

Sulla formazione di una caverna nelle argille.

Studio del socio, dott. GIROLAMO AZZI

Le argille azzurre del pliocene contengono quantità talora rilevanti di carbonato di calcio, solubile, ed oltre a questo una rete estesa e complicata di screpolature ne rompe la massa sino ad una notevole profondità.

Solubilità della roccia e presenza di crepacci sono precisamente le due circostanze che si ricollegano alla comparsa del fenomeno carsico nei calcari.

Non sarà dunque a meravigliarsi, se nelle argille azzurre in parte solubili e screpolate è dato talora di riscontrare, sebbene in iscala molto ridotta, fenomeni analoghi a quelli carsici.

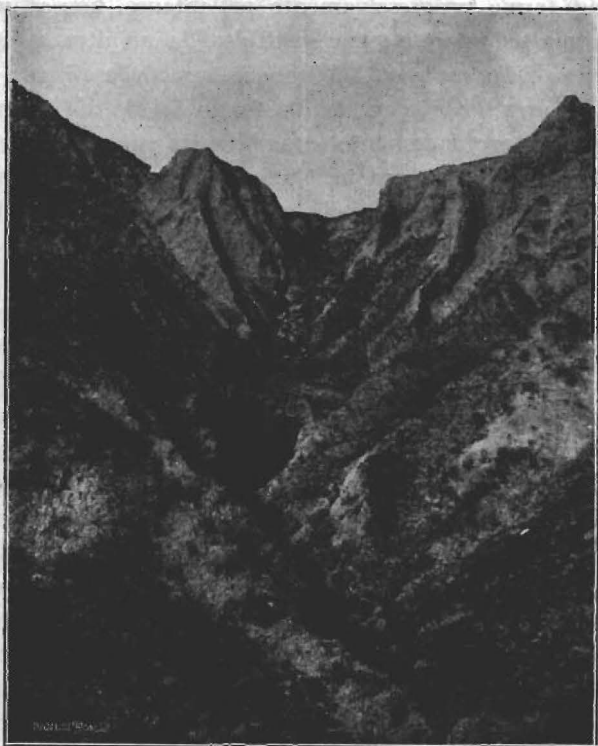
Di uno di questi fatti ci occuperemo precisamente nel presente lavoro.

Si tratta di una grotta da noi scoperta tra i « calanchi » (1) del rio Corsignano nell'autunno del 1912 ed alla quale già accennammo in un nostro precedente lavoro su *I fenomeni della erosione nelle argille azzurre del pliocene nel bacino del Santerno*. Ritornando poi in seguito in detta località ebbero campo di studiarne diligentemente la morfologia, rilevarne la cartina topografica, porne in evidenza i rapporti con

(1) Con questo termine, già adottato dai geografi, si designano in Romagna certi scoscendimenti pittoreschi, caratteristici delle argille azzurre. Sono grandiosi anfiteatri in forma di circo, aperti a valle per lasciar libero il corso ai rii ed ai torrentelli di cui essi costituiscono il bacino collettore. Le pareti di questi circhi si presentano aspre per una serie di creste sottili e taglienti convergenti in basso verso il punto idrologico, da cui si parte il canale di scolo delle acque che d'ogni parte vi affluiscono. Salendo dalla pianura del Po attraverso i colli della Romagna verso i monti, il « calanco » compare improvviso ad interrompere con brusco contrasto la topografia matura e monotona delle colline pre-appenniniche. Di qui forse la parola « *calanco* »: una calata improvvisa, una balza, che rompe l'altopiano con rapida e ripida discesa.

una rete profonda di crepacci che ivi interessan la massa argillosa, si che ci è parso opportuno dedicare la presente nota alla descrizione ed illustrazione di questo fenomeno, caratteristico e quasi sempre limitato alle sole rocce « permeabili ».

Il bacino collettore del rio di Corsignano, il cui canale di effluvio taglia la strada provinciale Imola-Firenze, poco sopra il 12° chilometro



1G. 1^a — *Veduta generale della regione considerata.*

da Imola, è costituito da due distinti apparati calancoidi, i quali tuttavia tendono a fondersi rapidamente in una unica conca d'erosione, come lo dimostrano i frequenti fatti di franamento e smottamento nella regione interposta. E tra questi calanchi si apre l'imboccatura della caverna (v. fig. 1).

Nel rilevamento morfologico abbiamo creduto di dovere abbondare sui dati di misura, riferendoci a particolari in apparenza insignificanti od inutili; diciamo in apparenza, poichè in realtà ben poche

sono le cifre che non possano esser di valore in geomorfologia. Lo spazio, oltre che come comprensivo, deve venire studiato come elemento costitutivo, il quale entra nella composizione delle forme in proporzioni determinate e secondo valori ben definiti. Esistono senza alcun dubbio per ogni geomorfa degli « ottimi » nello spazio e dei limiti massimo e minimo: ad una variazione nel volume corrispondono delle variazioni di forma progressivamente più intense, fino ad un limite, in cui la forma scompare e viene sostituita da un'altra e diversa.

Descrizione della caverna.— L'imboccatura della grotta è alta metri 2,20, larga m. 1.60: vi si accede dal fondo del rio di Corsignano, per una breve forra profondamente intagliata ed erosa dalle acque correnti. Internamente l'aspetto ne è reso quanto mai pittoresco dalla presenza di alcune sfinestrature che ne attraversano la volta, lasciando in certe ore libero il passo ai raggi del sole (v. fig. 2).

La lunghezza totale dal fondo alla imboccatura è di m. 16.60; la larghezza varia: appena entrati m. 2.60; poi le pareti si restringono in un passaggio di m. 1.30; quindi la grotta si allarga di nuovo fino a m. 4 nell'ultima concamerazione (v. fig. 3). L'altezza invece è maggiore presso l'apertura, ove, in corrispondenza alla prima sfinestratura misura m. 3.60, mentre in fondo è di circa m. 2.60: la caverna stretta ed alta in sul davanti si abbassa ed allarga dunque progressivamente quanto più si penetra in profondità. Dalla sua estremità posteriore si partono tre cunicoli *a, b, c* (dimensioni: *a*) m. 0.30×1.00 , *b*) 0.50×1.20 , *c*) 0.20×0.40) che si continuano e sviluppano in una densa ed aggrovigliata rete di crepacci. Altri cunicoli si partono dalle pareti laterali.

Il pavimento della grotta è intaccato dal solco d'erosione, largo 30-40 centimetri e profondo 50-60 centimetri, il quale convoglia verso l'esterno le acque che si accumulano nella grotta stessa. Anticamente l'effluvio avveniva attraverso l'imboccatura di quest'ultima; ora invece le acque seguono un sottopassaggio (*VV'*, v. fig. 4) e sboccano un poco più a valle a traverso un crepaccio quasi nascosto tra le gienstre e le eriche.

La volta della caverna è interrotta, come abbiamo veduto, da alcuni inghiottitoi di dimensioni varie $1^{\circ} = m. 1 \times 1.20$; $2^{\circ} = 0.20 \times 0.20$; $3^{\circ} = 0.25 \times 0.25$, v. fig. 3); tre di questi sono collocati secondo l'asse longitudinale in serie continua, e distano dall'imboccatura m. 3, m. 6,70 e m. 7 rispettivamente; un quarto pertugio (m. 0.60×0.50) si apre lateralmente, a destra.

Nella volta della caverna si osservano poi numerose escavazioni a

cupola le quali appaiono in corrispondenza ai punti d'infiltrazione delle acque ed allargandosi progressivamente, dal basso verso l'alto, finiscono con l'attraversare completamente la massa di terreno soprastante dando origine alle caratteristiche sfinestrature, la cui apertura verso l'interno è sempre più ampia della esterna.

Come appare nelle figure 1 e 3 al disopra della « tana » si estende una vallecola, dominata dall'una parte e dall'altra dai calanchi, lunga

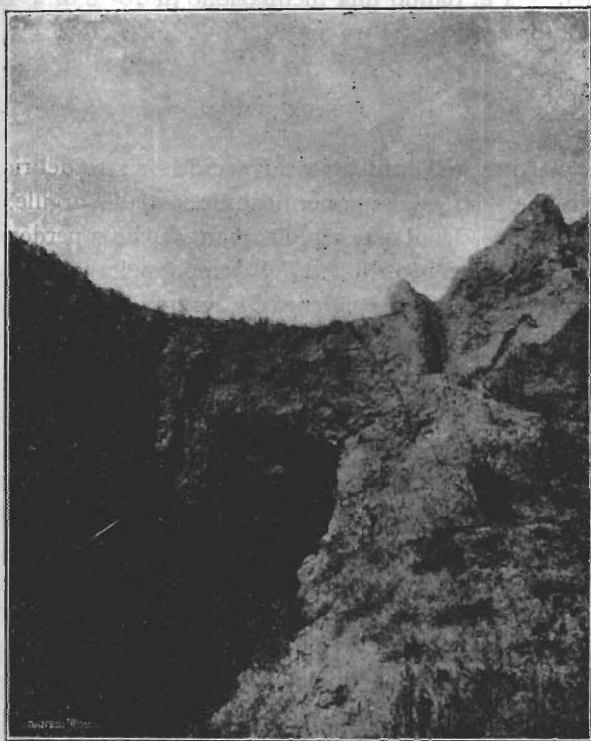


FIG. 2^a — *Entrata della Caverna.*

m. 26,50, e larga da 8 a 10 metri, che si continua posteriormente in uno scosciamento svasato su fino al bordo del bacino collettore.

La lieve monoclinaltà del fondo determina uno spostamento della traccia idrologica con formazione di un solco d'erosione lungo il margine sinistro della valle stessa, solco che attualmente fa capo all'inghiottitoio n. 4, ma che una volta sboccava direttamente nel rio.

Alla estremità a monte della vallecola si riscontrano due depres-

sioni a conca con un diametro di m. 2,60 e m. 3 ed una profondità di m. 0,40 e 0,60 rispettivamente, tra di loro separate da una breve soglia (v. fig. 3). Salendo su per i calanchi tra le creste non è raro osservare numerose aperture in serie le quali comunicano evidentemente con profondi crepacci sviluppati al di sotto dei solchi di erosione.

Nella fig. 4 diamo il profilo longitudinale della regione considerata: il piano della grotta, *Ea*, ed il piano della vallecola, *CB*, non sono affatto paralleli, ma ci danno una inclinazione di 10° e di 4° rispettivamente, e si intersecano sotto un angolo di 5° .

IDROLOGIA.

L'acqua raccolta nell'anfiteatro calancoide sinistro del rio di Corsignano, dovrebbe, data la « impermeabilità » delle argille, giungere quasi integralmente (dedotta la piccola quantità che si perde per evaporazione e per assorbimento diretto del terreno) nella vallecola e di qui, superata la piccola rottura di pendenza *CE* (v. fig. 4), nel canale di effluvio del rio. Se non che la maggior parte dell'acqua caduta, invece di scorrere in superficie, penetra in profondità a traverso le aperture e depressioni di cui innanzi facemmo parola, aperture e depressioni le quali con tutta verosimiglianza sono tra di loro collegate da una serie di vie sotterranee che fanno capo alla già descritta caverna.

Nel periodo d'una pioggia forte e prolungata possiamo distinguere per ciò che riguarda il regime idrologico nel punto preso in esame, tre fasi susseguenti.

1° In un primo tempo (la cui durata varia a seconda della intensità di precipitazione e del grado di umidità del suolo), la maggior parte dell'acqua caduta nel bacino imbrifero penetra nel sottosuolo per ricomparire più a valle nella caverna a traverso l'apertura dei cunicoli *a*, *b*, *c* e degli altri cunicoli laterali (v. fig. 3).

2° In un secondo tempo, con l'aumentare della intensità di precipitazione non tutta la massa può filtrare nel sottosuolo, una parte considerevole raggiunge la vallecola e penetra nella sottostante cavernicola attraverso l'apertura dei quattro inghiottitoi. Le due depressioni *x* ed *y* son senza alcun dubbio in comunicazione diretta con la grotta: alla scomparsa improvvisa dell'acqua raccolta in *x* ed *y* corrisponde un afflusso egualmente improvviso a traverso i cunicoli *a* e *b*.

3° Da ultimo la massa d'acqua raccolta nel solco laterale (secondo la serie delle frecce, vedi fig. 3) aumenta sempre più e nel momento di

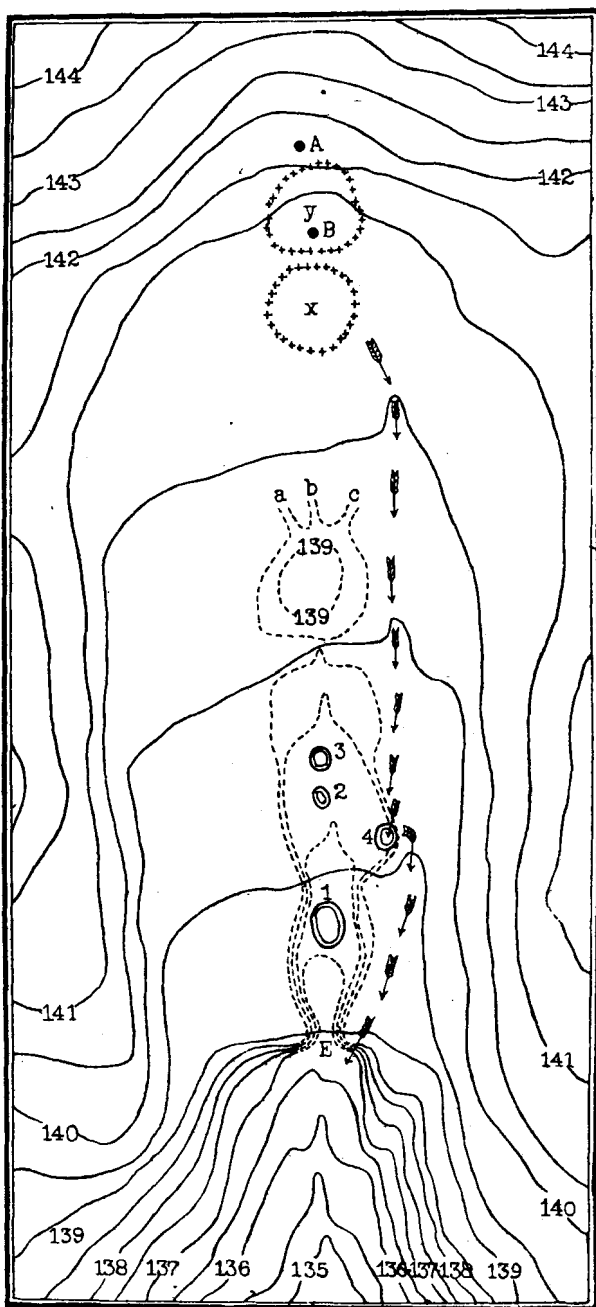


FIG. 3ª — Scala di 1 : 260 circa. Equidistanza delle curve m. 0,50.
Le curve punteggiate rappresentano il rilievo della caverna.

fortissimi acquazzoni rigurgita, in parte, dal foro 4, ed evitando la grotta affluisce direttamente nel rio. Questa probabilità del resto si riduce progressivamente: alla maggior quantità d'acqua decorrente nella porzione del solco a monte dell'inghiottitoio corrisponde un processo più rapido di incisione lineare del thalweg, che si approfondisce continuamente incidendo la volta della caverna ed aumentando il raggio del foro 4.

IDROGRAFIA SUPERFICIALE E IDROGRAFIA SOTTERRANEA.

Nello studio dei fenomeni carsici si sono condotte numerose ricerche allo scopo di mettere in evidenza i necessari rapporti tra l'idrografia superficiale e quella sotterranea, senza tuttavia giungere a conclusioni definitive. Il grande numero dei crepacci e la loro svariata direzione da una parte e dall'altra lo scarso numero delle tracce idrologiche superficiali sono tali da mascherare completamente, dato anche esistessero, le modalità di un eventuale rapporto. Nel presente caso invece la esiguità della massa rocciosa che ricuopre la grotta ed le frequenti comunicazioni tra quest'ultima ed il fondo della soprastante vallecola, rende questo studio relativamente facile ed interessante.

Osservate la figura 4: l'inclinazione del fondo della grotta, 10°, è molto superiore a quella del piano della vallecola, 4°, ciò che parla di una ben netta prevalenza dei fenomeni di erosione sotterranea sui fatti di erosione superficiale.

I segmenti sotterranei $V'V$, Vb , bh , hy , ricollegano i due segmenti esteriori yI e GV' in un profilo longitudinale continuo a pendenza quasi uniforme. Questo profilo invece in corrispondenza alla vallecola si divide con ben netta rottura di pendenza in due segmenti CE e CB che si tagliano sotto un angolo quasi retto.

Poi che la caverna si è venuta sviluppando secondo il piano di infiltrazione verticale su cui giaceva la traccia idrologica superficiale della vallecola, così in un primo stadio gli assi longitudinali e le tracce idrologiche delle due formazioni (della vallecola e della caverna) avranno dovuto perfettamente coincidere.

Al presente invece la traccia idrologica della vallecola si è spostata dall'asse longitudinale mediano verso sinistra per 4° sì che l'incisione lineare dei solchi di erosione, superficiale e sotterraneo, procede secondo due piani di infiltrazione distinti.

Quale la ragione di questo spostamento?

La tendenza dei corsi d'acqua è di seguire la via più breve per giungere fino alla foce. Così il burroncello secondo il quale si sviluppa la caverna, affluente di 2° ordine del Santerno, tende a spostarsi a sinistra (verso il Santerno stesso) derivandone una necessaria monoclinaltà della valle, monoclinaltà la quale si riduce in corrispondenza alla caverna sottostante ove ancora prevalgono i fatti di incisione lineare del thalweg.

Nel caso invece in cui il burroncello fosse normale alla traccia del corso principale, escluso uno spostamento della traccia in senso orizzontale, il thalweg si approfondirebbe rapido, portando alla formazione di una forra a cañon, ed è appunto ciò che si verifica il maggior numero delle volte.

INTORNO ALLA UBICAZIONE ED ALLA GENESI DEI CAÑON E DELLE CAVERNE NELLE ARGILLE.

Queste formazioni che noi riscontriamo su piccola scala nelle argille sogliono poi ripetersi in grande stile nelle rocce calcaree, generandovi il fenomeno carsico e la caratteristica topografia a valli chiuse (*Polje*, *Doline*) e semichiuse (*Sackthäler*).

Quale l'elemento comune? La rete dei crepacci che rompe la massa tanto dei calcari quanto delle argille e la solubilità del carbonato di calcio.

Nei calcari la massa delle precipitazioni atmosferiche penetra in gran parte nel sottosuolo attraverso gli inghiottitoi, e seguendo determinate vie sotterranee nelle quali la massa di acqua corrente progressivamente aumenta da monte a valle. E poi che la larghezza dei crepacci (o meglio del crepaccio collettore) non aumenta proporzionalmente lungo il percorso, così le acque in moto insisteranno contro le loro pareti, erodendole, ed allargandole in grotte spaziose e sinuose gallerie.

Quanto più ci avviciniamo alla foce l'ampiezza delle cavità sotterranee si accresce, mentre diminuisce (data la inclinazione delle pendici verso il mare) lo spessore della volta; appaiono qua e là delle sfinestrature per le quali la galleria comunica con l'esterno, sino a che da ultimo il crollo totale della volta porta alla formazione del cañon. A cominciare dalla costa abbiamo (1);

(1) In questo schema ci siamo riferiti alle doline e inghiottitoi « da sprofondamento ».

1° cañon;
 2° cañon semicoperto;
 3° galleria sotterranea comunicante con l'esterno più o meno direttamente mediante la serie dei crepacci che fanno capo alle doline e agli inghiottitoi.

Questo per i calcari.

Nelle argille la funzionalità dei crepacci è molto ridotta per il fatto che essi si obliterano facilmente o per il crollo delle pareti (all'epoca del

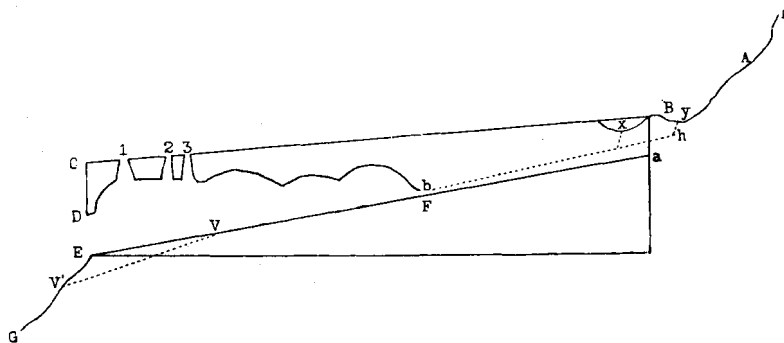


FIG. 4^a — *Profilo longitudinale della regione considerata.*

disgelo) o per effetto dei fiumi di fango che scorrono giù per i calanchi all'epoca delle piogge.

Le forme di rilievo dovute a fenomeno carsico nelle argille corrisponderebbero dunque al clima dell'estate (forme estive).

La grotta da noi descritta si sviluppa in corrispondenza al punto idrografico di un bacino collettore nelle argille: nei punti omologhi degli altri bacini collettori osserviamo invece dei profondi solchi di erosione, dei piccoli cañon profondi m. 5-7 e larghi 1-2 e lunghi qualche decina di metri, in cui si raccoglie l'acqua che scorre e si accumula tra le creste calancoidi.

Quali le cause che nelle argille rendono possibile il fenomeno carsico, soprattutto in corrispondenza al punto idrologico?

Due sono le principali cause:

1° in primo luogo la massa enorme d'acqua che, raccolta tra gli innumerevoli solchi di erosione, improvvisamente confluisce nell'area ristretta del punto idrologico;

2° secondariamente la forte rottura di pendenza che si osserva tra la pendice del bacino collettore ed il piano su cui giace il canale di effluvio (scolo).

Abbiamo così in corrispondenza al punto idrologico una improvvisa diminuzione di velocità nelle masse d'acqua corrente, un ristagno il quale naturalmente favorisce per effetto della pressione idrostatica l'infiltrazione attraverso i crepacci, ed esagera i fatti di erosione profonda.

I fenomeni carsici, data la presenza della rete di crepacci che ne interessa la massa ed il piccolo contenuto in carbonato di calcio sono adunque possibili, sebbene sopra una scala molto ridotta, pur nelle argille azzurre dal pliocene.
