**

[870] 1812. Marzo 22. Roma.  
 BARATTA M.: *Materiali ecc.*, pag. 80.  
 A 3<sup>a</sup> 30<sup>a</sup> ant. (t. v.) del 22 marzo a Roma forte scossa susse-ond. SE-NW di 15°; pare sia stata avvertita con maggior intensità nella parte della città che dall' - Esquilino - va al - Pincio - ossia fra tramontana e levante. Le chiese di S. Pietro e di S. Maria Maggiore ed altre soffrono danni nelle volte; cadde parte di un cornicione del Colosseo, ed in molti edifici si aprirono crepacapi più o meno considerevoli. Nel palazzo Vaticano si ebbe qualche lesione in un muro della specola: ivi cadde pure un comignolo ed un altro fu molto lesionato. Fuori porta S. Paolo rovinò una casa seppellendo tre persone: pare che i luoghi suburbani siano stati i più danneggiati.  
 A 10<sup>a</sup> 15<sup>a</sup> ant. una replica ond. SE-NW poco sensibile: a 4<sup>a</sup> ant. del 23 altra lieve: al 13 luglio, a 10<sup>1/4</sup> pom. circa, una ond. ad Albano.

12/05/2023



Mario Baratta nel suo «*I terremoti d'Italia*» (1901), accurato censimento storico degli eventi sismici, nel periodo d'interesse segnala: 18.02.1811 (Roma), 15.07.1811 (App. Modenese), 22.03.1812 (Roma), 03.09.1812 (Norcia), 11.09.1812 (Firenze).

39

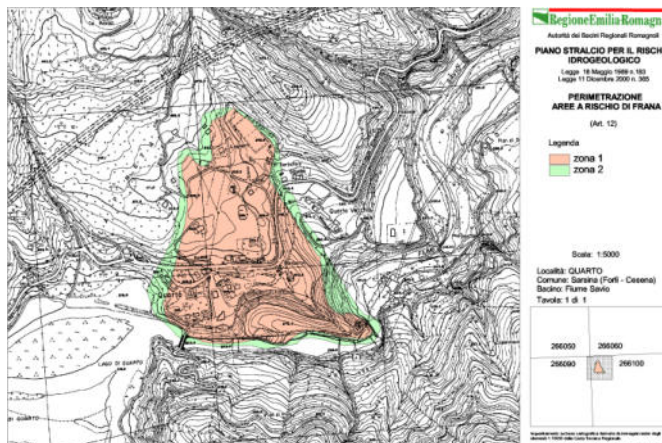
## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Perimetrazione frana

Il versante sinistro in corrispondenza della diga è interessato da una frana storica di scorrimento rototraslativo che si estende per circa 2 km di lunghezza e 600 m di larghezza con spessore massimo stimato intorno ai 100 m e un volume stimabile di circa 60 Mm<sup>3</sup>.



12/05/2023



# Maintenance and Technical Service



# Dams and Civil Infrastructures Safety

## La grande frana di Quarto

## 3 - UN ALTRO LAGO DI SBARRAMENTO: SARSINA

12/05/2023

41

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## LA NECROPOLI DI PIAN DI BEZZO A SARSINA: CONSERVATA DA UN ANTICO LAGO DI SBARRAMENTO

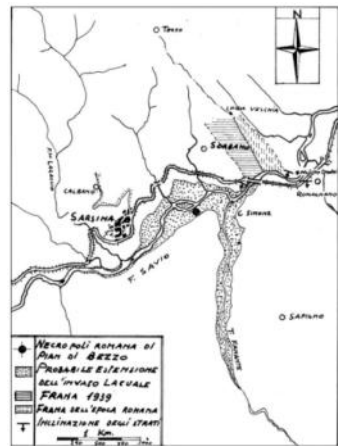
I monumenti Sarsina, furono sepolto nel secolo, perché

L'atipicità di un sito è spiegata da un'ipotesi (1954): egli idrogeologi sinistrali idrogeologia necropoli, una Marnoso-arenacea di eccezionali (69), vero e proprio delle notevoli



sotto nel XX

mente ingegneri, no, in relazione alla situazione 61, p. causa



12/05/2023

**Maintenance and Technical Service**



**Dams and Civil Infrastructures Safety**

**La grande frana di Quarto**

**4 - ALTRI PROGETTI VIARI PRIMA DELLA E45**

12/05/2023

43

**Dams & Civil Infrastructures Safety**

*Geology Support Unit*



**TRACCIATO FERROVIARIO PER LA VALLE DEL SAVIO**

Prima della E45 la valle del Savio è  
A metà anni '50 del XIX secolo,  
ferroviaria Porrettana, lo Stato Tos  
linea ferroviaria transappenninica.

la linea  
seconda



12/05/2023

44

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### TRACCIATO FERROVIARIO PER LA VALLE DEL SAVIO

Si susseguono ben tre Commissioni. La prima, tra Granducato Toscano e Stato Pontificio per la verità non chiuderà mai i lavori, poi ci sarà la prima Commissione del nuovo Stato Italiano (Commissione Cavalletto, 1870) ed una terza che terrà conto del nuovo «baricentro» dello Stato Italiano: la capitale in Roma (Commissione Imperatori, 1877).

All'originario progetto Scarabelli patrocinato dal Comune di Cesena, «impallinato» dalla Seconda Commissione, seguirà la revisione dell'ing. Coletti.

L'ing. Coriolano Monti in un articolo comparso sulle pagine de «Il Politecnico» nel 1877 scrive:

*“Il Coletti scelse bene il nuovo andamento pel Savio: cansò quelle difficoltà che adombrarono la Commissione prefata. In particolare, evitò egregiamente la frana di Quarto. ponendo al sicuro la strada da ogni rischio in suolo solidissimo.”*

12/05/2023

45

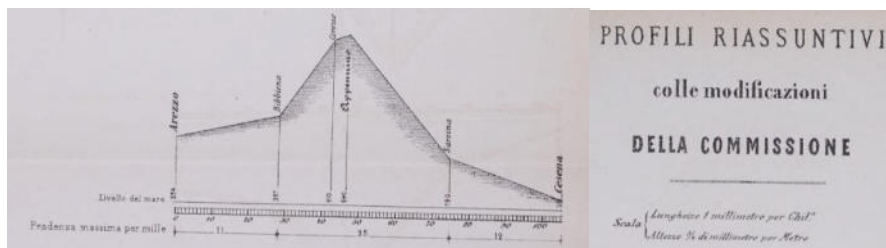
## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### TRACCIATO FERROVIARIO PER LA VALLE DEL SAVIO

La Relazione 1870 della Commissione stronca il progetto; pur non nominando esplicitamente la frana vi fa riferimento: **“Concludo che la linea Arezzo-Cesena, quanto è facile e sicura sul versante meridionale, altrettanto è difficile e soprattutto in pessime condizioni di stabilità in quella settentrionale, almeno nella media valle del Savio, (...)”** L'ing. Ispettore delle Miniere F. GIORDANO.



12/05/2023

46

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### TRACCIATO FERROVIARIO PER LA VALLE DEL SAVIO

La Commissione Imperatori valuta ben 10 progetti, tra questi quello della linea la Arezzo-Cesena rivisto dall'ing. Coletti:

*«L'ingegnere signor Coletti col progetto del maggio 1875 corresse abilmente molti dei gravi difetti che presentava il tracciato della linea Arezzo-Cesena, quale era stato studiato dall'ingegnere Scarabelli ed esaminato dalla Commissione del 1870.»*

Venendo alla tratta di Quarto:

*«S'incontra a circa due chilometri sotto il mulino Salvetti l'altra (\*), grande frana di Quarto: l'ingegnere Coletti l'ha scansata giudiziosamente mediante una galleria di 900 metri abbastanza internata nella sponda opposta.»*

(\*) Nel frattempo, nel 1855, si era verificata all'altezza di S. Piero in Bagno la frana del Monte Comero, in sponda destra del Fiume Savio.

12/05/2023

47

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### TRACCIATO FERROVIARIO PER LA VALLE DEL SAVIO

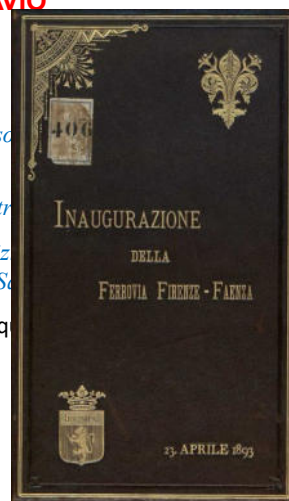
Le Conclusioni:

*«La linea di Faenza adunque, o faccia capo a Pontassieve o a Firenze sarà so... le del*

*«Fra le linee poi che tendono a Roma la preferenza è da accordarsi a quella tr... zione*

*«È questa che nel secondo gruppo presenta le migliori condizioni di eserciz... zione*

La Commissione Imperatori alla fine approverà la linea Firenze-Faenza, q... tina),  
generando malcontento e proteste per tutte le altre aspettative «tradite».



12/05/2023

48



# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## TRACCIATO FERROVIARIO PER LA VALLE DEL SAVIO

..... FIRENZE - RAPOLANO - Prog. dell' Ing. Orzi.  
 - - - - VERONA - FERRARA - FORLI - Prog. Scarabelli ed altri.  
 - - - - FORLI - AREZZO - Progetto dell' Ing. Mercanti.  
 - - - - CESENA - PONTE S. GIOVANNI BASCHI - Ing. Monti.  
 - - - - CESENA - AREZZO - Prog dell' Ing. Scarabelli.  
 - - - - IMOLA - FIRENZE - Prog dell' Ing. Tarducci.  
 - - - - FANO - AREZZO - Prog dell' Ing. Payron-Morandini.



12/05/2023

49

*Maintenance and Technical Service*



*Dams and Civil Infrastructures Safety*

**La grande frana di Quarto**

**5 - LA DIGA**

12/05/2023

50

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Con il secolo XX, la nascente industria idroelettrica modella il territorio.

#### Quarto: la scelta del sito

La Relazione tecnica del 1918 di Carlo Andreucci (Cons. delegato della Società IDROS di Roma) parla esplicitamente di « (...) il progetto da riprodurrebbe ».

Vista la domanda 30 aprile 1918 del prof. Carlo Andreucci (Consigliere delegato della Società Idros di Roma) corredata di progetto a firma dell'ing. Ettore Graziosi, diretta ad ottenere, per Società Idros di Roma, la concessione di derivare dal fiume Savio, in territorio del Comune di Sarsina, prov. di Forlì, la portata media di mod. 1828 in seguito a taglio artificiale, e scomparso poi nel 1843, presenta certamente una utilizzazione e regolazione delle acque del Savio più razionale ed ampia di quella prevista dal progetto della Compagnia Molini a Grano, e quindi risponde meglio agli interessi dell'agricoltura, della industria e del regime stesso del fiume; (...) »

La società **Idros** era stata costituita a Bologna il 19 febbraio del 1916. I soci fondatori erano **Carlo Andreucci**, Guido Ascali e Galbino Cagnucci .

12/05/2023

51

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



#### Quarto, scelta del sito

Relazione geologica prof. Romoli Meli, datata 20.10.1918, ad integrazione del progetto preliminare firmato dal prof. Carlo Andreucci, titolare dell'originaria domanda di Concessione che poi cederà alla SCE (**Società Cesenate di Elettricità**) e che alla fine perverrà a SIDAS (**Società Idroelettrica Alto Savio**, nell'orbita della veneta SADE di Giuseppe Volpi, industriale e politico, ministro di un governo fascista). Così il geologo valuta il sito:

«Peraltro sulla sponda sinistra del fiume nell'alveo di questo e precisamente lungo la sezione sulla quale è stata progettata la costruzione della diga, emerge dal terreno di frana, una massa di roccia (arenarie ed argilloscisti) che sono la continuazione non interrotta di quelle esistenti nel fondo dell'alveo. Questa massa forma un testimonio di roccia in posto o spuntone, ricoperto e sotterrato in parte da materiale di frana»

1

12/05/2023

52

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Quarto, scelta del sito

Così il geologo valuta il sito (segue):

«Questo frammento di roccia della sponda sinistra anteriore alla frana, è bene importante, perché da affidamento per la stabilità della diga che andrà ad esservi costruita sopra e dimostra che le rocce in posto devono continuarsi ricoperte dal materiale di frana anche sotto la sponda sinistra.»

«Del resto, questa grande frana dopo oltre un secolo da che è avvenuta può ritenersi come completamente assestata. Difatti si trovano su di essa case e fabbricati costruiti da vari decenni; vi passa sopra la strada Provinciale per una lunghezza di oltre 600 metri, vi fu eretto il ponte sul fosso grande, ecc. Tutte queste costruzioni, talune delle quali datano anche da oltre mezzo secolo non presentano alcuna traccia di movimento.»

2

12/05/2023

53

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Quarto, storia delle concessioni

**DECRETO REALE 8 aprile 1920** col quale è concessa alla Società Cesenate di Eletticità la facoltà di costruire in comune di Sarsina (prov. di Forlì) un serbatoio della capacità di 25 milioni di mc. di acqua e di derivare dal serbatoio stesso mod. 50, aumentabili sino a mod. 80, per produrre col salto di m. 156 la potenza di HP 10400.

«(...) Vista la domanda 30 aprile 1918 del prof. Carlo Andreucci (Consigliere delegato della Società Idros di Roma) Corredata di progetto a firma dell'ing. Ettore Graziosi, (...)» e di Relazione geologica a firma del prof. Meli. **DIGA IN TERRA ALTA 30 M, BACINO DI 25 ML MC.**

«(...) Considerato in merito alle risultanze della cennata istruttoria che il progetto del prof. Carlo Andreucci, secondo cui sarebbe costruito un grande serbatoio che riprodurrebbe l'antico lago di Sarsina, formatosi per frana naturale nel 1812, in parte soppresso nel 1828 in seguito a taglio artificiale, e scomparso poi nel 1843, presenta certamente una utilizzazione e regolazione delle acque del Savio più razionale ed ampia di quella prevista dal progetto della Compagnia Molini a Grano, e quindi risponde meglio agli interessi dell'agricoltura, della industria e del regime stesso del fiume, (...)»

12/05/2023

54

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

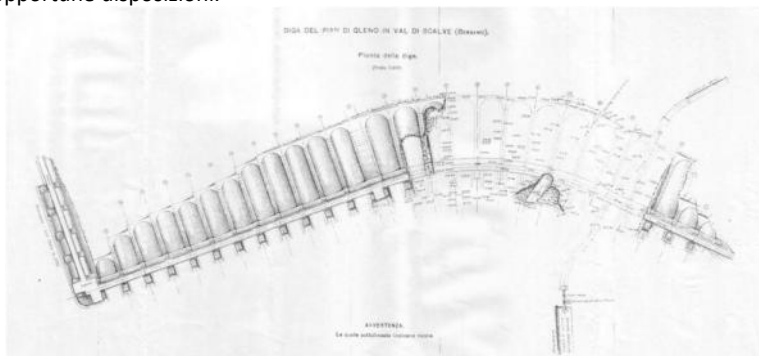


### La diga di Quarto visitata dalla «Commissione Gleno»

A seguito del crollo della diga del Piano di Gleno avvenuta il 01.12.1923, il Governo nominò una Commissione tecnica incaricata di ispezionare tutte le dighe costruite ed in costruzione allo scopo di rilevare eventuali difetti ed impartire opportune disposizioni.

Dal lavoro della Commissione derivò la pubblicazione del 1926 «*Le dighe di ritenuta in Italia*» curata dal Cons. Sup. LLPP che poi costituirà il «*format*» della collana pubblicata 30 anni dopo dall'Associazione Nazionale Imprese Produttrici e Distributrici di Energia Elettrica (ANIDEL); opera «*basilare*» per la descrizione delle dighe italiane.

12/05/2023



## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La diga di Quarto visitata dalla «Commissione Gleno»



In questa vecchia planimetria del mese di novembre 1924 si vedono alcuni interessanti dettagli come la viabilità preesistente ed un saggio della Montecatini, probabilmente di ricerca di Zolfo, importante risorsa mineraria di questa zona.

12/05/2023

56



## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Quarto, storia delle concessioni

Dagli Atti della «Commissione Gleno»:

*Progetto-Dati Costruttivi e stato dei lavori.* - Il progetto è dell'ing. Oreste Simonotti.

I lavori sono stati eseguiti nel 1924-25, e la diga è già entrata in funzione con carico ridotto.

**Viene concessa l'autorizzazione «a sanatoria» quando la SIDAS ottempera agli inadempimenti riscontrati.**

Dalle pagine di «Sincronizzando» (nov. 1930) i lavori risultano iniziati già nel mese di agosto 1923:

I lavori per la costruzione di detto impianto furono iniziati nell'agosto 1923 e per l'impulso dato agli stessi, nonostante le difficoltà opposte dalle forti piene del fiume dalla scarsità delle comunicazioni e difficoltà dei trasporti, coll'aprile 1925 l'impianto entrava in funzione.

12/05/2023

57

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Quarto, storia della concessione

**14.10.1920:** la SCE chiede proroga per consegna Progetto esecutivo

**DM LLPP 15.02.1921:** concessa proroga di 4 mesi.

**21.03.1921:** in questa data la Società era obbligata a consegnare il Progetto Esecutivo ed invece presentò due distinte domande con due progetti dell'ing. Angelo Omodeo, scindendo il primo dal secondo salto. **DIGA IN MURATURA ALTA 20.50 M, BACINO DI 7,5 ML MC.**

**21.03.1924:** La SCE dichiara il subentro della Società Idroelettrica dell'Alto Savio (progetto firmato da ing. Oreste Simonotti).

**19.05.1924:** La SIDAS chiede l'autorizzazione provvisoria inizio lavori.

Il Cons. Sup. LLPP con voto n. 1690 del 29.05.1924 esprimeva voto favorevole **subordinato alla consegna di documentazione integrativa ed al rispetto condizioni della Speciale Commissione**

**02.10.1924:** La SIDAS trasmette gli elaborati richiesti (compresa Relazione geognostica Dal Piazz, non reperita).

**Nota LLPP 21.01.1925 N. 14687:** favorevole.

**05.02.1925:** Il G.C. Forlì autorizza inizio lavori in base al Progetto Simonotti 07.11.1924 (I lavori sono in realtà iniziati già nel 1924, o forse addirittura nell'Agosto 1923, e conclusi nel mese di Aprile 1925),

**DM LLPP 03.10.1925:** SIDAS è riconosciuta subentrata in SCE.

**10.08.1926:** Collaudo provvisorio.

12/05/2023

58

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La diga di Quarto cresce tra la SADE e la UNES

Con D. M. 12 aprile 1924 la Ditta Società Unione Esercizi Elettrici è stata autorizzata ad impiantare e ad esercitare la linea elettrica ad alta tensione da Quarto alle Miniere di zolfo di Perticara in comune di Sarsina (provincia di Forlì). (Ann. Ut. delle Acque 1924, p. 186)

Una conseguenza del disastro del Gleno è l'emanazione di un **Nuovo Regolamento Dighe**, approvato con R.D. 31.12.1925 n. 2540.

In base all'art. 13 per consentire il pieno esercizio della diga occorre il **Collaudo definitivo** che viene effettuato il **20.04.1927**.

Nel 1956 (L'Elettrotecnica, maggio 1956) la centrale di Quarto appartiene ancora alla SIDAS, partecipata al 50% da UNES e SADE.

12/05/2023

59

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



285

### Provincia di Forlì.

#### A. Rampazzi «Le dighe di ritenuta in Italia», 1929 (Annali LLPP)

Il programma della SIDAS prevedeva 3 impianti: Quarto, Sarsina e Montecastello

#### IMPIANTI DELLA SOCIETÀ IDROELETTRICA DELL'ALTO SAVIO.

La S. I. D. A. S. ha in progetto un vasto piano di sistemazione dei fiumi Savio, Bidente, Lamone, Montone e Marecchia, a mezzo di grandi serbatoi di accumulazione e regolazione delle portate aventi per iscopo, oltre alla creazione di forza motrice, la irrigazione di quasi tutta la Romagna a mezzo di un grande canale della portata di circa 20 mc/sec, (il canale Mussolini), e la distribuzione dell'acqua potabile per molti comuni della Bassa Romagna.

Nel suddetto programma si inquadra la sistemazione del Savio, prevista a mezzo di tre serbatoi in serie nelle località di Quarto, Sarsina e Montecastello, delle rispettive capacità di mc. 6.670.000 ; 6.000.000 e 18.000.000, con una produzione media annua complessiva di circa 13.000 IP. nominali e con riserve di acqua per irrigazione della maggior parte dell'Agro Cesenate compreso, a valle di Cesena, fra il Savio e il Rubicone. Attualmente trovati già da tempo ultimato il serbatoio di Quarto e sono stati anche iniziati i lavori della diga a gravità di Montecastello, dell'altezza di circa 50 m., dalla quale dovrebbe avere origine il grande acquedotto previsto per la bassa Romagna. Il getto delle murature di questo sbarramento, temporaneamente sospeso per alcune modifiche da apportare al progetto in conseguenza degli accertamenti geognostici effettuati all'atto esecutivo, sarà ripreso presumibilmente nella corrente stagione lavorativa.

12/05/2023

60

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La diga di Quarto cresce tra la SADE e la UNES

| FORLÌ        |   |                         |                    |       |        |          |   |  | Terminal  |   |
|--------------|---|-------------------------|--------------------|-------|--------|----------|---|--|---|---|
| <b>Savio</b> | Soc. Cosenate di Elettricità già Ing. Carlo Andreucci (ing. Ettore Graziosi) (3).                   | 30-IV-1918<br>8-IV-1920 | Sarsina            | 50,00 | 156,00 | 10400,00 | — |  | a) presentazione progetto esecutivo<br>d) inizio dei lavori;<br>e) ultimazione dei lavori;<br>d) durata della concessione | esecutivo<br>d) 4-X-1980  |
| <b>Id.</b>   | Soc. Idroelettrica del Savio già Ing. Carlo Andreucci (ing. Carlo Andreucci e Ettore Graziosi) (4). | 22-X-1918<br>18-IV-1920 | Mercoledì Saraceno | 73,00 | 58,00  | 5640,00  | — |  |   | a) 5 mesi notifica decreto concessione<br>b) 6 mesi approv. prog. esecutivo<br>c) 5 anni approv. prog. esecutivo<br>d) 7-IV-1980<br>d) 17-IV-1980 |

*Inter. sen. Braschi, ann. 7 ottobre 1949: prosecuzione dei lavori per la costruzione del bacino idroelettrico di Monte Castello da parte della Società Idroelettrica Alto Savio (r. s.); es. 16 novembre 1949.*

12/05/2023

61

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Società Idroelettrica dell'Alto Savio

- **Data di costituzione:** 21 luglio 1923 - Costituita pariteticamente da SADE e UNES (o almeno così dal 1925). La UNES si occupa soprattutto di distribuzione.
- **Sede sociale:** Roma, Via Quattro Fontane 143
- **Direzione:** ing. Alfredo Ricci (nomina del 21 luglio 1924)
- **Amministrazione:** Milano, Via Serbelloni 4
- **Officine generatrici:** Quarto
- **Corsi d'acqua utilizzati:** Savio
- **Forza prevista:** HP 4.800
- **Presenza delle grosse banche:** Nel 1928 Presidente della SIDAS è ing. Achille Gaggia, vice presidente SADE e membro del CdA del Credito Industriale Veneto, banca sostenuta dalla COMIT

### DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 18 aprile 1963, n. 577

Trasferimento all'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica dell'impresa della Società Idroelettrica dell'Alto Savio, Società per azioni.

12/05/2023

62

## Dams & Civil Infrastructures Safety

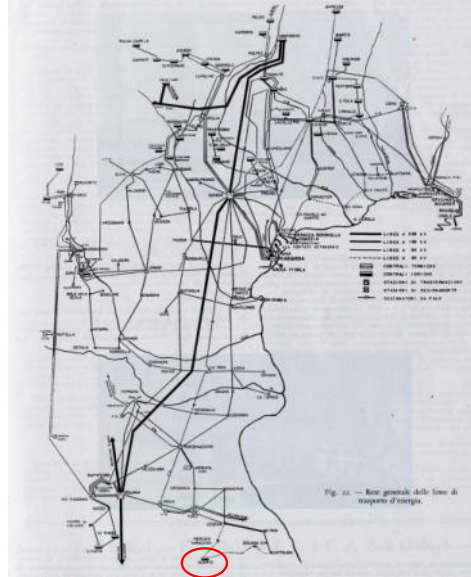
Geology Support Unit



### Società Idroelettrica dell'Alto Savio

Dov'era Quarto nell'impero industriale della SADE (mappa anno 1956)

Dal 1933 la SIDAS fornisce direttamente energia elettrica alla Repubblica di San Marino sostituendo (solo formalmente) la SADE e la Romagnola (società distributrice controllata dalla stessa SADE)



12/05/2023

63

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La diga di Quarto

Questa foto di cantiere lascia intravedere sullo sfondo il fronte della frana non ancora ben vegetato.



12/05/2023

64



## Dams & Civil Infrastructures Safety

*Geology Support Unit*



### La diga di Quarto: oggi



12/05/2023

65

## Dams & Civil Infrastructures Safety

*Geology Support Unit*



### La centrale di Quarto

La grande cascata con il vecchio mulino dietro la centrale (foto 1930)



1928: la Centrale

12/05/2023

66

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Le sorgenti a valle della diga, vecchie e nuove

Dal Verbale di Collaudo Definitivo 20 piccole sorgentelle di poca importanza invece, circa 300 metri a valle della disopra di uno strato impermeabile raccogliere e convogliare in unico ca sorgenti esistevano anche prima della del serbatoio la loro portata è notevole

3\*) - L'11 aprile 1934 alle ore 16 sono stati quotati i margini superiori delle losanghe di cui sopra che sono risultati trovarsi alle seguenti quote riferite al livello del mare :

| Sorgente n° |   | q.        | s.m. |
|-------------|---|-----------|------|
| 1           | = | ( 305.34) | s.m. |
| 2           | = | ( 299.64) | " "  |
| 3           | = | ( 299.18) | " "  |
| 4           | = | ( 300.19) | " "  |
| 5           | = | ( 290.52) | " "  |
| 6           | = | ( 299.54) | " "  |

N.B. - L'11 aprile 1934 alle ore 16 la quota del lago era di m. 317,70 e le acque sorgenti a valle non scaturivano più all'altezza delle losanghe su citate, ma circa un metro sopra.

Rimini 13 aprile 1934

12/05/2023

## Dams & Civil Infrastructures Safety

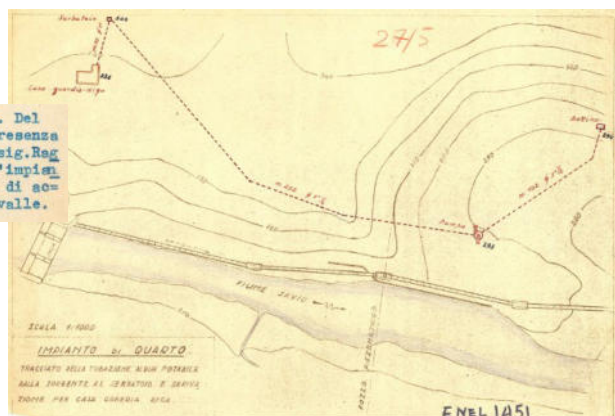
Geology Support Unit



### Le sorgenti a valle della diga, vecchie e nuove

Il giorno 4 luglio 1947 è stato prelevato dall'Ing. Del Rio della Società Idroelettrica dell'Alto Savio ed alla presenza del Capo Centrale sig. Carli e dell'assistente ai lavori sig. Reggi, nella località nei pressi del pozzo piezometrico dell'impianto idroelettrico di Quarto di Sarsina (Forlì) un campione di acqua, a mezzo di un fiasco sterile, della sorgente più a valle.

Un sorgente a valle diga consente di procurare acqua potabile per la centrale, per le case per dipendenti ivi realizzate e per la Casa di Guardia.



12/05/2023

68

**Maintenance and Technical Service**



**Dams and Civil Infrastructures Safety**

**La grande frana di Quarto**

**6 - Un caso simile: S. Lazzaro**

12/05/2023

69

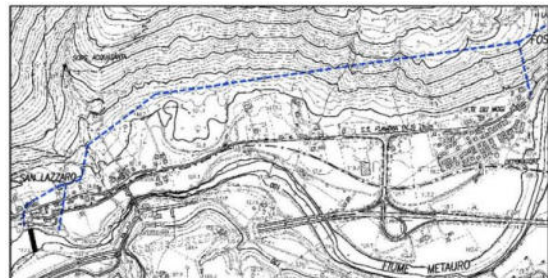
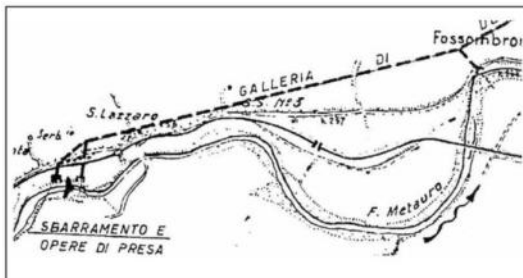
## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Il caso di S. Lazzaro (PU)

A metà anni '50 la UNES realizza l'impianto idroelettrico di S. Lazzaro presso Fossombrone (PU), sbarrando il Fiume Metauro. La derivazione che si svolge con percorso interamente sotterraneo assumerà un tracciato ben differente da quello progettato.



12/05/2023

70

# Dams & Civil Infrastructures Safety

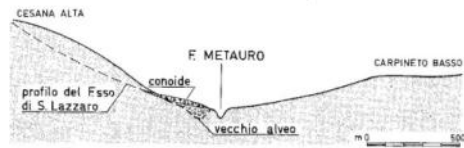
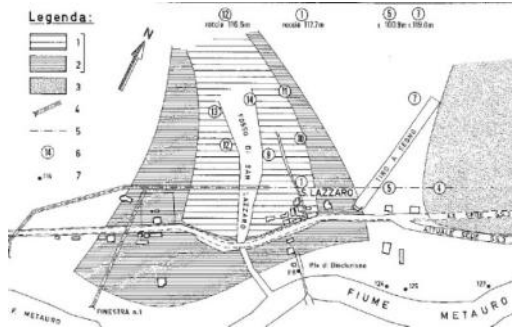
Geology Support Unit



## Il caso di S. Lazzaro (PU)

Infatti, durante lo scavo della galleria furono incontrati fronti instabili con importanti venute d'acqua che costrinsero ad una brusca deviazione: lo scavo aveva incrociato il paleoalveo del Metauro colmato di sedimenti, dunque terreni ad elevata permeabilità.

1



12/05/2023

71

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## Il caso di S. Lazzaro (PU)

2

Cosa aveva spostato il corso del Metauro? L'accrescimento del conoide del Fosso di San Lazzaro oppure un'antica frana. Ma San Lazzaro patì, come Quarto, anche di una frana recente il 15.02.1934, con 11 vittime.



La frana ripresa in tutta la sua tragica imponenza. 2 milioni di metri cubi, 200 uomini al lavoro. A ovest della frana i calanchi, a est le marni fuvidi. (Foto Puci Attilio).



12/05/2023

72



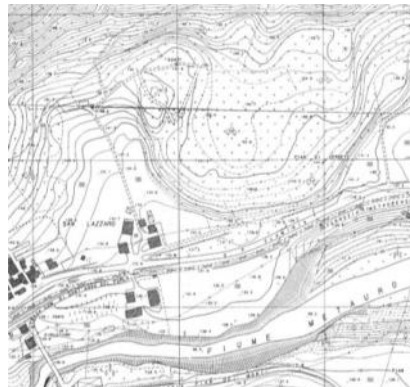
## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Il caso di S. Lazzaro (PU)

Il confronto tra la carta topografica precedente l'evento e quella attuale evidenzia il corpo di accumulo della frana del 1934.



12/05/2023

73

## Dams & Civil Infrastructures Safety

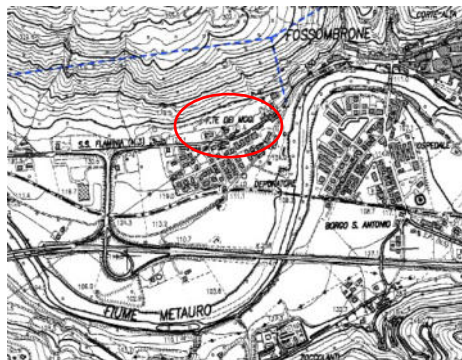
Geology Support Unit



### Il caso di S. Lazzaro (PU)

3

Ulteriore similitudine S. Lazzaro – Quarto: le sorgenti come punti di recapito del flusso idrico che si concentra nei sedimenti a maggiore permeabilità che colmano il paleoalveo.



12/05/2023

74

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Il caso di S. Lazzaro (PU)

4

Le analogie con Sarsina e la valle del Savio si spingono a ritroso anche all'epoca romana: L'antica **Forum Sempronii** sul Metauro era situata sulla consolare **Via Flaminia**



Fig. 111 b. La via Flaminia d'après L. Quilici.

12/05/2023

75

Maintenance and Technical Service

Dams and Civil Infrastructures Safety



La grande frana di Quarto

7 - Vedute dell'invaso

12/05/2023

76

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

Il bacino: vedute



12/05/2023

Dalle pagine di «Sincronizzando», nov. 1930:

E tale sbarramento forma un pittoresco lago che segue l'alveo del Savio per una lunghezza di m. 2800 e verso l'affluente la Para si prolunga per 2000 m.

Il bacino imbrifero è di Kmq. 145 e la capacità del bacino così formato è di 6 milioni di mc.

77

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

Il bacino: vedute



1928: verso monte



1928: verso la diga

12/05/2023

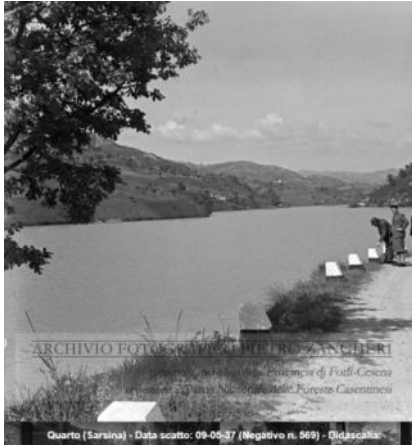
78

## Dams & Civil Infrastructures Safety

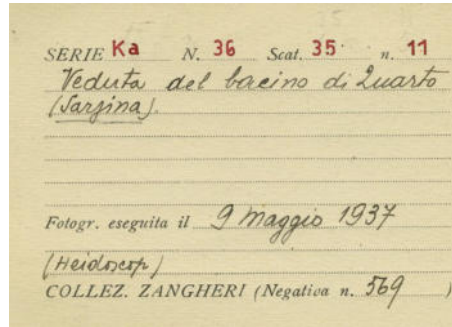
Geology Support Unit



### Il bacino: vedute



12/05/2023



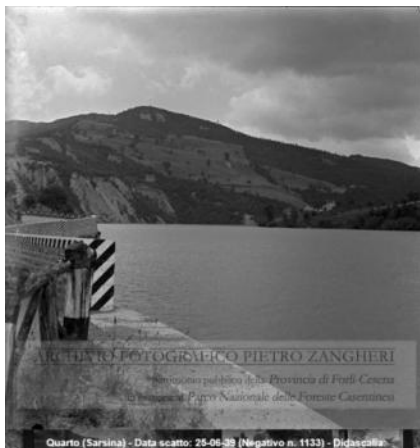
79

## Dams & Civil Infrastructures Safety

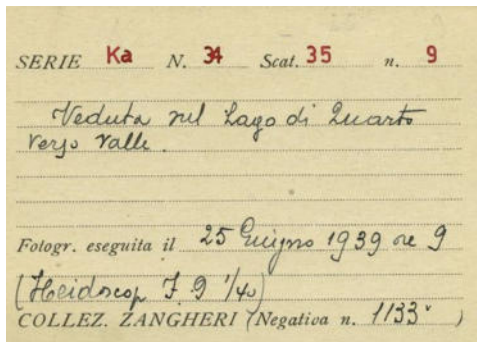
Geology Support Unit



### Il bacino: vedute



12/05/2023



80

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Il bacino: vedute

Bacino svasato: senza data (potrebbe essere fine 1932, quando fu rilevato il grande interrimento)



12/05/2023

81

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

### Il bacino: vedute



Per entrambe manca la data dello scatto ma una passerella fa pensare ad un consistente interrimento (evidentemente successiva al 1937-'39)

12/05/2023



Potrebbe essere la stessa passerella vista verso la sponda sinistra e verso valle (è una ipotesi: foto non localizzata).

82



## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Il bacino: vedute



12/05/2023

83

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Il bacino: vedute



1958

1) Veduta panoramica del serbatoio in origine  
(Ramo Savio)

12/05/2023

84

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Il bacino: vedute



1928: sistemazione sponda sinistra (forse: manca ubicazione)

12/05/2023

85

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La Centrale

#### VALUTAZIONE DEI DANNI SUBITI DALL'INDUSTRIA IDROELETTRICA E MEZZI ECONOMICI CON CUI PROVVEDERVI

Giornale del Genio Civile (1945)

Dr. Ing. GIUSEPPE SAPIENZA

Non si hanno precise notizie sulle centrali di utilizzazione del Savio :  
di *Quarto* (kW 3.780) della Società Idroelettrica Alto Savio, di *Bren-*  
*zaglia* e di *Matelica* per complessivi kW 685 della Società Elettrica  
Romagnola.

La centrale, entrata in esercizio nel 1925, completamente distrutta nel 1944 è stata rimessa in esercizio nel 1947.

12/05/2023

86

*Maintenance and Technical Service*



*Dams and Civil Infrastructures Safety*

*La grande frana di Quarto*

*8 - LA GEOLOGIA*

12/05/2023

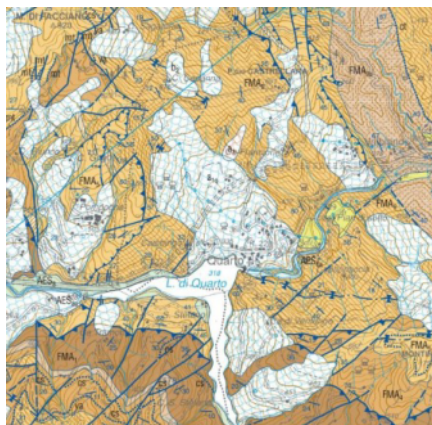
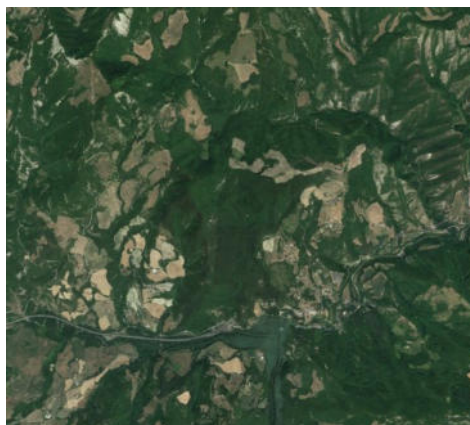
87

## Dams & Civil Infrastructures Safety

*Geology Support Unit*



**La frana del 21 marzo 1812: aspetti geologici**



L'intensa copertura vegetale dipende certamente dal mancato utilizzo del versante piuttosto che da una diversità pedologica, dunque geologica: **è sempre F.ne Marnoso-arenacea**

12/05/2023

88

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## La frana: aspetti geologici

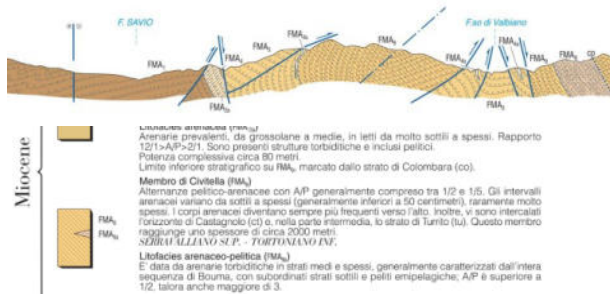
CARG 50k Foglio 266 «Mercato Saraceno»



12/05/2023

**Membro di Civitella (FMA9): il più recente della FMA (Serravalliano superiore-Tortoniano inferiore: 10-12 Ma)**

Alternanze di arenarie e marne con rapporto compreso tra 1/5 e 1/15.



89

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## La frana: aspetti geologici

CARG 50k Foglio 266 «Mercato Saraceno»



12/05/2023



in flysch  
nosi, dal  
elementi  
rimento  
na piega  
di strato  
aiebingo

90



## Dams & Civil Infrastructures Safety

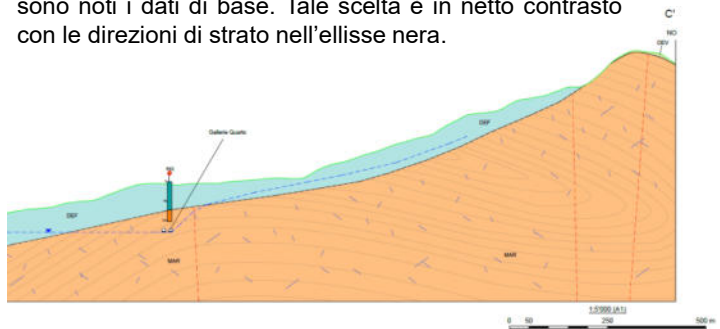
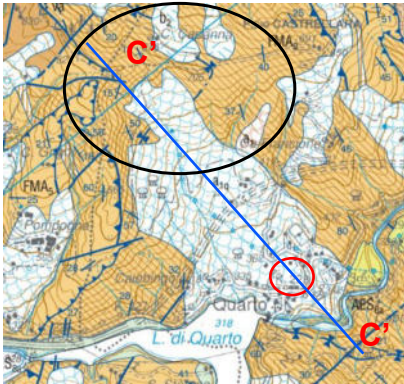
Geology Support Unit



### La frana: aspetti geologici

CARG 50k Foglio 266 «Mercato Saraceno»

Non sembra convincente la sezione geologica prodotta dallo Studio Lombardi (2023) nella quale la piega abbandona la «naturale» vergenza appenninica ma non sono noti i dati di base. Tale scelta è in netto contrasto con le direzioni di strato nell'ellisse nera.



Sezione C'C'

91

12/05/2023

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Erodibilità della F.ne Marnoso-arenacea

La Formazione Marnoso-Arenacea



12/05/2023



## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

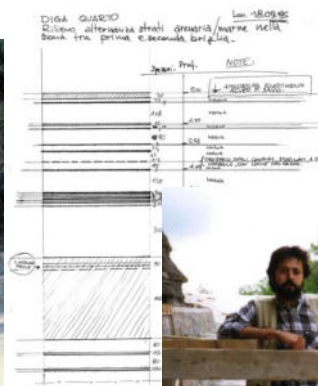


### Erodibilità della F.ne Marnoso-arenacea

La Formazione Marnoso-Arenacea: importanti lavori sono stati eseguiti per limitarne l'erosività (anni '90).



12/05/2023



93

*Maintenance and Technical Service*



*Dams and Civil Infrastructures Safety*

**La grande frana di Quarto**

**9 - LA DIGA E LA FRANA**

12/05/2023

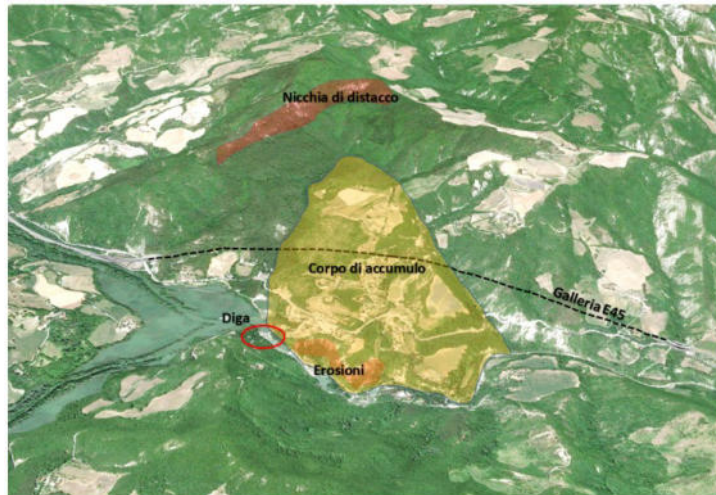
94

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana



12/05/2023

95

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana

Questa cartografia geometricamente corretta (Carta Austriaca 1851) consente di tracciare quello che deve essere stato il paleo-alveo non certo prima del 1812, ma molti secoli addietro: **quella di Quarto è una paleo-frana la cui prima attivazione risale ad un tempo remoto, non ancora stimato.**



12/05/2023

Carta topografica austriaca dell'Italia Superiore e Centrale riprodotta dall'Istituto Topografico di Firenze nel 1860 circa (la versione colorata). Fonte: Rel. Geol. Meli, 1918.

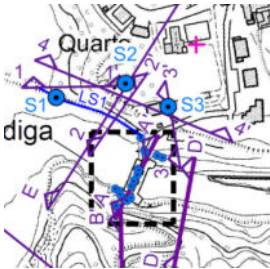
96

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

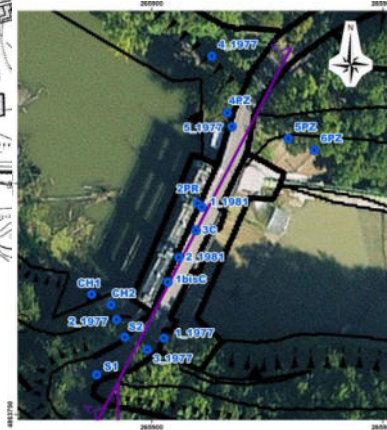
## La diga al piede del versante franato: indagini

Le indagini Enel sono concentrate sullo sbarramento.



S1, S2 ed S3 del 2022

12/05/2023

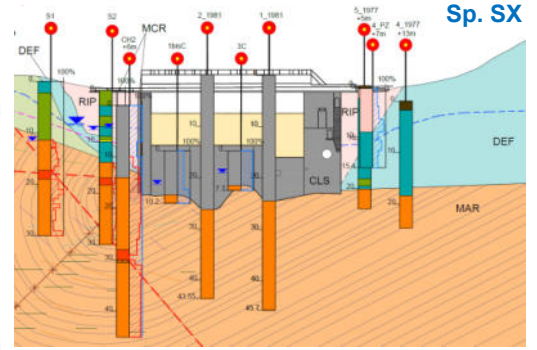


### Legenda

- CLS Calcestruzzo Diga
- MCR Micropali
- DEF Deposito frana 1812
- RIP Riporto
- BEV Deposito di versante
- ALU Deposito alluvionale
- MAR Marna con arenaria



Elaborati Studio Lombardi (2023)



# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

## La diga al piede del versante franato: indagini

Ulteriori sondaggi in sponda SX

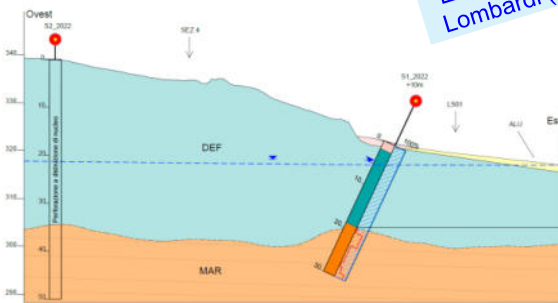


### Legenda

- Casa di guardia
- DEF Deposito frana 1812
- DEP Deposito lacustre
- RIP Riporto
- ALU Deposito alluvionale
- MAR Marna con arenaria
- Stratificazione
- Faglia
- Livello Falda



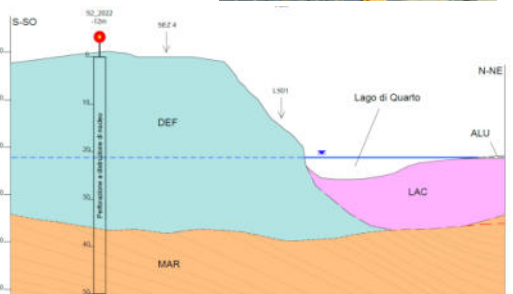
Sez. 1



12/05/2023

Elaborati Studio Lombardi (2023)

Sez. 2



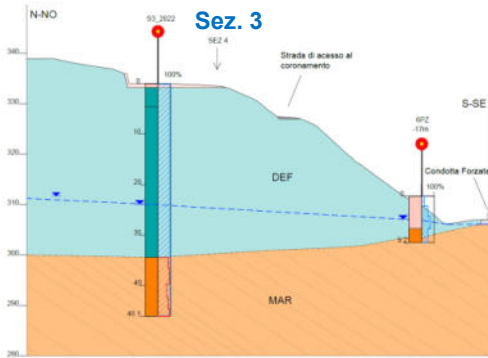
# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

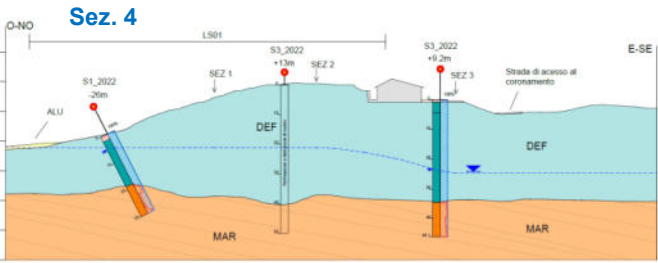


## La diga al piede del versante franato: indagini

Ulteriori sondaggi in sponda SX



Elaborati Studio Lombardi (2023)



- Legenda
- Casa di guardia
  - Deposito frana 1812
  - Deposito lacustre
  - Riperto
  - Deposito alluvionale
  - Marna con arenaria
  - Stratificazione
  - Faglia
  - Livello Falda



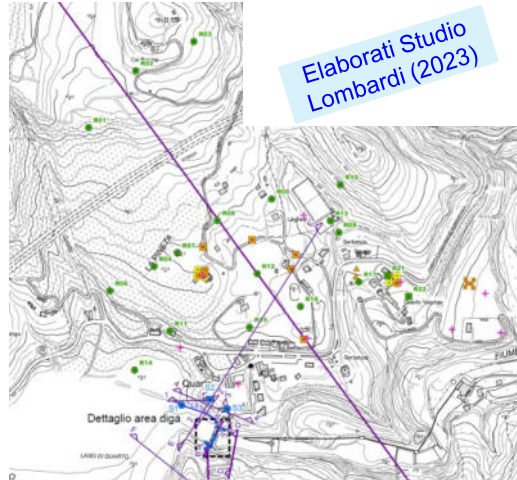
# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## La frana: le indagini

Le indagini reperite eseguite da altri committenti hanno permesso di realizzare una sezione geologica lungo l'intero corpo di accumulo della vecchia frana.



12/05/2023



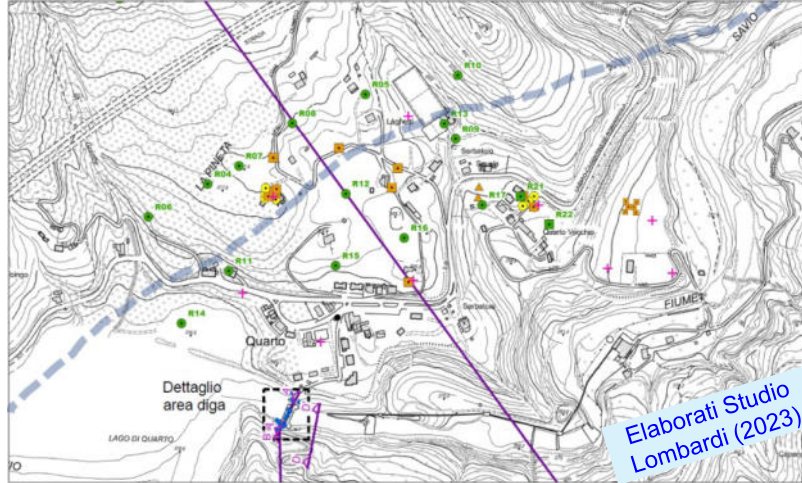
# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## La frana: le indagini

Possibile posizione del paleoalveo



12/05/2023

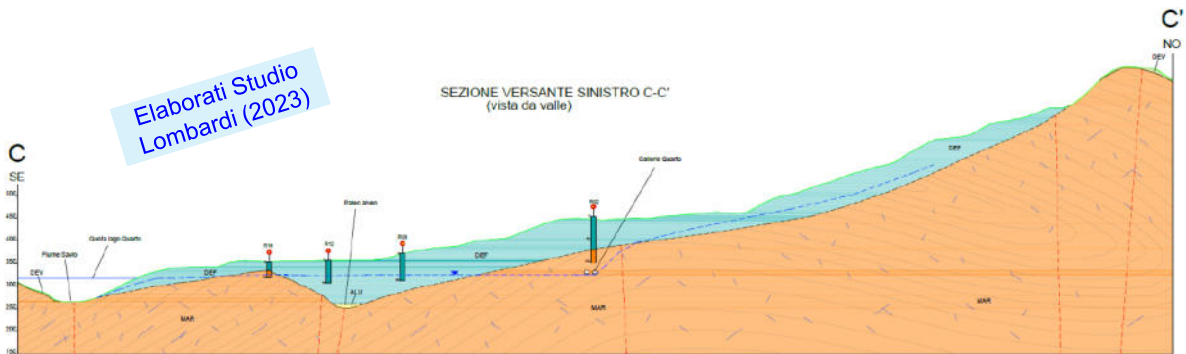
# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## La frana: sezioni geologiche ricostruite

La porzione inferiore della sezione principale del versante consente di ipotizzare l'ubicazione di un paleo-alveo del Fiume Savio



12/05/2023



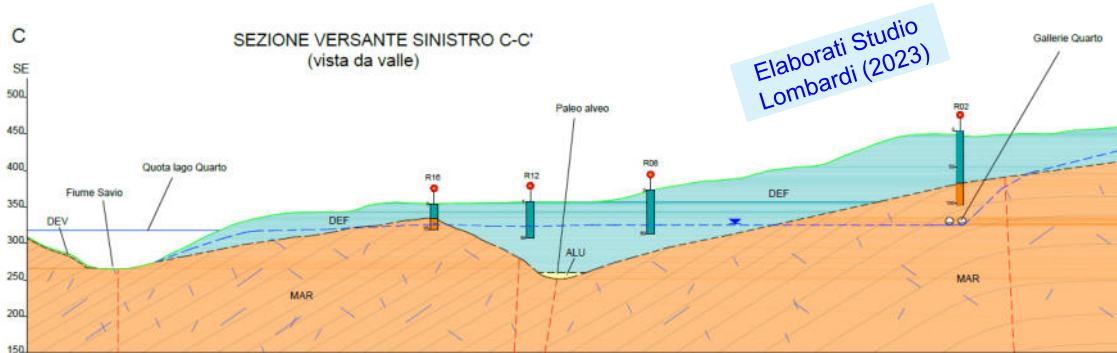
## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana: sezioni geologiche ricostruite

La porzione inferiore della sezione principale del versante consente di ipotizzare l'ubicazione di un paleo-alveo del Fiume Savio



12/05/2023

103

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit

### La frana: la situazione secondo tecniche InSAR



L'interferometria satellitare radar disponibile sul sito EGMS è basata sull'analisi multitemporale delle immagini radar a piena risoluzione scattate dal satellite Sentinel 1.



12/05/2023

104

## Dams & Civil Infrastructures Safety

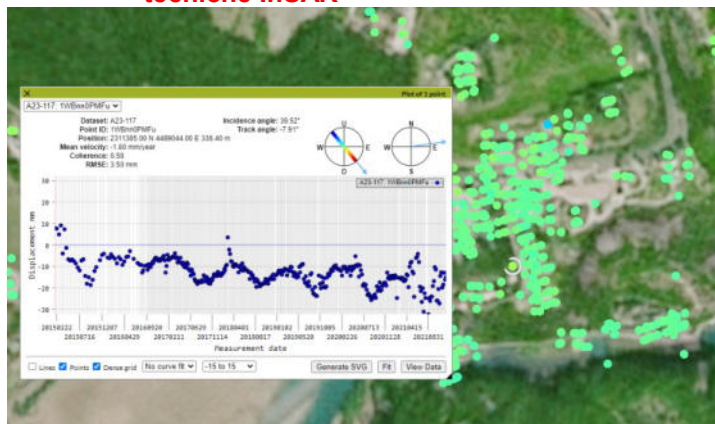
Geology Support Unit



### La frana: la situazione secondo tecniche InSAR

Certamente non mostra una situazione di rapide deformazioni in atto ma interrogando un punto qualsiasi si ottiene che nel periodo febbraio 2015 – agosto 2021 si sarebbe registrata una subsidenza di circa 10 mm (**Velocità media: 1,8 mm/anno**)

**Conferma di una «sostanziale» avvenuta stabilizzazione**



12/05/2023

105

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana: la situazione secondo tecniche InSAR

La metodologia di interferometria radar satellitare fornisce in realtà il valore degli spostamenti lungo la linea di vista del satellite piuttosto che movimenti topografici, ma una **Velocità media di 1,8 mm/anno**, pur rilevata come sopra precisato, colloca il movimento nelle classi 1 – 2 della scala di Varnes-Cruden: quasi «fisiologico» in quel contesto, comunque non preoccupante.

| classe | descrizione    | danni osservabili  | scala delle velocità |                       |
|--------|----------------|--|----------------------|-----------------------|
| 1      | ESTREM. LENTO  | Impercettibile senza strumenti di monitoraggio. Costruzione di edifici possibile con precauzioni.  | 16 mm/anno           | $5 \cdot 10^{-8}$ m/s |
| 2      | MOLTO LENTO    | Alcune strutture permanenti possono non essere danneggiate dal movimento.  | 1.6 m/anno           | $5 \cdot 10^{-4}$ m/s |
| 3      | LENTO          | Possibilità di intraprendere lavori di rinforzo e restauro durante il movimento. Le strutture meno danneggiate possono essere mantenute con frequenti lavori di rinforzo se lo spostamento totale non è troppo grande durante una particolare fase di accelerazione. | 13 m/mese            | $5 \cdot 10^{-3}$ m/s |
| 4      | MODERATO       | Alcune strutture temporanee o poco danneggiabili possono essere mantenute  | 1.8 m/h              | $5 \cdot 10^{-1}$ m/s |
| 5      | RAPIDO         | Evacuazione possibile. Distruzione di strutture, immobili ed installazioni permanenti.   | 3 m/min              | $5 \cdot 10^2$ m/s    |
| 6      | MOLTO RAPIDO   | Perdita di alcune vite umane. Velocità troppo elevata per permettere l'evacuazione delle persone.  | 5 m/s                | 5 m/s                 |
| 7      | ESTREM. RAPIDO | Catastrofe di eccezionale violenza. Edifici distrutti per l'impatto del materiale spostato. Molti morti. Fuga impossibile.   |                      |                       |

Fonte originale: Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996, *Landslide Types and Processes*, Transportation Research Board, U.S. National Academy of Sciences, Special Report, 247: 36-75

12/05/2023

106

## Maintenance and Technical Service



## Dams and Civil Infrastructures Safety

### La grande frana di Quarto

### 10 - L'ipotesi della paleofrana

12/05/2023

107

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



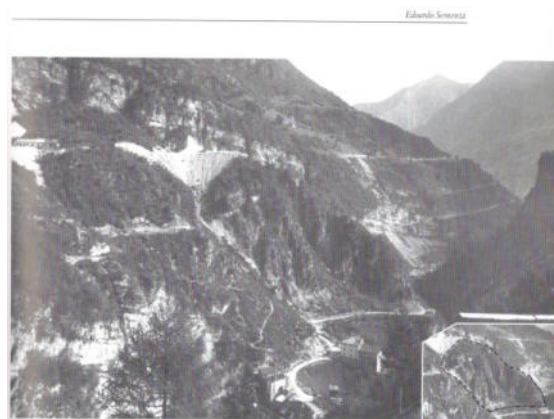
### Geologia: l'ipotesi della paleofrana

E' probabile che la frana del 1812 sia stato solo un evento di riattivazione di dissesto più grande verificatosi in un passato ignoto.

Il ricorso alla **paleofrana** è obbligato dal fatto che:

- I sondaggi rivelano un probabile paleoalveo;
- Le risorgenze a valle dello sbarramento sono «coerenti» con la presenza di un paleoalveo;
- in assenza di rappresentazioni topografiche della situazione anteriore al 1812 sembra improbabile che fino a quella data la valle del Savio sia stata dove sembra potersi collocare il paleoalveo (Bertoni parla dei «Piani di Quarto»)

Nel caso della grande frana del **Monte Toc** al **Vajont** l'individuazione del «**Colle isolato**» in sponda sinistra da parte del **geol. Edoardo Semenza** permise una lettura corretta di quel tragico fenomeno: era il «testimone» di una **paleofrana**.



108

12/05/2023

*Maintenance and Technical Service*



*Dams and Civil Infrastructures Safety*

*La grande frana di Quarto*

*11 - L'interrimento*

12/05/2023

109

**Dams & Civil Infrastructures Safety**

*Geology Support Unit*



**Interrimento**



12/05/2023

110

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Interrimento

Fragmiteto (Phragmites Australis) insediatisi nella ampie parti colmate, naturale rifugio di molte specie di avifauna



12/05/2023

111

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### Interrimento

Da un testo del 1832 tratto da «Nuova raccolta di autori italiani che trattano del moto delle acque», tomo VII (1845), p. 119-121.

«Il Savio e la Para (che prima era un influente del Savio sopra il sito della ruina ) alimentano ora questo lago, il cui naturale emissario sopra il ciglio della frana va continuamente abbassandosi; mentre si alza incessantemente il suo fondo per le materie che vi portano i due torrenti.»

12/05/2023

112



**Dams & Civil**  
Geology Support Unit



TABELLA I. - Valori di interrimento di serbatoi.

| Corso d'acqua e località del serbatoio | Bacino imbrifero km <sup>2</sup> | Altitudine sul mare m | Capacità del serbatoio mc | Periodo di osservazione anni | Contributo solido unitario annuo mc/km <sup>2</sup> |
|--|----------------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------|---|
| Torre - Crosis . . . . .               | 63                               | 275                   | 150 000                   | 12,5                         | 190   |
| Cellina - Monreale . .                 | 432                              | 350                   | 800 000                   | 1                            | 1944  |
| Cordevole - Lago di Alleghe . . . . .  | 248                              | 980                   | —                         | 160                          | 385   |
| Cismon - Serra . . . . .               | 491                              | 600                   | 5 000 000                 | 10                           | 376   |
| Fersina - Cantanghel                   | 177                              | —                     | —                         | 4,5                          | 635   |
| Gorzente - Lavagnina                   | 25,5                             | 332                   | 1 650 000                 | 20                           | 600   |
| Orba - Ortiglieto . .                  | 145                              | 320                   | 17 300 000                | 7,5                          | 735   |
| Tidone - Molato . . . .                | 83,3                             | 350                   | 12 500 000                | 5                            | 916   |
| Scollenna - Riolunato                  | 162                              | 685                   | 600 000                   | 7                            | 556   |
| <b>Savio - Quarto . . . . .</b>        | <b>215,2</b>                     | <b>318</b>            | <b>4 543 000</b>          | <b>7,75</b>                  | <b>1489</b>   |
| Pescara - 3° salto . .                 | 2600                             | 124                   | 3 125 000                 | 4,75                         | 165   |
| Lete - Letino . . . . .                | 50                               | 900                   | 1 000 000                 | 17,00                        | 28  |

Prof. Ing. G. Marco Visentini  
mezzi per diminuirlo e im-

«Sul Savio a Quarto  
m 318, con una  
Il bacino imbrifero  
nell'affluente la  
media di mm 1.  
I terreni che lo  
marnosi, tutti fo  
di degradazione  
1932, cioè in t  
teschuse le fran  
annuo medio di

la importanza,  
ota di  
e 76,7  
annua  
strati  
a fase  
ne del  
mento  
solido  
stesso

di mc/km<sup>2</sup> 1.590 per ramo principale e di mc/km<sup>2</sup> 1.271 per l'affluente in riva.»

12/05/2023

113

**Dams & Civil Infrastructures Safety**  
Geology Support Unit



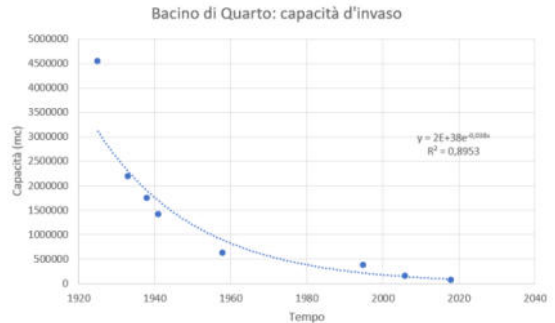
**Interrimento**

L'Energia Elettrica, n. 6, anno 1960

TABELLA VII. - Valore di interrimento del lago di Quarto.

| Epoca del rilievo     | Capacità di invaso a q. 317,50 m <sup>3</sup> | Volume parziale degli interrimenti m <sup>3</sup> | Volume integrato degli interrimenti m <sup>3</sup> | Percentuale di accrescimento progressivo % | Periodo in anni |             |
|-----------------------|---|---|--|--|-----------------|-------------|
|                       |   |   |  |  | Parziale        | Progressivo |
| Aprile 1925 . . . . . | 4.543.750                                     | —   | —  | —  | 8,00            | 8,00        |
| Aprile 1933 . . . . . | 3.174.500                                     | 2.360.000   | 2.360.000  | 52   | 3,42            | 13,42       |
| Luglio 1938 . . . . . | 1.737.974                                     | 445.000   | 2.805.210  | 62   | 3,00            | 16,42       |
| Luglio 1941 . . . . . | 1.404.000                                     | 333.000   | 3.138.244  | 69   | 19,32           | 33,34       |
| Maggio 1958 . . . . . | 617.000                                       | 787.000   | 3.925.000  | 86   | —               | —           |
| Maggio 1995 . . . . . | 372.000                                       | 245.000   | 4.170.000  | 92   | —               | —           |
| Maggio 2006 . . . . . | 146.000                                       | 226.000   | 4.396.000  | 97   | —               | —           |

| Period | Storage Capacity (m <sup>3</sup> ) at 317,5 m a.s.l. | Silted Volume partial (m <sup>3</sup> ) | Silted Volume progressive (m <sup>3</sup> ) | % Storage capacity reduction |
|--------|--|---|---|------------------------------|
| 1925   | 4,543,000  |   |   |                              |
| 1933   | 2,183,000  | 2,360,000                               | 2,360,000                                   | 52                           |
| 1938   | 1,737,000  | 445,000                                 | 2,805,000                                   | 62                           |
| 1941   | 1,404,000  | 333,000                                 | 3,138,000                                   | 69                           |
| 1958   | 617,000  | 787,000                                 | 3,925,000                                   | 86                           |
| 1995   | 372,000  | 245,000                                 | 4,170,000                                   | 92                           |
| 2006   | 146,000  | 226,000                                 | 4,396,000                                   | 97                           |



**1925-1925: capacità ridotta dell'86%**

**Batimetria del luglio 2018: capacità di circa 70.500 m<sup>3</sup>, con un interrimento di circa 4.472x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, pari a circa il 98,4% del volume totale originario**

12/05/2023

114

# Dams & Civil Infrastructures Safety

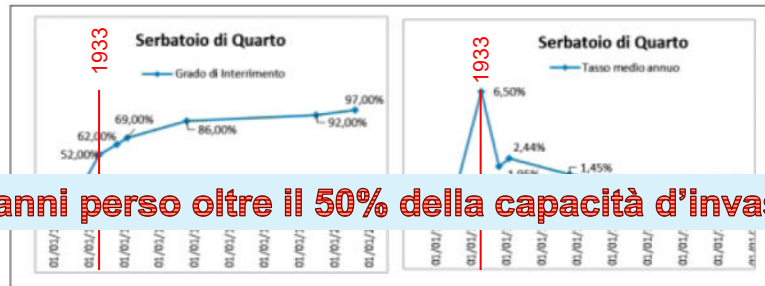
Geology Support Unit



## Interrimento

Caruana, La Barbera «L'interrimento dei serbatoi artificiali italiani», l'Acqua, N. 1-2, 2016

A fronte di un tasso medio annuo di interrimento di tutti i serbatoi italiani stimato nell'ordine dello 0,5 - 0,7%, a Quarto nei primi 8 anni di vita sono sbarcati 1.1. pari a 6,5%, con oltre la metà del volume d'invaso perso.



**Nei primi 8 anni perso oltre il 50% della capacità d'invaso**

Figura 3 - Andamento temporale del Grado di Interrimento e del Tasso medio annuo di interrimento registrati al serbatoio di Quarto.

GI% : grado percentuale di interrimento  
TI%: tasso medio annuo di interrimento

12/05/2023

115

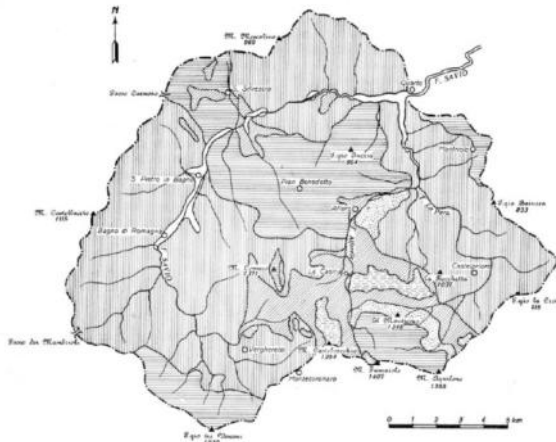
# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## Interrimento

Bacino idrografico: 215 kmq



- Depositi fluviali recenti.
- Arenarie con ciottoli, conglomerati, marne sabbiose e argillose con Petroselinum lignitarum.
- Calcari cristallini, arenacei e conglomeratici con Petroselinum, Ostrea, Dinorthis, ecc.
- Calcari massivi, scisti marnoso-arenacei, arenarie, marne con Petroselinum.
- Calcari massivi con fossili e Nummuliti, calcari massivi, arenacei, ecc.
- Scisti argillosi a facies di argille scagliose.

«Ma se i caratteri petrografici e tettonici della nostra vallata sono tali, in generale, da favorire piuttosto che contrastare il fenomeno di smantellamento del rilievo, indubbiamente, il fattore più importante ai fini di tale processo degradativo risiede nel genere e nella estensione della copertura vegetale delle estese zone suscettibili di coltivazioni agrarie.»

12/05/2023

116

## Dams & Civil Infrastructures Safety

*Geology Support Unit*



### Interrimento

1932: l'apporto grossolano del Fosso Grande



12/05/2023



117

## Dams & Civil Infrastructures Safety

*Geology Support Unit*



### Interrimento

Volo IGMI – Gai 1954:  
un maggiore apporto di  
sedimenti dal Savio  
piuttosto che dal Para



12/05/2023

118

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## Interrimento

1977



12/05/2023

119

# Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



## Interrimento

Ortofoto 2014



12/05/2023

120

*Maintenance and Technical Service*



*Dams and Civil Infrastructures Safety*

*La grande frana di Quarto*

*12 - CONCLUSIONI*

12/05/2023

121

## Dams & Civil Infrastructures Safety

*Geology Support Unit*



### **La frana di Quarto: conclusioni**

- La frana del 1812 è stata attivata da consistenti **apporti meteorici** (coda piccola età glaciale);
- La frana del 1812 ha mobilizzato una porzione di una probabile **paleofrana**;
- La conformazione attuale del tratto di alveo a valle diga è stata «rinnovata» dalla frana del 1812 e dal lavoro di mina attuato nel 1828 per liberare le acque del lago;
- La presenza di un **paleoalveo** del Fiume Savio è intuibile da alcuni sondaggi disponibili e da alcune manifestazioni sorgentizie;
- La diga di Quarto, i cui promotori si proponevano l'obiettivo di ricreare il lago di sbarramento causato dalla frana del 1812, è fondata su roccia affiorante;
- Il corpo di frana del 1812 appare sufficientemente stabilizzato.

12/05/2023

122



## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



### La frana di Quarto: bibliografia

- G. Uggeri «*La nuova Via Annia da Roma ad Aquileia (153 a.C.)*», in *Journal of Ancient Topography*, Vol. XXII, 2012
- S. Piastra «*I laghi di frana nell'Appennino romagnolo. Una prospettiva storico-geografica*», in *Geostorie* (UNIBO), 2021
- E. Repetti «*Dizionario geografico fisico storico della Toscana*», Vol. I, pag. 238, 1833
- C. Berti «*Una ferrovia rimasta sulla carta. La transappenninica tra Arezzo e la Romagna tra geografia, storia e progetti*», *Boll. Soc. Geogr. It.*, 2021
- G. Bertoni «*Memoria sul lago di Quarto*», 1843
- R. Almagià «*Studi Geografici sopra le frane in Italia*», *Mem. Soc. Geogr. It.* p. 106, 1907
- L. Gambi «*I laghi di frana dell'Appennino Romagnolo*», *Boll. Soc. Geogr. It.*, 1948
- V. Tonelli «*Sarsina Napoleonica*» 1980
- G. Marco Visentini «*L'interrimento dei serbatoi, sua importanza, mezzi per diminuirlo e impedirlo*», *L'Energia Elettrica*, Giugno 1937 (pp. 469-472)
- P. Frosini «*Interrimento di alcuni laghi italiani*», *L'Energia Elettrica*, 1960 (pp. 489-502)
- F. Francavilla «*Alvei paralleli del Fiume Metauro a S. Lazzaro di Fossombrone*» *Studi Geol. Camerti*, 1976 (pp. 107-112)
- AA.VV. «*Gli impianti idroelettrici del Gruppo SADE*», su *Sincronizzando*, nov. 1930, pp. 801-816
- AA.VV. «*Storia dell'industria elettrica in Italia*», 1993
- Caruana, La Barbera «*L'interrimento dei serbatoi artificiali italiani*», *L'Acqua*, N. 1-2, 2016
- Estratti da varie riviste d'epoca, cartografia antica
- <https://www.pietrozanqheri.it/immagini-archivio/>
- Documenti archivio Enel Green Power
- Elaborati di sintesi Studio Lombardi

12/05/2023

123

## Dams & Civil Infrastructures Safety

Geology Support Unit



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!**

12/05/2023

124