

Alpi Orobie

Fiumi e vulcani, sul finire del Paleozoico, hanno fornito i materiali di cui sono costituite queste montagne

Pompeo Casati e Franco Forcella*

Risalendo le valli Brembana, Seriana, di Scalve e Camonica, si assiste a un notevole cambiamento delle caratteristiche paesaggistiche. A un certo punto, infatti, si lasciano alle spalle le bianche pareti calcaree e dolomitiche dello Zuccone Campelli-Aralalta, Alben, Arera, Presolana e Concarena e si entra in un territorio formato da rocce di colore decisamente più scuro. Sono conglomerati, arenarie e peliti (siltiti e argilliti) accompagnate spesso da rocce vulcaniche: di questi tipi litologici sono in gran parte costituite le Alpi Orobie, che si sviluppano in senso est-ovest fra la provincia di Bergamo e quella di Sondrio. Queste rocce si sono formate tra circa 290 e circa 245 milioni di anni fa nel Permiano, ultimo periodo dell'Era Paleozoica e sono il risultato della deposizione di materiali portati da fiumi, che scendevano dai rilievi, in un vasto bacino di sedimentazione in parte occupato da laghi nei tempi più antichi di quel periodo geologico, durante i quali la zona era anche interessata da intensa attività vulcanica.

Superato da sud a nord il crinale orobico, il versante valtellinese si presenta costituito in prevalenza da rocce metamorfiche: paragneiss e filladi soprattutto. Sono antichissime peliti e arenarie che hanno subito profonde trasformazioni nel Paleozoico: a esse si uniscono cospicue masse di ortogneiss, derivati da metamorfismo di graniti dei quali conservano la composizione mineralogica, ma non la struttura che è data da minerali orientati, allungati cioè secondo direzioni preferenziali. Questi ortogneiss vengono spesso indicati con il nome di «Gneiss chiari».

La storia geologica

La successione delle formazioni nelle Orobie è schematizzata nella fig. 1. Vi è un basamento di unità metamorfiche variamente costituite e denominate: Gneiss di Morbegno, Filladi di Ambria, «Gneiss chiari» (o Gneiss del Corno Stella), Scisti di Edolo (micascisti e filladi). Queste formazioni sono il risultato di metamorfismo di rocce sedimentarie, ad eccezione degli «Gneiss chiari», derivati, come si è già ricordato, da rocce ignee. Nelle rocce metamorfiche si trovano anche intrusioni — avvenute nel Paleozoico Superiore — di rocce magmatiche quali ad esempio la massa granitica del M. Fioraro, situato alla testata della valle del Brembo di Mezzoldo e soprattutto quella quarzodioritica di Val Biandino, all'estremità occidentale delle Orobie. Altre intrusioni molto più recenti, sotto forma di filoni, attraversano sia le rocce metamorfiche che le sedimentarie soprastanti, come vedremo.

La più antica formazione sedimentaria è il «Conglomerato basale» — così denominato perché è alla base della locale serie sedimentaria — depositosi al passaggio Carbonifero-Permiano e formato da conglomerati a frammenti di rocce metamorfiche e subordinatamente di vulcaniti, con intercalazioni di peliti rosse con strutture attribuite ad attività di organismi. L'ambiente di deposizione era quello di conoidi detritici e di piane alluvionali, nelle quali venivano convogliati dai fiumi i prodotti dell'erosione di rilievi costituiti da rocce metamorfiche e dai primi apparati e depositi vulcanici.

Nel Permiano inferiore una notevole attività vulcanica interessò tutto il territorio: i depositi di varia natura e di composizione riolitica («porfidi») e andesitica («porfiriti») sono i più diffusi nella parte inferiore della *Formazione di Collio*. Questa prende il nome dall'omonima località dell'alta Val Trompia nel Bresciano, dove affiora su vaste estensioni. Il materiale eruttato dai vulcani e quello eroso alle rocce metamorfiche dei rilievi, veniva trasportato dai corsi d'acqua e sedimentato, in forma di limi,

* Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano.

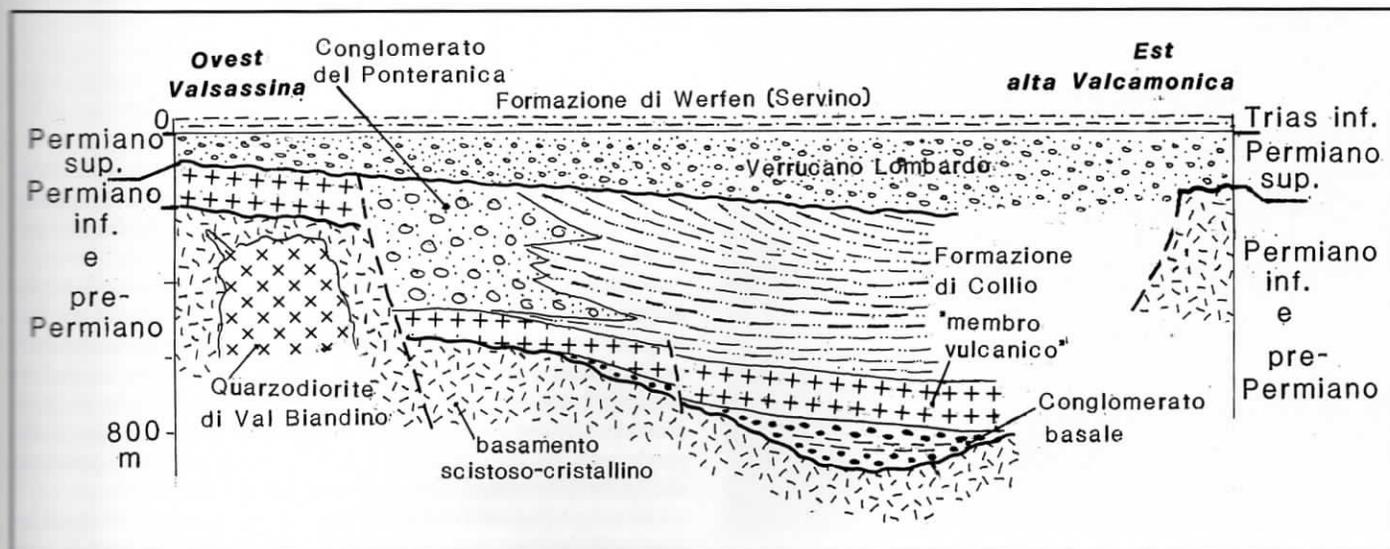


Fig. 1 - Schema dei rapporti stratigrafici tra le formazioni del Permiano delle Orobie.

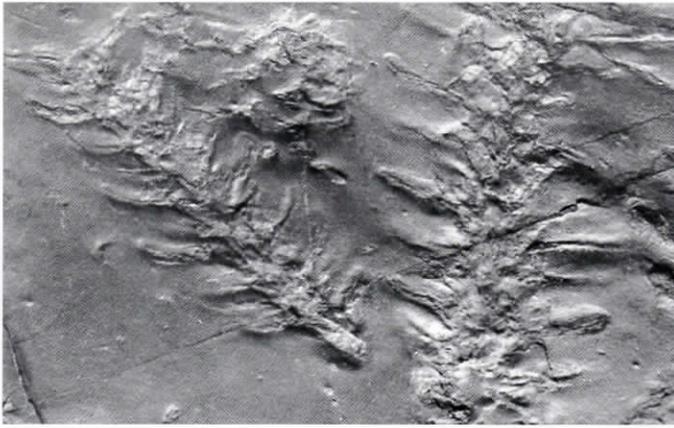


Fig. 2 - Frammenti di rami di *Walchia*, conifera fossile diffusa nel Permiano inferiore e raccolta nelle peliti rosse alla sommità della Formazione di Collio presso il Rif. FALC, nell'alta Val Varrone. (Si veda la fig. 7).

sabbia e ghiaia, in un vasto bacino alluvionale. Riprese dell'attività vulcanica riportavano i materiali prodotti dalle eruzioni a ricoprire quelli sedimentati dai fiumi. Qua e là in questo enorme bacino sedimentario, specchi d'acqua dolce erano popolati da rettili o anfibi che lasciavano le loro impronte, come quelle fossili rappresentate nelle fotografie (fig. 3 e 4).

La Formazione di Collio, composta prevalentemente da peliti e arenarie, con intercalazioni di materiale vulcanico, è senza dubbio la più caratteristica delle Orobie e costituisce gran parte delle principali montagne: di essa è interamente formato il Pizzo di Coca (fig. 5) la più alta vetta dell'intera catena con i suoi 3052 m, ma anche il M. Gleno, il P.zo Recastello, il P.zo di Redorta, la P.ta di Scais e inoltre, venendo verso occidente, il P.zo del Diavolo (fig. 6), il M. Aga, il P.zo di Trona e il P.zo Varrone. Nella zona di quest'ultimo, la Formazione di Collio termina verso

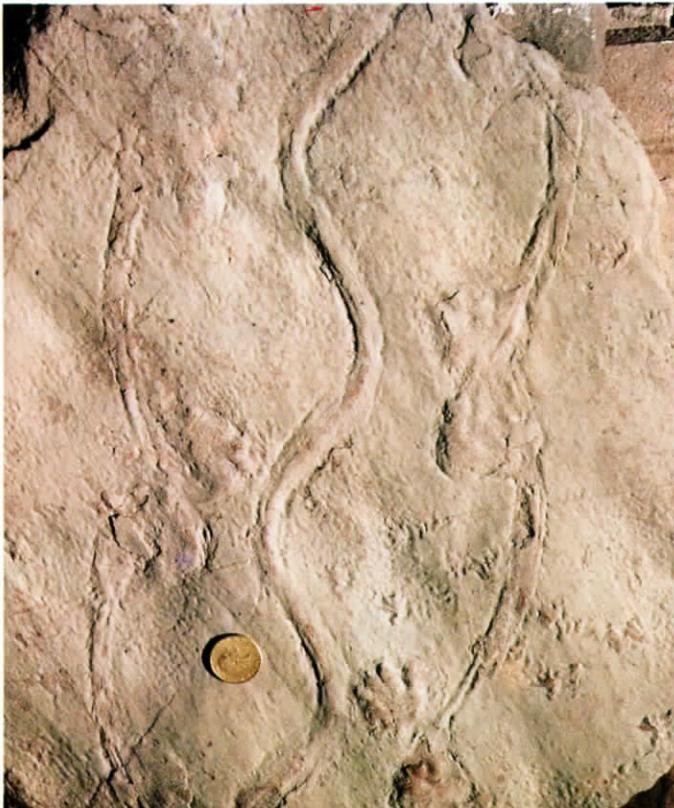


Fig. 3 - Impronte e tracce di spostamento di Tetrapodi contenute negli stessi strati e nella stessa località in cui sono stati rinvenuti i resti di piante della fig. 2.

l'alto con qualche metro di peliti rosse assai ricche di impronte di Tetrapodi e con rari resti di piante (fig. 2).

Tra le numerose strutture sedimentarie frequenti nella formazione, ci si può limitare a ricordare le impronte di gocce di pioggia, le increspature dovute a correnti d'acqua (*ripple marks*) e le fessure poligonali di contrazione (*mud cracks*) del tutto analoghe a quelle che siamo soliti vedere su un terreno argilloso o limoso allorché si asciuga e si screpola.

Verso occidente invadeva il bacino un grandioso conoide detritico costruito da ciottolame e sabbia provenienti dall'erosione dei vigorosi rilievi esistenti al margine del bacino stesso. Questo conoide è formato da conglomerati spesso a grossi blocchi e da arenarie con ciottoli sparsi ed è denominato *Conglomerato del Ponteranica*. Di esso sono costituite tra l'altro gran parte delle cime dell'omonimo gruppo e la sommità del P.zo dei Tre Signori.

Il Permiano, e con esso il Paleozoico, terminano con il *Verrucano Lombardo*, una formazione molto caratteristica delle Orobie, ben evidente perché di colore rossastro e anch'essa composta da conglomerati a ciottoli prevalentemente di quarzo e «porfido» e arenarie di origine fluviale (Il nome «Verrucano» deriva dal Monte Verruca — che si trova nei M.ti Pisani in Toscana — dove affiora un conglomerato di età Triassica, quindi più recente del nostro).

Nel Triassico inferiore la regione fu raggiunta dal mare: i più antichi sedimenti marini sono una serie di arenarie, marne e peliti di vario colore, contraddistinte con il nome di *Servino* o, più in generale, di *Formazione di Werfen*. Mentre quest'ultimo nome deriva da quello di una località del Salisburghese in Austria, il primo trae origine da un vecchio termine locale con cui venivano distinte le lastre di roccia di questa formazione dagli abitanti della Val Trompia. I fossili contenuti nel Servino — in prevalenza lamellibranchi, gasteropodi e rare ammoniti — solitamente non ben conservati, sono gli elementi che consentono di riferire questa formazione all'ambiente marino.

Solo a partire dal Triassico medio — dopo la sedimentazione di evaporiti contenenti lenti di gessi e di anidriti (*Carniola di Bovegno*) — si crearono le condizioni favorevoli alla deposizione di calcari e dolomie in grandiosi edifici carbonatici che costituiscono ora i gruppi montuosi a sud delle Orobie, citati all'inizio di questo articolo.

A parte i depositi del Quaternario, le rocce più recenti delle Orobie sono intrusive e date da *filoni andesitici* in senso lato (porfirittici e, a volte, diabasici) che attraversano tutte le formazioni sopra descritte e che sono attribuiti all'Oligocene. Al limite orientale delle Orobie, sul versante sinistro della media e dell'alta Val Camonica il *batolite dell'Adamello* è un insieme di rocce intrusive prevalentemente tonalitiche e granodioritiche, aventi età crescente da 30 a 42 milioni di anni via via che si procede da NE a SO.

La struttura delle Orobie

Nelle Orobie le unità rocciose non hanno in genere conservato la loro geometria ed i loro originari rapporti di sovrapposizione, cioè quelli della successione secondo la quale si erano depositate, rappresentati schematicamente nella fig. 1.

Durante l'orogenesi alpina varie fasi deformative hanno interessato questa porzione delle Alpi soprattutto nel corso del Paleogene e presumibilmente anche in parte nel Neogene, modificando l'assetto originario delle successioni rocciose. La deformazione è causata da un generale accorciamento della sezione crostale originaria in seguito a compressione e si estrinseca con piegamenti ed accavallamenti («sovrascorrimenti») di porzioni che in origine erano adiacenti in senso nord-sud.

Gli accavallamenti costituiscono l'aspetto saliente di quest'area e solitamente sono caratterizzati dalla sovrapposizione di rocce più antiche su più recenti. Il principale di tali sovrascorrimenti



Fig. 4 - Altre orme di Tetrapodi nella Formazione di Collio. Versante occidentale del Pizzo di Trona.

è delimitato dalla «faglia orobica» che — unitamente ad altre faglie minori che la accompagnano o la sostituiscono («vicarianti») presenta un generale andamento est-ovest nella zona centrale, ruotando verso un andamento OSO-ENE nella zona più orientale. Tale gruppo di faglie, immergenti verso nord, si può seguire in tutte le Orobie. In corrispondenza di esse il basamento cristallino è accavallato su formazioni più recenti con età compresa tra il Permiano e il Triassico inferiore (fig. 7), e verso oriente su una porzione più meridionale del basamento stesso.

Le formazioni permo-triassiche affioranti a sud della faglia orobica sono rappresentate in gran parte dalla Formazione di Collio, dal Verrucano Lombardo, dalla Formazione di Werfen (Servino) e dalla Carniola di Bovegno. A grande scala esse sono caratterizzate da un assetto geometrico avente forma di ampi inarcamenti a volta («anticlinali orobiche») e formano strutture con assi diretti OSO-ENE, con immersione assiale generalmente verso ovest. Nei dettagli le strutture anticlinali risultano complicate da pieghe e faglie di minore entità. Il fianco meridionale delle «anticlinali orobiche» controlla lo sviluppo di estesi tratti di alcune vallate bergamasche, quali l'alta Valle di Scalve tra Vilminore e il Passo dei Campelli, le valli Canale e Valsecca tra Gromo e Lenna e la Val Torta tra Olmo al Brembo e Valtorta, che assumono un decorso parallelo a tale fianco.

Sul fianco meridionale delle anticlinali e a sud di esse, nell'ambito delle formazioni sedimentarie triassiche medie e superiori si possono osservare altri numerosi sovrascorrimenti con piano di movimento in corrispondenza di formazioni sedimentarie ricche di rocce argilloso-marnose e a volte con lenti di gesso — denominate nella letteratura geologica «formazioni lubrificanti» — rappresentate specialmente dalla Carniola di Bovegno (Scitico) e dalla Formazione di S. Giovanni Bianco (Carnico).

Un aspetto interessante, emerso recentemente, riguarda la successione cronologica degli eventi deformativi che hanno interessato questo tratto di catena. Le prime unità ad essere state tettonizzate sono rappresentate da quelle che attualmente occupano la posizione geometrica più elevata, cioè le unità del basamento scistoso-cristallino sovrascorse lungo la faglia orobica e le unità alloctone triassiche più elevate poste a sud delle anticlinali orobiche e che costituivano l'originaria copertura sedimentaria del basamento stesso. In una fase successiva la deformazione si è propagata a livelli più profondi e posti più a sud di quelli precedentemente tettonizzati, determinando l'inarcamento delle anticlinali orobiche e delle unità sovrascorse già presenti sul dorso di queste.

La struttura delle Orobie sarebbe in definitiva il risultato di raccorciamento crostale in cui la deformazione ha progredito da nord verso il margine padano interessando via via livelli sempre più profondi.

L'impronta lasciata dai ghiacciai nel Quaternario

Al modellamento delle Orobie, come del resto a quello di gran parte delle montagne della Terra, hanno largamente contribuito i ghiacciai del Pleistocene, il più antico periodo del Quaternario, durante il quale occupavano gran parte di questi monti, incidendo il fondo delle vallate. L'azione glaciale ha prodotto una morfologia a conche, a valli a U, a testate di valli cinte da versanti con ripidi pendii — si pensi ad esempio alla testata della Valle del Serio — a fondivalle e versanti liscianti e arrotondati («montonati») e ricchi di conche, alcune delle quali ancora occupate da laghi piccoli e grandi. È proprio in seguito all'erasione glaciale che si sono create le conche utilizzate come serbatoi artificiali d'acqua per la produzione di energia idroelettrica: le dighe che sbarrano i serbatoi sono assai numerose nelle Orobie. Bruschi gradini nel profilo longitudinale delle valli, occupati da cascate di ghiaccio (*ice-falls*) in epoca glaciale e impostati generalmente in corrispondenza di rocce più resistenti all'erosione, sono ora sede di cascate di torrenti come quelle celebri del Serio a Valbondione, tra le maggiori d'Italia, attivate solo per qualche ora all'anno, per la gioia dei turisti.

I ghiacciai, come noto, non solo scavano il substrato su cui scorrono, ma anche accumulano il materiale trasportato; un po' ovunque vi sono infatti depositi morenici, nelle alte valli in genere sotto forma di piccole cerchie spesso ben conservate (fig. 5) lasciate da ghiacciai minori che occupavano aree più estese rispetto alle attuali oppure da ghiacciai ora non più esistenti.

Non tutti i ghiacciai sono completamente scomparsi dalle Orobie: ne rimangono ancora una quarantina seppur di piccole dimensioni (il maggiore è quello del Trobio, sulle pendici nord-occidentali del M. Gleno) e un certo numero di «placche di ghiaccio» persistenti nei luoghi in cui l'insolazione è più ridotta.

Di ambiente periglaciale sono inoltre altre forme diffuse anche se poco studiate nelle Orobie: i «ghiacciai di pietre» (*rock glaciers*), corpi detritici accumulatisi sui versanti od originari depositi morenici, che sono «fluiti» in massa lentamente verso il basso nel corso dei secoli e dei millenni.



Fig. 5 - Il Pizzo di Coca, la più alta vetta delle Orobie (3052 m), è costituito da arenarie e peliti della Formazione di Collio in strati inclinati verso nord (destra nella fotografia: la giacitura non è evidente nell'immagine), e attraversati da sistemi di faglie e fratture variamente orientate, in corrispondenza di alcune delle quali si sono avute intrusioni magmatiche (filoni di «porfirite»). Si notino, su questo versante orientale della montagna, le due conche occupate da «placche di ghiaccio»: a sinistra il «Gh. di Val Morta» e a destra quello «di Coca». Ben conservato è l'apparato morenico del «Gh. di Val Morta», deposto in periodo in cui la massa glaciale aveva dimensioni di gran lunga maggiori delle attuali. Quest'ultima placca di ghiaccio deve essere interamente risalita, per raggiungere la soprastante Bocchetta del Camoscio, da coloro che vogliono salire alla vetta del Coca partendo dal Rif. Curò.

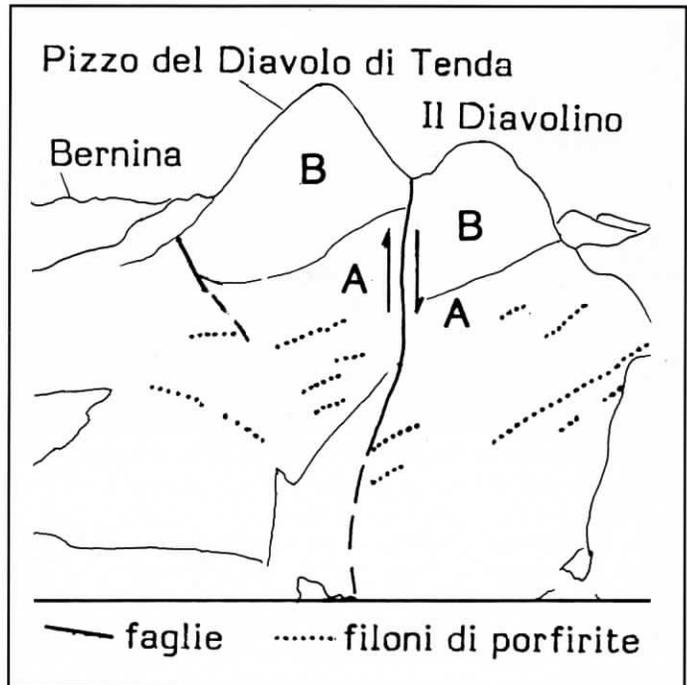


Fig. 6 - Il Pizzo del Diavolo è formato da arenarie (più chiare) — B nello schizzo allegato — e peliti (più scure: A) della Formazione di Collio del Permiano inferiore. Si noti nel canalone tra il Diavolo e il Diavolino, la faglia che offre la possibilità di valutare lo spostamento relativo di strati che originariamente erano tra loro contigui. Gli «strati» chiari intercalati nelle peliti scure sono in effetti filoni di «porfirite», derivati da solidificazione di intrusioni di magma. Alcuni nello schizzo sono segnati con allineamento di punti.

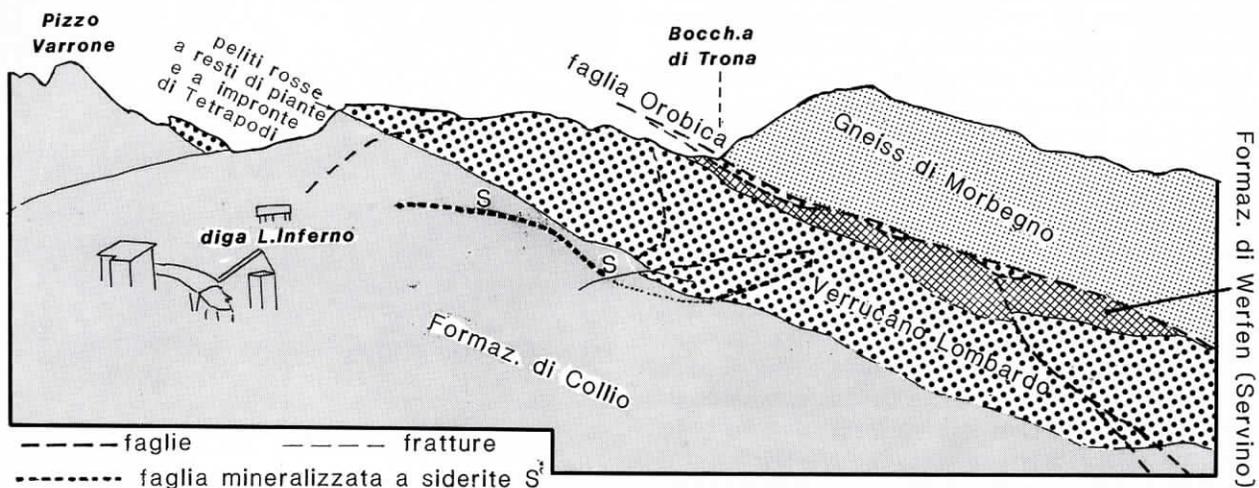


Fig. 7 - Nell'alta Val Gerola (Sondrio) è ben visibile la sovrapposizione tettonica (sovrascorrimento) delle rocce metamorfiche del basamento scistoso-cristallino (Gneiss di Morbegno) sulle formazioni sedimentarie del Permiano (Formazione di Collio e Verrucano Lombardo) e del Triassico inferiore (Formazione di Werfen) che qui si osservano in contatto regolare una sopra l'altra. Lungo il piano di faglia (faglia orobica) si trovano lame di Verrucano e di «Gneiss Chiari» (questi ultimi non indicati).

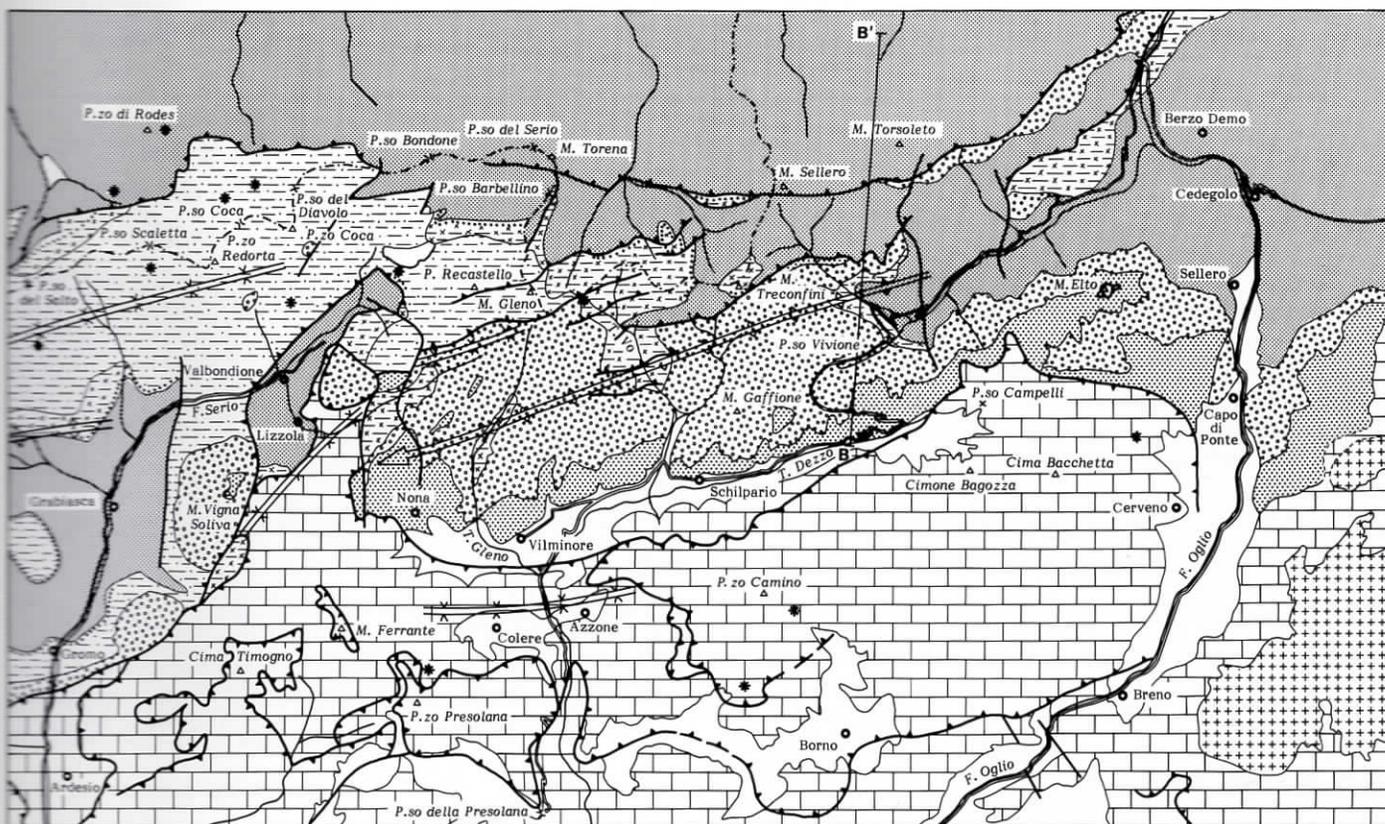
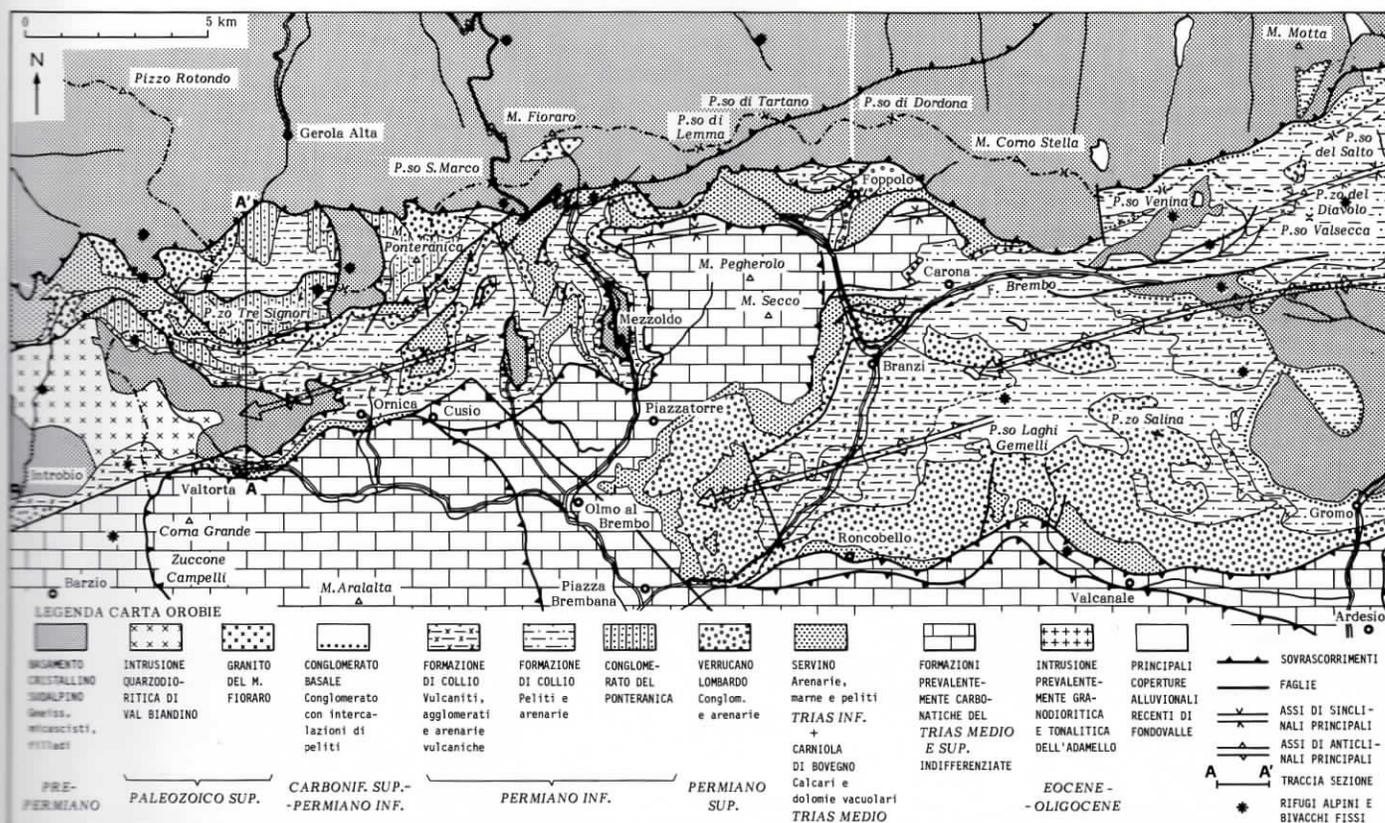


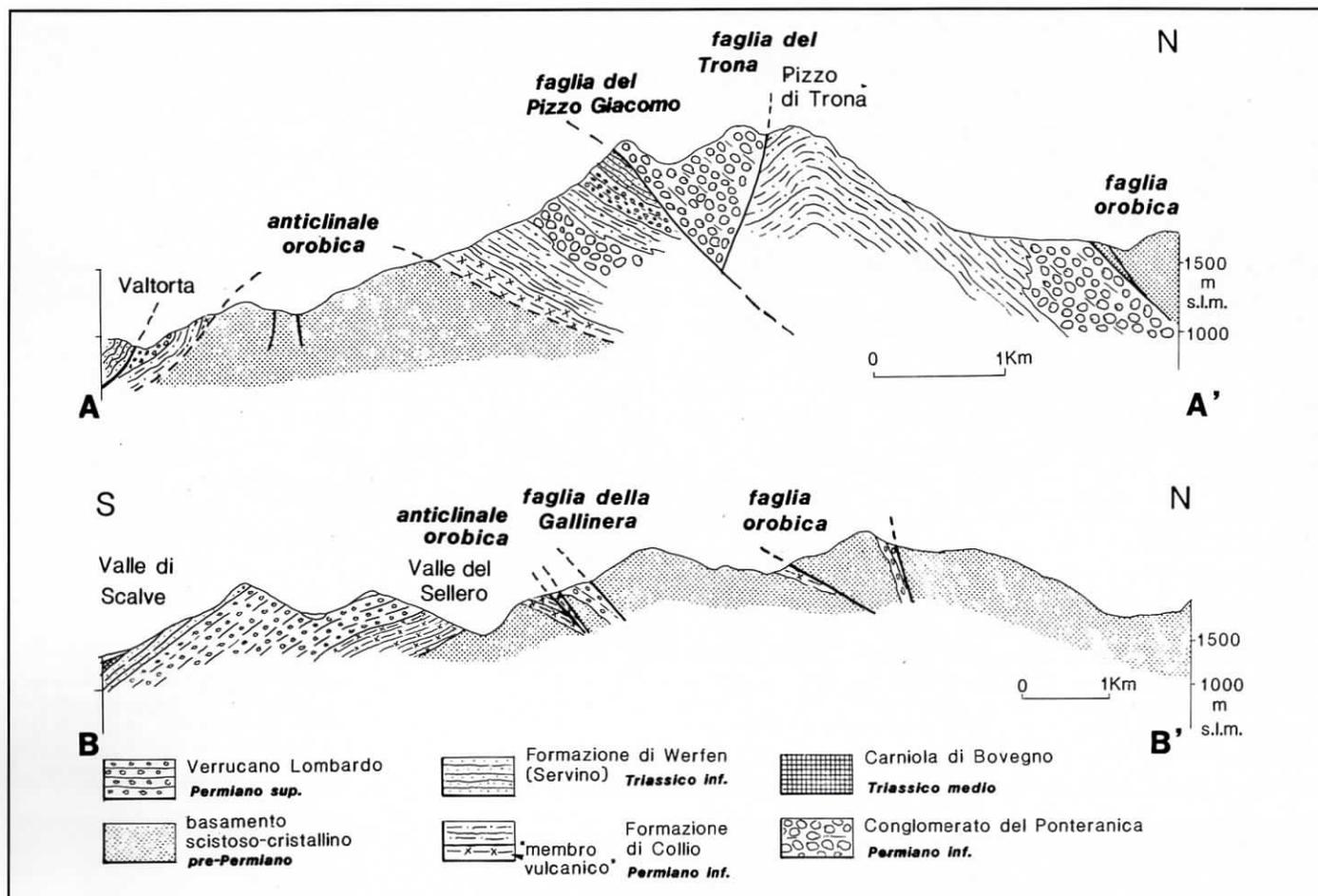
Fig. 8 - Carta geologica schematica e semplificata delle Alpi Orobie, ricavata dai fogli Sondrio-Pizzo Bernina, Tirano e Bergamo alla scala 1:100.000 del Servizio Geologico d'Italia. Per facilitare la lettura sono stati trascurati quasi totalmente i depositi sciolti superficiali (morene, alluvioni, detriti).

Aspetti economici legati alla geologia delle Orobie

Si è già detto dell'immagazzinamento di acqua nelle conche di sovraescavazione glaciale sbarrate a fini idroelettrici, vediamo ora qualche risvolto economico legato ai minerali e alle rocce presenti nelle Orobie.

È cessata da lungo tempo l'estrazione della *siderite* (carbona-

to di ferro) diffusa in queste montagne (fig. 7), così come quella della *tetraedrite* e *calcopirite* (minerali di rame) al Passo del Camisolo nella regione del Pizzo dei Tre Signori. L'attività estrattiva fu intensa nel passato anche molto antico: basti ricordare che la lavorazione del ferro a Premana in Val Varrone attualmente volta alla produzione di coltelli, forbici e attrezzi alpini-



stici, ha avuto inizio parecchi secoli fa, sicuramente collegata con lo sfruttamento delle miniere di siderite della stessa valle.

La *barite* (solfato di bario) è ancora estratta in Val Paisco.

Nelle vulcaniti basali della Formazione di Collio vi sono giacimenti di minerali di *uranio* a Novazza presso Gromo in Val Seriana e, sul versante valtellinese, in Val Vedello. Gli studi effettuati dall'AGIP hanno permesso di valutare la quantità di minerale presente.

Se l'attività mineraria è attualmente assai ridotta, non la stessa cosa si può invece dire per quella di cava.

Le ardesie di Carona coprono i tetti di molte case delle Alpi

Le cave più importanti sono senza dubbio quelle dell'alta Val Brembana. Vi si estraggono lastre usate soprattutto per coperture tegolari provenienti da due distinte formazioni di differente età: la solita Formazione di Collio del Permiano inferiore e l'Argillite del Pegherolo del Triassico medio, più precisamente del Ladinico superiore. Di quest'ultime argilliti, cavate sul versante destro della Val Rotta a nord del M. Pegherolo presso Cambrembo, non ci occupiamo in quanto appartenenti a rocce più recenti di quelle considerate in questo articolo.

Le ardesie di Carona sono estratte in diverse cave tra Branzi e Carona (fig. 10). In questa zona la Formazione di Collio ha subito intense deformazioni — certamente superiori a quelle cui è andata soggetta altrove — e un inizio di metamorfismo che ha notevolmente «indurito» le rocce, alle quali ha conferito una particolare resistenza alle azioni meccaniche, uno dei pregi in relazione all'uso al quale vengono destinate. Nella deformazione connessa con l'orogenesi alpina cui si è fatto cenno più sopra, si

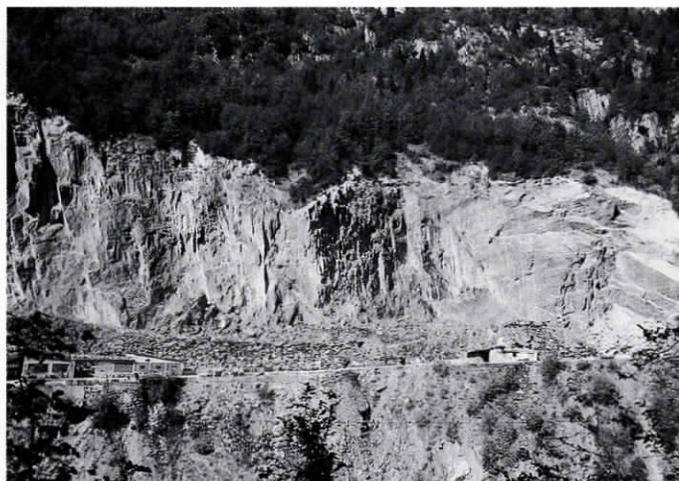


Fig. 10 - Cave di Carona.

è prodotta una scistosità che consente una facile divisione in lastre secondo piani che non coincidono con le originarie superfici di stratificazione le quali rimangono tuttavia ancora ben riconoscibili.