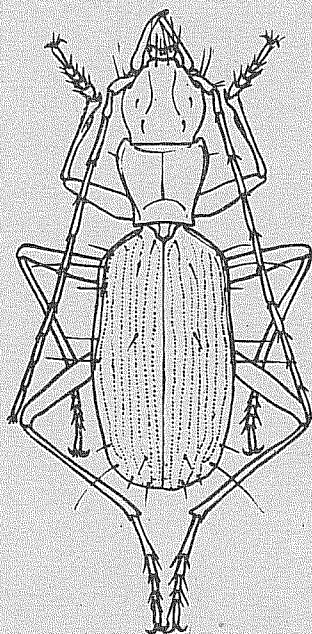




COMUNE DI BERGAMO

ASSESSORATO ALLA PUBBLICA ISTRUZIONE ED ATTIVITÀ CULTURALI

RIVISTA
DEL
MUSEO CIVICO DI SCIENZE NATURALI « E.CAFFI »



Vol. 6° (1983)

Comune di Bergamo

Rivista del Museo di Scienze Naturali "E.Caffi"

Comitato di redazione: prof. Silvio Ranzi
prof. Maria Bianca Cita Sironi
prof. Vincenzo Leone
prof. Filippo M. Gerola
dr. Mario Guerra
prof. Giorgio Pasquaré
dr. Giovanni Vailati

Direttore responsabile: dr. Mario Guerra

Norme per gli Autori

Gli originali dei lavori che si desiderano pubblicare devono essere inviati, dattiloscritti, alla Segreteria del Museo di Scienze Naturali di Bergamo (Piazza Cittadella, 10 - Telefono 035/233513). Il testo deve essere preceduto da un breve sunto (tradotto, ove possibile, in inglese, francese e tedesco).

Gli Autori devono rammentare che nel testo devono essere sottolineati i soli nomi in lingua latina. Le illustrazioni devono essere inviate col dattiloscritto e corredate delle relative spiegazioni. Ogni lavoro deve essere battuto in duplice copia, di cui una da trattenersi dall'Autore; lo stesso dicasi per le illustrazioni. Sul dattiloscritto dovrà comparire l'indirizzo dell'Autore per l'invio delle bozze.

La Redazione non risponde di eventuali smarrimenti durante l'iter della pubblicazione.

Gli articoli dovranno essere approvati dal Comitato di redazione, il cui giudizio è insindacabile.

La pubblicazione degli articoli approvati è gratuita per quanto attiene il testo e le illustrazioni in nero "al tratto"; gli zinchi e le tavole fuori testo sono invece a carico degli Autori.

Agli Autori sono riservati n° 50 estratti.

Pubblicazione fuori commercio, inviata solamente per scambi con altre pubblicazioni di carattere naturalistico.

Registrata presso il Tribunale di Bergamo il 4 settembre 1980 al n° 14.

Riv. Mus. Sc. Nat. BG; vol. 6° (1983)

FABIO BAJO (1), ALFREDO BINI (2), ANNA PAGANONI (1-3)
IVO FERRARI (4), GIOVANNI PERETTI (4)

Il Carsismo di alta montagna in Lombardia

SUMMARY: the authors bring up to date the knowledges of the carsic phenomenons of high mountain in Lombardia (Italy). They give dettalied informantions about the superficial and deep carsic phenomenons after a brief geological introduction.

RIASSUNTO: in questo lavoro vengono prese in considerazione le zone carsiche di alta montagna della Lombardia: sia quelle che interessano le Alpi "sensu stricta" a Nord della linea del Tonale, sia quelle delle Alpi Meridionali. Carsismo superficiale e carsismo profondo vengono analizzati dettagliatamente sulla base dell'attuale stadio delle ricerche.

- (1) Speleo Club Orobico CAI Bergamo
- (2) Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Milano
Gruppo Grotte Milano CAI-Sem
- (3) Museo Civico di Scienze Naturali di Bergamo
- (4) Gruppo Speleo Alpinistico Bormino

Fabio Bajo e Anna Paganoni hanno curato la parte grafica e le zone della Provincia di Bergamo; Ivo Ferrari e Giovanni Peretti le zone della Valtellina; Alfredo Bini le parti introduttive, le zone della Provincia di Como, il coordinamento e la re visione generale.

INTRODUZIONE

La Lombardia è una regione ricca di zone carsiche di alta montagna sia nelle Prealpi che nelle Alpi vere e proprie (Fig.1). Queste aree però sono state sinora poco studiate per la relativa distanza dai centri abitati, per l'abbondanza di fenomeni carsici più accessibili e per il fatto che tali zone sono agibili solo in periodo estivo ed autunnale, sino alle prime nevi.

Dato lo stato attuale delle ricerche questo lavoro presenta un quadro riassuntivo generale inteso come base per le esplorazioni e gli studi futuri.

Il lavoro è stato presentato al Congresso Internazionale sul Carso di Alta Montagna tenutosi ad Imperia nel maggio 1982, ma non ha potuto essere pubblicato sugli Atti del Congresso per le restrizioni imposte.

Durante il Congresso si è dibattuto sul significato del termine "carso di alta montagna" di cui si fa attualmente un notevole uso, senza giungere ad alcuna conclusione in merito.

Da parte nostra intendiamo per "carso di alta montagna" (per lo meno in ambiente alpino) una zona posta a quote superiori ai 1700 + 1800 m e caratterizzata:

- dal punto di vista climatico, da precipitazioni molto elevate (superiori a 1700 mm all'anno), soprattutto in forma di neve, e da una temperatura relativamente bassa (temperatura media annua prossima a 0°C);
- dal punto di vista geomorfologico, dalle interazioni di fenomeni puramente carsici (corrosione) e di fenomeni dovuti al gelo ed alla neve;
- dal punto di vista botanico e pedologico, dalla presenza di estese aree prive di vegetazione o interessate principalmente da praterie alpine con un suolo di esiguo spessore, in genere di tipo "rendzinico"; se sono presenti specie arboree, esse sono normalmente essenze resinose con suoli bruni calcarei, anch'essi di scarso spessore;
- dal punto di vista paleogeografico, dalla presenza di ghiacciai locali durante le fasi fredde del Quaternario che hanno influenzato sia il carsismo di superficie che quello profondo (forti portate in alcuni casi, inattivazione dei sistemi carsici in altri).

Tutto ciò riguarda l'evoluzione recente o attuale delle zone carsiche, spesso infatti il carsismo di alta montagna, specie profondo, è ereditato da fasi preglaciali.

Le caratteristiche suddette si applicano male al carsismo profondo in quanto un sistema carsico che inizia a una quota di circa 2100 + 2200 m può avere la risorgente a 300 m di quota circa (caso della Grigna Settentrionale). E' chiaro in casi come questi che il termine "Carso di Alta Montagna" è applicabile solo ai fenomeni superficiali e alla parte iniziale dei complessi sotterranei sino alla profondità alla quale termina l'influenza climatica esterna e l'azione del gelo e sino a che

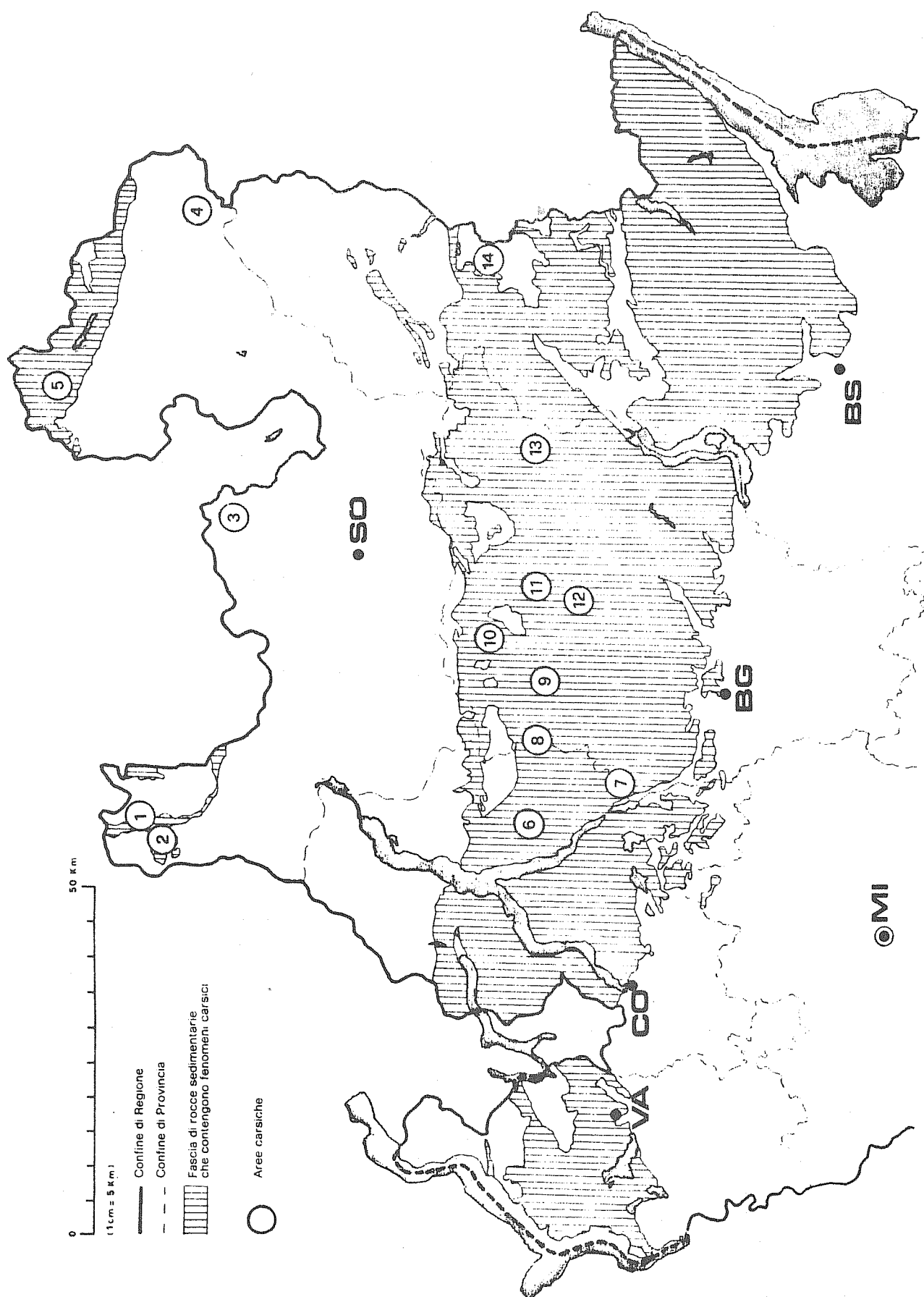


Fig.1: Distribuzione del fenomeno carsico di alta montagna in Lombardia.

1: Andossi; 2: Pian dei Cavalli; 3: Tana del Pirola; 4: Valle dell'Alpe e M.Sobretta; 5: Valli del Braulio, di Fraele, di Livigno e Zebrù; 6: Gruppo delle Grigne; 7: Resegone; 8: Piani di Bobbio ed Artavaggio; 9: Cancervo, Venturosa ed Araralta; 10: M.Cavallo, Pegherolo e Secco; 11: Cima di Menna, Pizzo Are ra, M.Secco, Cima di Grem; 12: M.Alben; 13: Pizzo della Preso_ lana, M.Ferrante; 14: Val Cadino Superiore.

le acque fredde, infiltratesi dalla superficie, hanno raggiunto l'equilibrio fisico-chimico.

La parte iniziale dei complessi sotterranei nell'alta montagna lombarda è caratterizzata dalla presenza di depositi di ghiaccio e neve, talora di notevole spessore (grotte ghiacciaie).

A) FENOMENI CARSIICI NELLE ALPI

Geologia

In Lombardia le Alpi vere e proprie si estendono a Nord della linea del Tonale o linea Insubrica e sono costituite da una serie di falde sovrapposte appartenenti ai domini Pennidico ed Austroalpino (Fig.2).

Gli elementi strutturali di tali domini sono:

AUSTROALPINO	superiore	Sistema di Scarl-Umbraile Sistema Ortles-Quaternals Sistema Languard-Tonale
	inferiore	Sistema Err - Bernina
PENNIDICO	superiore	Falda Sella Falda Margna
	medio	Falda Suretta Falda Tambò
	inferiore	Falda Adula

L'unità più profonda è la Falda Adula (gneiss, ofioliti), cui segue la Falda Tambò (gneiss, ofioliti) e la Falda Suretta (micascisti, gneiss, prasiniti, ofioliti); tra le Falde Tambò e Suretta si interpongono potenti formazioni carbonatiche (la cosiddetta "Sinclinale dello Spluga") costituenti la copertura della Falda Suretta.

Lembi di tale copertura sedimentaria mesozoica sono presenti alla Cima dei Rossi Nuovi in Val di Lei, in Val Chiavenna, al M. del Forno e M. Sissone e a Lanzada.

La Falda Margna (gneiss, scisti anfibolici, ofioliti) che ricopre parzialmente la precedente, presenta un'estesa copertura sedimentaria generalmente metamorfosata e affioramenti carbonatici al Passo del Muretto. L'ultima falda pennidica, la Falda Sella, (gneiss, filladi) ha, in territorio italiano, una estensione minore delle falde sottostanti; ma presenta una lingua, seppur poco potente, fascia di rocce carbonatiche dal Pizzo delle Tremogge al Passo Canciano e al Pizzo Scalino.

Dal punto di vista del carsismo sono molto più importanti le unità dell'Austroalpino che, tra l'altro, presentano una estensione maggiore. Il Sistema Err-Bernina (gneiss), rappresentato in Italia essenzialmente dall'unità Bernina, presenta, oltre ad alcuni affioramenti di marmi, affioramenti di rocce carbonatiche di copertura al M. Arcoglio, al M. Garone e in Val Federia. Al sistema Languard-Tonale (gneiss, micascisti, graniti)

appartiene tutta una serie di affioramenti di marmi di limitato spessore, contenenti talora fenomeni carsici, e una ridotta serie carbonatica mesozoica non metamorfosata in Val Fedèria al Pizzo di Cassana.

I sistemi Ortles-Quaternals e Scarl-Umbraile sono i più rappresentati, costituendo una fascia, posta al confine con la Svizzera e compresa per intero nel Parco Nazionale dello Stelvio, lunga circa 40 Km. e larga da 10 a 2 km. Comprende formazioni carbonatiche di età triassica e giurassica inferiore, di litologia e significato stratigrafico analogo alle formazioni ceeve delle Alpi Meridionali. Dominano come estensione di affioramento le dolomie e i calcari dolomitici appartenenti al gruppo della Dolomia Principale.

1) FENOMENI CARSICI DELLA VALLE S. GIACOMO

Affioramenti di rocce carsificabili, anche abbastanza estesi, sono presenti, come si è visto, nella valle S. Giacomo. Si tratta di calcari cristallini, dolomie e gessi, affioranti al Pian dei Cavalli e nell'area Monte Spluga-Andossi.

1.1) Monte Spluga - Andossi

La zona de "Gli Andossi" è costituita da una serie di altopiani posti a quote comprese tra i 2000 e i 1700 m s.l.m. e coperti in gran parte da depositi glaciali.

Gli altopiani superiori sono caratterizzati dalla presenza di grandi depressioni glacio-carsiche generalmente allungate in senso N-S, alcune delle quali ospitano attualmente piccoli laghi (Lago degli Andossi q.2041) o torbiere di alta quota.

I torrenti provenienti dai laghi e dalle torbiere dopo un breve percorso subaereo vengono inghiottiti da cavità carsiche, spesso impenetrabili, poste al centro di depressioni subcircolari costituenti la testata di piccole valli cieche.

Le altre depressioni, non occupate da laghi, hanno il fondo piatto interessato da doline e da forme crionivali.

Al di fuori delle depressioni maggiori sono presenti numerose doline di dimensioni molto variabili, tra le quali sono molto numerose le doline di subsidenza dovute a sprofondamento dei depositi glaciali per corrosione della roccia sottostante.

E' chiaramente visibile l'evoluzione in senso carsico di alcune vallette sede di una antica circolazione idrica (probabilmente legata a torrenti glaciali): valli morte crivellate di doline allungate e canyon scavati nei marmi, interessati da marmitte, sospesi e troncati all'estremità a monte da doline. Talora è presente una circolazione idrica attuale completamente limitata al corpo dei depositi glaciali che simula una circolazione carsica con depressioni doliniformi dovute a scalzamento del deposito sottostante.

Sono presenti numerose nicchie di nivazione con tutte le forme

di passaggio da nicchie di versante a doline asimmetriche e forme crionivali quali cuscinetti erbosi e "terrassettes". Sono del tutto assenti i karren.

Nella zona di Monte Spluga é stato costruito un bacino idroelettrico che interessa parzialmente gli affioramenti carbonatici in corrispondenza dei quali si sono avute grosse perdite, poi ridotte da massicce opere di impermeabilizzazione.

Della zona Monte Spluga-Andossi non si sa nulla dal punto di vista del carsismo profondo, in quanto sinora sono state compiute solo brevi ricognizioni, ma la litologia, la fratturazione e la copertura di depositi glaciali sono, in ogni caso, sfavorevoli alla formazione di grotte vere e proprie.

1.2) Piano dei Cavalli (Cappa, De Michele, 1963)

Si tratta di un altopiano che si estende per circa 3 km. di lunghezza da q.2000 a q. 2320 con una larghezza di $600 \div 800$ metri. I litotipi, che presentano uno spessore di circa 200 m., sono: calcari cristallini, compatti, ben stratificati e generalmente molto fratturati, dolomie e dolomie cariate. La giacitura é verso Sud con una inclinazione di $20 \div 30^\circ$ (fig.3 e 4). Il carsismo superficiale (fig.5) é caratterizzato da doline appartenenti a due cicli genetici ben distinti:

- uno più antico, forse preglaciale, che ha originato le grandi doline ($\emptyset$ dell'ordine delle decine di m) a fondo concavo ampie e poco profonde;
- uno più recente che ha provocato la formazione di tante piccole doline ($\emptyset$ di ordine metrico) e inghiottitoi localizzati su linee di frattura, con pareti verticali e fondo occupato da clasti.

Sono presenti alcuni corridoi carsici (bogaz) molto addolciti col fondo crivellato da piccole doline asimmetriche a causa della giacitura degli strati ed allineati su fratture. Gran parte del bacino imbrifero del Piano dei Cavalli é in rocce impermeabili; il reticolo idrografico si scarica in parte nella valle dei Buoi, parzialmente assorbente e che é attiva solo allo scioglimento delle nevi, e in parte in un ruscello generalmente attivo che dopo aver divagato con meandri sul piano termina in una valletta cieca intasata da detriti. Al margine orientale del piano dove la pendenza aumenta progressivamente si nota una successione da doline asimmetriche isolate, a doline asimmetriche coalescenti, a corridoi veri e propri. La copertura vegetale diffusa su circa il $70 \div 80\%$ dell'area, la natura litologica del calcare e l'intensa fratturazione fanno sì che siano del tutto assenti forme tipo karren. Sono poi presenti i fenomeni di circolazione carsica molto limitati lungo le scarpate. Come si può vedere dalla fig.4 le risorgenti del Piano sono poste a monte di S.Sisto lungo il contatto tra calcari e scisti ed hanno una portata complessiva (12 bocche distinte in 3 gruppi) di circa 60 l/sec . Il fenomeno carsico profondo é limitato in parte per la natura li

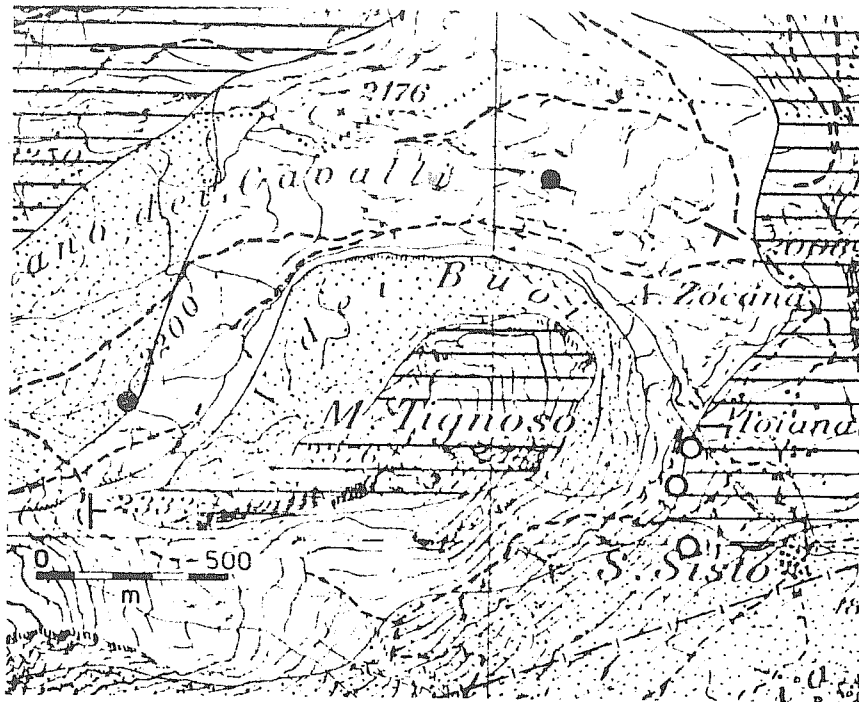


Fig.3: Schizzo litologico della zona piano dei Cavalli-Monte Tignoso. In bianco sono indicate le aree prevalentemente calcaree; con tratteggio orizzontale le aree scistoso-cristalline o prevalentemente tali; punteggiate le aree a copertura detritica o morenica; cerchi pieni: sorgenti sul Piano dei Cavalli; cerchi vuoti: sorgenti in Val Starleggia. (da Cappa e De Michele, 1963).

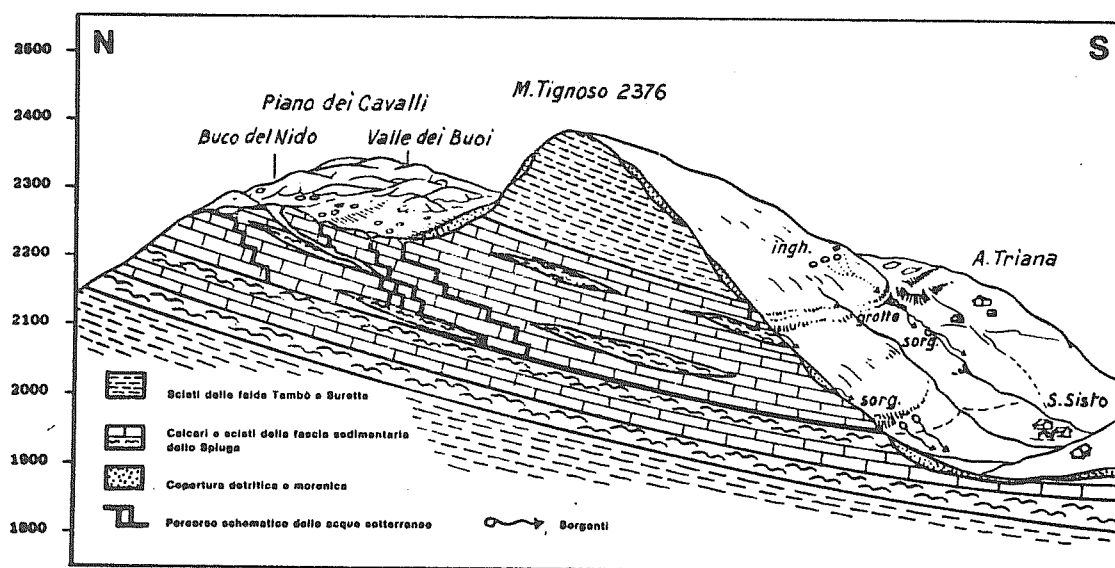


Fig.4: Stereogramma geologico schematico della zona Piano dei Cavalli -M.Tignoso - S.Sisto. (da Cappa e De Michele, 1963).

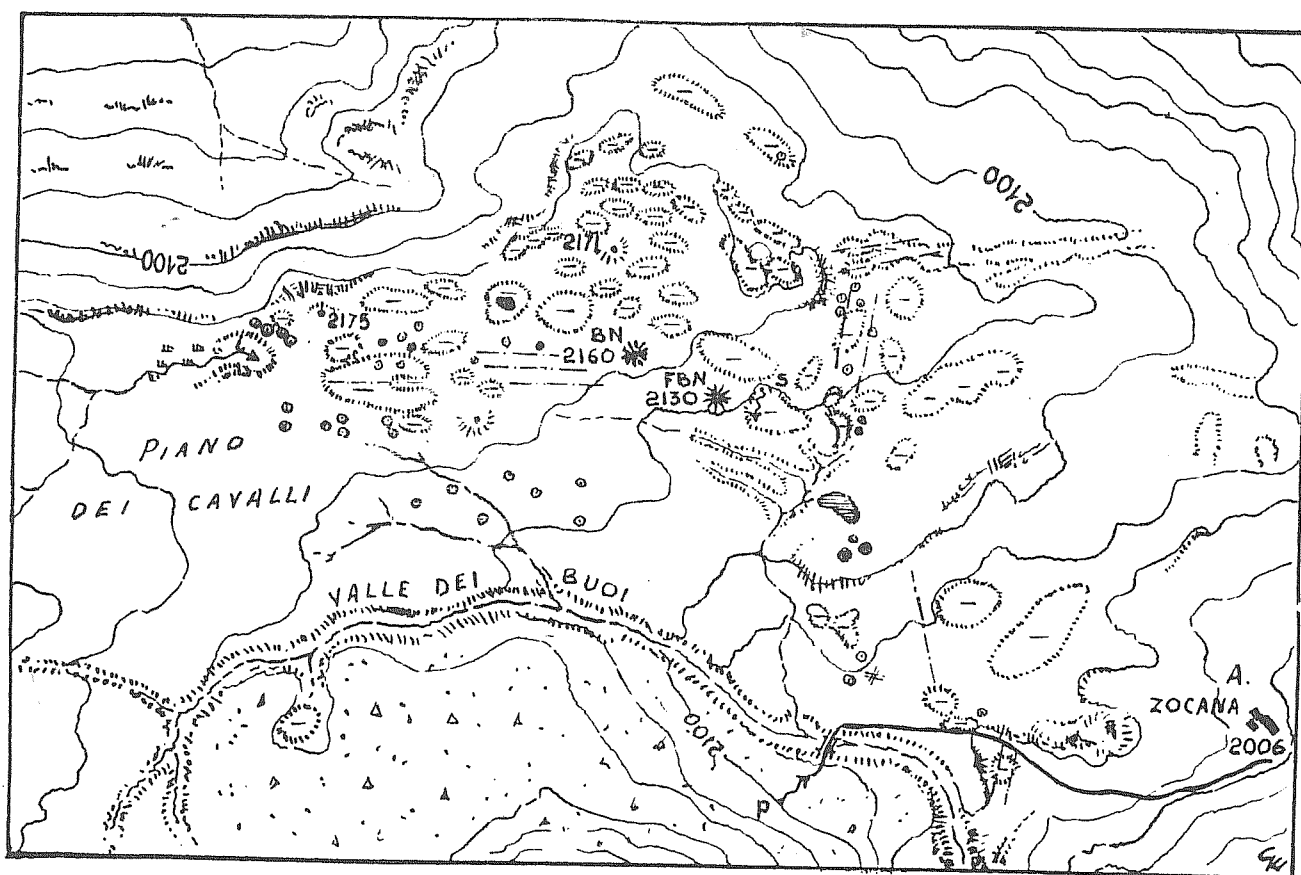


Fig.5: Forme carsiche superficiali del Piano dei Cavalli (scala 1:15.000). Le doline sono indicate a tratti, gli in_{gh}iottitoi con un circoletto; quelli allagati sono riempi_{ti} con tratteggio orizzontale.

BN= Buco del Nido;

FBN= Falso Buco del Nido.

(da Cappa e De Michele, 1963).

tologica e l'intensa fratturazione che non favorisce l'individuazione di condotti maggiori e in parte per l'abbondanza di residui insolubili provenienti dalle zone non calcaree che tendono a otturare i condotti. La cavità principale è il Buco del Nido 2184 Lo che presenta uno sviluppo planimetrico di 239 m e un dislivello di 50 m. La cavità che inizia con una dolina di crollo asimmetrica segue praticamente la giacitura degli strati e si sviluppa dapprima in calcari poi in una alternanza di calcari e lenti di scisti e quindi direttamente al contatto con gli scisti molto milonitizzati.

2) FENOMENI CARSICI DELLA VALTELLINA

In tutta la Valtellina sono diffusi, a quote differenti, vari affioramenti di calcari, calcari metamorfici, dolomie e gessi, appartenenti alle falde penniniche e austroalpine.

2.1) Valmalenco

In Valmalenco tali affioramenti sono molto diffusi (Pizzo Scalino, Lanzada, Passo del Muretto e alla base del Bernina ma uno solo è stato studiato, dal punto di vista del carsismo. Si tratta di una lente di marmi a q. 1920, spessa 2-3 m, intercalata in parascisti (formazione del M. Senevedo) entro cui si apre una grotta: la "Tana del Pirùla" (3011 Lo), che presenta uno sviluppo di 62,5 m (Bini, De Michele, Pezzoli, 1971).

La prima parte si sviluppa completamente nei marmi, con sezione a condotta forzata perfettamente circolare che poi si allunga su frattura; la seconda parte è al contatto con gli scisti (volta in scisti, pareti e pavimento in calcare metamorfico con sezione a condotta evoluta gravitazionalmente). Sono interessanti i fenomeni di 'latte di monte' e le vermicolazioni argillose costituite in gran parte da minerali provenienti dagli scisti.

Per quanto riguarda gli altri affioramenti si ha solo notizia di una grotta al M. Arcoglio.

2.2) Alta Valtellina

2.2.1) Carsismo entro i calcari metamorfici della formazione delle Filladi di Bormio

Le lenti di calcari metamorfici inclusi entro la Formazione delle Filladi di Bormio (Sistema Ortles-Quaternals) hanno dato luogo, in numerosi casi, a fenomeni carsici.

Nella Val Sobretta è ubicato un affioramento di marmi di poche decine di metri di potenza, disposto a franapoggio e quindi di notevole estensione.

Il torrente che percorre la valle vi ha scavato una stupenda forra costellata di marmette e di fenomeni di erosione che ben evidenziano le variegature dei marmi.

Attualmente il torrente viene totalmente assorbito da un inghiottitoio posto a quota 2400 circa. Durante il periodo di massima piena, conseguente al disgelo delle nevi, parte dell'acqua torna a percorrere il suo antico letto di superficie. Nei pressi é presente una piccola cavità (3045 Lo), ora percorribile solamente per una ventina di metri a causa di crollo, a testimonianza di un inghiottitoio fossile.

Le acque tornano alla luce, probabilmente, ad una risorgente posta a quota 2225 m circa, al contatto tra marmi e filladi. Nelle zone alte della valle, altre lenti di marmo di minore spessore ed estensione ospitano limitati fenomeni carsici. Anche sul versante orientale del M. Sobretta (Val dell'Alpe, piano della Cameraccia) si trovano estesi affioramenti di marmi.

Lo sviluppo di fenomeni carsici superficiali e ipogei non é di notevole entità, ma presenta aspetti molto interessanti. Al piano della Cameraccia vi sono doline di corrosione con diametro variabile da 2 a 4 m, dove il marmo é coperto da suolo, mentre a quota maggiore dove la roccia é scoperta sono presenti doline di crollo e piccoli pozzi ($\varnothing$ compreso tra 1 e 3 metri e profondità massima di 5 metri).

Degni di nota sono anche i fenomeni di microcorrosione superficiale.

In quest'area si trovano pure alcuni crepacci paralleli, profondi poco più di 10 m e intasati da neve e ghiaccio, che si sono formati per rilascio tensionale del versante.

Più in alto, sulla cresta del Sobretta, vi sono altri crepacci paralleli, di poco più profondi. L'azione del carsismo su questi crepacci é molto modesta anche se, col tempo essi hanno acquisito una funzione drenante. Complessivamente le grotte, sia a pozzo che orizzontali, sono una quindicina, parzialmente attive e fossili.

Sottostante al piano della Cameraccia si trova la grotta dell'Edelweiss (3028 Lo) che costituisce probabilmente la risorgente fossile di un antico sistema idrico ipogeo, e ha uno sviluppo di circa quaranta metri, pressochè orizzontali.

Il torrente dell'Alpe, alimentato dal ghiacciaio del Sobretta, giunto sul bancone di marmi, suborizzontale e di potenza variabile e dell'ordine massimo di poche decine di metri, dà luogo a evidenti fenomeni erosivi. Esso, a un certo punto, si inabissa nei marmi generando una stupenda forra, raggiunge le filladi sottostanti e crea l'aspetto più spettacolare del carsismo della val dell'Alpe: la grotta omonima (3027 Lo).

Anticamente, come evidenziato da una notevole forra fossile, il torrente scorreva in superficie.

La grotta dell'Alpe, dopo un primo tratto verticale di una trentina di metri, si sviluppa con una forma orizzontale a erosione gravitativa, scavata parzialmente nelle filladi di letto, per poche centinaia di metri.

A causa della notevole portata estiva del torrente, la grotta é percorribile solamente durante i mesi di magra invernale.

Le diverse colorazioni date dalle alternanze litologiche originarie dei marmi creano particolari estetici di grande effetto. Negli altri affioramenti di marmi dell'alta Valtellina sono noti, per ora, solo una minuscola cavità in val di Rezzalo (3043 Lo) e un crepaccio da rilascio tensionale in località S. Pietro di Bormio.

2.2.2) I gessi della val D'Uzza

La val d'Uzza, che si immette da destra nella Valfurva, attraversa nella sua parte superiore la serie carbonatica del Trias e, nella sua parte inferiore, gli scisti, i paragneiss e le filladi del Cristallino dell'Ortles.

Lungo la Linea dello Zebrù, dislocazione che separa il cristallino dal sedimentario, si trovano intercalazioni di quarziti e di gessi che rappresentano una variazione di facies della Dolomia di Valle Lunga (Carnico).

Si tratta di gesso microcristallino, compatto tranne che al contatto con gli scisti ove appare intensamente fogliettato (Potenza, 1962).

Sui gessi si rinvencono rinnenkarren e vaschette di corrosione, mentre sono assenti le doline a causa dell'elevata pendenza del versante.

Il carsismo profondo è unicamente rappresentato da una grotticella di 8 metri. L'elevata fratturazione e la friabilità del litotipo hanno impedito la formazione di sistemi ipogei accessibili, nonostante sia molto attiva la circolazione idrica.

2.2.3) La Valle di Fraele

L'Adda ha formato nella valle di Fraele un canyon ampio e profondo. Sulla destra idrografica si trova una notevole sorgente carsica denominata "Bocche d'Adda".

L'acqua fuoriesce da una grotta sita su una parete costituita da sottili strati di calcare marnoso raddrizzati ed estremamente tettonizzati, intercalati a banchi di dolomie e dolomie calcaree (Dolomia del Cristallo).

La grotta (3010 Lo) è percorribile solo per un breve tratto, prima di un rilevante sifone e presenta sezioni quasi circolari tipiche di condotti freatici.

Più in alto sulla parete si apre la "Grotta alta di Bocche d'Adda" (3012 Lo) che rappresenta il livello fossile dell'attuale complesso idrico. Essa è posta a quota 1570 m e raggiunge uno sviluppo di circa 420 metri.

Di particolare interesse sono i depositi, nei quali si sono rintracciati ciottoli costituiti da rocce metamorfiche che testimoniano la complessità del sistema carsico e della sua evoluzione. Sempre in quest'area sono state rilevate alcune grotte minori.

Al di sopra della zona di Bocche d'Adda vi è un vasto massiccio carbonatico in cui si trova anche un lago carsico (Lago

delle Scale); è probabile che vi sia un collegamento fra questo lago e la rete idrica di Bocche d'Adda.

Lungo la valle di Fraele, così come in altre località, hanno assunto particolare sviluppo i fenomeni paracarsici in corrispondenza di discontinuità strutturali. Detti fenomeni possono assumere anche una certa importanza.

Le valli che si immettono nella valle di Fraele (Val Cancano, val Forcola, val Trela, val Pettini, valle Alpisella) sono ancora poco conosciute dal punto di vista del carsismo.

Di particolare interesse la valle Alpisella, dove sono ubicate le sorgenti dell'Adda e dove sono stati trovati dei minuscoli inghiottitoi.

Il solco della valle è scavato al contatto tettonico tra il Calcare del M.Motto (Lisa) e la Dolomia di Pra Grata (Trias).

2.2.4) Valle del Braulio e val dei Vitelli

Il solco della valle del Braulio inizia in corrispondenza delle rocce metamorfiche del passo dello Stelcio (m 2733), del M.Scorluzzo e del M. Braulio e continua poi profondamente incassato, nelle formazioni carbonatiche triassiche sin poco sopra Bormio, a circa 1300 m di quota.

Le cime circostanti superano quasi tutte i 3000 metri di quota e più a oriente sfiorano i 4000 m, con l'Ortles e il Gran Zebrù. Nel punto più depresso della valle affiorano nove sorgenti termominerali (Sorgenti dei Bagni di Bormio), con temperature vicine ai 40°C e caratteristiche fisico-chimiche particolari, che sin da tempi remoti sono state impiegate a scopi terapeutici con la costruzione di stabilimenti termali in cui venivano praticate anche cure speleoterapiche.

La regione è attraversata in tutta la sua estensione dal canale di derivazione che adduce le acque del ghiacciaio dei Fori sino alle dighe di Cancano. Durante il suo scavo si sono incontrate cavità di grandi dimensioni.

Di tre di esse si hanno notizie precise; sono situate sotto la valle dei Vitelli e sono state esplorate per un centinaio di metri. Il loro rilievo topografico è riportato su una pubblicazione dell'A.E.M. ("L'impianto di Premadio" - F.Carati, 1952) dove si parla anche di fontanoni che, allo sciogliersi delle nevi, passano da 300 a 3000 l/sec.

Si hanno anche notizie più vaghe di pozzi molto profondi, che non si è riusciti a riempire nemmeno con i detriti di scavo (smarino) delle gallerie per cui il canale di gronda li valica a ponte (Malanchini, 1965), e si narra di operai che hanno rischiato di smarrirsi in labirinti carsici.

La valle dei Vitelli si immette nella valle del Braulio sulla sinistra idrografica (Fig.6).

Il torrente dei Vitelli, al termine della piana fluvio-glaciale antistante la Vedretta del Cristallo che occupa la testata della valle stessa, scava una forra molto stretta e

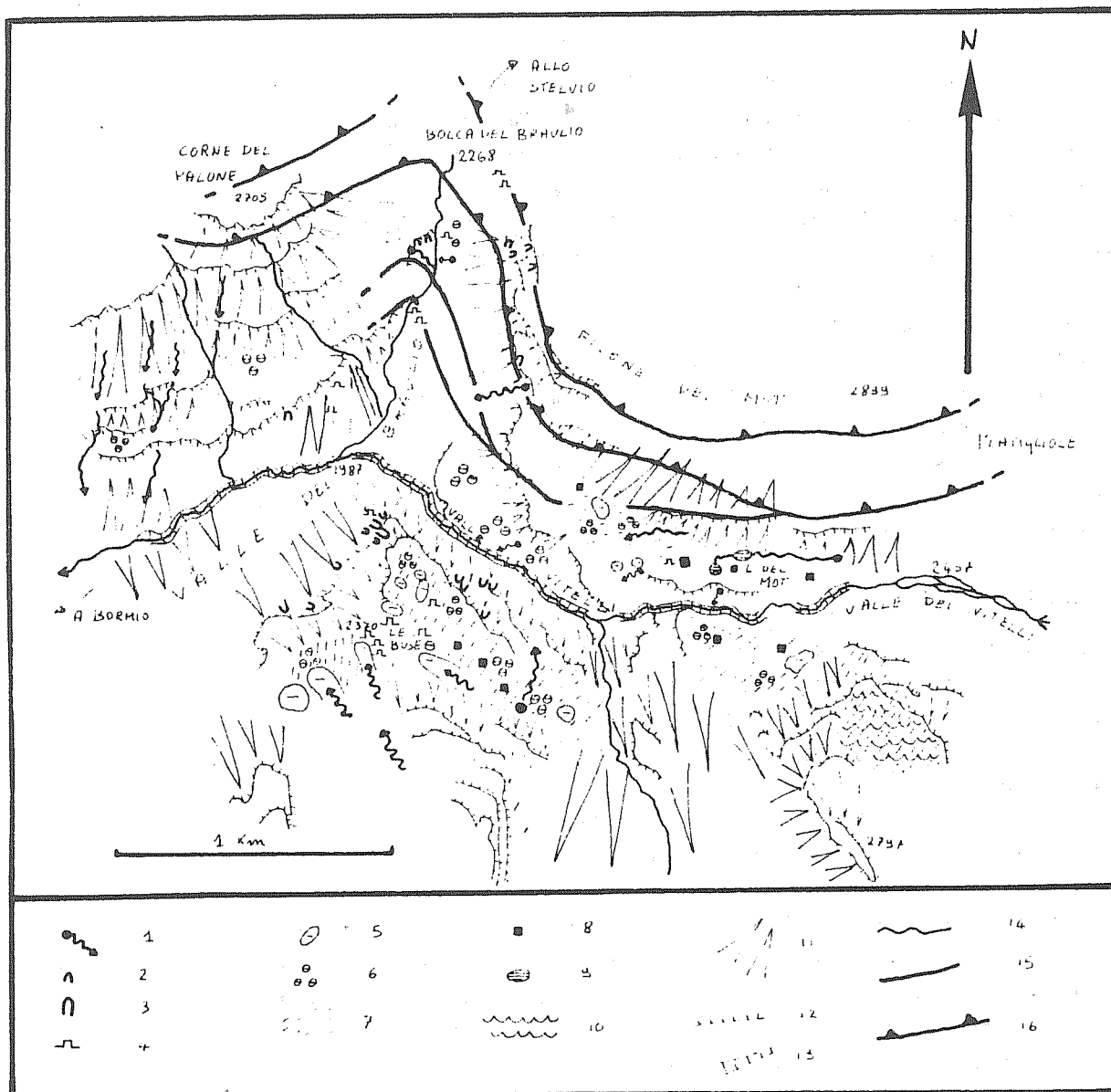


Fig.6: Schizzo geomorfologico della Valle dei Vitelli e media Valle del Braulio (rilievo: Bini, Cavalli).
 1: Sorgente e corso d'acqua temporaneo; 2: riparo o nicchia; 3: grotta orizzontale; 4: cavità artificiale; 5: dolina; 6: gruppo di doline di piccole dimensioni; 7: Karren; 8: dossi; 9: laghi; 10: spianata glaciale; 11: detrito di falda; 12: pareti veticali; 13: forra; 14: corso d'acqua perenne; 15: faglia; 16: sovrascorimento.

profonda ricca di marmitte e ponti naturali e allo sbocco nel torrente Braulio forma una bella cavità ad ansa di meandro. Lungo la valle, in numerose zone, vi sono karren e doline. I fenomeni crioclastici e i fenomeni carsici superficiali si intrecciano tra di loro, come testimonia l'abbondante detrito, fortemente corrosivo, presente in alcune zone. Sul fianco sinistro della valle si trova il piano delle Buse, sul quale vi sono alcune grandi doline e sono ubicati numerosi fortificati e gallerie artificiali a testimonianza delle vicende belliche della prima guerra mondiale. Riguardo al carsismo profondo sono note solo alcune cavità di modesto sviluppo.

2.2.5) Il Piano di Platigliole

Il Piano di Platigliole è una piccola valle sospesa sopra la Val dei Vitelli, su cui domina dall'alto di una parete di circa 150 metri.

L'altitudine, compresa tra i 2700 ed i 2900 m circa, ne fa uno dei pianori carsici più elevati d'Italia e i ghiacciai ne occupavano una gran parte sino a tempi relativamente recenti. Geologicamente è compreso entro la Formazione di Fraele (Retico) e la Formazione della Dolomia del Cristallo (Norico) ed è interessato da un carsismo proglaciale in parte recente e in parte preglaciale (Bini, 1969).

Le acque provenienti dal ghiacciaio di platigliole e dalle pendici metamorfiche del M. Scorluzzo vengono completamente assorbite e la risorgente più probabile sembra essere il Fontanone nella Valle del Braulio, oltre 1000 metri più in basso e a una distanza in linea d'aria di 3-4 km; mancano tuttavia dati sperimentali.

Sono presenti karren e numerose doline e i fenomeni carsici si intrecciano con i fenomeni glaciali e periglaciali: erosioni, spianamenti, valli glaciali, morene e trasporto di materiale morenico anche all'interno di alcune grotte.

L'erosione glaciale ha posto in luce parte dei complessi carsici profondi: resti di forre, un ponte naturale, crostoni stalagmitici e tratti di cunicoli. Si conoscono una ventina di grotte, per la maggior parte di modesto sviluppo. Solo un paio di esse sono di una certa importanza: la prima (3054-3056 Lo) ha uno sviluppo di poche centinaia di metri con una profondità di poche decine di metri; la sezione tipica è quella della forra con una evoluzione da una fase freatica relativamente breve a una fase vadosa con veloce approfondimento. Rilevanza hanno i depositi sia clastici che di ghiaccio vivo di parecchi metri di spessore.

La seconda (3074 Lo) ha uno sviluppo compreso tra i cento e i duecento metri e caratteristiche abbastanza simili.

La ricerca è ostacolata dal breve tempo a disposizione tra il disgelo della neve, che in annate sfavorevoli avviene solo parzialmente, e la comparsa della nuova neve di fine estate.

2.2.6) Piani di Pedenolo e di Pedenoletto

Il Piano di Pedenolo è diviso in un piano inferiore (quota 2300-2500 m) e in uno superiore (quota 2600-2700 m) (Fig.7). Il ripiano inferiore è interessato da un notevole numero di doline di varie dimensioni, allineate in gran parte lungo sistemi di fratture con direzione all'incirca NNW-SSE e NNE-SSW, e da un paio di grotticelle. Le acque del piano scompaiono in più punti di assorbimento impercorribili.

Una delle risorgenti più probabili è la Sorgente di Forcola (3046 Lo), posta in corrispondenza del sovrascorrimento di Pedenolo che dovrebbe costituire un diaframma impermeabile.

A una quota di poco superiore è presente una piccola grotta con abbondante riempimento argilloso-sabbioso e ciottoli costituiti da rocce sia sedimentarie che metamorfiche. Essa rappresenta il livello fossile dell'attuale risorgente. Altre sorgenti sbucano a quote quasi coincidenti verso la valle del Braulio, e lo schema del reticolato idrico ipogeo potrebbe essere più complicato di quanto dicano le apparenze.

Il Piano di Pedenolo è interessato anche da fenomeni periglaciali, come cuscinetti erbosi, solchi paralleli e poligoni. La parte superiore del Piano di Pedenolo è collegata a quella inferiore da una scarpata attraversata da una vallecchia a fondo concavo, probabilmente fossile, che verso l'alto forma una larga forra.

Il piano è interessato principalmente da depressioni glaciocarsiche e nivocarsiche di dimensione estremamente variabili. Le acque vengono drenate verso la maggiore e più bassa di tali depressioni, ove formano un piccolo laghetto a drenaggio sotterraneo.

Il Piano di Pedenoletto è anch'esso interessato da numerose depressioni glaciocarsiche, con abbondante copertura di depositi glaciali costituiti in prevalenza da materiale metamorfico.

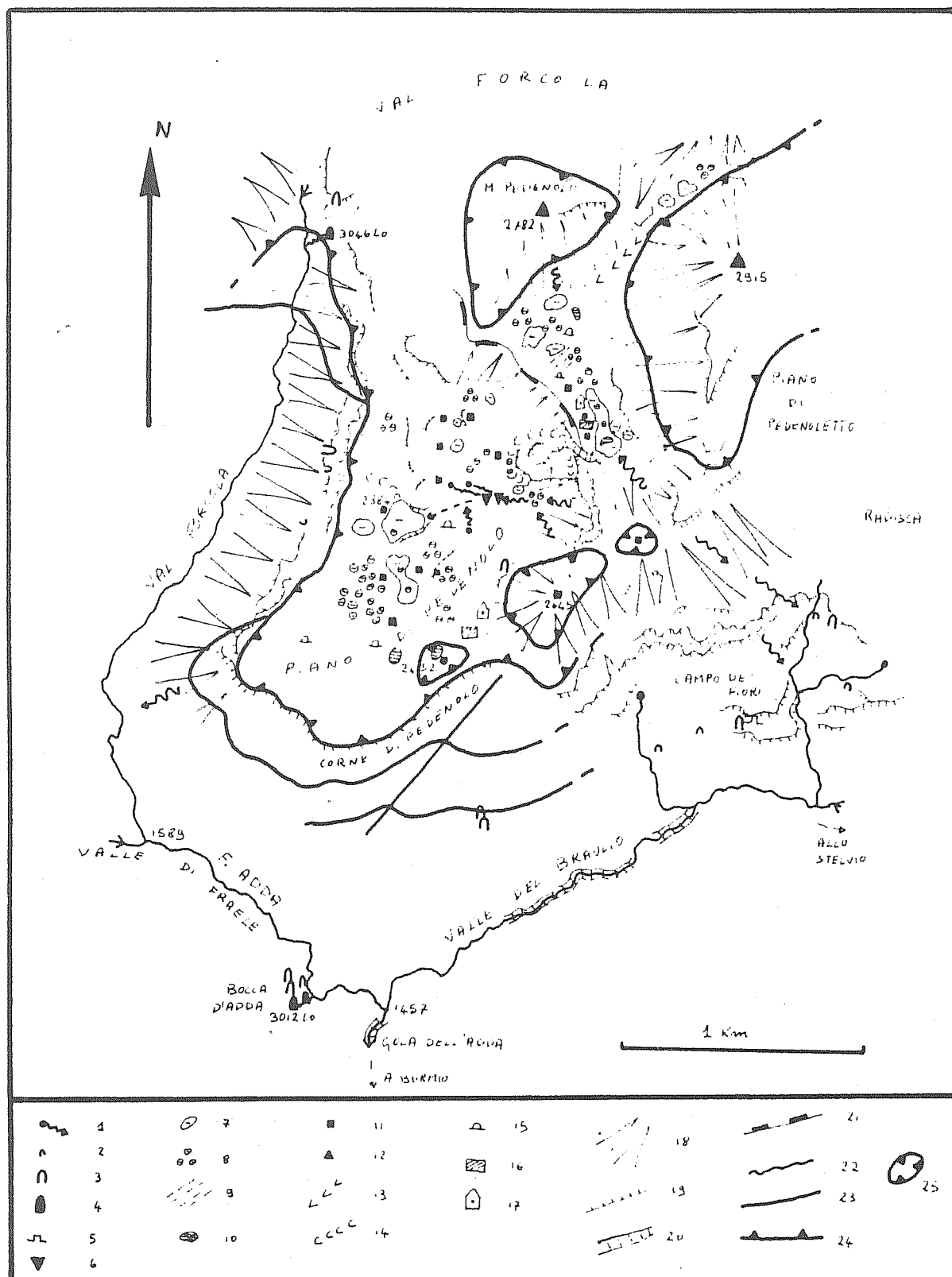
2.2.7) Le Valli di Livigno

Il Livignasco, pur presentando estese aree di affioramento di rocce carbonatiche, è stato poco investigato dal punto di vista carsico e potrebbe riservare per il futuro molte sorprese. In queste zone affiorano sedimenti limitati appartenenti al Sistema dell'Err - Bernina e, molto più estesi, appartenenti al Sistema Ortles-Quaternals.

Al primo sistema appartengono dolomia, calcari e piccole lenti di gesso affioranti nella Val del Monte, dove sono stati notati fenomeni di carsismo superficiale (karren, vaschette di corrosione, ecc.), e nella Val Federia.

Le rocce sedimentarie appartenenti al Sistema Ortles-Quaternals (principalmente dolomie e calcari) formano le numerose valli e montagne di tutta l'area settentrionale Livignasca.

Nonostante ciò è stata catastata una sola cavità (Cappa, 1961;



3020 Lo).

Fenomeni carsici superficiali, rappresentati da karren, sono noti sul M. Crapene (m 2429), sopra Trepalle.

B) FENOMENI CARSICI NELLE ALPI MERIDIONALI

Geologia e caratteristiche generali del carsismo

Le Alpi Meridionali lombarde sono caratterizzate da uno stile tettonico a pieghe e sovrascorrimenti, con orientamento E-W. I sovrascorrimenti, che presentano piani di scorrimento immersi a N, si sono sviluppati in corrispondenza degli orizzonti plastici triassici (Servino, Carniola di Bovegno, Formazione di S. Giovanni Bianco, Argilliti di Riva di Solto) e interessano masse carbonatiche sempre triassiche a comportamento più rigido (Calcere di Angolo, Calcere di Esino, Dolomia Principale ecc.).

Dal punto di vista della geomorfologia e idrogeologia carsica, la presenza di una simile struttura tettonica ha notevoli ripercussioni:

- le cime maggiori delle Prealpi sono costituite da rocce carbonatiche massicce e coincidono, nella maggior parte dei casi, con le culminazioni dei sovrascorrimenti;
- le masse carbonatiche grazie al comportamento rigido sono intensamente fratturate;
- la circolazione delle acque in profondità è pertanto facilitata e la maggior parte delle acque meteoriche viene assorbita in maniera diffusa;
- fenomeni carsici superficiali estesi e fenomeni profondi di un certo interesse si formano solo nelle zone con fratturazione meno intensa;
- la circolazione profonda delle acque si attua quindi soprattutto per fratture ed è divisa in comparti e indirizzata, nelle sue linee generali, dai piani di sovrascorrimento, che normalmente costituiscono dei diaframmi impermeabili.

Le formazioni affioranti nelle aree interessate dal carsismo di alta quota nelle Alpi Meridionali sono esclusivamente triasiche:

- Calcere di Angolo: calcari micritici, biomicritici e microsporitici ben stratificati, talora dolomitici o arenacei: scarsamente carsificabile;
- Calcere di Prezzo: calcari marnosi e marne ben stratificati: poco o nulla carsificabile;
- Formazione di Buchenstein: calcari micritici e selciferi ben stratificati e alternati con tufiti: scarsamente carsificabile;
- Calcere di Esino: dolomie, calcari dolomitici, calcari micritici, biomicritici a stratificazione indistinta o massiccia: fortemente carsificabile;
- Calcere Metallifero Bergamasco: calcari micritici, calcari marnosi e selciferi ben stratificati e contenenti mineralizzazioni: poco o nulla carsificabile;

- Formazione di Breno: calcari oolitici, stromatolitici, ad alghe talora dolomitici alternati spesso a marne: ben carsificabile;
 - Formazione di S.Giovanni Bianco: argilliti, dolomie marnose, marne, caniole e gessi: non carsificabile, costituisce uno dei livelli impermeabili e plastici in corrispondenza dei quali si sono impostati i sovrascorrimenti;
 - Dolomia Principale: dolomie cristalline a stratificazione indistinta o massiccia: da molto a poco carsificabile; la carsificabilità è molto variabile a seconda della litologia. Le zone a scarsa carsificabilità sono contraddistinte da un paesaggio ruiniforme con pitons isolati e coperti da alveoli di corrosione.
 - Calcare di Zorzino: calcari micritici, fetidi, localmente alternati a marne: poco o nulla carsificabile;
 - Argilliti di Riva di Solto: argilliti marnose alternate a sottili livelli di calcari micritici: non carsificabile; costituiscono uno dei livelli impermeabili e plastici in corrispondenza dei quali si sono impostati i sovrascorrimenti.
- Benché le formazioni carsificabili siano numericamente subordinate rispetto a quelle poco carsificabili o non carsificabili, presentano spessori molto maggiori (il Calcare di Esino, il Calcare di Prezzo e la Dolomia Principale rappresentano il 40 + 50% dello spessore totale della serie stratigrafica triassica) e affiorano su aree molto vaste, consentendo un notevole sviluppo del carsismo.

Dal punto di vista strettamente geomorfologico, il carsismo di alta montagna nelle Alpi Meridionali lombarde è in gran parte ereditato, ma la ricerca di sicure testimonianze è ancora in corso per cui non è possibile trarre conclusioni generali. Zona per zona verranno indicate le prove di eventi preglaciali e di eventi anteriori almeno all'ultimo massimo glaciale.

Si tenga solo presente che la maggior parte dei complessi carsici delle Prealpi non è in equilibrio con la situazione topografica e climatica attuale in quanto a dimensioni, morfologia e riempimenti.

Il carsismo ha necessariamente cominciato ad evolversi contemporaneamente all'orogenesi e in seguito l'evoluzione è stata continua.

L'età iniziale del carsismo è perciò molto antica e difficilmente definibile. Le prime evidenze sicure per le Alpi Meridionali risalgono al Pliocene Medio (Sauro 1982) ma si riferiscono a fasi già successive a quella iniziale.

Quasi tutte le zone carsiche di alta montagna delle Alpi Meridionali sono state interessate durante il Quaternario da ghiacciai locali che hanno avuto una notevole influenza sul carsismo e in particolare:

- hanno cancellato gran parte delle forme minori di carsismo superficiale (karren e piccole doline);
- hanno esagerato le forme maggiori dando luogo a depressioni glaciocarsiche;

- hanno sezionato parte dei sistemi carsici portandone in su perficie le parti profonde;
- hanno riempito parte delle cavità con ghiaccio la cui azio ne si è sovrapposta a quella carsica;
- hanno riempito alcune cavità e depressioni superficiali con depositi glaciali, impermeabilizzandole parzialmente;
- hanno influito, come si è già detto, sulla circolazione idri ca profonda.

In ultima analisi i ghiacciai locali hanno esplicato una du plice azione sia di oblitterazione e asportazione di forme, sia di ampliamento ed esasperazione delle forme precedenti; in ogni caso, dopo ogni massimo glaciale, hanno riattivato il carsismo che attualmente si presenta pertanto polifasico. Dal punto di vista climatico mancano dati diretti sulle zo ne carsiche di alta montagna per cui ci si può riferire so lo a stazioni meteorologiche prossime per posizione geogra fica e altitudine.

In particolare per la zona centrale delle Alpi Meridionali i dati delle stazioni a quota maggiore sono:

Lago Fregaborgia (bacino del Brembo), quota 1935 m s.l.m.:
temperatura media annua: 3.9° C con 4 mesi sottozero,
precipitazioni totali: 1927 mm annui (1955-1971)

Pian delle Casere (bacino del Brembo), quota 1832 m s.l.m.:
precipitazioni totali: 1748 mm annui (1952-1971)

Val Morta (bacino del Serio), quota 1780 m s.l.m.: precipi-
tazioni totali: 1695 mm annui (1952-1971) con 41 giorni
di neve e 191 giorni di pioggia.

Estrapolando per quote maggiori si può ragionevolmente suppor re che le precipitazioni totali superino i 2000 mm annui nel le zone carsiche più alte e che la temperatura media annua scenda a valori di $1 + 2^{\circ} \text{C}$.

In conclusione le zone carsiche di alta montagna delle Alpi Meridionali sono ben caratterizzate e differenti dalle altre zone carsiche sia per i caratteri litologici e strutturali che per i caratteri geomorfologici e climatici.

3.1) BOBBIO E ARTAVAGGIO

I piani di Bobbio e Artavaggio sono due altopiani carsificati che si sviluppano a quote variabili tra i 1700 e i 2000 m, in zona di spartiacque tra la Valsassina e la Val Brembana. Il Piano di Bobbio (Fig.8) è un altopiano essenzialmente strutturale con modellamento glaciale e carsico; è costituito in gran parte da Dolomia Principale che dà luogo alle maggio ri cime (Zuccone Campelli 2161 m) e da Calcare di Esino che forma la cima dello Zucco Orscellera. L'area è limitata a Nord dalla "Faglia di Valtorta". Gran parte della superficie del ripiano è ricoperta da materiale detritico (falde e coni di detrito, frane di crollo ecc....) e da depositi glaciali pro dotti da piccoli ghiacciai locali (Valle dei Mugoffi e Valle

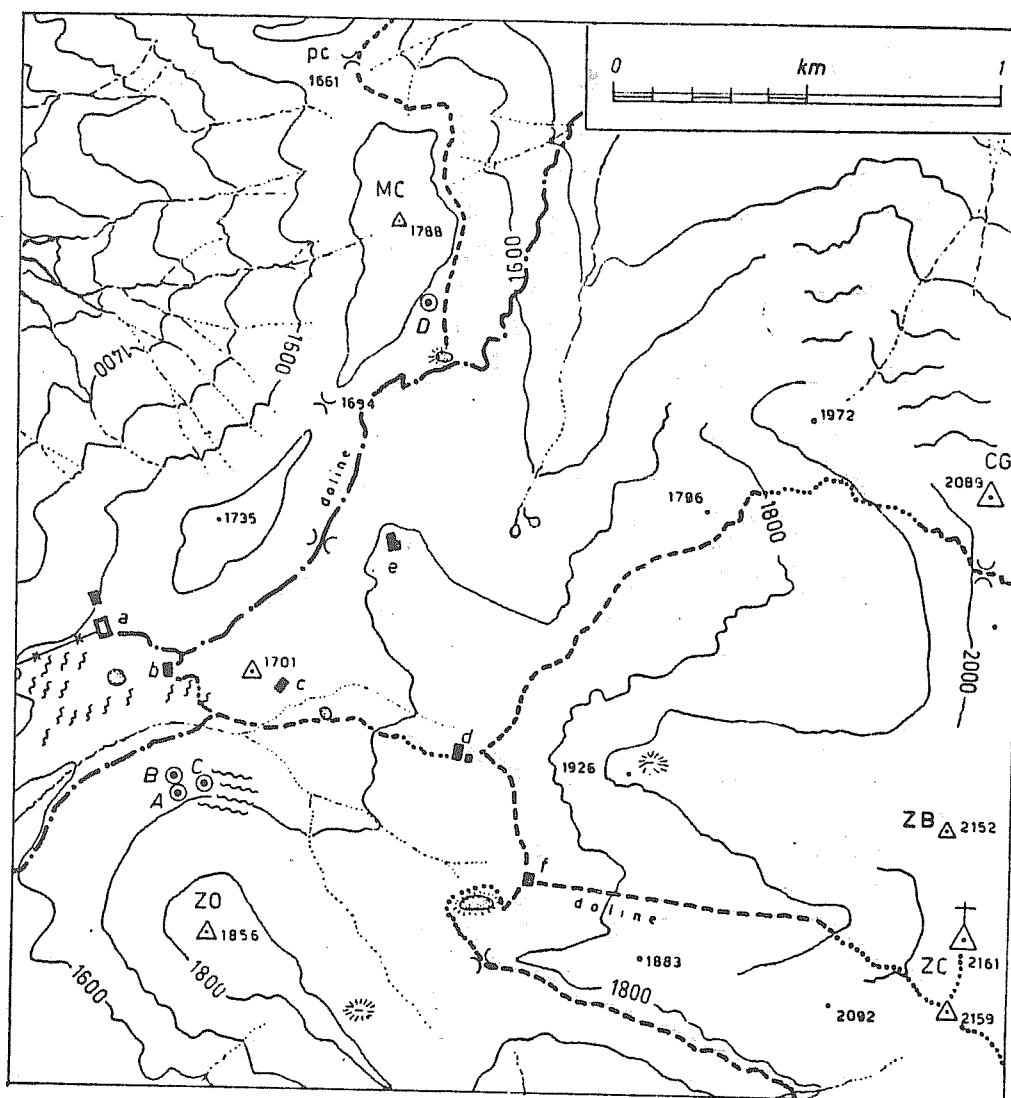


Fig.8: Carta schematica dei Piani di Bobbio (da Cappa, 1972)

MC=Monte Chiavello	a=arrivo cabinovia da Bàrzio
CG=Corna Grande	b=rifugio Ratti
ZB=Zucco Barbesino	c=rifugio Sora
ZC=Zuccone dei Campelli	d=Baita di Fuori
ZO=Zucco Orscellera	e=Baita di Dentro
pc=Passo di Cedrino	f=rifugio Lecco

A=3499 Lo - Pozzo superiore dello Zucco Orscellera

B=3498 Lo - Pozzo inferiore dello Zucco Orscellera

C=3497 Lo - Pozzo trigemellare

D=1382 Lo - Pozzo a Sud del Monte Chiavello

doline=zona con numerose doline di piccole dimensioni

le linee ondulate indicano le principali zone a karren.

dei Camosci).

I Piani di Artavaggio (Fig.9) costituiscono un'area posta a S e SE dello Zuccone Campelli divisibile in 3 ripiani:

- Piano di Artavaggio propriamente detto (Casera di Artavaggio) (1600 + 1700 m s.l.m.) costituito da Argilliti di Riva di Solto poggianti su Dolomia Principale.
- Piano del Rif. Cazzaniga (1870 + 1900 m s.l.m.) costituito da Dolomia Principale e Calcare di Zorzino (le argilliti sono limitate alla parte orientale).
- Piano dei Campelli (Casera Campelli) (1770 + 1800 m s.l.m.) costituito interamente da Dolomia Principale.

Il grande affioramento di Dolomia Principale, che forma tutte le cime e gran parte dei piani, è interessato da grosse fratture e faglie che lo scompongono in blocchi più o meno isolati.

Carsismo

In entrambi gli altopiani è diffuso un discreto carsismo superficiale, e ai Piani di Artavaggio è presente un carsismo profondo degno di nota.

Al piano di Bobbio, come accennato, la morfologia carsica è mascherata parzialmente da coltri di depositi superficiali. In realtà tutto il ripiano forma una conca chiusa praticamente priva di deflusso delle acque verso l'esterno, interpretata da Nangeroni (1970) come un polje limitato da faglie e coperto da depositi recenti.

Su questi depositi sono visibili depressioni circolari doliniformi assimilabili in parte a doline di subsidenza in parte a conche formate dalla fusione di ghiaccio all'interno del detrito.

Nelle zone scoperte si osservano doline essenzialmente di corrosione (una di queste è posta esattamente su una cresta e l'erosione esterna comincia ormai a smantellarla; carsismo preglaciale?), alcuni inghiottitoi attivi e in rapida evoluzione e karren (rinnenkarren, wandkarren, kluftkarren, crepacci a trincea e fori di dissoluzione).

Dal punto di vista speleologico vi sono alcuni pozzi di profondità molto modesta. Ben più interessante è invece la Lacca della Bobbia (3496 Lo), probabile risorgenza dei Piani di Bobbio (e forse anche di quelli di Artavaggio); si tratta di una cavità orizzontale nota da sempre per i primi 5 m (sifone) che è stata esplorata per 100 + 120 m sino a un ulteriore sifone, in occasione di una forte siccità.

Ai Piani di Artavaggio le doline sono concentrate essenzialmente al Piano dei Campelli; sono principalmente doline di crollo, alcune delle quali anche di formazione recente (1966), e inghiottitoi attivi.

Al Piano di Artavaggio vero e proprio nonostante la presenza

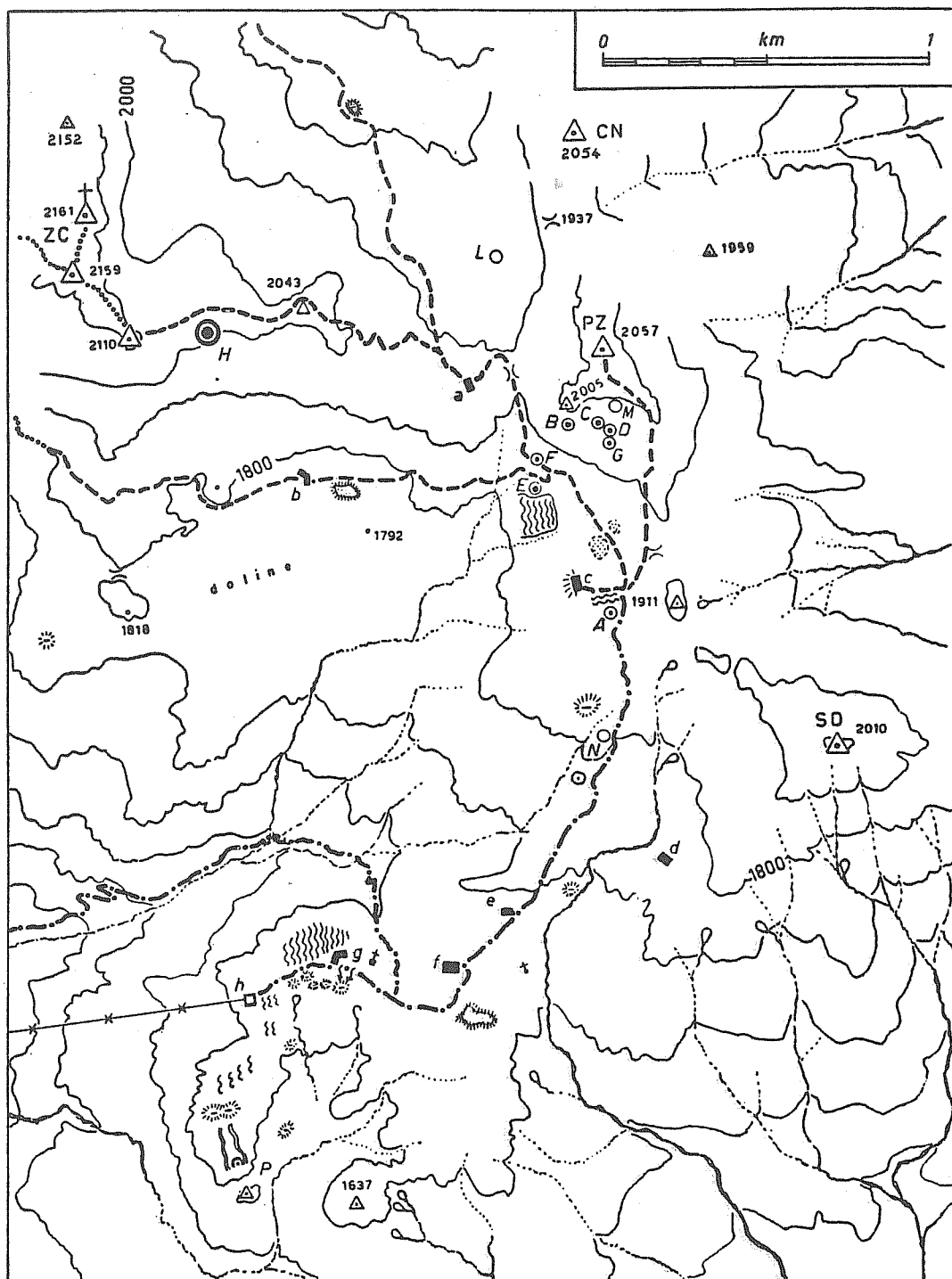


Fig 9: Carta schematica dei Piani di Artavaggio (da Cappa, 1972)

ZC=Zuccone dei Campelli

CN=La Cornetta

PZ=Cima di Piazza

SD=Monte Sodadura

L =bocca soffiante

N =fessura impenetrabile

M =bocca soffiante

P =grande frattura profonda 20m

a=baita Bocca

b=casera Campelli

c=rifugio Cazzaniga

d=baita Mòggio

e=il Baitello

f=rifugio Nuovo Casari

g=rifugio Castelli

h=arrivo funivia da Mòggio

A =3494 Lo-Pozzetto sotto il rifugio Cazzaniga

B =3493 Lo-Grotticella sotto q.2005

C =3492 Lo-Pozzo di 35m sotto la Cima di Piazza

D =3491 Lo-Pozzetto di 10m sotto la Cima di Piazza

E =3490 Lo-Pozzo sul margine Nord del banco carsificato presso il rifugio Cazzaniga

F =3489 Lo-Pozzo sul sentiero per la Baita Bocca

G =3488 Lo-Pozzo di 18m sotto la Cima di Piazza

H =3487 Lo-Abisso dei Campelli "Gianni Piatti"

doline = zona con numerose doline di piccole dimensioni

delle argilliti che rendono impermeabile il ripiano sono presenti doline-inghiottitoio di subsidenza (la Dolomia Principale è a scarsa profondità), doline asimmetriche al contatto tra le due formazioni, valloncelli secchi e piccole risorgive legate alla presenza di inghiottitoi a monte.

I karren sono meno diffusi che ai Piani di Bobbio, mentre sono particolarmente vistosi i kluftkarrene i crepacci: al piano di Artavaggio p.d. vi sono grandi crepacci profondi sino a 20 m, lunghi 30 ÷ 50 m e larghi 1 ÷ 4 m. Altri crepacci sono presenti intorno al rif. Cazzaniga e alla Baita Bocca.

Sempre al piano di Artavaggio p.d. è presente un rilievo uniforme in zona a vegetazione arbustiva, tipico della Dolomia Principale nelle Prealpi.

Si tenga presente che, a prescindere da alcune forme superficiali probabilmente preglaciali, tutte le forme carsiche sono postglaciali e si sovrappongono in vario modo alla morfologia glaciale dominante.

Il carsismo profondo in questo settore è più significativo che ai Piani di Bobbio: vi sono numerose cavità con andamento verticale profonde 100 ÷ 150 m e l'Abisso dei Campelli (3487 Lo) profondo 483 m.

Si tratta di cavità impostate su grosse fratture con morfologie carsiche poco marcate, generalmente molto strette e con abbondante materiale detritico. Caratteristico a questo proposito è l'A. dei Campelli, perfettamente verticale su frattura sino a - 300 m, dove interseca un'altra faglia che ne condiziona la morfologia fino al fondo. Interessante, per la quota a cui si apre (circa 2000m), è anche una piccola cavità suborizzontale ricca di concrezioni (eccentriche e coralloidi) probabilmente aragonitiche.

Entrambi i piani sono stati sufficientemente esplorati da un punto di vista speleologico e sono stati eseguiti due parziali studi geomorfologici (Cappa, 1972 e Nangeroni, 1970); nonostante ciò molto resta ancora da fare soprattutto riguardo alla circolazione delle acque in profondità e alle relazioni tra i Piani e la Lacca della Bobbia.

3.3) Il Gruppo delle Grigne

Il Gruppo delle Grigne è situato ad Est del Lago di Como ed è completamente isolato dai rilievi circostanti dalla Valsassina. E' costituito da tre scaglie tettoniche accavallate una sull'altra da Nord verso Sud: Scaglia della Grigna Settentrionale, Scaglia della Grigna Meridionale e Scaglia del Coltignone (Fig.10).

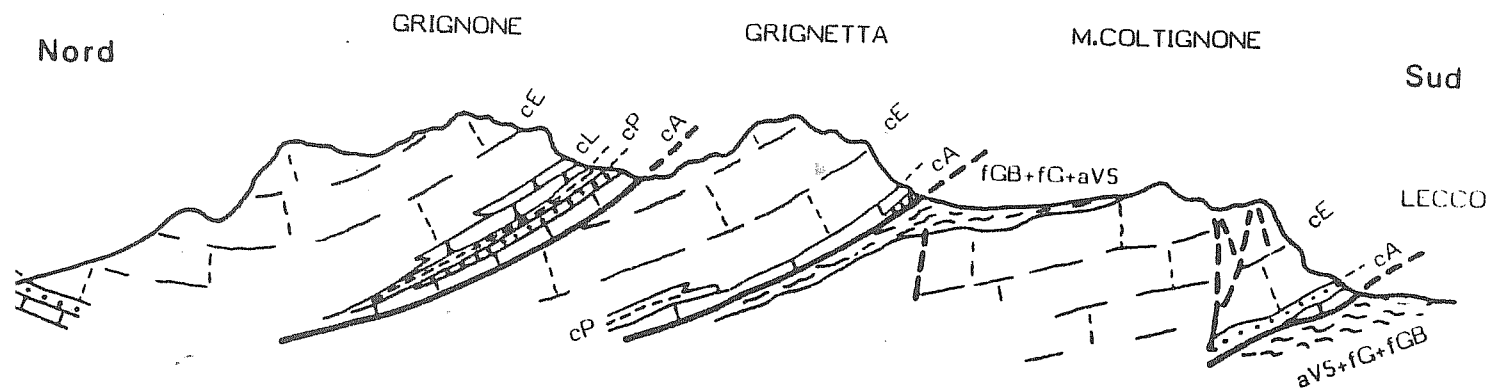


Fig.10: Sezione geologica schematica del Gruppo delle Grigne; cA=Calcare di Angolo (Anisico); cP=Calcare di Prezzo (Anisico); cL=Calcare di Livinallongo (Ladinico); cE=Calcare di Esino e Calcare Metallifero (Ladinico e Carnico inf.); aVS=Arenarie di Val Sabbia (Carnico); fG=Formazione di Gorno (Carnico); fGB=Formazione di S. Giovanni Bianco (Carnico sup.). (da Casati e Bini, 1982).

Dal punto di vista litologico è costituito da formazioni di età compresa tra il Permiano e il Retico (Fig.11). Ai fini della presente nota interessano essenzialmente:

- Calcare di Angolo: in genere poco carsificabile (sono però note cavità in alta Valle dei Grassi Lunghi verso lo Scudo);
- Calcare di Prezzo: scarsamente carsificabile;
- Calcare di Buchenstein: poco o nulla carsificabile (una cavità nota nella stessa località già citata);
- Calcare di Esino: costituisce la maggior parte del Gruppo e delle zone di alta quota ed è fortemente carsificabile.

Tutte le principali aree soggette a carsismo di alta montagna si trovano in corrispondenza del Calcare di Esino e sono:

- Circo di Moncodeno (Grigna Settentrionale);
- Circo di Releccio (Grigna Settentrionale);
- Circo di Campione (Grigna Meridionale);
- Grigna Meridionale

A) Circo di Moncodeno

Si tratta di un ampio anfiteatro glacio-strutturale, compreso tra i 1700 e i 2400 m di quota e allungato su una sinclinale ad asse orientato N 130°E. Dal punto di vista del carsismo può essere nettamente diviso in due parti: una inferiore caratterizzata da carso coperto in una zona minutamente fratturata e una superiore caratterizzata da carso scoperto con roccia più compatta.

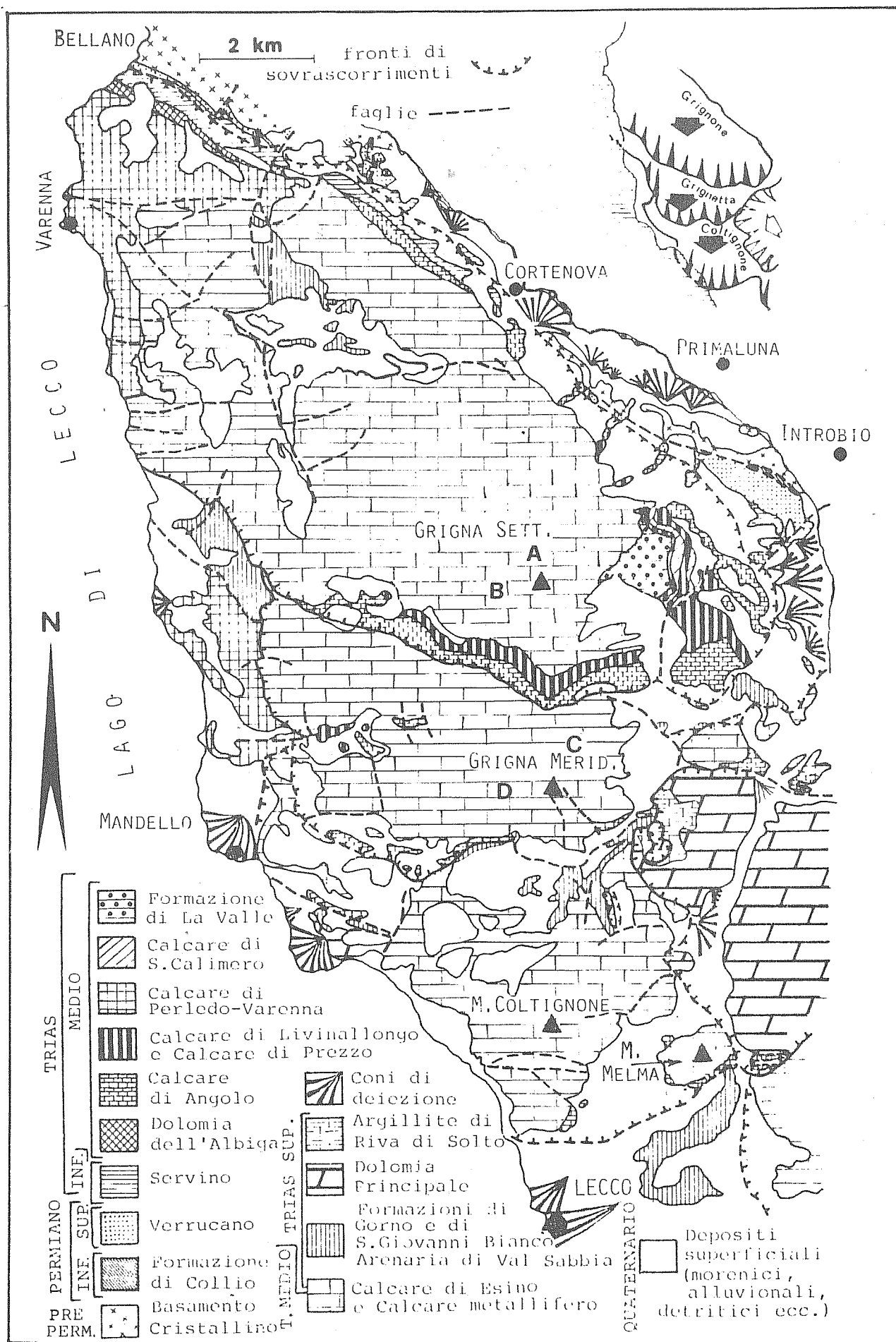


Fig.11: Schizzo geologico schematico del Gruppo delle Grigne (da Francani semplificato). In alto a destra sono indicati le sovrapposizioni e i sensi di movimento relativo delle varie unità tettoniche maggiori che costituiscono la struttura delle Grigne e cioè le unità: del Grignone, della Grignetta, del M. Coltignone e, a destra, l'unità del Due Mani. (da Casati e Bini, 1982). A=Circo di Moncodeno; B=Circo di Releccio; C=Circo di Campione; D=zona del Rifugio Rosalba.

La parte inferiore è costituita da vari dossi rocciosi separati da larghe selle, in mezzo ai quali si trovano ampie depressioni glaciocarsiche (Le Foppe).

Questa disposizione dipende strettamente dalla fratturazione, più intensa in corrispondenza delle selle e delle depressioni. Il fondo delle depressioni è costellato di doline di corrosione impermeabilizzate da residui di decalcificazione e più raramente, da doline di crollo. I karren sono presenti solo sui dossi in roccia più compatta e sono costituiti principalmente da klufthkarren e da wandkarren. Il carsismo profondo è poco sviluppato a causa dell'intensa fratturazione e tutte le cavità sono occluse da accumuli di detriti.

La zona superiore invece è caratterizzata da carso scoperto con doline, pozzi, superfici a karren e, dove la topografia lo consente, accumuli di detriti. Sono presenti principalmente doline di crollo, doline asimmetriche di pendio e più rare doline di corrosione che spesso evolvono in doline di crollo per erosione inversa.

Sono inoltre presenti "doline di approfondimento" (Bini, Cappa, Pellegrini, 1977) che derivano da allargamento per corrosione e azione crioclastica di karren profondi, formati lungo particolari famiglie di fratture. Contemporaneamente all'allargamento delle pareti, si ha rapido approfondimento del fondo che può portare all'intercettamento di cavità preesistenti o alla formazione di pozzi da erosione inversa.

Dove la fratturazione è più fitta si formano uvala con fondo coperto di detriti e crivellato di doline. Spesso in corrispondenza della uvala si trovano, nel carso profondo, ampi saloni di crollo.

Sono molto frequenti i bogaz impostati su fratture maggiori e beanti; spesso intercettano cavità preesistenti o favoriscono il formarsi di pozzi da erosione inversa. Alcuni bogaz, indipendenti da grosse fratture, sono dovuti a sprofondamento della volta di cavità suborizzontali e presentano spesso un andamento a meandri. I karren sono abbastanza diffusi e in diretta relazione con la litologia, estremamente variabile, del Calcare di Esino; si osservano principalmente rinnenkarren, manderkarren, wandkarren, klufthkarren, fori di dissoluzione e kamenitze.

Il carsismo profondo è molto sviluppato e può essere distinto in due classi:

- 1) Carsismo attuale e subattuale, rappresentato da piccoli pozzi circolari o ellittici, poco profondi. Le pareti sono solitamente verticali e presentano segni di erosione crioclastica. Tali forme talora interagiscono con il carsismo più antico generando forme complesse.
- 2) Carsismo antico e spesso fossile, più sviluppato e complesso, con cavità costituite da uno o più piani suborizzontali separati da pozzi. Le forme presenti sono: condotte forzate,

forre rettilinee e forre a meandro; queste ultime sono molto frequenti e profonde e quasi sempre presentano sulla volta un canale singenetico, resto della primitiva condotta.

Le gallerie di interstrato sono molto rare essendo il Calcare di Esino poco o nulla stratificato, mentre sono più diffuse le gallerie cosiddette tettoniche che, in molti casi, rappresentano semplicemente la evoluzione delle forre per crioclastismo.

Sono presenti pozzi di due tipi morfologici: da cascata e da erosione inversa. I primi predominano nettamente specie in profondità, ma non sono rari esempi di tali pozzi affioranti direttamente all'esterno a causa dell'erosione glaciale. In parete sovente sono presenti forre e meandri affluenti, testimoni di una circolazione carsica un tempo molto più complessa dell'attuale. I pozzi di secondo tipo rappresentano la fase attuale di evoluzione del complesso e si formano solo in zone prossime alla superficie per azione combinata della corrosione e del crioclastismo (agente sino ad una profondità di 100 + 150 m) che è stata denominata "crioerosione inversa" (Bini, Cappa e Pellegrini, 1977).

In conclusione si può ragionevolmente ritenere che già in epoca preglaciale il carsismo del Moncodeno fosse ben sviluppato. L'azione dei ghiacciai è stata di asportare parte dei complessi e di favorire l'evoluzione ad opera del crioclastismo.

Quasi tutte le cavità del Moncodeno contengono depositi di ghiaccio e neve, divisibili in 3 tipi fondamentali:

- 1) depositi stagionali;
- 2) ghiaccio da rigelo;
- 3) ghiaccio fossile.

Tutti i depositi sono assenti nelle cavità costituenti la bocca calda di sistemi con circolazione d'aria a tubo di vento (tranne in inverno in diretta vicinanza della bocca quando è presente "ghiaccio dinamico" da congelamento di vapore acqueo).

1) I depositi stagionali sono in diretta relazione con la forma, la grandezza e l'orientazione dell'ingresso, oltre che dalla quantità di neve caduta e dalle possibilità di raccogliere neve di valanga. Lo spessore di questi depositi è molto variabile: a seconda delle annate ci possono essere oscillazioni anche superiori ai 10 metri; inoltre si ha una variazione stagionale con massimo spessore in primavera e minimo in autunno-inizio inverno. La fusione alla base dei depositi è estremamente lenta (massimo 2-3 metri all'anno).

La parte perenne di tali depositi è costituita da ghiaccio stratificato con potenza talora di varie decine di metri (ad es. in 1607 Lo oltre 30 m di ghiaccio stratificato). La fusione dei depositi è dovuta in parte all'insolazione (da 1 al 10%), alla pioggia e acqua di ruscellamento (da 1 al 10%) e alla conduzione della roccia (meno dell'1%), ma soprattutto dalle correnti d'aria (dal 20 al 100%) secondo lo schema di Fig.12.

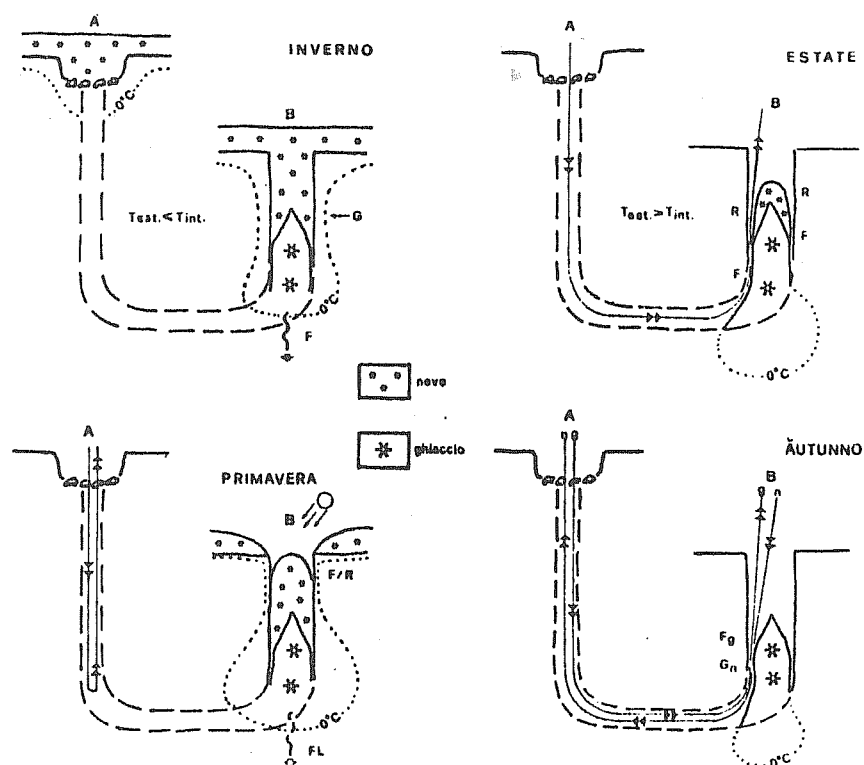


Fig.12: Schema della circolazione d'aria sotterranea nelle cavità del Moncodeno (da Bini, Cappa, Pellegrini, 1977):

A=ingresso superiore (bocca calda)

B=ingresso inferiore (bocca fredda)

G=gelo; Gn=rigelo notturno; F=fusione; FL=fusione limitata

Fg= fusione diurna; g=giorno; n=notte.

Inverno: entrambe le bocche sono coperte di neve; la circolazione aerea sotterranea è nulla; attiva la fusione alla base del deposito di ghiaccio, per effetto dell'onda termica estiva che raggiunge il fondo con uno sfasamento di molti mesi. Temperatura esterna inferiore a quella interna (sotterranea).

Primavera: la bocca calda è completamente libera, quella fredda solo in parte. Si innesca una limitata circolazione d'aria a sacco in corrispondenza della bocca calda. Inizia lo scioglimento del deposito nivale intorno e dentro la bocca fredda: fusione e ruscellamento parietale; invece in profondità il disgelo rallenta, per l'approssimarsi dell'onda fredda di conduzione attraverso la roccia.

Estate: Si innesta la circolazione a tubo di vento, appena il disgelo distacca il deposito nivale-glaciale dalla parete; cessa invece la fusione del ghiaccio alla base del deposito, per effetto dell'arrivo dell'onda fredda invernale. Temperatura esterna superiore a quella interna.

Autunno: Prosegue la circolazione a tubo di vento, ma la direzione della corrente si inverte di giorno (temperatura esterna più elevata di quella interna) e di notte (temperatura esterna inferiore). Ciò comporta una prosecuzione del disgelo solo di giorno, con rigelo notturno, anche a notevoli profondità. La fusione alla base del deposito è ancora arrestata.

2) Il ghiaccio da rigelo di acque correnti o stillicidio é diffuso un pò in tutte le cavità sino a una profondità oscillante tra i 100 e i 150 m, che rappresenta il limite di azione del crioclastismo.

3) I depositi fossili sono situati in posizioni tali da non essere in diretta relazione con l'ingresso o con le condizioni meteorologiche attuali. Si tratta di ghiaccio trasparente, a grosse celle, stratificato con giunti di polvere tra uno strato e l'altro che può raggiungere uno spessore di alcune decine di metri.

Dal punto di vista speleologico le cavità più importanti sono la 1650 Lo profonda 192 m, la 1600 Lo profonda 126 m e l'Abisso dei Marrons Glacés (1809 Lo) profondo oltre 500 m. Circa le risorgenti delle acque del Moncodeno le ipotesi sono due:

- Fiumelatte sul lago di Como (q.325 m)
- Sorgente Acquabona in Valsassina (q.500 m)

Non essendo stato sinora possibile eseguire colorazioni, gli argomenti a favore dell'una o dell'altra sono altrettanto validi, tralaltro non é neanche escluso che esista una diffluenza sotterranea per cui il Circo di Moncodeno potrebbe alimentare entrambe le sorgenti.

B) Circo di Releccio

Poco esplorato dagli speleologi, sinora occupati nel vicino Moncodeno, é effettivamente più povero di cavità, ha un'estensione minore e soprattutto una pendenza media del terreno superiore. Le cavità conosciute sono di modesto interesse, ma i versanti in parete del circo stesso potrebbero riservare delle sorprese interessanti. L'unica cavità importante é l'Abisso di Valcassina (1569 Lo) costituito da un unico pozzo di 152 m che si allarga alla base in un ambiente molto vasto e che "chiude" con un deposito di neve.

C) Circo di Campione

Si tratta di una delle zone a carsismo superficiale più interessanti dopo il Moncodeno, con doline anche di notevoli dimensioni e karren.

D) Grigna Meridionale

La Grigna Meridionale é caratterizzata da un paesaggio del tutto differente dalle zone precedenti in quanto é priva di aree pianeggianti ed é formata da versanti e creste costituiti in serie continua da "torri", "pinnacoli" e "campanili" ben noti ai rocciatori lombardi. Tale morfologia risulta dall'azione combinata di corrosione e crioclastismo sul Calcare di Esino estremamente fratturato. Sono però presenti cavità

nelle zone di cresta (Cresta Cermenati e Cresta Segantini), ma tutta l'area andrebbe attentamente rivista sin dalle pendici più basse.

L'area più ricca di grotte (circa una dozzina) si trova al margine occidentale della Cresta Segantini tra il Rifugio Rosalba e lo Zucco Pertusio. La cavità principale è la Cantina della Capanna Rosalba (1550 Lo) (Gruppo Grotte Bresso, 1979), profonda 130 m e che presenta una morfologia prevalentemente tettonica.

3.3) Resegone

Il massiccio del Resegone (Fig.13) è caratterizzato da una serie di sovrascorrimenti di Dolomia Principale che costituiscono numerose scaglie, anche parzialmente sovrapposte, che si incuneano una nell'altra andando da N verso S.

Carsismo

Tutto il massiccio è molto povero di forme carsiche sia superficiali che profonde benché non sia mai stato studiato a fondo da questo punto di vista.

Nella Dolomia Principale (molto silicea in questa zona) la notevole fratturazione e la presenza di una topografia con dislivelli molto marcati sino a pareti verticali di varie centinaia di metri, hanno sfavorito le forme di dissoluzione superficiale e quelle profonde.

Grazie all'intensa fratturazione la circolazione delle acque, in profondità, è rapida con formazione di bacini idrogeologici di ampia estensione, che permeano tutto l'ammasso roccioso al contatto tra la dolomia fessurata e il substrato marnoso-argilloso impermeabile (Beretta, 1980).

3.4) M.Cavallo, Pegherolo e Secco

Il gruppo montuoso (Fig.14) del M.Cavallo (2327 m), M.Pegherolo (2369 m) e del M. Secco (2299 m) è geograficamente ben delimitato dalle incisioni vallive della Valle Brembana coi due rami di Mezzoldo e di Valleve.

Dal punto di vista geologico questo massiccio è costituito in gran parte da Calccare di Esino che poggia sulle unità più antiche affioranti a quote inferiori. La vicinanza della Linea Orobica fa sì che la zona sia interessata da numerose faglie che hanno localmente dislocato e scompaginato la regolare successione stratigrafica delle formazioni triassiche.

Tra le cime del Pegherolo e del Secco affiora un lembo di Calccare metallifero bergamasco delimitato da faglia E-W.

Carsismo

Il carsismo sia superficiale che profondo è molto limitato.

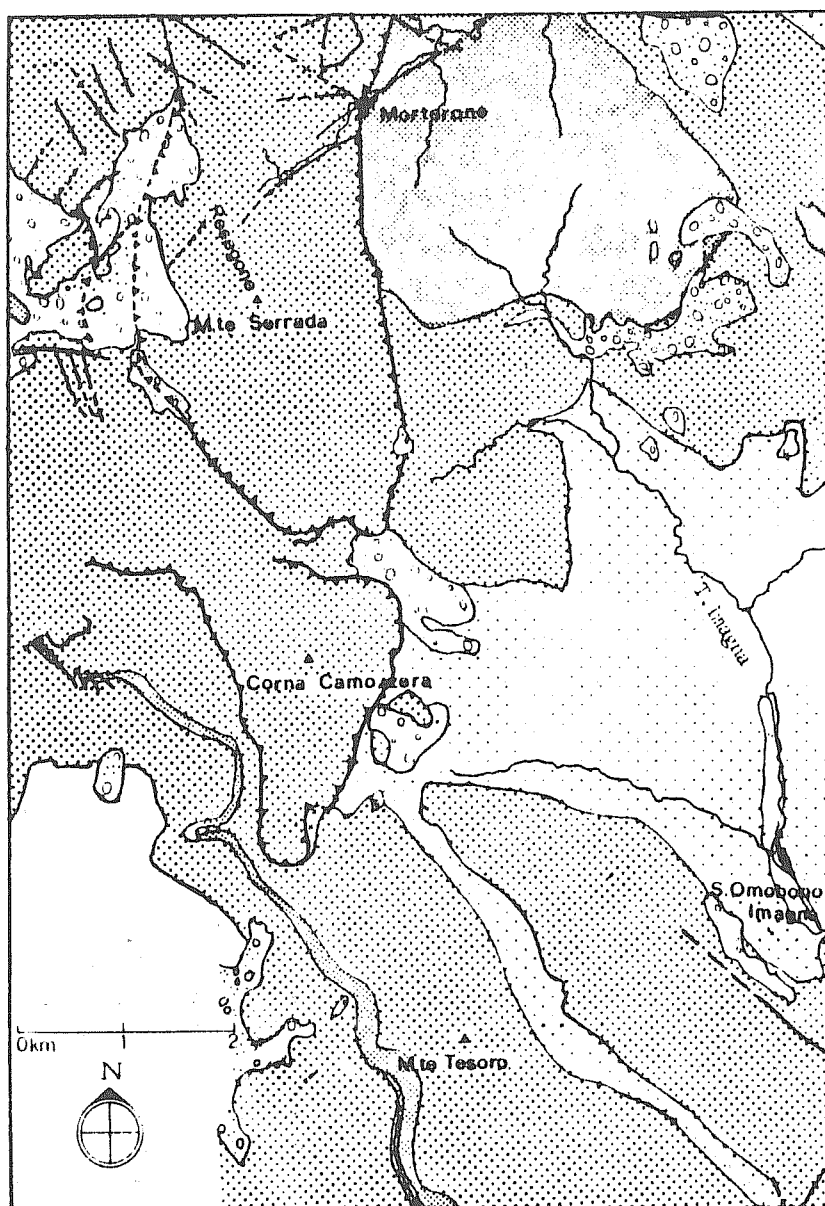


Fig.13: Schizzo geologico schematico della zona del Monte Resegone.

La simbologia vale per tutte le figure seguenti.

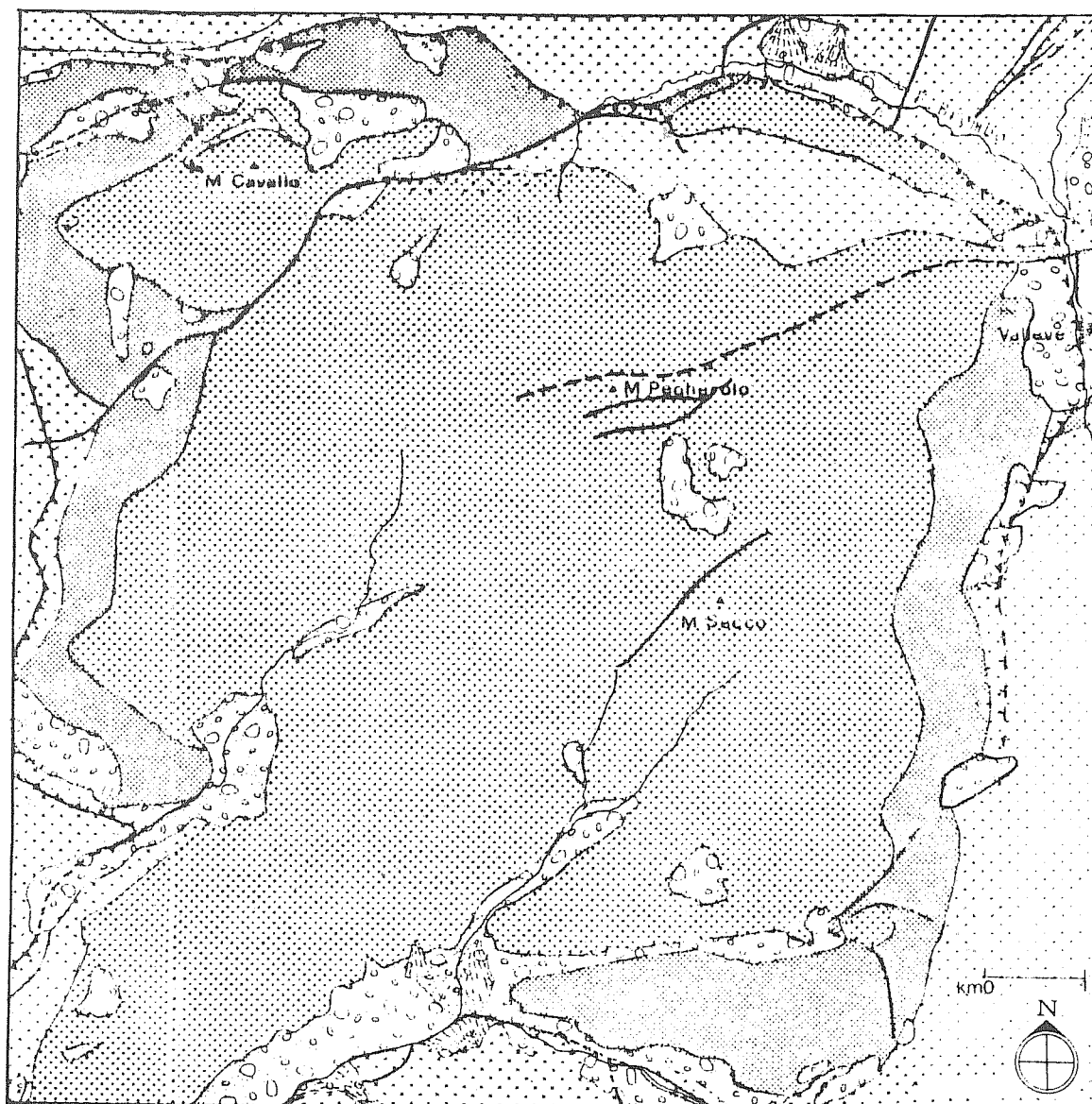


Fig. 14: Schizzo geologico schematico della zona: M.Cavallo, M.Pegherolo, M.Secco.

Nonostante la litologia favorevole, tutta una serie di fattori locali rende difficile l'instaurarsi dei fenomeni: fratturazione molto intensa con conseguente diffusione del drenaggio, morfologie aspre con ampie pareti, depositi superficiali di varia natura (glaciali, clastici ecc. ...) molto estesi nelle zone a pendenza più modesta e ampie fasce di detrito di falda ai piedi delle pareti. Sono note alcune cavità a pozzo anche di discreta profondità, ma l'azione del carsismo è molto ridotta rispetto al fenomeno tettonico, nettamente preponderante; si tratta infatti di grosse fratture solo debolmente allargate dall'azione delle acque.

Le nostre conoscenze sulla zona sono in verità molto scarse e frammentarie in quanto questa è stata oggetto solo di poche ricognizioni speleologiche molti anni fa, andrebbe quindi attentamente rivista e studiata, nonostante le difficoltà logistico-ambientali che presenta, prima di poter trarre conclusioni definitive.

3.5) M.Araralta, Venturosa e Cancervo

Il M.Araralta, il Venturosa, il Cancervo e il Sernadello costituiscono una dorsale allungata in senso N-S che separa la Val Taleggio dalla Val Brembana (Fig.15). Le cime, inferiori ai 1500 m, ad eccezione dell'ultima, raggiungono i 1800 + 2000 m con paesaggi tipicamente carsici.

La dorsale è costituita da Dolomia Principale che poggia in contatto stratigrafico e parzialmente in contatto tettonico sulla Formazione di San Giovanni Bianco, che funge da diaframma impermeabile limitando inferiormente il carsismo.

Nella zona dell'Araralta e tra questa e il Venturosa affiora anche il Calcare di Zorzino.

Poco a W della dorsale citata si trova lo Zucco d'Alben; un klippe di Calcare di Esino che poggia sulle Argilliti di Riva di Solto. E' inoltre presente una breccia molto bene cementata che ricopre, con uno spessore di alcuni metri, tutto il pianoro dello Zucco stesso condizionandone la morfologia.

Carsismo

Lungo la dorsale la diffusione del carsismo è notevolmente diversa in relazione ai litotipi affioranti e alla morfologia dei gruppi montuosi.

Il Venturosa e l'Araralta presentano versanti molto ripidi e scoscesi, con roccia estremamente fratturata e ampie fasce di detrito di falda. Il carsismo è quindi molto limitato con assorbimento diffuso.

Inoltre il Calcare di Zorzino, che affiora su una vasta area, è poco o nulla carsificabile.

Comunque entrambi i gruppi montuosi mancano di un lavoro di ricerca sistematico.

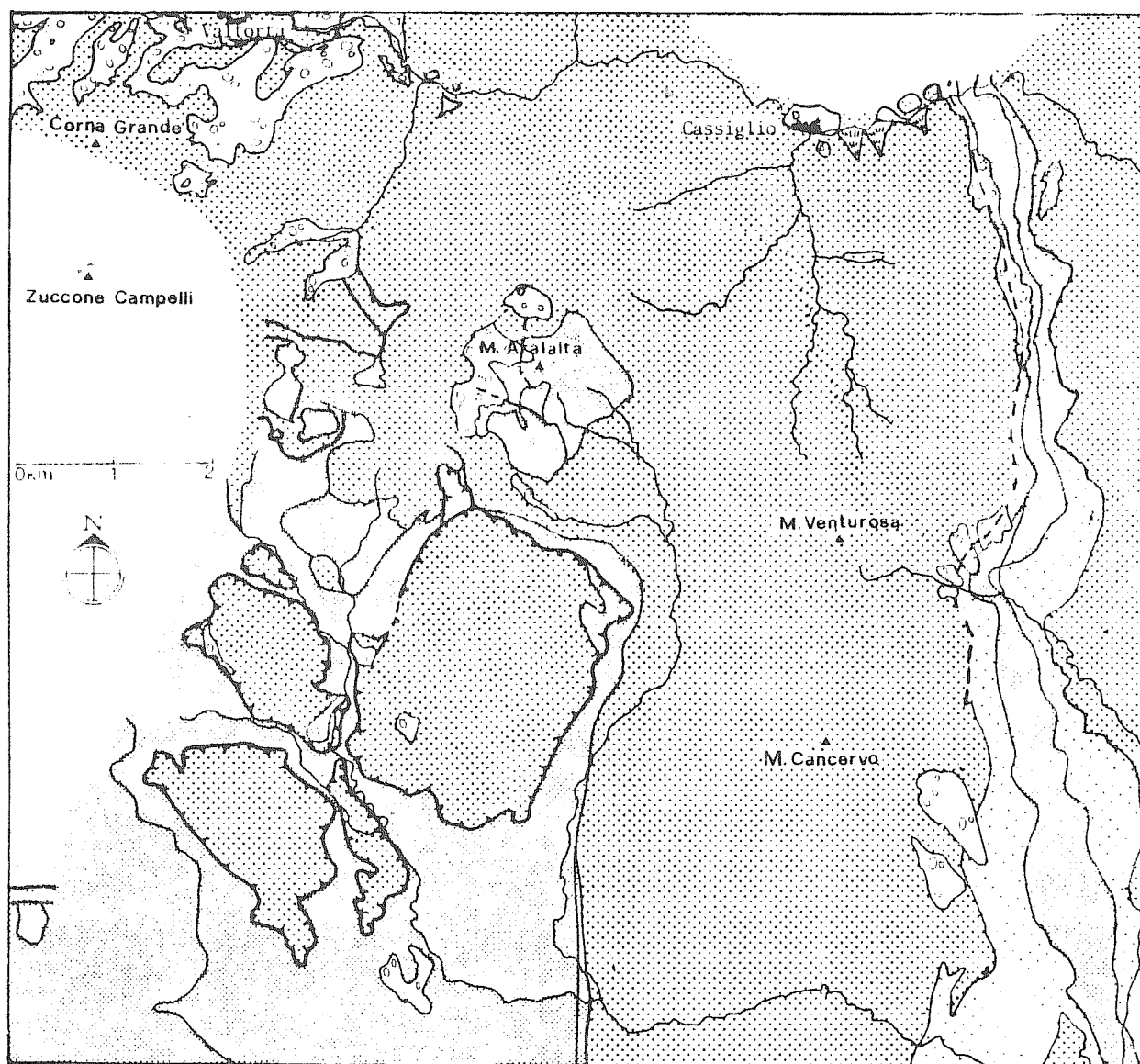


Fig.15: Schizzo geologico schematico della zona: M.Cancervo, M. Venturosa, M.Araralta e Zucco d'Alben.

Molto diverso dai primi due è il Cancervo: a quota variabili tra i 1600 e i 1800 m s.l.m., si estendono alcuni ripiani carsici con fenomeni superficiali veramente eccezionali. La roccia affiora in modo discontinuo in spuntoni, guglie e piccoli dossi e spesso la zona è ricoperta da una vegetazione arbustiva abbastanza regolare.

Le forme predominanti sono le doline di forma e dimensioni estremamente variabili (alcune doline hanno diametri maggiori di 100 m). Vi sono doline di corrosione, di crollo, di approfondimento e da incrocio di bogaz. Questi ultimi giungono a dimensioni notevoli come lunghezza e profondità (fino a 20 m). I karren sono molto diffusi soprattutto sulle superfici di strato con le consuete forme osservabili in alta quota (rinnenkarren, wandkarren, kluftkarren ecc.).

Dal punto di vista speleologico non sembra che il Cancervo sia molto interessante; sono note solo piccole cavità e "crepacci" anche discretamente profondi, frutto di poche e isolate ricognizioni.

Anche in quest'area dunque sarebbe necessario intraprendere studi e ricerche sia sul carsismo superficiale che su quello profondo.

Il Monte Sornadello, anche se a quote più basse (1300 + 1600 m s.l.m.) presenta una morfologia carsica ben marcata (doline e karren) unitamente a una topografia quasi perfettamente pianeggiante.

Lo Zucco d'Alben (Bajo, 1977) presenta un'area di circa 1 km² con numerosissime doline dalle forme dolci (troncoconiche ed emisferiche) e bordi a debole pendenza a causa dell'abbondante riempimento eluviale (la zona è infatti coperta da suolo e vegetazione che si sono potuti sviluppare grazie alla presenza del detrito cementato).

Vi sono alcuni inghiottitoi attivi e vallette superficiali, profonde sino al metro, con andamento strettamente correlato alla tettonica, e spesso cieche a valle. Sono assenti i karren a causa della scarsità di affioramenti rocciosi, mentre sono presenti alcune piccole grotte con sviluppi inferiori ai 50 m.

3.6) Pizzo della Presolana - Monte Ferrante

Il massiccio Presolana - Ferrante è ubicato alla testata della Val Borlezza ed è limitato a W dalla Valle Serigna e a E e NE dalla Val di Scalve (Fig.16). Dal punto di vista carsico l'area più interessante è il cosiddetto "Mare in burrasca", un ripiano carsico abbastanza esteso, a quote comprese tra i 1800 e i 2000 a s.l.m.

La geologia è notevolmente complessa ed è caratterizzata da una serie di sovrascorrimenti che articolano il massiccio in varie scaglie sovrapposte; tra queste le principali sono: la scaglia della cima della Presolana e del M. Visolo, a sua volta suddivisa in scaglie minori, e la scaglia che comprende la

Presolana propriamente detta e il M. Ferrante.

Le formazioni più importanti per il carsismo sono:

- la Dolomia Principale che dà luogo a un modesto carsismo, in zone altimetricamente inferiori al "Mare in Burrasca", caratterizzato da scarsi fenomeni superficiali (doline e karren) e da qualche piccola grotta;
- il Calcarea di Esino che per l'elevata fratturazione e la ripidità dei versanti è praticamente privo di forme superficiali e di grotte;
- il Calcarea di Breno, che in quest'area si differenzia dal Calcarea di Esino praticamente solo per la marcata stratificazione, è il litotipo che costituisce il già citato "Mare in Burrasca".

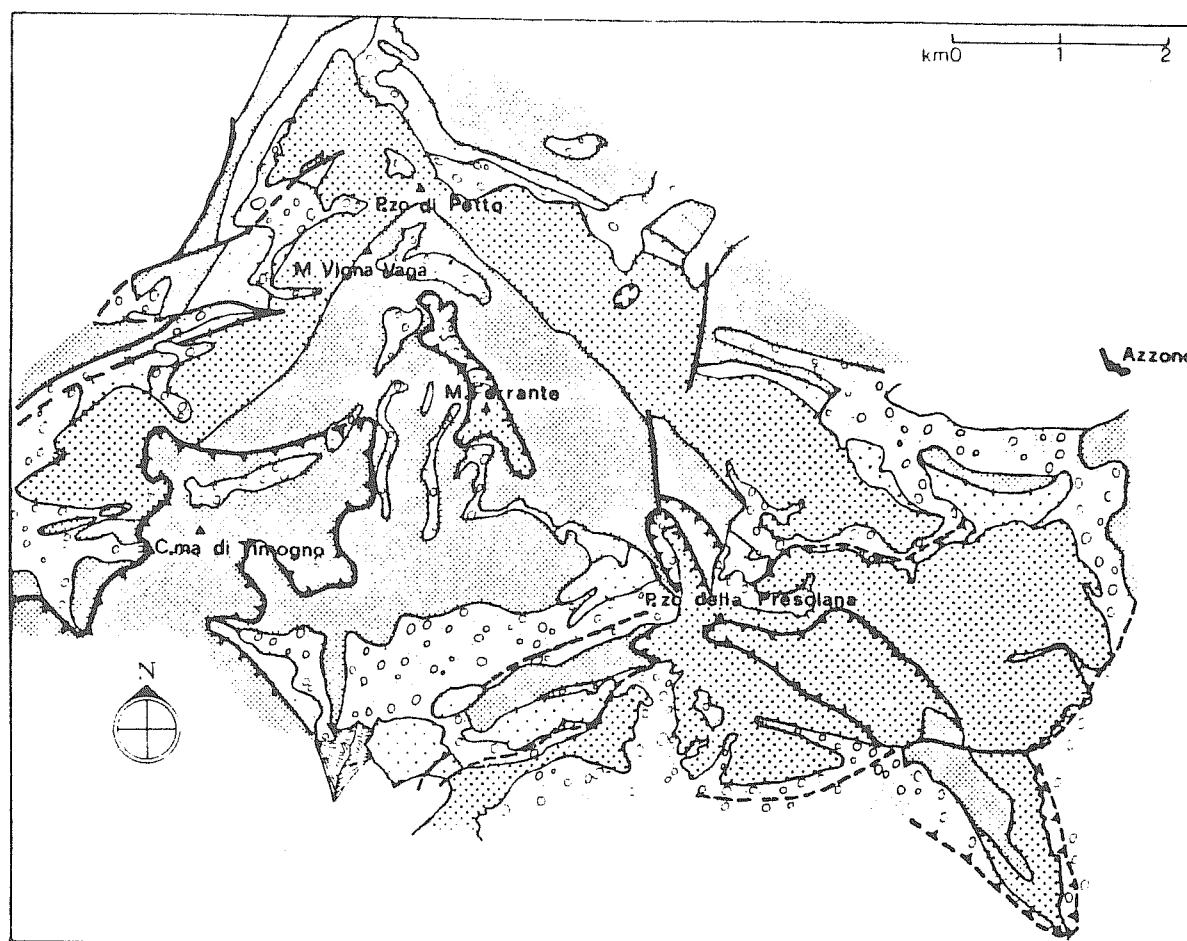


Fig. 16: Schizzo geologico schematico della zona: Pizzo della Presolana, Monte Ferrante.

Carsismo

Il "Mare in burrasca" si sviluppa tra il M. Ferrante e il Pizzo della Presolana, alle spalle del rifugio Albani e in prossimità delle miniere di minerali piombo-zinciferi, ora abbandonate.

Il carsismo superficiale è molto sviluppato con forme che si possono considerare tra le più belle di tutte le Prealpi lombarde. Le doline sono molto numerose e in genere sono di piccole dimensioni; eccezionalmente possono raggiungere dimensioni notevoli, come ai piedi del versante orientale del M. Ferrante (60 ÷ 80 m di diametro).

La grande depressione doliniforme ora parzialmente occupata dal laghetto di Polzone, può essere considerata di origine glaciocarsica.

Anche i pozzi superficiali, intasati di detriti o da neve, sono molto frequenti; la loro genesi è da ascrivere sia a coalescenza e approfondimento di bogaz sia a erosione inversa (crioerosione). Quest'ultimo processo genetico fa sì che tali pozzi siano in continua formazione (Malanchini, 1956).

I karren diffusissimi presentano le consuete forme di alta quota: trittkarren, rinnenkarren, rillenkarr, wandkarren dove la litologia, la fratturazione e l'inclinazione della superficie lo consente; spitzkarren, grize e alveoli di corrosione, dove la roccia è costituita da dolomie o da calcari con plaghe a diversa corrodibilità. Fori di dissoluzione, kluftkarren, grandi crepacci e bogaz sono invece sparsi un pò ovunque sull'altopiano in relazione alla densità di fratturazione. Il carsismo profondo è di scarso interesse, tranne le due cavità denominate: il Fontanone 1162 Lo e la Giasera 1193 Lo. La prima è ubicata vicino all'ingresso delle miniere in corrispondenza del membro argillitico del Calcarea di Breno e probabilmente drena l'area compresa tra i limiti del ripiano carsico e la testata della Valzurio.

In periodi di siccità eccezionale pare che la piccola galleria del Fontanone normalmente allagata, diventi percorribile per parecchie centinaia di metri. La seconda è interessante per alcune particolarità: situata a 2000 metri di quota sulle pendici del M. Ferrante, presenta depositi di ghiaccio sia stagionale sia, probabilmente, fossile e un ingente riempimento di conglomerato a ciottoli arrotondati di grandi dimensioni parzialmente rieroso.

3.7) Cima di Menna, Pizzo Arera, Monte Secco, Cima di Grem

Il gruppo montuoso composto dalla Cima di Menna, il Pizzo Arera, il Monte Secco e la Cima di Grem è geograficamente ben delimitato dalla Val Secca e la Val Canale a Nord, dalla Valle Seriana a Est, dalla Valle del Riso e la Val Parina a Sud, e dalla Valle Brembana a Ovest (Fig.17).

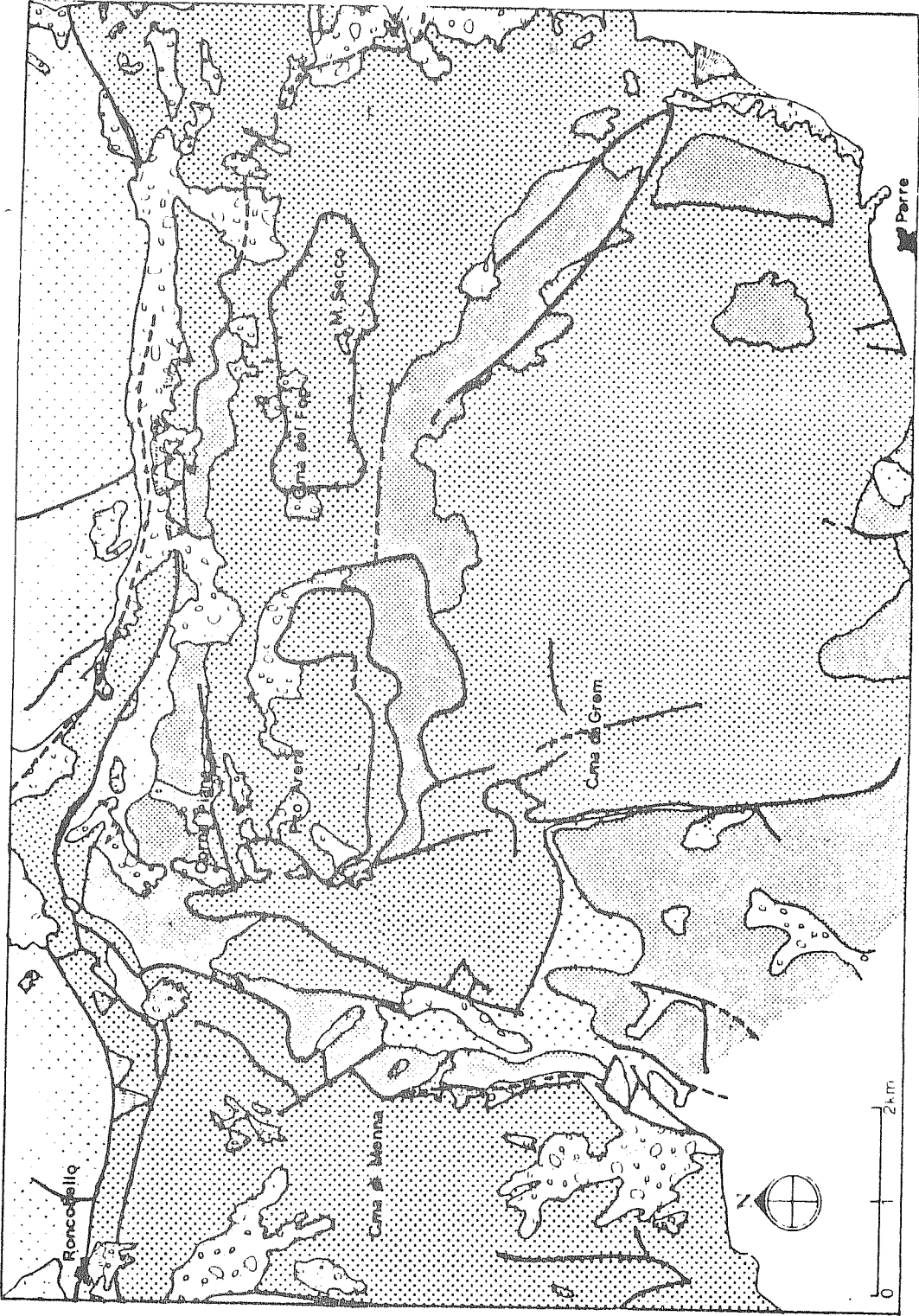


Fig. 17: Schizzo geologico schematico della zona: Cima di Menna, Pizzo Arena, M.Secco, Cima di Grem.

Dal punto di vista geologico (Gaetani, Gelati, Jadoul 1981) è delimitato a settentrione da un sistema di dislocazioni a carattere regionale con direttrice E-W che separa le Orobie dalle Prealpi p.d. (Sistema di faglie Valtorta-Valcanale). Tale sistema è dislocato e parzialmente mascherato da faglie con direttrice trasversale (N-S e NW-SE).

Immediatamente più a sud è presente una serie di lembi sovrascorsi uno sull'altro sull'"Autoctono di Val Vedra-Ardesio" con vergenza Sud.

L'Autoctono rappresenta l'unità strutturale inferiore delle Prealpi ed è interessato da faglie e pieghe precedenti la messa in posto delle unità superiori.

Il "Parautoctono delle Prealpi" che poggia sull'elemento precedente con un piano da suborizzontale a poco inclinato, è interessato, al suo interno, da scollamenti e scagliature in corrispondenza dei livelli plastici carnici.

I "Lembi alloctoni dell'Arera-Timagno" poggiano a loro volta sul Parautoctono e sono costituiti da due o più unità sovrapposte.

Ne deriva una struttura geologica relativamente complessa che si riflette in una struttura idrogeologica altrettanto complessa e di difficile interpretazione.

Le Formazioni interessanti le zone di alta quota sono: il Calccare di Esino, il Calccare Rosso, la Formazione di Breno, il Calccare Metallifero Bergamasco e la Formazione di Gorno.

Paleocarsismo

La zona è stata oggetto negli anni scorsi di uno studio geologico (Assereto, Jadoul e Omenetto, 1977) legato all'interesse per lo sfruttamento dei giacimenti a piombo e zinco del "Distretto Minerario di Gorno" che ha messo in luce la presenza di estesi fenomeni paleocarsici correlati alla genesi dei giacimenti stessi.

Lo schema genetico dei giacimenti è così sintetizzabile:

- emersione di estese zone della piattaforma carbonatica durante il Carnico;
- erosione dei terreni emersi;
- genesi delle mineralizzazioni;
- trasgressione con deposizione di sedimenti in facies deltizia.

La fase di emersione ha consentito la formazione di una complessa rete di condotti carsici, determinanti per la localizzazione delle successive mineralizzazioni.

Il paleocarsismo interessa il Calccare di Esino, il Calccare Rosso che poggia in discordanza semplice sul precedente ed è costituito essenzialmente da brecce calcaree in matrice argillosa con strutture a fenestrae, pisoliti vadose, tepee, soluzioni di tipo carsico e paleosuoli, la Formazione di Breno i cui livelli di tufiti hanno condizionato lo sviluppo delle cavità carsiche attuali (Frassoni, 1981) e il Calccare Metallifero Ber

gamasco abbondantemente interessato da fenomeni di dissoluzione e paleocarsici, che contiene i più importanti giacimenti piombo-zinciferi.

Carsismo attuale

La zona in esame è molto estesa e notevolmente articolata. Solo il gruppo del Menna è veramente ben noto agli scriventi, mentre le osservazioni sulle altre montagne si basano su rapide escursioni e su notizie fornite dagli speleologi dei gruppi bergamaschi che vi hanno lavorato.

Il Menna è il meglio noto anche perchè alle sue pendici si apre il Buco del Castello 1309 Lo cavità molto complessa e profonda.

L'estensione verticale dell'affioramento di calcari è notevole (quasi 2000 m), grazie alle dislocazioni prima descritte, che d'altro canto limitano la circolazione delle acque e lo sviluppo del carsismo in quanto costituiscono dei diaframmi impermeabili.

Il problema della circolazione delle acque sotterranee è molto complesso; ogni lembo sovrascorso potrebbe essere sede di una circolazione ben separata da quella degli altri lembi e da quella dell'Autoctono se i piani di sovrascorrimento fossero perfettamente impermeabili. La tettonica a direttrice trasversale (N-S e NW-SE), infatti, potrebbe aver aperto delle vie di comunicazione tra gli acquiferi contenuti nei vari lembi sovrascorsi.

Da quanto è noto sinora sembra che verso Est (cima di Grem) la circolazione delle acque sotterranee sia limitata in profondità del piano di sovrascorrimento del Parautoctono sull'Autoctono e che avvenga in direzione della Sorgente Nossana. Quest'ultima è una sorgente carsica di notevole portata costituita (per quanto si sa dalle poche esplorazioni subacquee) da un condotto verticale che dà accesso a una galleria di grosse dimensioni, completamente allagata e percorsa da una forte corrente.

Nella zona di Grem la presenza di un carsismo profondo molto sviluppato è testimoniata dai numerosi pozzi e grotte, prive di comunicazione con l'esterno, incontrati dai lavori minerari (ad es. Grotta Moioli 3666 Lo di 1115 m di sviluppo e dalla Laca di Sponcc 3515 Lo di 3465 m di sviluppo ad andamento suborizzontale).

La circolazione sotterranea nelle altre parti del massiccio è del tutto sconosciuta (una colorazione effettuata al Buco del Castello molti anni fa ha dato esito negativo).

Sul Menna il carsismo superficiale è molto limitato e è ridotto a qualche dolina, di modeste dimensioni; raramente e su piccoli affioramenti si osservano karren e qualche bogaz, principalmente sul versante meridionale.

La morfologia é dominata da zone a pareti verticali e canali, poco favorevole all'instaurarsi di fenomeni carsici superficiali.

Le aree a pendenza più modesta (almeno nel versante N) sono occupate da detrito di falda, da morene di piccoli ghiacciai locali pleistocenici e da enormi massi di crollo; più regolare è il versante S e la zona verso il passo del Branchino dove si trovano alcuni pozzi e doline.

Come accennato, le altre zone ci sono poco note, si sa comunque che il carsismo superficiale è poco diffuso, e anche quello profondo è costituito solo da alcuni pozzi di scarsa profondità.

Dal punto di vista delle conoscenze speleologiche sono state effettuate molte ricognizioni, soprattutto nelle zone in cui si aprono le due grotte principali (Buco del Castello e Laca di Sponcc) alla ricerca di nuovi ingressi e collegamenti, ma non esiste nessun rapporto conclusivo sui lavori sinora fatti.

3.9) M. Alben

Il M. Alben, alto 2019 m, costituisce un gruppo montuoso relativamente ben delimitato dai rilievi circostanti, costituito interamente da Dolomia Principale (Fig.18).

Il carsismo è praticamente concentrato solo nella Conca dell'Alben, un ampio circo glaciale esposto a SW e caratterizzato da due gradini glaciali che formano altrettanti pianori. E' presente una discreta copertura di depositi glaciali, talora in forma di cordoni morenici e massi erratici.

Carsismo

Il carsismo si manifesta essenzialmente sui fianchi dei gradini, dove è assente la copertura di materiale glaciale. Le forme più diffuse sono i bogaz di dimensioni estremamente variabili e strettamente dipendenti della fratturazione; all'incrocio di due o più bogaz si trovano pozzi, profondi sino a circa 20 m, e doline. Tali doline sono dovute solo parzialmente a crolli ed essenzialmente a corrosione e azione crioclastica. Sono frequenti inoltre corridoi di valanga in forma di vallecole a fondo arrotondato, abbastanza incise, sul fianco del circo, e che si allargano in corrispondenza dei piani con accumuli di detriti allo sbocco.

Le doline sia di corrosione che di crollo sono sparse un po' ovunque e presentano il fondo occupato da detriti di griza (corrosione carsica + crioclastismo). Alcune doline di subsidenza presenti sui piani e testimoniano dell'esistenza di carsismo al di sotto del deposito glaciale. Il rilievo presenta un aspetto ruuiniforme con pitons isolati e a gruppi talora solcati da karren.

I karren sono rappresentati da: docce, karren su frattura, kamenitze di piccole dimensioni e alveolature dovute essenzialmente a corrosione differenziale dei calcari dolomitici. Sono presenti più generazioni di karren. Sono infatti ben visibili sulle superfici in posto rinnenkarren fossili e svasati intersecati da kluftkarren più recenti. Mentre sugli erratici sparsi sul piano o sui massi di crollo sul fianco del circo, sono visibili rinnenkarren in posizione anomala (al di sotto del masso o su un fianco), e rinnenkarren più recenti in posizione normale, che, in alcuni casi, intersecano i precedenti. Si può quindi ragionevolmente parlare di karren preglaciali o singlaciali e di karren postglaciali (termini riferiti all'ultima fase glaciale).

Il carsismo profondo è invece poco sviluppato o per lo meno è poco penetrabile.

Sono stati esplorati circa una quindicina di piccoli pozzi situati in bogaz o a lato di doline da incrocio di bogaz. L'intensa fratturazione non favorisce l'individuazione di condotte carsiche preferenziali, tuttavia all'interno del massiccio è presente una circolazione idrica. Infatti alla base del monte (q.900), a Cornalba, sono presenti sorgenti carsiche, site in corrispondenza di fratture maggiori, che rappresentano probabilmente la risorgenza delle acque della conca.

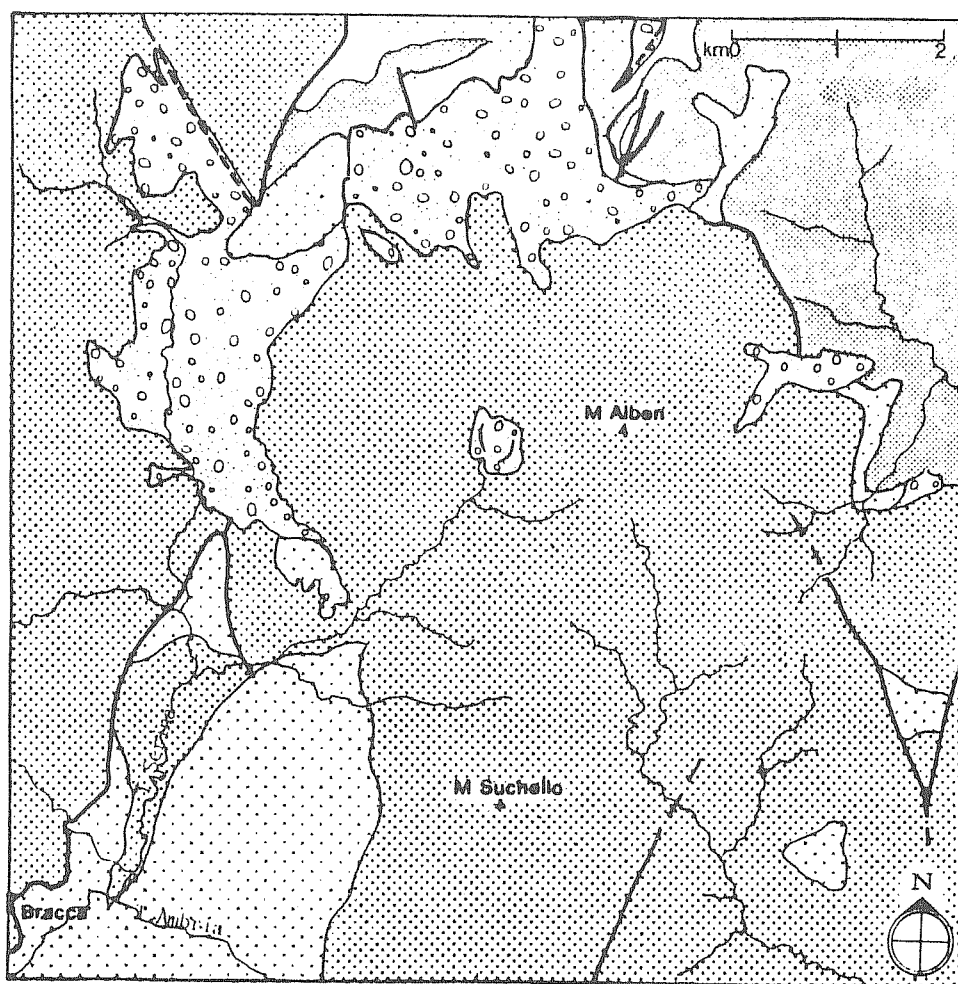


Fig.18: Schizzo geologico schematico della zona M.Alben.

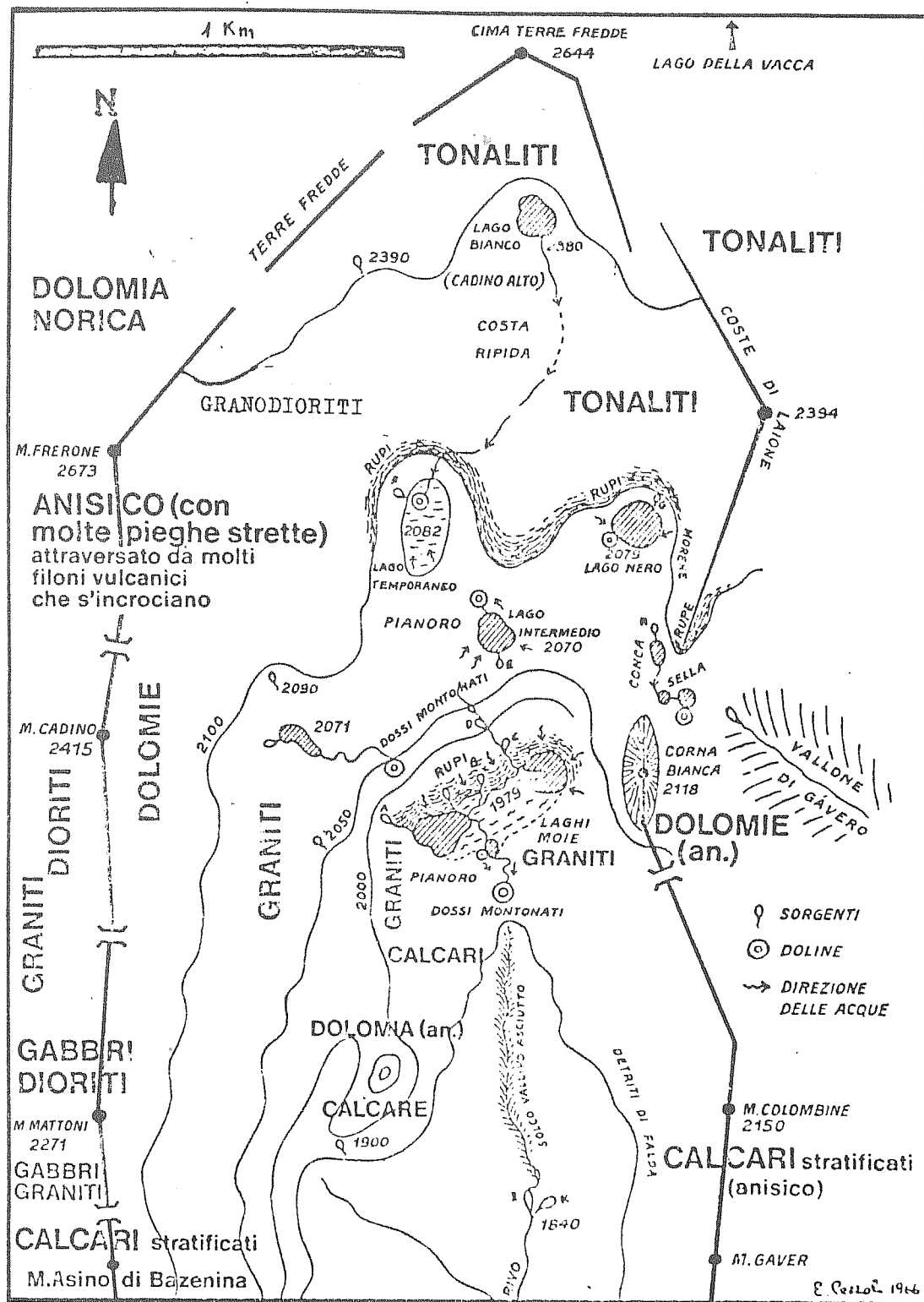


Fig.19: Schizzo della Alta Val Cadino (Adamello). (da Pezzoli, 1975).

3.9) Val Cadino (Pezzoli, 1975)

La Val Cadino superiore é situata nel gruppo dell'Adamello, che, come é noto, costituisce un massiccio intrusivo di età alpina. I litotipi quindi, sono molto variabili da tonaliti, granodioriti, graniti, gabbri e dioriti a Dolomia Principale, dolomie e calcari anisici, calcari metamorfosati. La valle ha subito un forte modellamento glaciale con circhi, conche glaciali, gradini e spalle glaciali.

Carsismo

Favorito dalla eterogeneità litologica, il carsismo si é sovrapposto alla morfologia glaciale. Come si può osservare dalla Fig. 19 si é costituita una rete idrografica particolare. Le acque provenienti dalle rocce cristalline formano dei laghi (Lago Nero, Temporaneo e intermedio) e vengono poi inghiottite da doline in corrispondenza dei calcari anisici. Dopo un breve percorso sotterraneo riemergono ai laghi Mois in 4 sorgenti site in corrispondenza dell'affioramento di graniti. Penetrano nuovamente sottoterra in due inghiottitoi non appena vengono in contatto con i calcari (q. 1950 m circa) per riemergere probabilmente alle sorgenti di q. 1840. Tra l'ultimo inghiottitoio e le sorgenti é presente un solco torrentizio fossile, indice della relativa giovinezza del carsismo. Tali sorgenti (I e K in figura) hanno ciascuna una portata variabile tra 50 e 100 l/minuto con una durezza variabile tra 9.6 e 12.0 °F.

Consegnato mese di Novembre 1983

BIBLIOGRAFIA RECENTE SUL CARISMO DI ALTA MONTAGNA IN LOMBARDIA

- ASSERETO R., JADOUL F. e OMENETTO P. (1977) - Stratigrafia e metallogenese del settore occidentale del distretto a Pb, Zn, Fluorite e Barite di Gorno (Alpi Bergamasche) Riv. Ital. Paleont. Strat. Vol. 83 n°3 - Milano.
- BAJO F. (1977) - Lo zucco d'Alben (Val Taleggio-Bergamo) OL BUS n°2
- BAJO F. e BELTRAMI G. (1979) - Abisso dei Campelli (Abisso G. Piatti) 3487 Lo-Co - SPELEOLOGIA n°1
- BERETTA G.P. (1980) - Problemi idrogeologici delle prealpi Lombarde: la Valsassina meridionale LE STRADE Luglio-Agosto 1980.

- BINI A., DE MICHELE E. e PEZZOLI E. (1971) - Il fenomeno carsico della provincia di Sondrio II: La tana del Pirola (3011 LoSo) Natura 62 (4)
- BINI A. (1969) - Grotticella al termine del piano delle Plattigliole - Il Grottesco n°17
- BINI A., CAPPA G. e PELLEGRINI A. (1977) - Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo nel Gruppo delle Grigne (Lombardia): V° Il carsismo nella zona Bregai-Val Laghetto (Circo di Moncodeno) Parte II - Le Grotte d'Italia (4) VI
- BINI A., CAPPA G. e PELLEGRINI A. (1978) - Il fenomeno carsico della zona Bregai-Val Laghetto - Atti XII° C.N.S. S.Pellegrino 1974 RSI Mem.XII
- CAPPA G. (1971) - Grotta sopra il Lago di Livigno Il Grottesco n°25
- CAPPA G. (1972) - Il carsismo profondo dei piani di Bobbio e Artavaggio (Valsassina - Prealpi Lecchesi CO) Atti Soc.Ital.Sc.Nat. vol.113 (2)
- CAPPA G. e DE MICHELE E. (1963) - Il fenomeno carsico della provincia di Sondrio: I Il piano dei cavalli Campodolcino - Atti Soc.Ital.Sc.Nat. Vol. CII (3)
- CAPPA G. (1964) - Considerazioni generali sul fenomeno carsico nel Gruppo delle Grigne con particolare riguardo alle forme sotterranee. L'Universo XLIV (2)
- CIGNA A. (1960) - Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo nel gruppo delle Grigne: II Ricerche di meteorologia Ipogea - Atti Soc. Ital.Sc.Nat. vol. 99 (1)
- CASATI P. e GNACCOLINI M. (1967) - Geologia delle Alpi Orobie occidentali - Riv.Ital.Paleont.Strat. Vol.73 n° 1 - Milano
- FOCARILE A. (1960) - Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo nel Gruppo delle Grigne: I - Catasto e Bibliografia Speleologica. Atti Soc.It.Nat., Vol. 99 (1)
- FRASSONI A. (1981) - Note sul carsismo attuale e sul paleocarsismo carnico nel "Metallifero Bergamasco" della Val Brembana - Atti XIII Conv.Speleol. Lombardo - Brescia, Natura Bresciana 18
- GAETANI M., R.GELATI, F.JADOUL (1981) - Foglio 33 - Bergamo - in Carta Tettonica delle Alpi Meridionali, A.Castellarin Ed. - C.N.R. Prog.Fin. Geodinamica.
- MALANCHINI L. (1965) - Cenni su alcune cavità in rocce non calcaree nella zona Lombardia centrale. Settori III della Valtellina e I della Bergamasca. Annuario CAI Bergamo

- MALANCHINI L. (1956) - Cenni sulla zona carsica compresa tra il pizzo della Presolana e il monte Ferrante in provincia di Bergamo
Atti VII Congr.Naz.Speleol. Sardegna 1955
RSI Mem. 3
- NANGERONI G. (1970) - Appunti sulla geomorfologia dei piani di Bobbio e Artavaggio (Prealpi Lecchesi)
L'Universo anno X Gen-Feb
- PAGANONI A. e ZAMBELLI R. (1981) - Catalogo delle grotte del settore bergamasco - Rivista Museo Civ. Bergamasco Vol. 3°
- PEZZOLI E. (1975) - Appunti di morfologia e idrologia sulla valle di Cadino superiore (Adamello)
Il Grottesco n°36
- POTENZA R. (1972) - La lente gessosa di Val Uzza (Bormio Valtellina SO) e i suoi rapporti con la idrologia locale - Rass. Spel. It. 14 (1)
- PRUDENZANO D. (1969) - Campagna al passo di Gavia
Il Grottesco n° 19
- SAURO V. (1982) - Materiali e problemi per uno studio paleogeografico delle regioni carsiche italiane
Estratto da: Lavori della Società Italiana di Biogeografia. Nuova serie - Vol. VII.
- VANIN A. (1975) - Note su alcune zone carsiche della Lombardia centrale - Il Grottesco n° 33-35.

