

Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali
Band: 54 (1960-1961)

Artikel: Le grotte del Ticino. IV
Autor: Cotti, Guido / Ferrini, Dario
Kapitel: 3: Il carsismo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1003522>

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: 30.01.2026

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

PARTE TERZA

IL CARSISMO

Parte prima

IL CARSISMO DELLA ZONA ALPINA

1. Fenomeni carsici della regione del Lucomagno
2. Fenomeni carsici della regione del Basodino

Parte seconda

IL CARSISMO DEL SOTTOCENERI

1. Fenomeni carsici della regione del S. Giorgio
2. Fenomeni carsici della regione del M. Generoso
3. Sorgenti carsiche

INTRODUZIONE

Sotto il titolo forse non perfettamente appropriato di « carsismo » abbiamo riunito in questo capitolo le notizie concernenti quella porzione dei fenomeni carsici che non ricade sotto la definizione di grotta, e cioè i campi solcati, le doline, le sorgenti e risorgenze, ecc.

Le ricerche illustrate in questa terza parte sono assai incomplete, specie per la parte che riguarda l'idrografia sotterranea del Sottoceneri. E' d'altra parte manifesta l'impossibilità per due soli ricercatori, impegnati per la massima parte del tempo in altre attività, di affrontare e risolvere in un tempo ragionevolmente breve un così vasto e complesso problema. Abbiamo quindi ritenuto opportuno concentrare i nostri sforzi in altri campi, limitandoci a pubblicare qui i dati e le notizie preliminari raccolti, nella speranza che essi possano in un prossimo futuro servire di base ad una indagine approfondita.

Siamo convinti che uno studio sistematico dell'idrografia profonda del massiccio del Generoso, attuata mediante una sistematica osservazione delle numerose sorgenti, porterebbe a risultati di grande interesse scientifico e pratico.

Continueremo invece entro i limiti del possibile le ricerche sul carsismo di superficie.

Parte prima

IL CARSISMO DELLA ZONA ALPINA

I.

FENOMENI CARSICI DELLA REGIONE DEL LUCOMAGNO *

I fenomeni carsici in questa zona occupano un'area di ca. 11 km² ripartibile in 4 zone :

1. zona Alpe di Croce - Pertusio (ca. 1 km², quota media 1950 m s/m);
2. zona Piano dei Canali-Caldröu-Campo Solario (ca. 3 km², q.m. 2000);
3. zona Canali di Bovarina (V. di Campo) (ca. 3 km², q. m. 2100);
4. zona Toira - Anveuda - Croce Portera (ca. 4 km², q. m. 1900).

Le prime due si trovano sulla riva destra (cioè ad W) del Brenno del Lucomagno, di cui sono tributarie. La Val di Campo, diretta in senso W-E, versa le sue acque nel Brenno di V. Camadra. L'ultima regione forma il fianco superiore sinistro (N) della media e bassa Valle del Lucomagno.

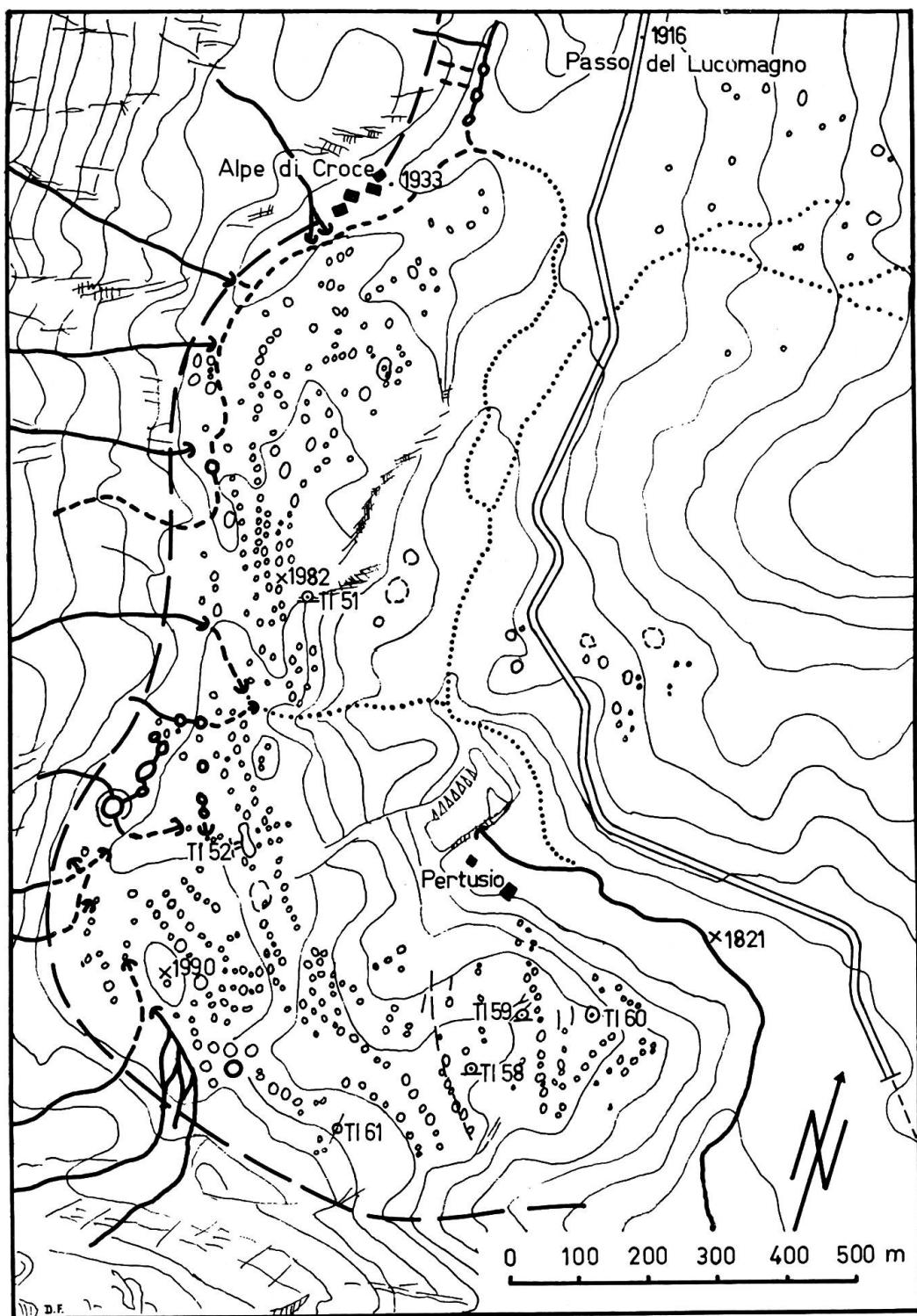
La zona dei fenomeni carsici del Lucomagno giace nei ricoprimenti pennidici, e più precisamente nelle dolomie e calcari triassici della striscia Bedretto - Piora - Scopi.

Come risulta dalla carta geologica generale svizzera al 200.000 (foglio 7), si tratta per lo più di rocce dolomitiche del Trias medio, trasgressive rispetto alle rocce sottostanti, e che seguono le anticinali dirette in senso W-E delle rocce pretriassiche del massiccio del San Gottardo, che presentano una forte discesa assiale verso E. Una delle più settentrionali di queste anticinali è quella della V. di Campo, dove la dolomia è limitata a N e S da calcescisti dello Scopi e della Costa. Le masse granitiche del massiccio del San Gottardo affiorano nella Selva Secca. Di qui la dolomia si prolunga verso W fino al Pizzo Columbe con una potenza di 500-800 m. La zona di Pertusio è limitata ad W da gneiss e graniti.

Ia zona : Alpe di Croce - Pertusio

E' questa la zona dove il carsismo presenta il suo massimo sviluppo. Risulta di un gradino dolomitico allungato in senso N-S per ca. 2 km e largo 500 m ca., limitato ad E dal fiume Brenno e ad W da rocce cristalline (gneiss).

*) Questo capitolo ha fatto oggetto di una relazione al II Congresso Internazionale di Speleologia, a Bari (autunno 1958).



Le numerosissime doline sono concentrate nella parte pianeggiante, e manifestano una sensibile tendenza ad allinearsi parallelamente al contatto dolomia-gneiss.

La grande maggioranza ha dimensioni piuttosto ridotte (meno di 5 m di diametro e profondità inferiori ai 2 m). Non sono tuttavia rare doline di alcune decine di metri di diametro e di notevole profondità, più o meno regolarmente distribuite, con una leggera prevalenza sul limite W della formazione. La forma è quasi costantemente assai regolare, circolare, con fondo arrotondato a tazza. Pure frequenti le doline riempite d'acqua, tra le quali occorre distinguere bacini perenni (caratterizzati da assenza di vegetazione sul fondo o da presenza di piante acquatiche) e bacini temporanei, generalmente più ridotti e provvisoriamente allagati dallo scioglimento delle nevi o dalle piogge. I bacini perenni, più frequenti nella parte meridionale, sono in gran parte alimentati direttamente o indirettamente (cioè attraverso altre doline) da torrentelli provenienti dalla zona cristallina.

Tutto il carsismo è ricoperto di vegetazione tipo pascolo alpino, che però sposa perfettamente le forme sottostanti anche nei particolari, permettendone un facile rilevamento.

Lungo l'orlo orientale del gradino (verso il fiume) si sviluppa un dosso allungato, con paretine rocciose verso l'interno, interrotto da un solco a forra asciutta circa a metà lunghezza, e lungo il quale si situano alcune delle principali perdite. Sul versante E di questo costone poi si apre la grotta del Nido, piccola nicchia ascendente.

L'idrografia della zona è relativamente semplice. Dal settore degli gneiss dello Scai scende una dozzina almeno di torrentelli, alcuni dei quali anche abbastanza rilevanti, i quali, giunti alla striscia carsificata, scompaiono dopo breve tratto (in media ca. 100 m). Le perdite sono generalmente ben localizzate, talora (come nel caso della principale, situata sotto q. 1990) multiple. In altre parole, se la portata è relativamente modesta, l'acqua viene completamente assorbita dal primo inghiottitoio, mentre se il volume d'acqua aumenta, una parte talora notevole viene assorbita da inghiottiti più lontani e sviluppati.

Mentre la metà settentrionale sembra essere tributaria del Brenno del Passo, attraverso risorgenze diffuse, tutte le acque della metà sud del gradino, comprendenti i torrenti principali, risorgono a Pertusio (q. 1821) ai piedi di un'alta parete rocciosa (Brenno di Pertusio). La distanza in linea d'aria tra perdite e risorgenza non supera generalmente i 6-700 m, con un dislivello di ca. 140 m. Il tempo impiegato è tuttavia piuttosto rilevante, comunque superiore alle 12 ore in regime normale.

Particolarmente notevole è una dolina di forma irregolare, di rilevante profondità, disposta secondo due fessure quasi ortogonali, e nel cui fianco orientale sono scavate delle cavità denominate complessivamente «grotte della Spugna». Di fronte alle cavità si trova un arco naturale, ed il fondo della dolina è occupato da neve tutto l'anno.

A questa zona vanno aggiunte anche alcune grandi doline lungo la strada carrozzabile.

Il limite meridionale della prima zona è costituito da una regione intensamente fratturata, prevalentemente in senso N-S. Alcune di queste fessure assumono uno sviluppo notevole, e nei tratti coperti possono assimilarsi a vere grotte (Grotta dei Muschi, Grotta della Marmotta).

IIa zona : Piano dei Canali - Caldröu - Campo Solario

Questa seconda zona, quasi contigua alla precedente, ne è separata dal promontorio cristallino dell'Alpe di Gana, e si sviluppa su una maggiore superficie e ad un'altitudine superiore (quasi sempre sopra i 2100 m). Essa interessa la striscia dolomitica che dalla V. Piora attraverso il Pizzo Columbe si dirige ad E fino all'affioramento cristallino di Selva Secca. Il confine meridionale del carsismo corre all'incirca lungo il Rio di Lareccio, mentre a nord esso è segnato dal torrente di Piano dei Canali. Le numerosissime doline sono accentrate lungo il dosso principale tra i due torrenti (specie nel tratto ad W di q. 2258) e nei tratti rocciosi emergenti dalle alluvioni di Piano dei Canali (intorno a q. 2131). Anche qui si manifesta un evidente allineamento E-W, particolarmente nel settore orientale, anche se localmente esso può essere imputabile a fattori morfologici (striscie emergenti dalle alluvioni e sviluppantesi nella stessa direzione).

Il tipo di dolina prevalente nel Piano dei Canali è diverso da quello della prima zona. Il diametro è piuttosto ridotto (pochi metri) e la forma più nettamente ad imbuto, abbastanza profonda, e sul fondo compaiono generalmente fessure tra i sassi, talora seguibili per qualche metro. La porzione meridionale invece presenta doline dalle forme più dolci, almeno nella parte più elevata, e tra esse la più grande dolina dell'intero carsismo, con un diametro d'un centinaio di metri. Molto scarse le doline con acqua e le perdite, di importanza estremamente localizzata. Nessuna cavità, malgrado che qui il mantello vegetale si interrompa talora per lasciar affiorare la dolomia cariata.

Verso E questa zona trova la propria naturale continuazione nel carsismo del Campo Solario, vasta conca con dolinette debolmente accennate e nella quale scendono acque provenienti dalle paludi del nucleo granitico della Selva Secca. Scendendo nella conca, queste acque formano uno stagno e si perdono poi sotto a paretine rocciose dolomitiche che costituiscono l'orlo del gradino verso il Brenno. Tali perdite sono quindi situate in posizione geograficamente e morfologicamente simile a quelle della prima zona (Pertusio). Occorre tuttavia notare che in questo caso la zona cristallina si spinge a N sotto il gradino calcareo-dolomitico, e la risorgenza ha quindi probabilmente luogo nei detriti lungo il Brenno. Data la modestissima entità della perdita non è possibile localizzare la zona corrispon-

dente alla risorgenza. Eventuali aumenti di portata durante il disgelo e le grandi piogge vengono in parte assorbiti dagli acquitrini della parte bassa della conca e smaltiti dal torrentello che la attraversa ad W e ne esce presso l'Alpe di Gana, in parte tracimano a sud delle paludi stesse verso la zona cristallina della Selva Secca.

Sotto l'Alpe di Gana le doline sembrano spingersi eccezionalmente fin presso il fiume.

IIIa zona : Canali di Bovarina (V. di Campo)

I fenomeni carsici della terza zona interessano la parte superiore della valle di Campo, ad est della linea Alpe Bovarina - Alpe Predasca - Passo Cornicio, sopra i 1900 m di quota. Stretta tra i due alti muraglioni di calcescisti dello Scopi e della Costa, la valle risulta fortemente ingombra di materiali di frana, che nella parte terminale, presso il Passo di Gana Negra, ne occupano l'intera larghezza.

A monte di q. 2212 si rilevano quindi soltanto fenomeni morfologicamente simili a piccole doline, ma che la presenza di blocchi scistosi in gran parte semiinterrati e ricoperti da un sottile ma continuo manto vegetale rende di difficile interpretazione. Solo più a valle i fenomeni carsici assumono un netto sviluppo con l'affiorare sul lato settentrionale, tra i due torrenti, di costoni dolomitici. Tra q. 2212 ed il laghetto si trovano infatti numerose grandi doline : questo tratto è anzi caratterizzato dalle dimensioni generalmente assai rilevanti delle doline stesse. All'estremo superiore della zona è situata una piccola nicchia (Buco della Pioggia), ai piedi d'uno sperone roccioso, mentre l'estremo a valle è segnato da una dolina-laghetto perenne, alimentata da un torrentello. Non ne è stata individuata la risorgenza.

Poco più a valle, sulla riva destra del torrente, intorno a q. 1900, compare una breve striscia di dolinette ad imbuto, dello stesso tipo di quelle del Piano dei Canali.

E' probabile che il carsismo di questa zona sia più esteso, ma che una buona parte sia nascosto dall'abbondante materiale di frana, proveniente specialmente dal fianco meridionale (Costa).

IVa zona : Toira - Anveuda - Croce Portera

Quest'ultima zona non costituisce un tutto unico, ma raggruppa alcuni fenomeni isolati ed in parte anche scarsamente significativi rilevati sul versante meridionale della Costa.,

Sotto la vetta della Toira, nella zona del Passo Cornicio, si trovano alcune dolinette e lo stesso può dirsi della zona a monte di Dottero. Si tratta comunque di fenomeni isolati ed appena accennati, in dipendenza dalla natura della roccia e dal notevole ricoprimento vegetale.

Molto più netto è il carsismo in zona Croce Portera, con vere doline di dimensioni però ridotte, e del tipo di quelle della prima zona (Pertusio). A questa zona possiamo riallacciare alcune interessanti nicchie scavate nelle pareti rocciose sovrastanti il Pian Segno, sotto Croce Portera, a q. 1967. Di difficile accesso, queste cavità hanno sviluppo piuttosto ridotto (intorno ai 10 m), confermando la estrema povertà di grotte di tutta la regione.

La striscia carsica Lucomagno - Pizzo Columbe si continua verso ovest. I fenomeni carsici di questo tratto (Pizzo Columbe - Cadagno) saranno oggetto di un prossimo lavoro.

II.

FENOMENI CARSICI DELLA REGIONE DEL BASODINO

I fenomeni carsici interessano qui una ristretta striscia nella parte media della Val Fiorina (zona Caralina - Randinascia), intorno a quota 2250. La zona è particolarmente interessante, essendo l'unica finora studiata nel Ticino in cui il carsismo è presente contemporaneamente con ben sviluppati aspetti superficiali (campi solcati, inghiottitoi) e profondi (fiumi sotterranei, grotte). Ci occuperemo qui molto brevemente soltanto dei fenomeni superficiali, avendo già trattato quelli profondi a proposito delle grotte relative (Acqua del Pavone, Böcc at Pilat).

La striscia in questione è costituita da marmi pre-triassici della « Lebendun-Decke », compresi entro paragneiss. La loro composizione varia da calcite pura (in grossi grani) con singoli grani quarzosi a marmo quarzifero con straterelli di quarzo, albite e molta mica. Questi marmi derivano da banchi calcarei inclusi in arenarie argillose, attraverso metamorfosi multiple.

In zona Caralina marmi e paragneiss formano una piega molto stretta e coricata, con asse orizzontale e parallela alla valle, onde si hanno, partendo dalla superficie : paragneiss orizzontali - marmi - paragneiss (interni alla piega) - marmi - paragneiss. In zona Lago Matorgni la situazione è analoga, ma i paragneiss hanno andamento inclinato verso valle (e più in alto verso il Pizzo Arzo sono subverticali) *.

La morfologia generale della striscia carsificata è evidentemente di tipo glaciale (dossi arrotondati, allungati). Le vaste superfici rocciose suborizzontali modellate dal ghiaccio e scarsamente difese dalla magra vegetazione, offrono un terreno adattissimo all'erosione carsica, ulteriormente

*) Le notizie geologiche sono tratte da Burckhardt C.E., « Geol. u. Petr. des Basodino-Geb. », Zürich 1942.

favorita dalla presenza di numerose fessure dirette prevalentemente in senso parallelo alla valle (e quindi all'asse della piega).

I principali fenomeni superficiali attualmente visibili sono :

- a) cesellature sulle superfici compatte degli strati, a forma di coppelle allineate lungo la linea di massima pendenza, e tendenti a fondersi in solchi poco profondi e paralleli : non frequenti, superficie occupata 1-4 m² per volta;
- b) dolinette ed inghiottiti otturati, piccoli e poco profondi : le prime sono coperte di vegetazione se di forma dolce : frequenti;
- c) inghiottiti aperti, attivi : sono caratterizzati dalla morfologia tormentatissima della roccia, che forma quasi sempre lame contorte e spuntoni lungo il condotto; frequenti.

Altri fenomeni analoghi della zona (es. Lago Sfundau) saranno oggetto di prossime indagini.

Parte seconda

IL CARSISMO DEL SOTTOCENERI

I.

FENOMENI CARSICI DELLA REGIONE DEL MONTE SAN GIORGIO

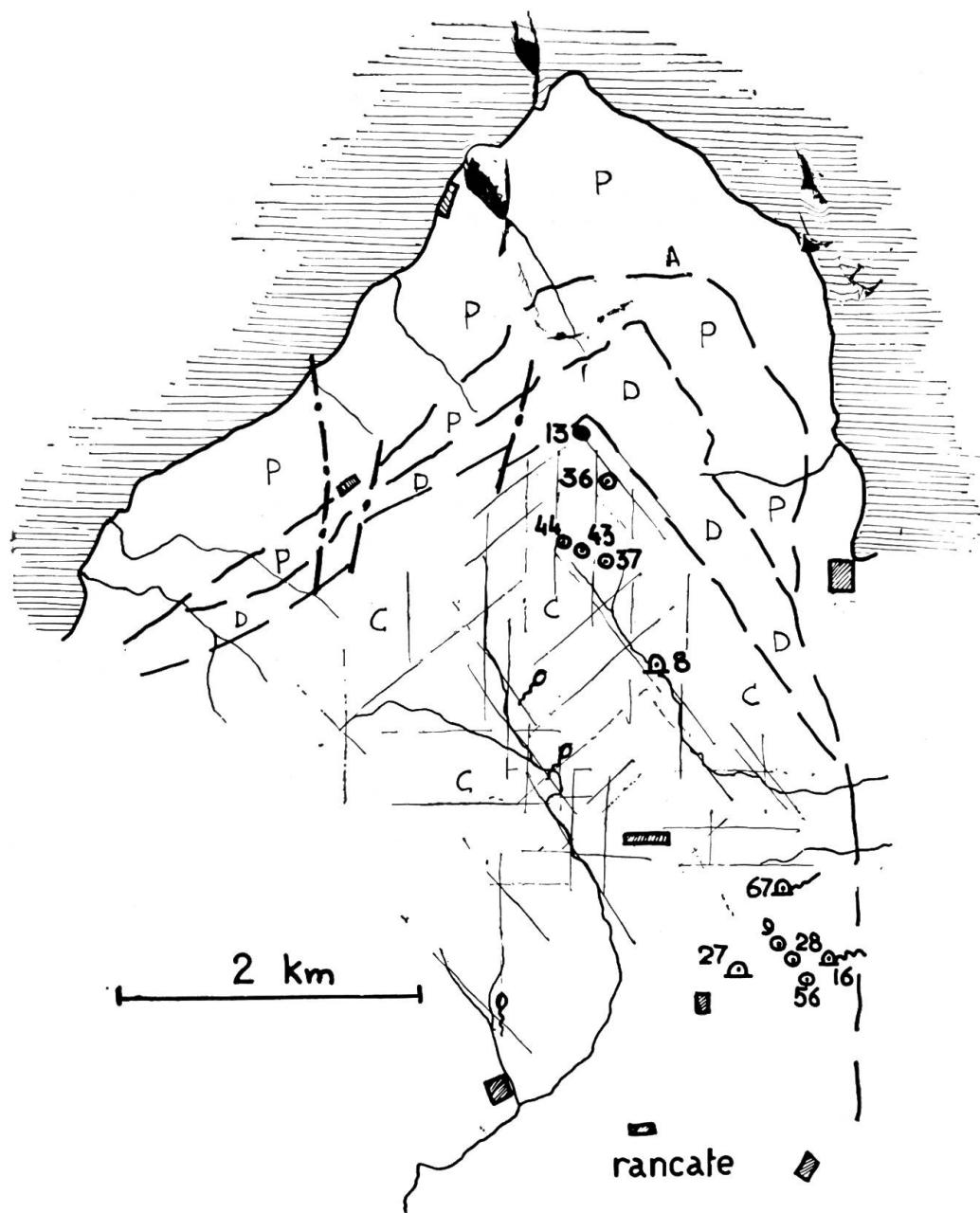
La zona carsificata comprende tutto il versante meridionale del monte fino a Rancate, con limite SW la linea Besazio - Poncione d'Arzo.

In questa zona predominano nettamente i calcari ladinici della formazione di Meride, che costituiscono lo strato più superficiale di una serie sedimentaria triassica (arenarie variegate, dolomia virgloriana, scisti bituminosi, dolomia ladinica, calcari di Meride) poggiante molto regolarmente sulle porfiriti e i porfidi permiani e pendente a S di una trentina di gradi. Presso la vetta, tagliata nella dolomia ladinica, la serie ha una potenza di ca. 200 m, mentre scendendo verso S viene presto ricoperta dapprima dal morenico (Valle del Gaggiolo, Meride), poi dalla dolomia principale, che insieme al Raiblano sottostante forma lo scalino del Poncione d'Arzo (potenza complessiva ca. 300 m), cosicché all'altezza di Arzo i sedimenti sovrapposti allo zoccolo permiano interessano oltre 1600 m. Tra Arzo e Tremona poi sono sparsi numerosi lembi liassici, per lo più a facies trasgressiva.

I calcari di Meride sono calcari cinerini relativamente puri (almeno 10 % di residuo insolubile in HCl), nettamente stratificati, con strati di potenza piuttosto variabile ma generalmente modesta (massimo 20 cm) mentre le dolomie sono poco o nulla stratificate e disegnano le tipiche pareti frastagliate.

Alla giacitura regolarissima corrisponde una tettonica semplice, con lievi disturbi stratigrafici : scarse le faglie di notevole entità, come quella di Serpiano (direzione NNE) e di Monte Oliveto (dir. ENE). Molto intensa invece la fratturazione, che nei calcari ladinici presenta due direzioni (220° e 310° N) perfettamente corrispondenti a quelle riscontrate nei calcari liassici della Sighignola dal Casasopra. A questa rete si sovrappone una fessurazione N-S, che si continua nei lembi liassici presso Tremona, dove incrocia le fessure parallele alla faglia di M. Oliveto. Quest'ultima rete intaglia e delimita il gradino di Tremona, specialmente verso E e S lungo le pareti di dolomia principale.

L'evoluzione morfologica della regione (Annaheim, Basilea 1935) inizia con un paesaggio preglaciale dominato da una fitta rete valliva, e particolarmente dall'Ur-Cassarate (Tesserete - Lugano - Melide - Porto Ceresio) e dall'Ur-Mara (Arogno - Melano - Mendrisio), alla quale si riconnetteva forse la V. del Gaggiolo, e con livello di base sui 250 m.



L'invasione glaciale successiva scende da Lugano verso il S. Giorgio dividendosi in due rami : quello orientale taglia il dosso tra le due valli e scende lungo l'Ur-Mara su Mendrisio, quello occidentale segue invece l'Ur-Cassarate verso Porto Ceresio, tracimando dalla sella di Crocefisso (Serpiano) nella V. del Gaggiolo e raggiungendo così di nuovo il ramo orientale. L'altezza del ghiaccio era di circa 900 m a Serpiano, 600 a Meride e Mendrisio.

La scomparsa dei ghiacci dà inizio, sul massiccio ormai modellato, ad una intensa azione di cesellamento fluviale, con fenomeni di cattura di bacino (Gaggiolo). Ma l'idrografia vien presto assorbita dalle fessure, fos-

NOTA. Nelle figure : P = porfidi, porfiriti; D = dolomia; L = calcari del Lias; C = calcari ladinici.

silizzata, e rimane quindi (almeno nelle parti alte) allo stadio di solco torrentizio appena abbozzato. Più a valle, il rapido abbassamento e la successiva fossilizzazione sono marcati da forre che incidono il gradino verso il Laveggio.

La presenza di una morfologia preglaciale antica e caratterizzata da solchi vallivi così profondi induce a pensare che il carsismo avesse già raggiunto un certo sviluppo : il periodo glaciale avrebbe segnato un arresto nella sua evoluzione. Le principali cavità carsiche del S. Giorgio (Bögia, Böcc da la Ratategna) come del resto il Buco dell'Alabastro, sono situate al livello del ghiaccio.

La morfologia attuale della zona carsica del M. San Giorgio è quindi caratterizzata dal dominare di vasti piani inclinati incisi da sottili solchi torrentizi fossili che ricalcano la rete di fessure profonde. Soltanto più a sud, la minore uniformità litologica e stratigrafica unita alla morfologia glaciale più inquieta ha sminuzzato l'idrografia, cosicchè la penetrazione delle acque meteoriche è immediata ed i solchi torrentizi limitati all'orlo del gradino.

Data la notevole regolarità strutturale, l'andamento della idrografia profonda è semplice, condizionato prevalentemente dalle reti di fessure. Nella parte alta si sviluppa entro i calcari di Meride una rete profonda con sorgenti su quota 600 : il livello di base è mantenuto probabilmente dall'argilla che intasa le fessure. Una analoga rete si sviluppa nella dolomia principale del Poncione d'Arzo, originando la sorgente Fontanella (sopra Arzo, quota 600 ca.).

Il gradino di Tremona possiede una circolazione propria, sfociante prevalentemente a SE (sorgenti di Rancate), mentre sul bordo ad E si originano molteplici sorgentelle di falda.

Le sorgenti di Serpiano sgorgano al confine coi materiali porfiritici, ad una quota perfettamente corrispondente a quella della rete citata all'inizio.

Concludendo, il carsismo dei calcari ladinici evolve dunque secondo lo schema seguente :

- a) lo smaltimento quasi immediato delle precipitazioni limita il modellamento superficiale all'allargamento delle fessure, impedendo la formazione di doline e campi solcati : agiscono come fattori negativi concomitanti anche il carattere prevalentemente temporalesco delle precipitazioni ed il declivio non trascurabile, e per la porzione inferiore soprattutto il manto vegetale;
- b) la rapida discesa delle acque lungo le fessure favorisce un'azione meccanica ed erosiva, mentre la scarsità di residuo argilloso mantiene aperte le vie di deflusso : si formano strette cavità verticali a piccola profondità;
- c) i fenomeni clastici prendono rapidamente il sopravvento, e la cavità diviene campaniforme e cresce verso l'alto : la comunicazione con

l'esterno si apre generalmente per sprofondamento della volta (è il caso delle cavità della zona Forello - Cugnoli - Bustorgna - Cassina) ;

- d) più in basso l'argilla intasa le fessure : si formano livelli di base più o meno duraturi ed instabili, con conseguente formazione di una rete idrografica profonda : l'azione chimica dissolvente si fa prevalente, la morfologia è di tipo gliptoclastico polireticolare (v. Bögia) ;
- e) il livello si abbassa ulteriormente : la parte superiore della rete profonda si fossilizza progressivamente, spesso prima di aver raggiunto la maturità : iniziano fenomeni graviclastici, mentre l'attività litogena permane molto scarsa ;
- f) l'idrografia raggiunge un livello di base profondo e stabile, e l'acqua defluisce in parte attraverso risorgenze, in parte verso la pianura sotto la coltre clastica.

L'evoluzione così accennata si distingue soltanto per le condizioni particolarmente sfavorevoli in cui si svolge l'azione superficiale, sì che le forme corrispondenti sono assenti, e quelle intermedie incompiute.

Nella zona dei calcari liassici di Tremona, la facies particolare, la presenza del gradino dolomitico sottostante e l'intenso modellamento glaciale conducono alla formazione di un piccolo carsismo locale, peraltro molto simile a quello dei primi stadi accennati sopra. Le cavità sono superficiali, a fessura allargata, ma senza forme erosive per la minor purezza dei calcari (vedi Fornett I, II e III). Significativa nei confronti dell'azione dilavante connessa alla grande rapidità di assorbimento appare l'intensa degradazione dei crostoni stalagmitici al Fornett I. Inoltre la fessurazione diminuisce rapidamente con la profondità, sicchè buona parte delle acque assorbite va ad alimentare le falde freatiche dei detriti di falda e dei cordoni morenici sottostanti, originando una linea di piccole sorgenti su q. 350 (v. Gr. del Mago) e qualche risorgenza (sorgenti di Rancate, ca. quota 400).

Un ciclo relativamente completo sembra invece essersi realizzato al Böcc da la Ratategna, al limite tra la dolomia principale ed il Lias. La cavità, di avanzata morfologia erosivo-gliptoclastica, presenta dei riempimenti costituiti da terriccio rossastro di decalcificazione misto ad una breccia calcarea eterogenea : il tutto di provenienza superficiale.

II.

FENOMENI CARSICI DELLA REGIONE DEL MONTE GENEROSO

La parte da noi studiata è compresa tra la linea di Lugano (Caprino - Arogno - Rovio - Melano - Mendrisio) ed il confine politico (Lanzo - Erbonne - Bisbino - Pizzamiglio).

La geologia del M. Generoso è notevolmente complessa, a causa dei molti problemi connessi alla sua struttura, in special modo per quanto concerne la tettonica. Discordi sono infatti le conclusioni dei molti autori che si occuparono del problema. Ci limiteremo pertanto ad esporre le linee principali, sulle quali regna una relativa unanimità, mentre per quanto riguarda più propriamente il carsismo faremo capo alle nostre osservazioni personali, pur non senza richiamarci a questo o quell'autore.

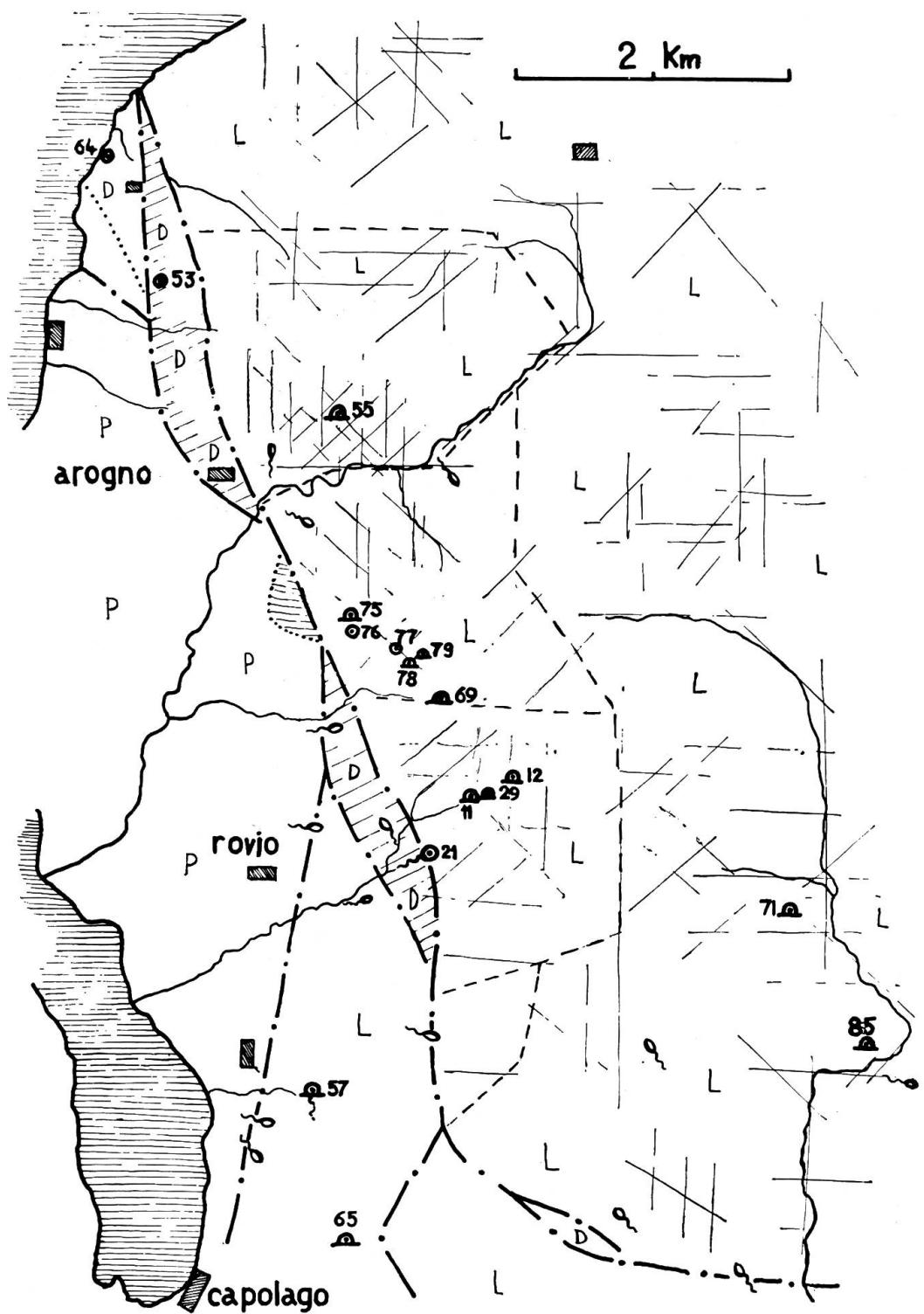
Lungo la striscia di cui ci occupiamo, il massiccio del Generoso comprende essenzialmente una potente serie di calcari liassici divisa in due porzioni. Quella a settentrione della Bellavista forma una serie di sinclinali (M. Boglia, M. Brè, Sighignola) e tremina a sud con la anticlinale del Generoso, che precipita a ginocchio lungo la faglia della Bellavista, mentre quella a sud della faglia inizia con una serie di pieghe verticali, per poi distendersi verso la Valle di Muggio in una serie isoclinale disturbata nella zona periferica da flessure, faglie, ecc. Sotto i calcari liassici stanno i depositi triassici (marne e dolomie retiche e soprattutto la dolomia principale norica) che però affiorano solo molto raramente in corrispondenza alle faglie principali. L'intera massa è solcata sul lato occidentale dalla linea di Lugano, corrente in senso N-S, che la separa dai porfidi e porfiriti del Permiano, e che all'altezza della Bellavista piega ad E biforcandosi e separando le due zone anzidette.

Il carsismo studiato si svolge tutto entro l'ambito dei calcari liassici, ricchi di selce (residuo insolubile in HCl almeno 35 %) e nettamente stratificati. La fessurazione è intensa, e risulta dalla sovrapposizione delle diaclasie di fessurazione normale (ca. 60°N e 120°N) e dalle fratture tettoniche E-W e S-N, generalmente prevalenti. Grazie all'ampio sviluppo delle pareti rocciose l'azione degli agenti meteorici allarga le fessure affioranti, sì che la tormentata morfologia di dettaglio ricalca l'andamento delle diaclasie citate.

Il paesaggio preglaciale del Generoso si presenta come un Mittelgebirge inciso da una serie di valli. A N la valle di Porlezza e la V. del Telo, ad W la V. del Cassarate e la V. Mara, a S la V. di Muggio. Queste valli si svilupparono, secondo Annaheim (dal quale sono tratte queste note morfologiche) senza relazione con la struttura sottostante e solo durante la più tarda evoluzione andarono adattandosi alla stessa.

L'invasione glaciale conduce ai seguenti mutamenti principali :

- a) allargamento della V. di Porlezza;
- b) transfluenza glaciale su Lanzo - V. d'Intelvi : il ghiaccio raggiunge i 1050 m a Lanzo e si affaccia sulla V. di Muggio in V. Valaccia (Sasso Gordona) e attraverso la sella di Valmara entra in connessione col ramo di Capolago;
- c) transfluenza dalla V. del Cassarate alla Val Mara, formazione del ramo Capolago - Mendrisio, che blocca la V. di Muggio risalendola



fino a Caneggio (ca. 600 m). Emergevano quindi la Sighignola, tutta la cresta del Generoso e l'intera V. di Muggio tra la sorgente e Caneggio.

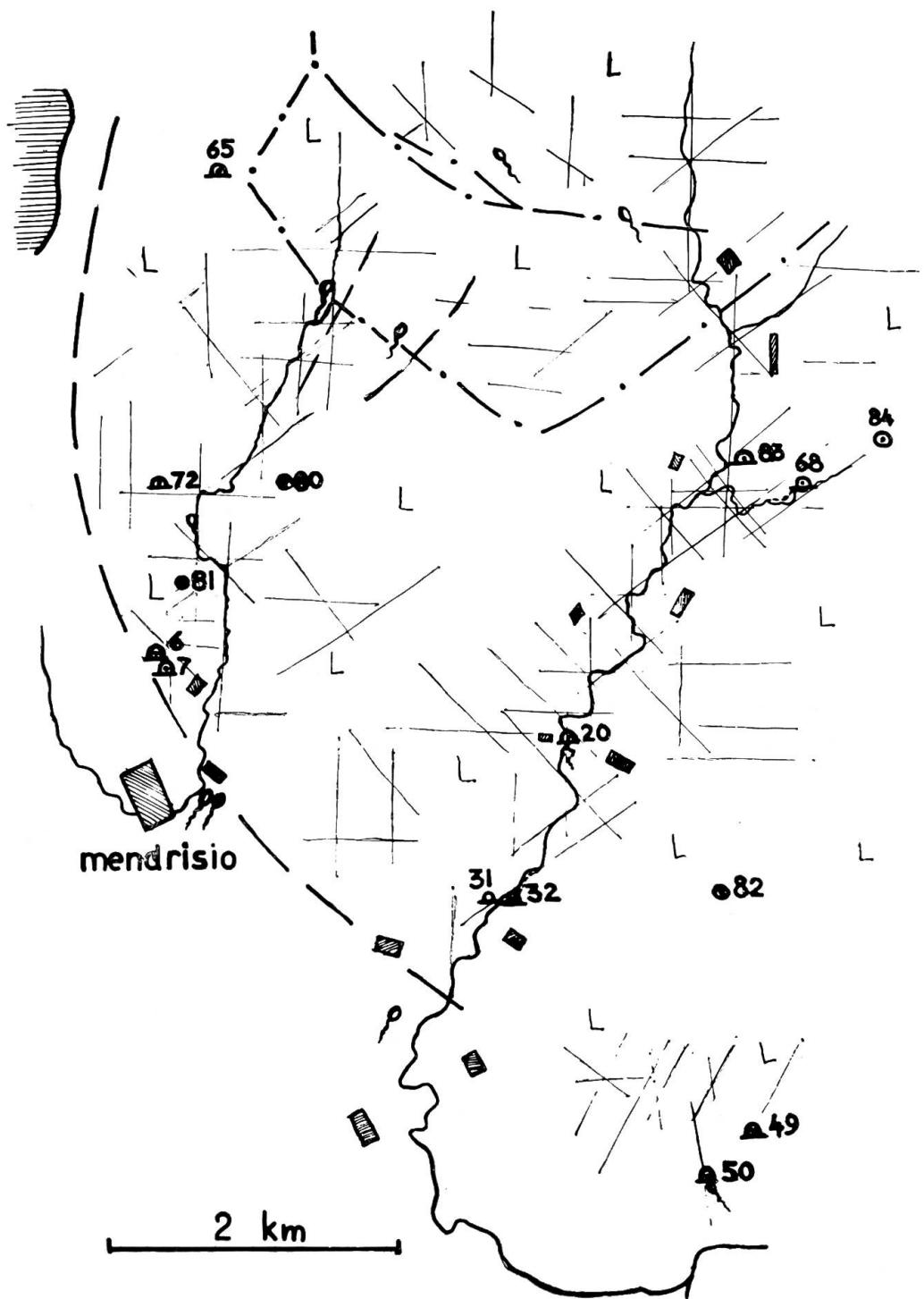
Il territorio di Lanzo rappresenta una morfologia fossile, conservatasi grazie al frazionamento della primitiva V. del Telo ed alla conseguente diminuzione della forza erosiva delle acque confluentivi. Le acque di questa zona, convogliate dapprima nel Telo, passano poi progressivamente a scaricarsi verso S (V. d'Intelvi) e più tardi nella Mara. Quest'ultima risale verso Lanzo per erosione regressiva, formando una forra.

La lunga evoluzione della V. di Muggio, terminata nel Pliocene medio, può distinguersi in 2 fasi : 1) formazione d'un Mittelgebirge con fitta rete valliva; 2) sollevamento ed erosione. Questa seconda fase, che porta ad un'incisione di ca. 450 m, viene interrotta quando ormai il livello di base ha raggiunto una quota molto bassa (250 - 300 m) dall'azione dei ghiacci, che bloccano lo sbocco vallivo formando un bacino di accumulazione sui 5-600 m che arresta ogni attività erosiva al disotto.

L'intensa fratturazione della roccia favorisce quasi ovunque un rapido assorbimento delle precipitazioni, particolarmente copiose in questa zona ricca di temporali estivi. L'acqua scende velocemente lungo le fessure che, almeno nella porzione più settentrionale, a causa della natura selciosa del residuo insolubile rimangono pervie fino a notevole profondità. Le condizioni generali non sono peraltro favorevoli allo sviluppo di un carsismo superficiale, malgrado l'intensa azione decalcificante. Più in basso, discontinuità litologiche, tettoniche e stratigrafiche convogliano le acque verso punti d'efflusso che costituiscono le sorgenti carsiche, per lo più allineate lungo la linea di Lugano. L'intero sistema è piuttosto instabile, per la facilità con la quale variano i rapporti tra i vari sistemi di fessure, di modo che la posizione e l'attività delle sorgenti può mutare bruscamente. Esamineremo ora separatamente le principali reti idrografiche profonde del settore studiato.

a) *Sorgente « Ca' del Feree » (Arogno)*

La sorgente è situata ai margini del paese, proprio sotto le pareti della Sighignola, lungo la strada per Lanzo. Essa venne alla luce nel 1528 in seguito a scossa tellurica, ed ha una portata di almeno 200 l/sec. Qualche decina di metri più sopra è situato lo sbocco di un troppo pieno naturale. Il bacino di alimentazione interessa la parte del M. Sighignola compresa entro i seguenti limiti approssimativi : Arogno - Madonna di Valmara - Cima V. Rovina - A. Pugerna - Arogno. Entro quest'area, corrispondente al nucleo della sinclinale di V. Rovina, le acque assorbite dalla rete di fessure (diaclasi 60°N e 120°N, fratture tettoniche E-W e N-S) scendono rapidamente concentrandosi poi su poche direttive principali. Il livello di base del sistema è peraltro assai instabile, come venne confermato durante i lavori di captazione, che dovettero essere eseguiti con estrema precau-



zione. All'altezza di Arogno, una faglia interrompe gli strati e l'acqua esce all'aperto. La portata è molto stabile al disotto di un minimo, in relazione con l'ampiezza del bacino, la sua profondità e l'esistenza probabile d'una notevole falda interna.

b) *Sorgenti « Bossi, Beduglio e Piagno » (Arogno)*

Lungo l'arco della Mara, tra S. Michele e la Dogana svizzera, si trovano tre notevoli sorgenti carsiche, di cui la principale è quella detta « sorgente Bossi » (portata oltre 200 l/sec), e presso la quale si trovano alcune sorgenti minori, in parte fossili. Esse rappresentano gli sbocchi d'una rete idrografica il cui bacino di alimentazione è compreso nei seguenti limiti : Arogno - Madonna di Valmara - Bové - Beretta - Arogno. Questo bacino comprende il fianco settentrionale della anticlinale del Generoso, costituito da strati immergenti a N e leggermente ondulati. Appunto una di queste ondulazioni profonde costituisce il limite sud del bacino. La fessurazione concorda con quella illustrata più sopra per la Sighignola, ed il meccanismo idrologico è pure lo stesso.

c) *Sorgenti di Rovio e Melano*

Le principali sorgenti di questa zona sono situate al contatto tra due formazioni diverse (calcari liassici - dolomia o calcari - porfiriti). Esse occupano coi loro bacini d'alimentazione la zona compresa tra la Valle del Lembro e il parallelo della Bellavista : il limite occidentale è dato dai contatti accennati, mentre quello orientale è difficilmente valutabile, e comprende verosimilmente anche una parte del versante orientale del monte.

La sorgente del Cerro sta al confine tra la dolomia del M. S. Agata ed i calcari di Rovio : la grande variabilità della portata (35 - 300 l/min) indica un bacino di alimentazione non molto esteso, con rapida percolazione. Al margine superiore delle stesse dolomie sta invece la piccola sorgente Lauti (Bogo), mentre la vicina sorgente Salera appare in relazione coi depositi clastici del sovrastante pianoro.

Il Buco della Sovaglia, già descritto, è una sorgente temporanea che può raggiungere portate notevolissime e scaturisce all'incrocio della faglia principale con una doccia sinclinale appena accennata. La situazione è quindi identica a quella della sorgente Lauti. Il bacino di alimentazione comprende tutte le sovrastanti pareti rocciose, fino alla linea S. Agata - Crocetta a nord, mentre il limite sud è tra la vetta del Generoso ed il Sasso Piatto. Le forti piene dimostrano un assorbimento relativamente rapido grazie alla intensa fratturazione. La grotta possiede certamente una vasta rete interna che funziona da regolatore durante le magre. Poco più sopra si trova un troppo pieno naturale, mentre più sotto, in zona Roncaccio, esiste una piccola sorgente fossile.

Al gruppo delle sorgenti di faglia appartiene invece la sorgente dell'Alpe di Melano, situata all'incrocio tra la faglia principale N-S e le grandi fessure tettoniche E-W.

Sul confine calcari-porfiriti stanno infine le tre sorgenti di Melano (Castelletto, Castellaccio, Cribietta). L'andamento subverticale degli strati calcarei favorisce una rapida discesa dell'acqua (forti variazioni di livello alla Fonte del Castelletto) ed il raggiungimento di notevoli portate. Il bacino di alimentazione è delimitato da faglie, in particolare sul lato E. Particolare menzione merita la Tana dell'Acqua (TI 69), che rappresenta una sorgente perenne, anche se l'acqua, dopo aver attraversato la grotta, scompare di nuovo tra le ghiaie del fondo. Anche in questo caso il punto di sbocco è determinato da disturbi stratigrafici, mentre all'alimentazione sembrano contribuire, oltre naturalmente alle precipitazioni, lo scioglimento di ammassi di neve che si conservano fino all'estate nei canaloni sovrastanti e la condensazione di vapore nelle fessure.

d) *Sorgenti di Salorino*

Sotto Salorino si trovano le sorgenti più notevoli dell'intera zona : quelle del Paolaccio, situate in corrispondenza ad un « ginocchio » degli strati che, suborizzontali poco più sopra, si immagazzinano qui bruscamente e quasi verticalmente. Il bacino di alimentazione appare notevolmente esteso. L'acquedotto di Mendrisio capta una parte (2700 - 3900 l/min) della portata totale (valutata in 5-30 m³/min).

e) *Sorgenti di Val della Grotta (V. di Muggio)*

Queste notevoli sorgenti raccolgono le acque di una rete di fessure il cui livello di base appare costituito da argilla intasante (come risulta anche dall'esame di alcune piccole cavità della zona) e la cui estensione è di difficile valutazione, data l'uniformità strutturale della zona.

Senza entrare in inutili dettagli, sulla base di quanto sinora esposto si possono trarre alcune conclusioni. Il carsismo del M. Generoso presenta una variazione graduale in senso nord-sud. All'estremo settentrionale troviamo infatti quasi esclusivamente cavità di frattura (Gr. di S. Evasio, Gr. di Brè, ecc.) e reti idrografiche attive (Ca' del Feree), in relazione con spostamenti bruschi del livello di base e con la natura selciosa del residuo insolubile. All'estremo meridionale la situazione diviene più simile a quella del San Giorgio : compare un residuo argilloso, che tampona le fessure, e le condizioni favoriscono una evoluzione più regolare della idrografia profonda, e quindi della morfologia carsica (v. V. di Muggio).

Le grotte di Cureggia e di S. Evasio nella dolomia, quelle di Brè nei calcari liassici, sono di origine tettonica, poco o nulla rimaneggiate dall'acqua percolante. Soltanto nella Tana delle Bricolle si riconosce una azione erosiva.

Più a sud, all'altezza di Rovio, esistono già più livelli o stadi : in alto il Böcc dal Turnidù, con morfologia puramente graviclastica, più sotto il Buco dell'Alabastro, grotta carsica fossile ed ormai in preda a fenomeni di degradazione, ed in basso il Buco della Sovaglia, tuttora attivo ma in via di fossilizzazione, con morfologia puramente erosiva : lo stadio successivo è rappresentato dalla Fonte del castelletto.

In Val di Muggio l'azione carsificante ha raggiunto un livello ancor più completo : compaiono infatti anche forme superficiali (Pozzo di V. della Grotta, che richiama i pozzi del San Giorgio) accanto a grotte degradate per decalcificazione (Böcc dal Cornà) e risorgenze più o meno fossili (Böcc da la Togna, Demanio).

L'evoluzione normale per la zona segue dunque lo schema seguente :

- a) rapida percolazione attraverso le fessure : la formazione di cavità superficiali è possibile dove è presente residuo argilloso (Bisbino);
- b) formazione di livelli di base temporanei ed instabili (per riduzione del lume delle fessure o per tamponamento da argilla) : a seconda della loro durata, formazione di canali o di vere cavità carsiche attive;
- c) spostamento brusco o progressivo del livello di base, con fossilizzazione della sorgente : la cavità fossile evolve con relativa rapidità grazie ai fenomeni clastici;
- d) le acque defluiscono per vie molto profonde, mentre gli sbocchi superiori vengono progressivamente obliterati dai depositi clastici.

III.

SORGENTI CARSICHE

Come abbiamo dichiarato nella introduzione a questo capitolo, le ricerche sulla idrografia profonda e in particolare sulle sorgenti carsiche sono state appena abbozzate. Ci limitiamo a far seguire un elenco di sorgenti situate in terreni calcarei, e che dovrebbero essere oggetto di indagine, insieme con altre qui non citate. Lo studio sistematico di queste sorgenti costituisce la premessa indispensabile alla conoscenza della idrografia profonda dei due massicci interessati (Generoso e San Giorgio). Risulta d'altra parte evidente dalle proporzioni dell'elenco seguente (che, lo ripetiamo, non è che un primo tentativo di delimitare l'oggetto della ricerca) come questo lavoro trascenda le nostre possibilità materiali di indagine.

I dati sono qui riportati così come ci sono stati gentilmente forniti da una folta schiera di informatori, cui va il nostro sentito ringraziamento, e in primo luogo dai Segretari dei comuni interessati. Un ringraziamento particolare all'amico ing. Massarotti del Laboratorio Cantonale di Igiene per la preziosa collaborazione.

<i>Nome e zona</i>	<i>Coordinate appross.</i>	<i>Alt.</i>	<i>Portata l/min</i>
--------------------	----------------------------	-------------	----------------------

San Giorgio

Premoran	716.900/084.260	640	26-38
Fontana	717.075/083.725	600	90
Fontanella	716.650/082.150	560	1000
(3 sorgenti)	718.550/081.280	400	80-200
Serpiano	716.100/085.500	680	570
Grotta del Tufo			0-?

Arogno

Ca' del Feree	720.350/091.100	600	oltre 12000
Bossi	720.600/090.625	590	oltre 12000
Beduglio	721.700/090.900	750	
Piagno	721.050/090.825	700	
Delucchi	720.740/090.960	600	

Rovio

Sovaglia	721.470/088.125	680	0-60000(?)
Cerro	720.600/088.300	650	35-300
Bagutti	720.540/088.250	610	12
Tacchella	720.200/088.300	600	6-20
Pra' dell'acqua	720.200/088.650	620	20-25
Laùti (Bogo)	720.775/089.000	745	10
Bernasconi	720.200/088.475	640	8-10
Doragno	720.100/089.185	550	4-5
Basso	719.475/088.175	430	2
Cereghetti	719.475/087.890	400	10
Salèra	721.175/088.300	720	4-5
Cugnoli	721.475/088.435	680	4-5
Pianca dell'erba	721.600/089.260	1100	2-3
Alpe Melano	721.375/086.740	900	15

Melano

Castelletto	720.600/086.450	520	0-10000(?)
Castellaccio I		390?	50-80
Castellaccio II		400?	50-120
Castellaccio III		410?	150

Salorino

V. dell'alpe	721.550/084.350	860	30-450
V. Poma (gruppo)	722.100/084.400	920	50-1000
Paolaccio	720.900/081.075	410	5000-30000

<i>Nome e zona</i>	<i>Coordinate appross.</i>	<i>Alt.</i>	<i>Portata l/min</i>
--------------------	----------------------------	-------------	----------------------

V. di Muggio

Gènor	722.800/087.075	1327	8-25
Corengiole	723.800/087.000	1210	5
Nabbia	723.925/087.100	1210	—
Cazzott	724.000/086.400	760	25
?	725.220/086.700	660?	300
Guitirrini	724.975/086.025	880	24
Fontanella	724.500/087.400	880	70
Zocca del Faggio	725.040/086.840	780	15
—	724.425/084.100	540	3-400
Bögia	722.750/085.500 ?	750?	60
Farinelli	?	1000?	12
V. della Crotta	726.600/083.600	620	?
ibid.		620	600
(Campora)	723.100/081.775		
Böcc da la Togna			0-500
Tana di Erbonne			0-20