Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali
Band: 69 (1981)

Artikel: Il carsismo nel calcare selcifero lombardo del Monte Generoso
Autor: Cavalli, Igor
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1003461

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

IGOR CAVALLI *

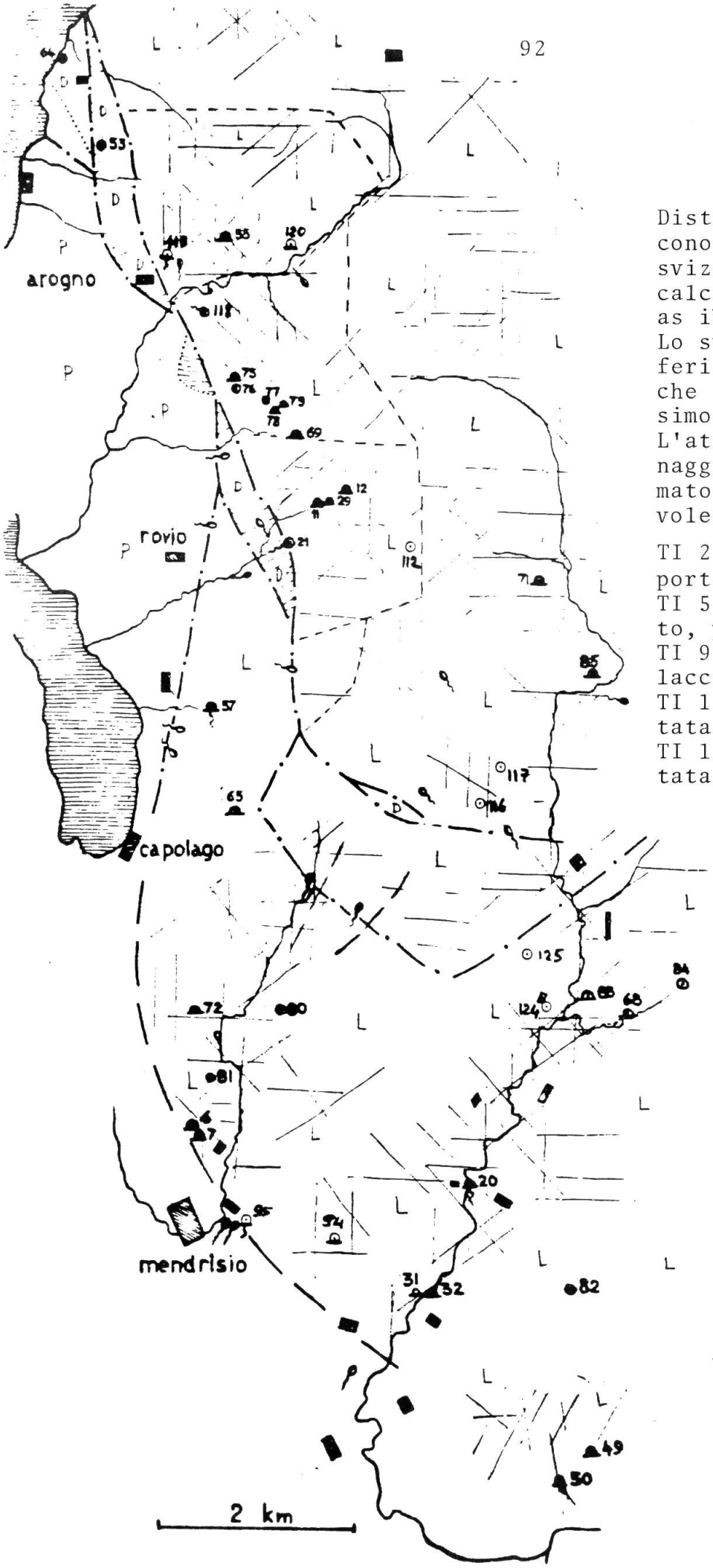
IL CARSISMO NEL CALCARE SELCIFERO LOMBARDO DEL MONTE GENEROSO

Abstracts: *The lower Lias of the Monte Generoso basin consists of 3000 to 4000 m of monotonous siliceous calcilutites ("Lombardic siliceous limestone"). The solubility of this limestone ranges from 50% to 70%. Karst phenomena are strongly developed in this area particularly in the region of Como (Italy). In Ticino there are important permanent karst springs. Little fossil systems, extended at different levels are observed but big caves are absent. Not a geological, structural or mineralogical evidence for the difference between Italy and Ticino is related.*

Premessa:

Il calcare del Lias inferiore lombardo è in gran parte carsificato e la presenza di importanti sorgenti fa' supporre l'esistenza di grandi sistemi carsici nella nostra zona. Numerose sono le cavità già conosciute, purtroppo tutte di sviluppo modesto. Si tratta in genere di grotte fossili, in cui i fenomeni graviclastici prevalenti hanno obliterato il passaggio verso vani più profondi. L'esplorazione subacquea delle sorgenti ci ha permesso di osservare la dimensione del fenomeno carsico in modo diretto.
Estesi complessi carsici sono conosciuti o in fase di esplorazione nella parte italiana della formazione calcareo-selcifera mentre da noi non si riesce a scoprire nessuna grotta profonda. Esiste forse qualche differenza fondamentale fra le due zone ?

* *Società Svizzera di Speleologia, sezione di Lugano*



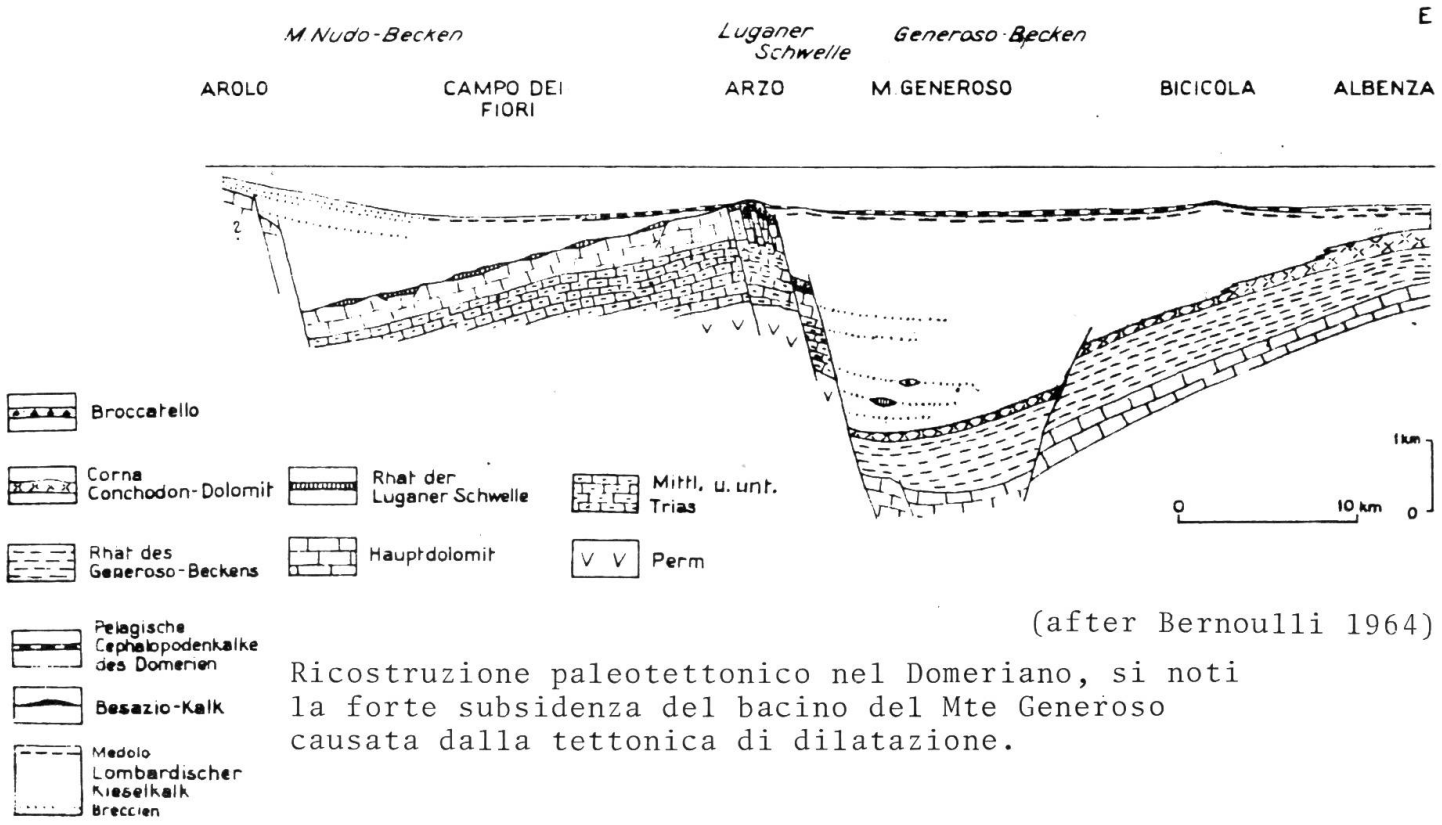
Distribuzione delle cavità conosciute nella parte svizzera della formazione calcareo-selcifera del Lias inferiore.
Lo sviluppo è in genere inferiore a 100m, con qualche eccezione con un massimo di ca. 500 m.
L'attuale livello di drenaggio delle acque è formato da sorgenti di notevole portata:

TI 21, Buco della Sovaglia portata fino a 60 m^3/ min.
TI 57, Fonte del Castelletto, portata fino a 10m^3/min
TI 95, Sorgente del Paolaccio, portata 5-30 m^3/min
TI 118, Sorgente Bossi, portata oltre 12 m^3/min.
TI 119, Ca' del Feree, portata oltre 12 m^3/min.

(after Cotti-Ferrini 19

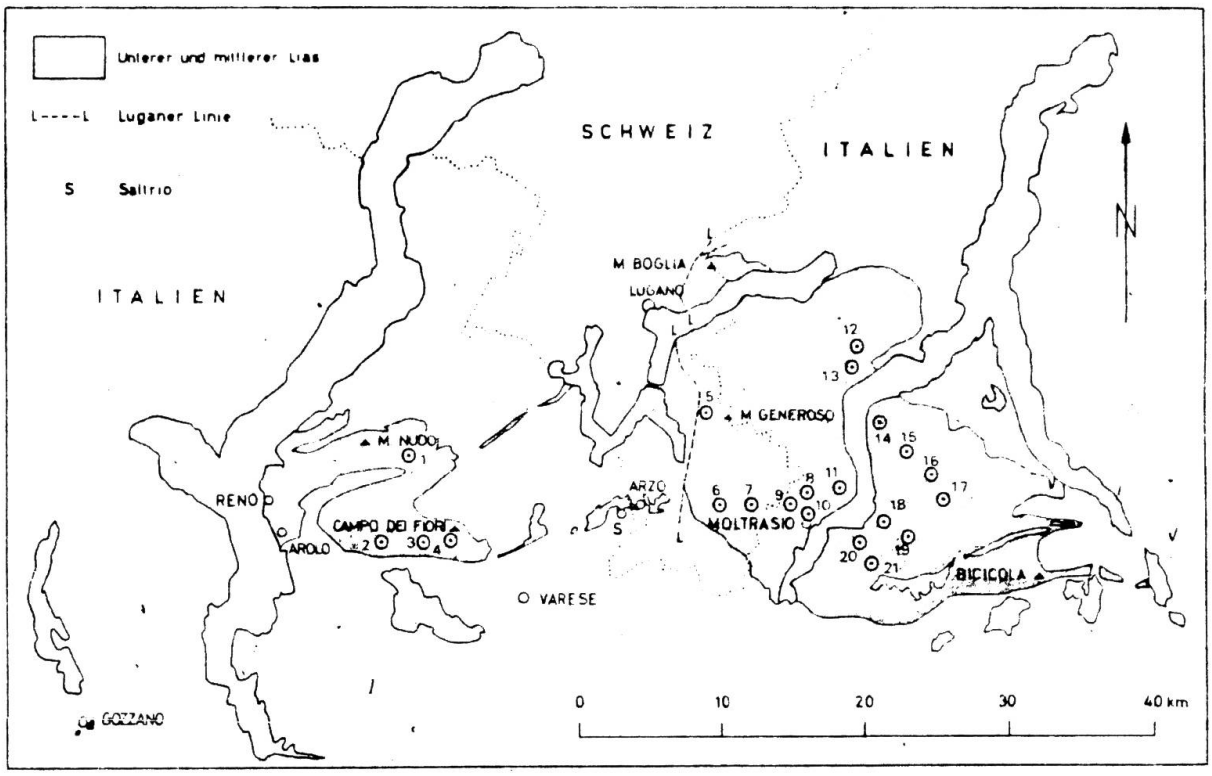
Geologia:

Le Alpi meridionali sono formate da uno zoccolo di cristallino insubrico, che si presenta profondamente eroso e alterato, ricoperto in modo discordante da depositi clastici e vulcanici permiani (ca. 1000 m. nella zona di Lugano), a cui fanno seguito una serie di sedimenti clastici (Servino-Verrucano).
Col Trias inferiore inizia una trasgressione marina da E. verso O.
Il Trias medio è caratterizzato nella nostra regione da una forte subsidenza e sedimentazione (dolomia del S.Salvatore,corrispondente ad Anisico e Ladinico).
Nel Norico avviene la formazione di due bacini e di due soglie (risp.bacini del Mte Nudo e del Mte Generoso, le soglie di Arolo e di Lugano). Le soglie sono direzionate N-S.
Il Norico si è sviluppato in modo uniforme nella facies della "dolomia principale".
Col Retico e il Lias inferiore inizia una forte tettonica di dilatazione con la formazione di un sistema di faglie singenetiche (direzione N-S) e una forte subsidenza del bacino del Mte Generoso (sprofondamento di oltre 1000 m).
Si assiste ad una spiccata eterotopia fra la regione ad Occidente della linea di Lugano e quella ad Oriente.
Nel bacino del Mte Generoso si sovrapongono alla "dolomia principale" ca. 1000 m di Retico, cui segue una serie di calciolutiti selcifere dalla potenza di 3000-4000 m (Lias inf.).
L'evoluzione strutturale della zona durante l'orogenesi alpina fu influenzata dalla preesistente situazione paleotettonica:
la faglia principale di Lugano corrisponde chiaramente al sistema di faglie mesozoiche.
La zona del bacino del Mte Generoso non fu soggetta solamente a movimenti verticali ma venne ripiegata intensamente:
a Sud del Mte Generoso abbiamo delle falde con direzione SO-NE
a Nord abbiamo un sistema di pieghe asimmetriche ad andamento E-O, che sovrascorrono a Sud lungo lo scorrimento del Mte Generoso.



(after Bernoulli 1964)

Ricostruzione paleotettonico nel Domeriano, si noti la forte subsidenza del bacino del Mte Generoso causata dalla tettonica di dilatazione.



Estensione dei bacini liasici del Mte Nudo e del Mte Generoso.
Indicate sono le cavità maggiormente sviluppate :

1) Grotta di S.Martino 1 km, -150 m
2) Grotta Scondurava -305 m
3) Büs del Remeron -225 m
4) Grotta Marelli 1.8 km, -390 m
5) Buco della Sovaglia 490 m, -50 m (sommersa)
6) Grotta alla Cava Scerri 450 m
7) Tana di Piai -55 m
8) Grotta dell'Alpe Madrona 520 m, -130 m
9) Zocca d'Ass 340 m, -60 m
10) Buco della Volpe oltre 2 km
11) Buco dell'Orso 600 m
12) Rotella -135 m
13) Abisso Campelli -380 m
14) Masera 900 m
15) Grotta Tacchi oltre 8 km
16) Pozzo presso la Capanna Stoppani oltre 2.5 km
17) Büs della Niccolina oltre 2.5 km
18) Cavità di recente scoperta presso la Grotta Guglielmo oltre -500 m
19) Grotta Guglielmo 1.1 km, -450 m
20) Abisso Sorivo -150 m
21) Zorro -210 m

Petrografia:

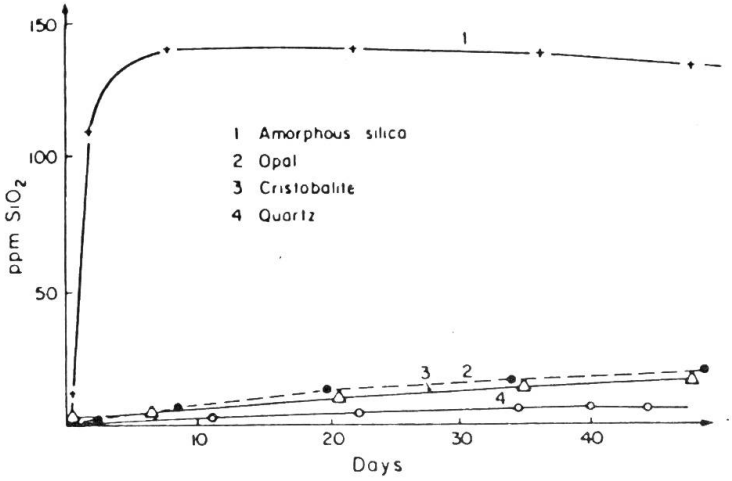
Il calcare selcifero del Lias inferiore si presenta sempre ben stratificato, con potenza variabile fra 10 cm. ed il metro, il colore è grigio fino a grigio scuro su superficie non alterata, altrimenti può assumere, ossidandosi, un caratteristico color giallo.
Esso è molto impuro, come forse si può già immaginare dal colore , il residuo insolubile, formato da silice e minerali argillosi, è solitamente superiore al 35-40%.
Spesso si può osservare come la silice formi degli orizzonti o noduli all'interno di un singolo strato. Il forte apporto di SiO_2 è da imputare soprattutto a organismi marini di natura silicea (spugne) e solo secondariamente a precipitazione di soluzioni sature trasportate nel milieu marino da fiumi.
La solubilità del calcare riveste una grande importanza nel determinare la formazione di una cavità.

Qui di seguito alcune analisi effettuate sciogliendo polvere di calcare in HCl al 10% :

Località	Densità	Residuo insolubile
1. Grotta Madrona (I)	2.53	32% peso
2. Grotta Madrona (I)	2.55	46% "
3. Caviano (TI)	2.72	48% "
4. Caviano (TI)	2.64	10% "
5. Cava presso Salorino (TI)	2.68	41% "
6. Sorgente del Paolaccio (TI)	2.58	18% "
7. Sorgente Bossi (TI)	2.63	41% "
8. Sagno (TI)	2.50	44% "
9. Buco della Niccolina (I)	2.63	34% "
10. Buco della Niccolina (I)	2.52	33% "
11. Grotta Croix rouge (VD)	2.73	1% "
12. Grotta Petit Pré (VD)	2.72	1% "
13. Grotta St.Léonard (VS)	2.79	3% "

I campioni da uno a dieci sono di calcare selcifero, mentre i campioni da 11 a 13 provengono da diverse località carsiche svizzere e servono come termine di paragone della solubilità del calcare.Il campione Nr. 4 rappresenta con la sua alta solubilità un esempio atipico, proviene da uno strato, di colore molto chiaro, fortemente soggetto a fenomeni di corrosione. Come si può osservare la percentuale di residuo non dipende dalla densità specifica del calcare, inoltre non esistono variazioni fondamentali fra le diverse località , cosa che era da attendersi data l'uniformità del bacino di sedimentazione. Se una variazione della solubilità in senso geografico appare poco probabile, è di contro sicura una variazione in senso stratigrafico: esistono strati più solubili di altri.
L'abbondante residuo si situa volumetricamente fra 60-80%, talvolta oltre il 100%: ciò si spiega in quanto il residuo, in natura l'argilla, è in forma granulare con gli interspazi occupati da acqua e quindi non può avere la compattezza del materiale diageneticamente consolidato.
La silice contenuta nelle calciolutiti selcifere, sia essa uniformemente distribuita oppure concentrata in noduli o orizzonti, è di

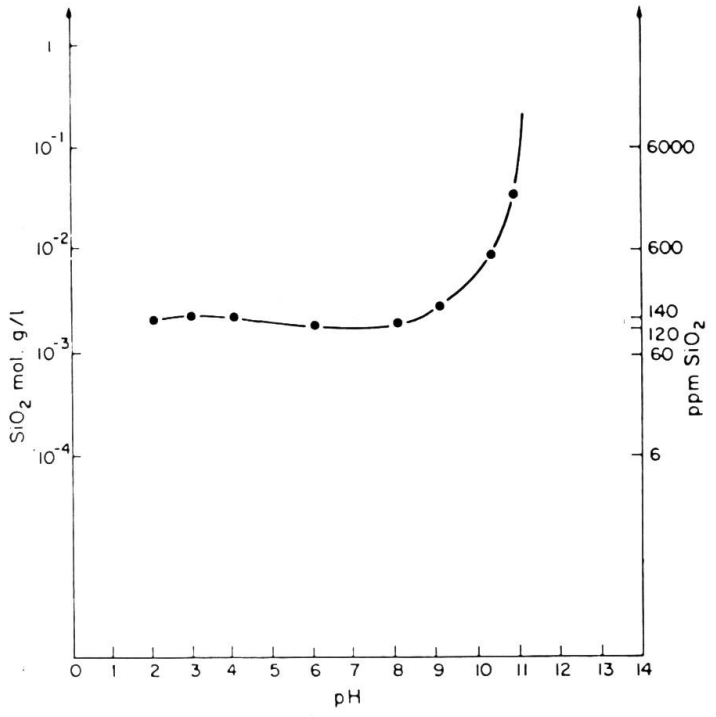
natura cristallina. La sua solubilità è estremamente limitata e la velocità di reazione è molto lenta.
La solubilità è influenzabile da molteplici fattori quali la temperatura e il pH, inoltre la presenza di ioni come cloruri e solfati come pure certi acidi organici la favoriscono, mentre la presenza dello ione Al^{3+} la riduce sensibilmente.



The rate of solubility of amorphous silica, opal, cristobalite, and quartz.

(after Wey&Siffert 1961)

Come si vede vi è una notevole differenza fra la solubilità della SiO_2 in stato amorfo e in stato cristallino, per il nostro caso varrebbero i valori compresi fra 0 e 10mg/l, nelle acque di falda freatica si possono rilevare concentrazioni fra 7 e 43 mg/l.
In natura si osserva che il quarzo tracimato da ghiacciai è più facilmente solubile, ciò è dovuto al fatto che erosione e trasporto favoriscono la distruzione del reticolo cristallino, si viene così a formare una zona superficiale amorfa, assai più solubile.
E' probabile che un fenomeno simile avvenga anche nel nostro caso, infatti le particelle di quarzo rimaste come residuo insolubile, vengono trasportate in sospensione dall'acqua d'infiltrazione, subendo una forte azione abrasiva. Si tratta di un'affermazione puramente qualitativa, in quanto non è possibile quantificare la solubilità effettiva della silice.



(After Krauskopf, 1956)

Solubilità della silice amorfa a 25° C in funzione del pH.
(vi è proporzionalità diretta fra aumento di temperatura e aumento della solubilità).
Ricordo di seguito alcuni dati riguardanti la solubilità del $CaCO_3$:

H_2O dest.	15 mg/l
H_2O in contatto con CO_2atm.	60-70 mg/l
H_2O in contatto con humus	300-400 mg/l

Carsismo:

Nella regione non esiste un carso di superficie, solo raramente si vede un accenno di lapiaz, le condizioni infatti non sono favorevoli:
- temperatura mite durante tutto l'anno
- precipitazioni soprattutto sotto forma di abbondanti temporali estivi
- scarsa permanenza della neve sui rilievi
- stratificazione potente
- notevole residuo insolubile e la presenza di estesi orizzonti di silice.

L'intensa fratturazione della zona (N-S,E-O,60°N,120°N) permette un rapido assorbimento delle acque, ed è questo uno dei pochi fattori favorevoli alla formazione di cavità sotterranee.
Quasi tutte le grotte (anche i grandi sistemi noti nel Comasco e nel Varesotto) sono essenzialmente improntati su fratture o faglie, inoltre il loro andamento regolare segue gli strati, forse più solubili di altri.
Da esperienza di laboratorio si osserva come la decalcificazione non possa avere azione profonda, infatti il calcare, se immerso in

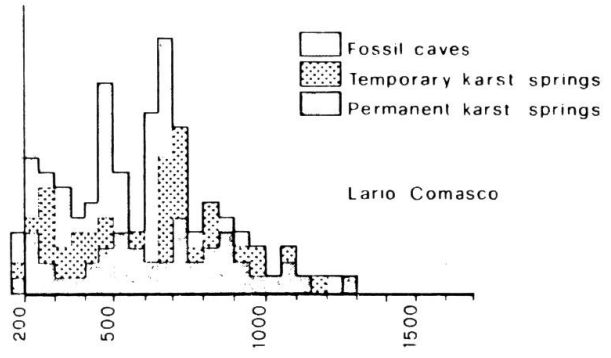
soluzione acida, subisce dapprima una forte corrosione chimica di superficie, fenomeno che però ben presto si esaurisce: l'importante residuo insolubile fa' da strato impermeabilizzante impedendo ogni ulteriore aggressione in profondità. La roccia non ha subito variazioni rilevanti di volume, solo porosità superficiale.
Per l'allargamento di fessure e fenditure, quindi per la formazione di grotte, è necessaria l'azione combinata di corrosione e forte erosione (condizione quest'ultima forse realizzata dalle precipitazioni a carattere temporalesco e il veloce assorbimento, nonchè dalle particelle trasportate in sospensione con effetto abrasivo).
Molte grotte del Lias selcifero terminano in laghetti su fondo argilloso. Ciò è una diretta conseguenza dell'alto tenore di insolubile del calcare, esso viene trasportato in sospensione e si accumula in zone a lenta percolazione, intasando completamente le parti più profonde. Questi depositi di argilla rivestono inoltre una grande importanza nel definire un livello base del drenaggio delle acque.
Due i tipi di sorgente che possiamo incontrare:
- sorgenti di faglia, oppure dovute a disturbi stratigrafici
- sorgenti formatesi lungo un livello di base metastabile causato dal residuo argilloso.

Probabile evoluzione delle cavità :
- rapida percolazione attraverso sistemi di fenditure (allargamento e decalcificazione)
- formazione di un livello di base temporaneo e metastabile per parziale obliterazione da argilla
- abbassamento del livello base primitivo con conseguente fossilizzazione della cavità: instaurazione di fenomeni graviclastici.

Si viene così a formare un complesso sistema carsico sviluppantesi a diversi livelli, di cui il livello inferiore costituisce sempre un'uscita delle acque provvisoria. Non potendo conoscere la durata del fenomeno, nè tantomeno il suo procedere, vista l'attuale impossibilità di accedere a sistemi profondi, è oltremodo difficile valutare le dimensioni del fenomeno medesimo. Ora alcune interessanti osservazioni eseguite da BINI sul carsismo della confinante zona di Como :
- il drenaggio del sottosuolo è normalmente carsico.
- le forme carsiche sono di origine piuttosto antica.
- cavità suborizzontali (livelli di drenaggio antichi) e sorgenti si rinvengono ad altitudini differenti.
- grotte e sorgenti si possono trovare pure sotto l'attuale livello del lago: queste sono chiaramente indipendenti dal livello di erosione presente.
- nessun gradiente è osservabile nell'altitudine delle cavità rispetto all'asse del lago: la loro distribuzione casuale indica forti variazioni del livello di base.
- nelle zone alte troviamo condotti freatici e gallerie meandranti indicanti corrosione in una zona perennemente allagata,cosa questa praticamente inpossibile data l'attuale fessurazione.
- concrezioni fossili erose ed alterate indicano che il clima una volta era più caldo.
- pure la presenza di breccie con cemento calcareo e calcite cristallizzata, misti con "terra rossa" all'interno di depressioni e cavità sono indici di un clima più caldo ed umido.

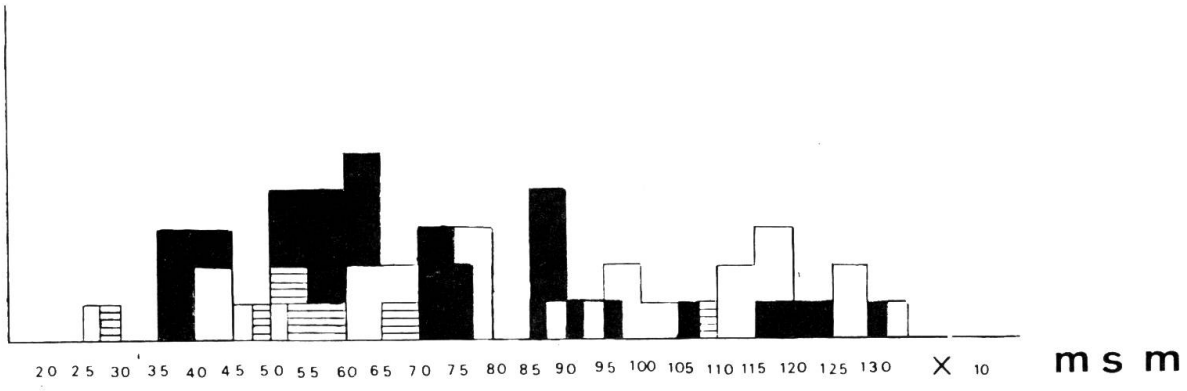
- depositi glaciali sono noti all'interno di molte grotte: per alcune, poste ad altitudini elevate (Grotta Guglielmo, 1320msm) si possono riferire solamente alla glaciazione di Mindel. Altre situate più in basso (p.es. Grotta Masera, 361 msm), sono riempite con depositi glaciali appartenenti alle ultime due glaciazioni, più discrete, la Würm e la Riss. Parte delle cavità esistevano quindi con certezza già prima della glaciazione di Mindel, altre si possono datare con sicurezza solo antecedenti alla Riss.
- alcuni dei sistemi carsici del Mte Bisbino sono molto complessi, ed estesi a differenti livelli compresi fra 900 e 500 msm. Sono osservabili molte fasi freatiche intermediarie, il che è un'evidenza per le forti oscillazioni del livello di base.
- alcune grotte sono state riempite completamente da sedimenti e successivamente svuotate, dopo la formazione delle concrezioni. Questo è considerato un indizio per un lungo e complesso carso erosivo.
- in alcune grotte (Buco della Volpe, Grotta dell'Alpe Madrona), lo strato di concrezione supera il metro di spessore. Si nota un'erosione, talvolta le concrezioni sono ricoperte da altri sedimenti e occasionalmente spezzate.
  La dislocazione di sedimenti e concrezioni può essere in relazione con una fase neotettonica, registrata anche nei cordoni morenici post-mindeliani.

In conclusione abbiamo un'evidenza che le forme carsiche siano anteriori all'era glaciale, a tutte le altitudini del Lario comasco. Le indicazioni climatiche fornite dai depositi delle cavità indicano un clima caldo, occasionalmente umido.
La complessa morfologia carsica ci indica pure che le variazioni del livello di base sono state numerose e rapide, ciò risulta dalla formazione di diversi sistemi suborizzontali a diverse altitudini.
Non si può comunque escludere che questi cambiamenti non siano connessi con una complessa evoluzione durante il periodo glaciale.

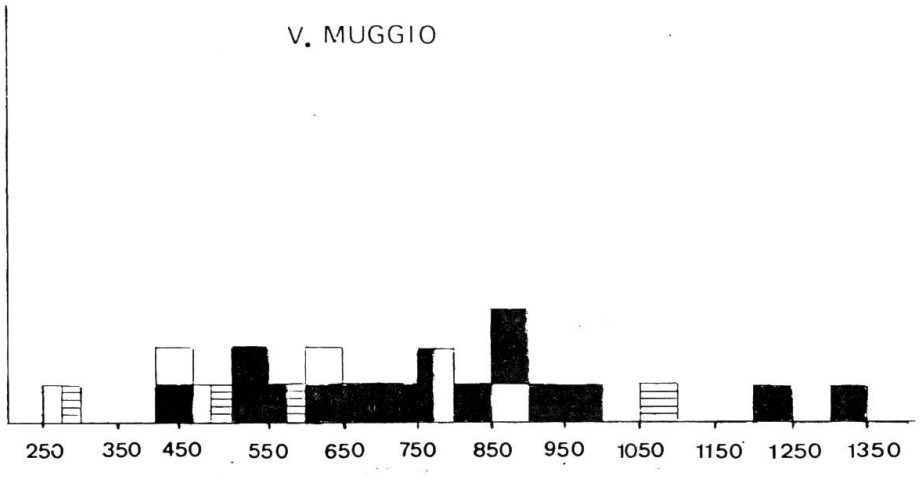


(after Bini)

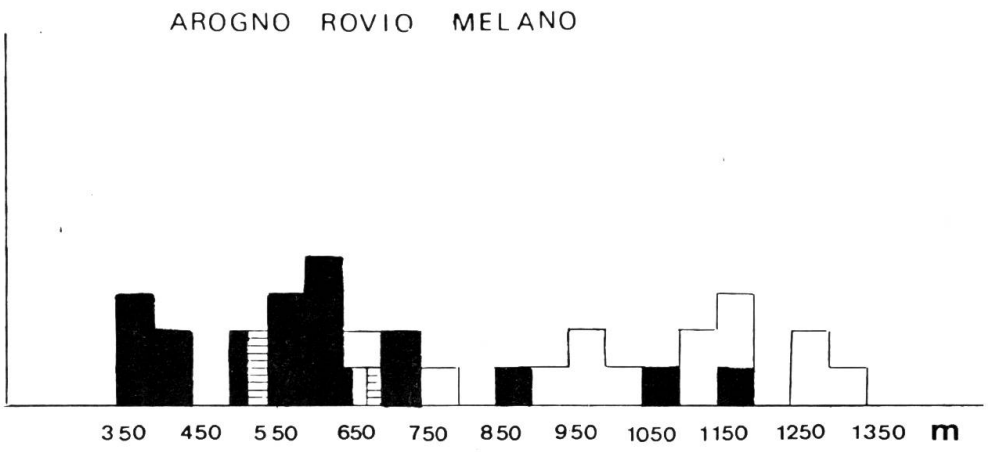
Distribuzione altimetrica delle grotte nella regione del Lario comasco.
Si può notare una certa asimmetria nella distribuzione,soprattutto per quel che concerne le cavità fossili, con un massimo attorno a 700 msm ed un massimo secondario attorno a 500 msm.



Distribuzione altimetrica delle cavità nella regione studiata, comprendente cioè la Sighignola, il massiccio del Mte Generoso e la V. di Muggio con le sue diramazioni laterali.
Si nota che l'altitudine media delle cavità fossili è superiore a quella delle sorgenti attive o semiattive. Quattro massimi sono registrati per il livello d'uscita delle acque:un massimo principale fra 500 e 650 msm, due massimi secondari a 350-450 msm e a 700-800 msm,inoltre un forte picco a 850-900 msm.



Distribuzione altimetrica delle cavità nella V. di Muggio. Non si osserva nessuna particolare asimmetria, esiste un gradiente altimetrico da Nord a Sud per il livello base.



Distribuzione altimetrica delle cavità nella zona di Arogno-Rovio-Melano.
Si noti la forte differenza di altitudine fra le cavità fossili e quelle attive.
Esistono due zone ben distinte: l'una compresa fra i 350 e i 750msm provvede allo smaltimento delle acque, l'altra, situata più in alto, rappresenta l'antico sistema carsico.
Dal grafico risulta in modo abbastanza netto come esistano quattro massimi per le grotte fossili, e due massimi per le sorgenti, dove le risorgenze temporanee sono localizzate nel livello superiore.
La mia ipotesi di lavoro è la seguente:

- le quattro zone di distribuzione delle cavità fossili corrispondono a quattro successivi abbassamenti del livello di base di drenaggio delle acque.
- la zona attiva compresa fra 500 e 750 msm è in via di fossilizzazione, come dimostrerebbe la presenza nella parte alta di cavità fossili e inoltre le risorgenze temporanee sono concentrate in questa fascia altimetrica.
- le sorgenti situate fra 350-450 msm rappresentano l'ultimo stadio di sviluppo del carsismo nella regione.

Conclusioni:

Il calcare selcifero lombardo è molto impuro,il suo elevato tasso di residuo insolubile non favorisce di certo lo sviluppo di fenomeni di corrosione (assenza di campi solcati o lapiaz).
Data l'intensa fratturazione le acque di superficie sono rapidamente assorbite e scorrono in profondità risorgendo là dove disturbi tettonici o stratigrafici le costringono.
Le condizioni geologiche, petrografiche nonchè climatiche sono state le medesime per tutto il bacino del Mte Generoso.
L'esistenza nel Comasco di importanti sistemi carsici indica che una carsificazione profonda del calcare selcifero è possibile. La variabilità del residuo in senso stratigrafico e l'andamento regolare, seguendo l'immersione degli strati di molte grotte, fa pensare che ciò sia un fattore determinante per l'evoluzione delle cavità.
Il residuo è probabilmente pure responsabile della formazione di livelli di drenaggio sospesi, alquanto instabili.
La zona di cui si occupa la nostra sezione di speleologia (Mte Generoso e V. di Muggio) è ricca di notevoli sorgenti.
Lo studio del loro regime fa' pensare che debba esistere una vasta rete di condotti con circolazione a pelo libero.
La presenza di numeroso grotte fossili completamente obliterate da depositi clastici nella parte alta del Mte Generoso, conforta l'ipotesi dell'esistenza di antichi piani di drenaggio e l'abbassamento progressivo del livello di base.
L'assenza nella regione di cavità conosciute a grande sviluppo è da imputare a diversi fattori, tra cui la vastità della zona da prospettare (ca. 75 km^2) , alla non facile accessibilità , alla mancanza finora di un interesse particolare.

Bibliografia

BERNOULLI D., 1964: Zur Geologie des Mte Generoso.Diss.Univ.Basel

BIANCHI F.,CAVALLI J., 1980: Le grotte del Ticino VII - Note abiologiche III. Boll.Soc.Tic.Sc.Nat. 68:133-153

BINI A.,CITA M.B.,GAETANI F., 1978: Southern alpine lakes - Hypothesis of an erosonial origin related to the messinian entrenchment. Marine Geology 27

COTTI G., FERRINI D., 1961: Le grotte del Ticino IV - Note abiologiche I, Boll.Soc.Tic.Sc.Nat. 54:97-212

FERRINI D., 1962: Le grotte del Ticino VI - Note abiologiche II. Boll.Soc.Tic.Sc.Nat. 55:129-153

YARIV S., CROSS H., 1979 : Geochemistry of colloid systems. Springer