

Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali
Band: 37 (1942)

Artikel: Appunti di geologia del Ticino
Autor: Casasopra, Secondo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1003624>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 12.05.2025

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

Dr. SECONDO CASASOPRA

Appunti di geologia del Ticino

Riuniamo in compendio queste brevi note suscitate dal desiderio di far tesoro di alcune recenti pubblicazioni aventi per oggetto l'esame dettagliato della nostra terra. Si tratta di lavori che sebbene diversi per indole, autore e località, lasciano intravedere nella loro connessione più o meno esplicita la continuità del pensiero geologico e soprattutto alcuni dei principali problemi di attualità affrontati dagli studiosi di geologia ticinese.

Dal '39 a tutt'oggi le ricerche sono volte a soddisfare particolarmente i crescenti bisogni della generale emergenza, nondimeno dalle campagne mendrisiensi alle vette dell'Alto Ticino i costanti richiami della natura rocciosa destano una fioritura di assidue indagini, che non tardano a maturare in esami profondi e sobri, talora complessi e vasti ma pure ordinati e armonici. Scorriamone qualcuno fra i più significativi e vedremo la nostra storia geologica profilarsi con lineamenti sempre più nitidi e distinti attraverso il vaglio scrupoloso del metodo scientifico moderno. La materia poi, di per sè delicata e variamente discussa, ci permetterà in pari tempo di aggiungere qualche osservazione particolare, ispirata alle relazioni di insieme che inizialmente esorbitano dal fine di ciascun esame.

I. IL CRISTALLINO ANTICO DELLE ALPI MERIDIONALI (SOTTOCENERI)

1. Zona del Ceresio (Lugano-Malcantone)

Negli studi dei diversi discepoli della scuola di Leida (Kuenen, Harloff, de Sitter, Doeglas, Dozy), che tanto contribuirono alla penetrazione geologica del Luganese, il Cristallino antico costituente l'imbasamento ercinico delle Dinaridi insubriche figura solo nella descrizione particolare di ogni settore come elemento di analisi subordinato alle unità mesozoiche superiori, cui è rivolta la maggior attenzione. Torna perciò assai opportuno il recente lavoro di

J. A. Burford¹⁾ dedicato alle formazioni cristalline della regione luganese quale primo saggio sintetico di varie ricerche proprie e di altri autori (Bearth, Kelterborn). Presentato così in un quadro a forti linee, il complesso metamorfico di fondo comincia ad assumere una fisionomia propria dove gli elementi primari d'ordine petro-tettonico risultano inconfondibili e scevri di una marcata interpretazione soggettiva, d'altra parte sì facile in un ambito come questo in corso di decifrazione.

Dalla descrizione del Burford sempre scorrevole nello schema topografico su cui s'intesse, si ricavano preziosi dati di fatto che determinano in modo chiaro ed univoco i caratteri della regione. Anzitutto la circoscrizione implicita negli affioramenti da Caslano - Agra - Lugano a Maglio di Colla - Taverne, poi le qualità litologiche delle serie rocciose qui figuranti, indi l'assetto tettonico attraverso le fasi culminanti del suo sviluppo.

Ad occidente le formazioni luganesi si addossano al complesso gneissico del Malcantone lungo il versante orientale di quest'ultimo (Magliaso - Taverne) racchiudendo al loro incontro una zona scisto-milonitica assottigliata dalla concomitante faglia del Vedeggio lungo lo stesso labbro orientale. Una brusca deviazione di questa faglia delimita verso nord con struttura analoga la zona settentrionale da Taverne a Ponte Capriasca, da dove prosegue poi alquanto incerta sul fianco settentrionale della Val Colla. Di qui, partendo dal Maglio di Colla, sino a Sonvico-Soragno-Castagnola il limite geologico è segnato dalla trasgressione dei sedimenti triasici e financo giuresi sovra ripiegantisi, mentre continua a levante inabissandosi lungo la grande frattura di Lugano-Melano. A sud fan capolino scarsi accenni lungo lo zoccolo dell'Arbostora, tuttavia chiaramente differenziati nella comune affinità verso il complesso analogo del Malcantone: l'ultimo diversivo emerge nel piccolo massiccio gneiss-granitico della Collina d'Oro (Montagnola-Agra).

Un lembo dunque abbastanza ristretto però assai singolare e denso di enigmi, tanto da indurre lo stesso autore a premettere alcune riserve molto prudenti. Queste invero

¹⁾ John A. Burford: « Les formations cristallines de la région luganaise », Zurigo 1940 - Boll. svizz. Min. Petr. vol. XX, p. 253-280. Cfr. inoltre la recensione in questo bollettino a pagina 82 del fascicolo precedente (Anno XXXVI, 1941).

oltrepassano il compito direttivo dell'interpretazione dei fenomeni, riuscendo a inquadrare tempestivamente i capisaldi di qualsiasi sintesi locale. Così, il fatto costantemente osservato delle interstratificazioni fra scisti cristallini e rocce eruttive in prossimità di zone milonitiche limita senz'altro la possibilità di carreggiamenti parziali, mentre gli effetti dinamometamorfici di questi ultimi trascendono d'altra parte i limiti delle stratificazioni preesistenti. Di qui si intravede già l'intrinseca difficoltà nello scandaglio dei rudimenti rocciosi di questa zona.

L'analisi descrittiva dei vari assaggi conduce il Burford alla suddivisione di due serie rocciose (di Soragno al tetto, di Sonvico alla base) i cui elementi si ritrovano con discreta regolarità nei vari punti affioranti (l. c. p. 254). A questi potremmo associare altre specie secondarie, proprie del settore sud della serie di Sonvico, dove esse demarcano una spiccata continuità della stratificazione originaria attraverso alle più svariate ed intense deformazioni meccaniche. Si potrebbero in tal modo chiarire alcuni indizi restati incerti nella valutazione dell'autore, specie per quanto riguarda lo sviluppo tettonico nel contatto meridionale verso il blocco massiccio della Collina d'Oro. D'importanza fondamentale restano comunque le deduzioni intorno alla natura dinamometamorfica della ricristallizzazione nell'ambito degli scisti gneissiformi (dotati di particolare struttura « pseudo - fluidale »), nonché in merito alle successive alterazioni epizonali e soprattutto alla facies milonitica chiaramente posteriore ai suddetti rifacimenti (l. c. p. 258). Questi caratteri petrotettonici propri del settore centro-settentrionale risultano pertanto coordinati nel tempo grazie a un lembo della trasgressione carbonifera, cioè dei conglomerati quarzosi di Manno, sulla faglia del Vedeggio, il quale suggella l'età precarbonifera della rigenerazione e del successivo assetto tettonico. Siamo così entrati in piena orogenesi ercinica o forse in altra ancor più antica (l. c. p. 279).

Questa si manifesta da principio con la formazione di scivolamenti di massa (dinamometamorfismo e primi orizzonti milonitici nella serie di Soragno) e con intrusioni granitiche nel complesso scistoso: non si tratta che di aspetti locali di fenomeni orogenici ben più ampi e sviluppati analogamente in tutto lo zoccolo attiguo, dal Varesotto alle Alpi Bergamasche e giù fino al Bellunese. Lo spostamento tangenziale culmina poi con l'incuneamento (« en-

racinement ») della serie superiore dianzi metamorfosata lungo il fianco laterale, in linea nord-sud (faglia del Vedeggio, da Magliaso a Taverne), mentre verso sud i contraccolpi si palesano in profonde faglie trasversali est-ovest che recidono i fianchi del corrugamento anticlinale di Muzzano. Tutto il costruito si compie e si assesta in tal modo prima del carbonifero superiore.

Questa la riesumazione dell'antico parossismo presentataci dal Burford. Senza dubbio essa schiude nuovi orizzonti ed imposta numerosi problemi di dettaglio, ad alcuni dei quali giova accennare fin d'ora, senza con ciò venir meno al nostro primitivo intento.

L'esistenza di abbondanti secrezioni quarzifere negli elementi della serie inferiore (Sonvico) non risulta qui valutata nè come fenomeno per se stante nè in relazione alle pulsazioni circonvicine cui potrebbe verosimilmente ricollegarsi ¹⁾, e anche la pertinenza del massiccio della Collina d'Oro non appare ben chiara in quale momento o a quale centro intrusivo possa venir attribuita. Da lato più strettamente tettonico, senza tener conto del termine di irradicamento (« enracinement ») a proposito del quale la demarcazione esterna del complesso potrebbe suscitare opposte opinioni circa la funzione quivi svolta, tornerebbe assai utile conoscere il senso dominante dei movimenti verificatisi in tutta la formazione cristallina, ad onta delle successive modificazioni sofferte durante il parossismo alpino.

* * *

Altri spunti si delineano non appena esaminiamo le relazioni con i settori adiacenti, prima però conviene ascoltare quanto espone a proposito del lembo meridionale della stessa formazione un altro studio, la monografia di K. P. Rode sulla geologia e la petrochimica del Monte Arbostora ²⁾. Qui il complesso metamorfico si presenta altresì

¹⁾ De Sitter, L. U., in « Les porphyrs luganais entre le lac de Lugano et le Valganna » (- Leiden 1935, Leid. Geol. Med. Deel. I, p. 187 - 254. -) parla con insistenza di iniezione a proposito delle stesse formazioni varesine di Ganna e Piambello (p. 211 - 215)

²⁾ K. P. Rode: « The geology of the Morcote Peninsula und the petrochemistry of the porphyry magma of Lugano ». - Zurigo 1941. - Boll. svizz. Min. Petr. Vol. XXI, p. 194 - 313. - E' un lavoro condotto con molta cura e diligenza, su cui si dovrà ritornare più volte data l'abbondante messe di risultati ottenuti. Per continuità di argomento omettiamo qui un adeguato cenno alla petrochimica del distretto porfirico luganese, contando ritornarvi in altra occasione.

con due gruppi distinti di rocce : alla base di ortogneiss e al tetto di meta- e parascisti. Ambedue affiorano chiaramente a levante del Castello di Morcote in una giunzione discordante dovuta a sicuro contatto tettonico, per il quale non sarebbe da escludersi anche un rovesciamento ercinico (l. c. p. 211). Sembra infatti probabile che i meta- e paragneiss, che figurano in diversi punti estremamente ripiegati, siano stati rovesciati sul primitivo massiccio gneissgranitico non ripiegato, riproducendo così in miniatura una struttura di falde di ricoprimento in seno all'orògene ercinico.

Orbene se avviciniamo le descrizioni analitiche dei gruppi rocciosi distinti dai due autori citati, ci troviamo di fronte ad un accordo abbastanza soddisfacente per quanto riguarda la natura intrusiva degli ortogneiss (Rode, l. c. p. 214) e degli gneiss porfirici (Burford, l. c. p. 260-2) e le loro manifestazioni di contatto lungo i margini : è questo un parallelo che potendo preludere il collegamento diretto fra elementi più lontani della nostra formazione, accosta tutto l'insieme luganese al complesso del Malcantone. In sostanza l'orogenesi ercinica (o eventualmente pre-ercinica) intervenne nella regione luganese con il normale sviluppo dinamometamorfo delle masse sedimentarie e cristalline preesistenti, restando accompagnato da successive intrusioni granitiche, simultaneamente metamorfizzanti per contatto e autometamorfosate per dislocazione, talchè potè subentrare come fase conclusiva un periodo di profondi disturbi milonitici. Si segmentò così il primitivo blocco orogenico in formazioni affini (Luganese e Malcantone) ciascuna delle quali subì poi l'ulteriore evoluzione geologica sotto condizioni abbastanza diverse.

Il settore malcantonese, lentamente solcato da ampie sinclinali delimitava assieme all'anticlinale centrale luganese, culminante nella cerniera di Muzzano, un bacino allungato in direzione est-ovest e protratto verso sud nell'attuale arco varesino, nel quale potevano depositarsi in trasgressione i sedimenti permo-carboniferi. In seguito passava gradualmente ad ulteriore segmentazione interna, mercè la quale buona parte del complesso veniva trasformandosi in fossa di intasamento o forse ancor più di irradicamento.

Il settore luganese invece dopo la quiescenza orogenica della trasgressione carbonifera veniva scossa dai sussulti dell'eruzione permiana, riuscendo tuttavia a conservare la propria posizione, consolidata attorno al nucleo anticlinale

di Muzzano e spalleggiata a meridione dal massiccio gneiss granitico della Collina d'Oro. Si può così intravedere qualche debole chiarificazione fra rapporti sinora molto oscuri che determinarono lo stabilirsi dello zoccolo cristallino luganese; è poca cosa ma v'è altresì d'attendere fiduciosi l'ulteriore sviluppo (vedi sotto a pag. 13).

2. Zona del Ceneri (Tamaro - Garzirola)

Allargando il nostro sguardo verso settentrione vediamo accostarsi ai margini del Cristallino antico luganese - malcantonese un complesso metamorfico ricco di multiformi aspetti e più gravido di incognite. E' l'insieme di quelle rocce, in parte coeve alla precedente regione, che coinvolte più strettamente nei centri di tensioni orogeniche pre-alpine dovettero riplasmarsi fondamentalmente in condizioni assai particolari.

Finora non si è ancora studiato l'allacciamento diretto delle due unità ad eccezione di un brevissimo tratto nel Malcantone, nondinemo si conoscono una monografia dedicata al settore occidentale ¹⁾ e una raccolta di note illustrative per il settore orientale ²⁾. Quanto alla zona centrale di questa fascia segue ora la pubblicazione di una breve monografia sul territorio attiguo al settore orientale del San Jorio ³⁾, mentre dalla stessa opera si rileva l'esistenza di rilevamenti, finora inediti, nella restante area (Medeglia-Bigorio) nonchè della striscia meridionale aderente al cristallino luganese (Val Colla) ⁴⁾.

Come si vede l'interesse è assai vivo per questa regione cenerina, apparentemente monotona e realmente trascurata più di ogni altra dal punto di vista petrografico; ciò non ostante le varie ricerche sono ancor lungi dal poter dare una risposta definitiva ai problemi tettonici e petrografici,

¹⁾ R. Baechlin: « Geologie und Petrographie des Monte Tamaro-Gebietes ». - Zurigo 1937. - Boll. svizz. Min. Petr., Vol. XVII, p. 1 - 78; vedi anche la recensione in « Boll. Soc. Tic. Sc. Nat., 1938, Vol. XXXIII, p. 163 - 164.

²⁾ P. Knoblauch e M. Reinhard: « Erläuterungen zum Geol. Atlasblatt Nr. 11 - 516. Iorio mit Nordrand des Blattes Bogno (5 Taf.) - Uebersetzung von G. Gemnetti, Bern 1939, Komm. A. Francke, 88 S., pubblicate a cura della Commiss. Geologica della Soc. Svizz. di Sc. Nat.

³⁾ A. Spicher: « Geologie und Petrographie des obern Val d'Isonne (südliches Tessin) ». Zurigo 1940 - Boll. svizz. Min. Petr. Vol. XX, p. 17 - 100.

⁴⁾ Cfr. Spicher, op. cit. p. 20.

sebbene tutte si distinguano per la minuziosa diligenza dei rilevamenti. In generale si può ritenere quasi per certo che le particolarità litologiche aggravino di molto l'interpretazione petro-tettonica, ma d'altra parte non si può ignorare la titubanza spiccata con cui vien accettata in questi lavori la concezione normale dei caratteri orto- e para- delle rocce metamorfiche ivi descritte¹⁾. Questa circostanza che in ultima analisi riflette profondi divari concettuali sull'essenza e sulla limitazione del fenomeno palingenetico nelle strutture di fondo, rallenta notevolmente la soluzione dei problemi sollevati dall'osservazione in natura e dal relativo coordinamento nell'evoluzione locale e generale (vedi sotto III, p. 31).

Nulladimeno le specie rocciose comunemente distinte nei terreni compresi fra la linea del San Jorio, che demarca il limite più settentrionale di tutta la fascia insubrica, e i margini spezzati delle formazioni cristalline confinanti viste sopra, vengono raggruppate in base alla corrente nomenclatura di orto-, meta-, paragneiss, accompagnate da tutte le sfumature necessarie di dettaglio locale, le cui accezioni suonano non di rado incongruenti. Dal recente lavoro dello Spicher, che più particolarmente rientra in queste note, si desume che le qualità peculiari dei paraderivati dominanti in tutto il settore cenerino si compendiano nella presenza insistente di plagioclasti e biotite (componenti questi che retrocedono soltanto nelle zone meridionali a favore degli aluminosilicati puri e della muscovite [l. c. p. 23]) nonchè di inclusi lenticolari del tipo dei calcefiri. I metagneiss, cui fanno capo diverse cornubianti, manifestano deboli apporti di sostanze e specie nei punti di interferenza con gli ortogneiss lasciano ammettere un imbibimento diffuso di un sostrato iniziale paraderivato ad opera di soluzioni aplitiche. Si avrebbero cioè, secondo lo Spicher, dei paragneiss fel-dispatizzati dotati di una composizione chimica perfettamente equivalente a quella di reali rocce eruttive — tuttavia senza esserlo (l. c. p. 47, 48, 96) —. Due altre caratteristiche di questo settore insubrico sono date dall'assenza spiccata di residui triasici, peraltro così abbondanti a levante di Carena fino al Passo San Jorio, sempre a sud della linea Jorio-Tonale²⁾, e, a riscontro della stessa, dalla presenza

¹⁾ Cfr. Spicher, op. cit. p. 48.

²⁾ Vedi Knoblauch e Reinhard: Foglio N.ro 11 dell'Atlante Geol. Svizzero e relative note.

di considerevoli quantità di rocce anfiboliche, scarseggianti in genere negli altri settori (l. c. p. 48 e seg.). La persistenza genetica di queste ultime specie rocciose, figuranti in diverse varietà, può ritenersi certa per il tipo orto solo nei casi di univoca transizione verso elementi gabbroidi, mentre le analoghe e sottili intercalazioni nei paraderivati vengono considerate senz'altro come sedimentogene (l. c. p. 65). Due affioramenti di metamorfiti ultrabasiche (l'una in Val Cagneggio e l'altra a ridosso del Cavaldrossa) coronati da una rigogliosa fiorita di felsiti pirosseno-anfiboliche contrassegnano l'ampiezza delle specie cristalline nel complesso sudalpino del Ceneri, lasciando riconoscere attraverso alla propria genesi, le antichissime vicende orogeniche. Completa poi il mosaico roccioso di questo settore dell'alta val d'Isona l'innunerevole moltitudine di cataclasiti e blastomiloniti a retrocessione metamorfica risultanti dal fitto reticolo di zone milonitiche ovunque presente (l. c. p. 84).

I movimenti tettonici che interessarono tutta la zona in parola si trovano accennati nei vari lavori con sorprendente unanimità d'opinione, (cosa strana nella tettonica del settore lepontino !). Riconosciuto infatti l'evo remotissimo della prima ossatura — sicuramente pre-alpina — durante la quale, secondo lo Spicher, si svolse il primo dissolvimento della compagine mafitica intrusa nelle precedenti formazioni geosinclinali (l. c. p. 82), si rinviene spesso la comune affermazione di complesse strutture annodate o allacciate, quali forme fondamentali di stile tettonico ¹⁾. Durante simile modellamento si determinarono i fenomeni di metamorfismo a facies cata-mesozonale, che continuarono poi nelle fasi successive di graduale sollevamento di tutto il complesso. Dopo la grande pausa mesozoica vediamo la nostra zona sottoposta a profonda dissezione in seguito ai movimenti del diastrofismo alpino, culminante in una straordinaria laminazione di tutti gli elementi più settentrionali che fiancheggiano la linea Jorio-Tonale per una profondità da 1 a 2 chilometri verso sud. Infine alcune vivaci discordanze provocate da sovrascorrimenti rivolti verso sud (Valle Scervia) confermano i contraccolpi tangenziali della spinta orogenica alpina (l. c. pp. 87-90).

¹⁾ Si tratta di un particolare stile tettonico, la così detta « Schlingentektonik », o tettonica a ripiegamento secondo assi più o meno verticali di zone gneissiche, in precedenza già piegate secondo assi sub-orizzontali o almeno poco inclinati, così da risultare le tipiche pieghe a laccio (« Schlingen »).

Con questa chiarificazione dei principali momenti evolutivi si accorderebbero alcuni raffronti della fascia insubrica cenerina con il Cristallino antico delle masse che costituiscono i ricoprimenti del Silvretta-Oetztal, delle quali essa rappresenterebbe la prosecuzione occidentale al di qua della dislocazione tardo-alpina del Tonale (frattura insubrica - linea Jorio-Tonale).

* * *

Dalle osservazioni sin qui esposte possiamo rilevare qualche nota caratteristica del divenire geologico della intera fascia sudalpina dal Monte Paglione al Passo San Jorio.

A ponente spicca nelle rocce un forte regime di iniezione ben distinguibile in due zone: l'una a nord verso la linea Jorio-Tonale, l'altra a sud verso l'orizzonte dislocativo di Arosio; fra le due, al centro si dispiega invece un notevole bacino di gneiss cornubianitici a biotite, la cui facies più profonda risulterebbe chiaramente granitizzata (il così detto « Gneiss del Ceneri »). Ovunque frequenti i resti filoniani pegmatitici ¹⁾.

Più a levante l'iniezione scompare invece a favore di una diffusa imbibizione che muovendosi nell'ambito di una cristallizzazione cumulativa (« Sammelkristallisation ») sfocia in una vera e propria feldispatizzazione dei paraderivati, in modo da escludere una genesi magmatica anche per gli orto- e metagneiss ²⁾, salvo restando la stessa solo nelle irrevocabili rocce mafitiche ³⁾. I filoni pegmatitici mancano completamente e soltanto rari filoni diabasici di varia potenza risultano intercalati a forma di letti ⁴⁾.

In sostanza questo sviluppo regionale delle facies metamorfiche non starebbe che ad illustrare il normale assopimento del fenomeno di granitizzazione da ponente a levante in seno alla fascia cenerina; potremmo dunque coerentemente parlare del tramonto dal Tamaro alla Garzirola di un « fronte » di granitizzazione o più esplicitamente di un fronte migmatico. Anzi, dato che l'intensità dell'iniezione e della concomitante imbibizione varia nello stesso settore

¹⁾ Cfr. Bächlin, op. cit. pp. 11-21.

^{2, 3, 4)} Cfr. Spicher, op. cit. rispett. alle pagine 45-48, 96; 82; 84.

occidentale da nord a sud ¹⁾ è plausibile ammettere il declinare della stessa aureola anche in questa direzione, onde, avuto conto che l'immediato cristallino meridionale risente di una iniezione prettamente quarzifera facente parte di tutt'altra fase evolutiva ²⁾, si può ammettere, in base alle recenti indagini, che la fascia cenerina immediatamente a sud della linea Jorio-Tonale abbia fornito l'ambiente propizio all'avanzamento laterale di un fronte migmatico, estinguendosi gradualmente da ponente a levante come da austro a meridione. Ciò risulterebbe pure in armonia con le qualità sempre più normali che le rocce della stessa unità sudalpina vanno realmente assumendo nei settori a levante, dove, accompagnate da significativi residui triasici, partecipano più singolarmente all'orogenesi alpina e alle relative modalità metamorfiche ³⁾.

Altre illazioni d'indole petrogenetica possiamo trarre osservando la continuazione di questa fascia cenerina oltre il confine italo-svizzero verso levante, cioè nell'ambito della Val Vedasca e giù ancora verso Maccagno, Cannero, Oggebbio e Ghiffa lungo le spaziose rive del Verbano, dove essa si affianca in modo univoco alla serie diorito-kinzigitica per formare assieme il ben noto complesso Ivrea-Verbano. E' infatti di recentissima data l'inizio della pubblicazione di una serie di contributi analitici destinati a chiarire le intricate forme minero-tettoniche condensate in questa tipica unità in cui le rocce eruttive e quelle metamorfiche strettamente coinvolte si affermano in netta e reciproca dipendenza ⁴⁾: ora, senza entrare nei particolari qui discussi, giova notare i caratteri generali della zona.

¹⁾ Baechlin (op. cit. p. 68) parla esplicitamente di complessi di gneiss feldspatici e plagiocasici in cui il passaggio perfettamente graduale da orto — a meta — e paragneiss si effettua senza alcun disturbo attraverso zone di feldspatizzazione con corrispondente e graduale intensità.

²⁾ Cfr. De Sitter, op. cit. p. 215.

³⁾ Si vedano a tal proposito i precedenti rilevati di G. Merla in « Formazioni cristalline fra Alto Lario e Val Bregaglia », Roma 1935, Boll. R. Uff. Geol. d'Italia, Vol. LX, p. 1-18, nonché di J. Dozy in « Die Geologie der Catena Orobica zwischen Corno Stella un Pizzo del Diavolo di Tenda »; Leida 1935, Leid. Geol. Meded. Deel VI, Afl. 3, p. 137 - 230.

⁴⁾ H. F. Huttenlocher: « Beiträge zur Petrographie des Gesteinszuges Ivrea-Verbano. Allgemeines. Die gabbroiden Gesteine von Anzola ». - Zurigo 1942. - Boll. svizz. Min. Petr. Vol. XXII, p. 326 - 365.

Da Stresa a Maccagno e alle valli nord-orientali (confi-
nanti con il nostro settore occidentale del Tamaro) la serie
monotona di micascisti si distingue per il suo notevole con-
tenuto di tormalina, mentre spesso si rinven-
gono centri di feldispatizzazione (in letti o in lenti occhiadine) che au-
mentano talvolta in misura tale da simulare rocce piena-
mente granitiche (l. c. p. 339). Questi segni di interposizione
pneumatolitica in simile settore orientale delle kinzigiti ¹⁾
attestano un chiaro apporto di sostanze volatili ed alcaline,
spiegabile come reazione al cedimento e all'affondamento di
complessi rocciosi nei crogiuoli di accumulamento e rifu-
sione. Vediamo così come l'aureola dell'ipotetico fronte mig-
matico sopra ammesso per la fascia cenerina trovi l'equiva-
lente termine nella serie Ivrea-Verbano, riuscendo inoltre ad
inserirsi normalmente nella sua posizione geotettonica. Anzi
se aderiamo a quanto ammette lo stesso Huttenlocher, che
cioè i centri di feldispatizzazione e i sistemi d'irradiazione
venata possano trovarsi in diretta connessione genetica con i
complessi granitici di Baveno, Quarna e Biella — peraltro
perfettamente distinti dai graniti terziari della Bregaglia (l. c.
p. 340) — possiamo considerare il cristallino del Ceneri
come l'ambito più orientale raggiunto dalle profonde modi-
ficazioni che emanano dall'antico centro intrusivo piemon-
tese. Attendiamo per ora i risultati dei prossimi contributi
annunciati e vedremo come il problema magma— migma—
metamorfismo posto di bel nuovo in questo settore meridio-
nale riceverà l'adeguata soluzione. In questo caso uno dei
più importanti periodi genetici rientrerebbe nell'orbita di
più vasta e radicale trasformazione che non del semplice
metamorfismo dislocativo proprio delle zone adiacenti (vedi
sotto III p. 25).

* * *

Passando ora ai lineamenti tettonici della fascia cene-
rina, notiamo come la continuità dei motivi strutturali co-
muni a ciascun periodo orogenico (pre-alpini e alpino)
risulta perfettamente concordante e tale da giustificare la
inserzione di tutto il complesso in esame nella sintesi tetto-
nica delle Alpi Meridionali. Infatti mentre le primitive strut-

¹⁾ Ricordiamo che secondo Huttenlocher (op. cit. p. 333) la sud-
divisione fra « Serie dei Laghi » e « Serie diorito-kinzigitica » signi-
fica soltanto una contrapposizione approssimativa di intensità meta-
morfiche in associazioni rocciose per natura tipicamente continue e
fra le quali non esiste una linea tettonica di separazione.

ture a laccio si intrecciano ai complessi momenti dell'evoluzione litologica or ora accennata, le ripercussioni dell'orogenesi alpina si affermano con spostamenti in blocco assai più nitidi nel settore occidentale (Tamaro) che non in quello orientale (Alta Val d'Isona). Ciò facendo quest'ultime segnano il normale accordo fra la distensione intermedia alle due maggiori anticlinali trasversali (Conca della Maggia fra Toce e Ticino) e la zona di intensificato costipamento delle fratture in prossimità dell'asse di culminazione ticinese, il tutto senza menomare la completa isoclinalità delle rocce impressa loro dalle orogenesi precedenti. Ammettendo poi che la zona in parola costituisca la diretta prosecuzione occidentale delle Austridi superiori (falde orogeniche alpidiche superiori), la linea tardo-alpina del Tonale verrebbe a demarcare soltanto la recente separazione di quest'ultime¹⁾, congiungendo così questo settore nella struttura dei disturbi dominante nello spazio delle Alpi Meridionali, di cui sono tipiche le pieghe rivolte verso il retroterra: a queste corrisponderebbero perciò gli scorrimenti in blocco di cospicue masse gneissico-scistose da nord verso sud (cf. sopra p. 8). In tal modo viene delineandosi con sempre maggior plausibilità la funzione svolta dai terreni immediatamente a sud della fascia cenerina (cioè delle formazioni cristalline adiacenti e più o meno ricoperte dalle rocce della serie mesozoica, [Alpi Meridionali propriamente dette]): suddivisione in blocchi e scaglie lungo traiettorie in parte già segnate da precedenti orogenesi ed effusioni vulcaniche nello zoccolo cristallino, e conseguenti pieghe nella coltre sedimentaria mesozoica sovrastante.

Austridi e Alpi Meridionali risultano perciò anche in questo settore sottocenerino in perfetta e regolare adiacenza quali membri distinti del medesimo edificio tettonico, rappresentando le seconde l'immediato retroterra delle prime. La geniale ipotesi — concepita e sviluppata dall'Argand — della retrospinta seguita allo sprofondamento adriatico trova così felici riscontri pure in questo piccolo angolo al pari che nei più vasti territori correlativi sia delle Alpi Bergamasche²⁾ sia delle masse intrusive periadriatiche nel bacino dell'Adige³⁾.

¹⁾ Cfr. Baechlin (Cornelius): op. cit. p. 20.

²⁾ Cfr. J. J. Dozy - « Beiträge zur Tektonik der Bergamasker Alpen ». Leiden 1935, Leid. Geol. Meded. Deel VII, Afl. 1, p. 62-84.

³⁾ Cfr. Gb. Dal Piaz: « Geologia della Bassa Valle d'Ultimo e del Massiccio granitico di Monte Croce ». Trento 1942 pp. (1-186). E'

Ciò visto, il blocco cristallino luganese-malcantonese, e in particolare il primo settore, si presenta come un gradino singolarmente incastonato fra l'arco delle Austridi volgente a ponente e la profonda frattura nord-sud di Lugano a levante, smantellato della sua coltre mesozoica durante e dopo l'orogenesi alpina. E in questa felice congiunzione evolutiva ci permette ora di stabilire come sul versante meridionale degli antichi orògeni prealpini si sian potuti svolgere i medesimi fenomeni petro-tettonici che oggi ritroviamo nelle strutture alpine. Rispetto alle masse che lo circondano a settentrione esso si differenzia sostanzialmente nella natura e nell'epoca dei primitivi sostrati quanto nella limitata partecipazione ai disturbi dell'orògene alpino. Nel quadro poi dei successivi ripiegamenti e intasamenti che vennero determinando le varie rigenerazioni della fascia cenerina, esso risalta per la globale passività, cui fa fede il proprio irradicamento marginale lungo il complesso intermedio malcantonese; parimenti nei confronti delle modalità palingenetiche riafferma una ben pronunciata indipendenza.

L'irradicamento prealpino e precarbonifero così spiccato a ponente, è da ritenersi non già come espressione dell'incurvamento austridico che gli succede, bensì con tutta probabilità come effetto delle fasi d'intasamento o viceversa di sollevamento a seguito delle intrusioni granitiche occidentali o delle concomitanti dislocazioni orogeniche. La sua continuazione lungo il margine nord-orientale per quanto non ancora accertata è d'altra parte assai attendibile, anche se non più nell'attuale veste di brusca tensione, giacchè risulta plausibile che verso oriente tutto lo zoccolo si sia accomodato più agevolmente all'isoclinaltà delle formazioni cenerine antistanti; onde, ceduto gradatamente il suo primitivo significato funzionale a causa dell'allontanamento dai centri intrusivi, sarà facilmente da confondersi con un orizzonte milonitico recente. E' infatti assai verosimile che, dopo tutto quanto si è visto sopra, simile traiettoria coincidendo con la direzione della grande frattura Jorio - Tonale sia stata sopraffatta dalla reviviscenza dei movimenti tardoalpini, che ne ricalcò in verso opposto la primitiva incrina-

questa una poderosa monografia che tanto si distingue per l'abbondante sostanza esaminata e per la chiara e precisa sintesi di un territorio vivamente dibattuto.

tura rispetto al complesso austridico, margine posteriore del pre-paese alpino.

Comunque gli ulteriori studi potranno meglio illustrare l'accettabilità o meno di questa interpretazione del blocco luganese.

II. ALCUNI ELEMENTI DELLA REGIONE PENNIDICA (SOPRACENERI)

Prima di esaminare i lavori di dettaglio condotti recentemente nell'ambito delle falde di ricoprimento pennidiche, le cui parti offrono sempre lo spunto a continue indagini atte a chiarire i loro intricati rapporti, conviene soffermarci su alcuni risultati di un'opera di gran mole, abbracciante tutto lo spazio delle Alpi svizzere nell'illustrazione e nello studio dei tipici minerali, specie in ordine alla loro origine ¹⁾.

1. I giacimenti di minerali, il metamorfismo e l'orogenesi alpina

Nella parte quarta della preziosa opera ora citata, le considerazioni sull'evoluzione dei giacimenti di minerali a fessura riassumono i tratti fondamentali della genesi di questi piccoli individui nell'immane concatenamento che sussiste fra l'ossatura alpina e le diaclasi che li ospitano, fra le condizioni chimico-mineralogiche della roccia madre e la loro cristallizzazione nelle diaclasi, fra i giacimenti di stampo prettamente alpino pertinenti all'ambito della minerogenesi idrotermale e quelli affini collegati a mineralizzazioni magmatogene. Orbene tutte queste relazioni, desunte e stabilite dopo l'esame approfondito e scrupoloso delle più importanti opere di dettaglio locale, condensano e coordinano in giusta luce sintetica la moltitudine di fattori che contribuiscono alla genesi dei cristalli non solo come corpi per se stanti ma come testimoni di ben definibili avvenimenti petro-tettonici realmente occorsi nello sviluppo dell'orogene alpino. Qui sta di certo uno degli alti pregi, forse, a nostro avviso, il maggiore, che fanno eccellere un'opera sì grande e faticosa.

Nella sintesi di siffatto ordine le Alpi ticinesi figurano inquadrare a più riprese nelle varie sezioni che illustrano i giacimenti ora secondo i gruppi locali o le singole para-

¹⁾ P. Niggli, J. Königsberger, R. L. Parker: « Die Mineralien der Schweizer Alpen ». Basilea 1940 - Editore Wepf & Co. (2 volumi con 662 pagine, 251 figure, 21 tavole fotografiche, ecc.).

genesì (R. L. Parker), ora in relazione all'ambiente petrografico regionale (J. Königsberger). Che infatti l'Alto Ticino possa vantare località rinomate per la presenza di diverse specie di cristalli e minerali, è senza dubbio il risultato della coincidenza — generalmente ritrovata in tutto l'arco alpino — che sussiste fra i territori ricchi di minerali a fessura e le strutture cupolari da cui divergono le traiettorie di culminazione¹⁾. Le regioni del Delfinato, del Monte Bianco, dei massicci dell'Aare, del San Gottardo, del Gran Veneziano competono fra loro il primato di questa modesta ricchezza, essendo tutte zone di spiccata culminazione trasversale; però lo sviluppo di schiacciamento e di sollevamento orogenico raggiunge incontestabilmente il suo apice nel settore centrale dell'Aare e del S. Gottardo, onde nelle vallate che vi mettono capo si irradiano in maggior copia i gruppi di minerali congeniti alle trasformazioni quivi avvenute.

L'epoca della formazione delle fessure e del successivo rivestimento delle pareti con minerali ben cristallizzati risale pertanto all'assopirsi delle dislocazioni tangenziali quando le masse compresse durante il ripiegamento venivano incrinandosi e diaclasandosi in parallelo alla conseguente distensione meccanica.

Il significato dei cristalli giacenti nelle fessure assurge quindi all'espressione di una determinata fase tettonica — data la loro caratteristica distribuzione in settori distinti ed analogamente sollecitati — oltre che all'assolvimento di un compito chimico definito dalle condizioni di concentrazione iniziale delle sostanze nella roccia madre e dalle migrazioni secrete sviluppate durante il metamorfismo, giacchè la rispondenza fra cristalli e roccia madre è sempre ed ovunque ben pronunciata.

Una veduta nitida e precisa di questi ultimi rapporti non è ancor pienamente raggiungibile, non potendosi oggi disporre di un quadro esatto delle proprietà che i territori tuttora ricchi di cristalli assunsero e modificarono successivamente durante le fasi orogeniche dall'oligocene alla fine del pliocene. Nondimeno è certo che all'inizio dei movimenti orogenici che condussero i nuclei dei massicci centrali all'attuale posizione culminante, potenti strati di rocce (alcuni chilometri) ricoprivano le rocce delle vette odierne, di guisa

¹⁾ Niggli, op. cit. p. 507. In seguito i numeri fra parentesi intercalati via via nel testo richiamano le pagine della stessa opera.

duemila, tremila atmosfere, mentre la temperatura oscillava che la pressione di carico in tal punto poteva raggiungere intorno ai 300 gradi (519). Con il sollevarsi di queste masse sotto l'impulso delle spinte tangenziali, le fenditure apertesi venivano riempiendosi di soluzioni acquose e calde, dalle quali si scindevano gradualmente i minerali. Ciò poi in conseguenza della diminuzione di temperatura provocata dalla riduzione del carico, a sua volta eliminato attraverso lo smantellamento d'erosione e di taglio orizzontale. Le ulteriori differenziazioni di simili condizioni genetiche, delineate dal prof. Niggli con tanta perspicacia, non possono oggi individuarsi se non in relazione ai più recenti stadi delle deiezioni di molassa (miocene medio - superiore). Dopo questo periodo avvenne un successivo riempimento delle fessure generate da deformazioni interne di assestamento, con soluzioni pure idrotermali ma di origine ben diversa da quella delle precedenti e capaci di costituire giacimenti altrettanto particolari che distinti da quelli alpino-metamorfici.

Da tale duplicità ecco la necessità di ritrovare le ragioni dei vicendevoli rapporti fra la roccia madre e i gruppi di minerali nelle rispettive composizioni chimiche e mineralogiche. E' infatti dal raffronto di queste analisi separate che si possono intuire le funzioni svolte dalle diverse sostanze ora allo stato solido, ora allo stato liquido, durante il processo di cristallizzazione, e determinanti nel loro insieme il tipico colorito locale dei giacimenti, sempre in dipendenza della generale posizione geo-tettonica (540).

Si perviene di fatto a riconoscere come durante l'apertura delle diaclasi si siano svolte parecchie trasformazioni nella roccia madre e in particolare come la composizione delle soluzioni rimaste nelle cavità rocciose dovesse dipendere dalla composizione chimica globale nonchè dalle specie dei minerali componenti o di quelli testè formatisi. Tutto ciò beninteso durante la fase principale delle reazioni fra soluzioni circolanti e la roccia madre, cioè nell'ambito delle migrazioni di molecole degli elementi costitutivi principali. Quanto poi agli elementi più rari che talvolta determinano la presenza di piccoli minerali accessori consta a sufficienza che la loro minima quantità e la loro distribuzione selezionata li associano all'equivalenza media della roccia madre incassante, sì da escluderne l'apporto da profondità interne. In altre parole il chimismo delle paragenesi (cioè dei determinati gruppi di minerali coesistenti nello stesso spazio) è riconducibile a quello della roccia madre che li ospita, grazie

alla secrezione laterale che da questa promana e dal cui prodotto di soluzione si segregano i cristalli (545).

D'altra parte non soltanto il chimismo ma altresì la natura dei composti iniziali (concentrazione) e le condizioni fisico-chimiche (pressione - temperatura) determinano le variazioni della composizione dei soluti residuali e perciò anche dei prodotti di cristallizzazione. Esempio tipico è la produzione di diversi cristalli alcalini (muscovite, adularia) da rocce chimicamente analoghe ma sottoposte a diversi regimi di metamorfismo, per cui la loro presenza risale a singole reazioni locali, legate ai minerali che accompagnano le corrispondenti di zone d'isometamorfismo e alla capacità di adattamento di questi stessi (i così detti processi topochimici). Così la muscovite è quasi assente sia nelle rocce che nelle paragenesi del massiccio dell'Aare, comincia a comparire sul versante meridionale del massiccio del S. Gottardo assieme all'adularia e domina poi spesso in sostituzione di quest'ultima nelle zone pennidiche inferiori dell'Alto Ticino. Tutto ciò sta evidentemente in relazione alle graduali variazioni di profondità metamorfica, ossia al passaggio da regime epizonale (Aare) a condizioni tipicamente mesozonali (Alto Ticino).

Ora la comparazione dei risultati di esperimenti mineorosintetici con le paragenesi più significative permette di stabilire che le temperature iniziali necessarie allo sviluppo delle reazioni nei vari sistemi di soluzioni dovettero oscillare fra i trecento e quattrocento gradi, restando nettamente escluse da queste combinazioni tutte le sostanze tipiche di fasi pneumatoliche. Il carattere delle paragenesi si basa perciò su una progressiva e differenziata segregazione dalla soluzione residuale, avvenendo in direzione della diminuzione di temperatura. Infatti nelle rocce micascistose e gneissiformi, caratteristiche della regione pennidica ticinese, le varie paragenesi lasciano intravedere come all'inizio precoce della segregazione di alumosilicati alcalini con scarso tenor d'acqua o addirittura privi (p. es. epidoto, adularia ecc.), succeda in un primo tempo la cristallizzazione di albite, rutilo, apatite, mentre i silicati ricchi d'acqua (muscovite, clorite) e i composti semplici (carbonati) riescono a formarsi soltanto alla fine del periodo di cristallizzazione, spesso depositandosi sui precedenti o incastonandosi negli interstizi assieme alle comuni zeoliti più o meno avventizie. Il quarzo si segrega per tutta la durata a seconda delle

variazioni della concentrazione silicea. Non ostante questa generalizzazione schematica rintracciabile come linea tipica d'evoluzione nelle paragenesi alpine, restano pur sempre da decifrare i caratteri del colorito locale di ogni fessura, i quali fan sì che ciascuna paragenesi costituisca sempre un caso particolare d'una sola volta, legato a tutte le singolarità della regione tettonica e ai minimi dettagli del settore in cui giace (589).

Simile genesi dei minerali contemplata nel suo insieme fenomenico conferma un'origine idrotermale dovuta tuttavia non a cause magmatogene (o in senso equivalente ultrametamorfie) bensì a stati di secrezione laterale delle rocce incassanti (596). Questo tipo di segregazione si rese possibile mediante certe condizioni tettoniche capaci di sviluppare già a scarsa profondità fenomeni di metatessi¹⁾. Si tratta perciò di uno stadio distinto da formazioni genetiche affini (essudati isterogenetici, rocce d'iniezione, flebiti in genere) che riproducono tutte le sfumature dei passaggi corrispondenti a diverse facies metamorfiche. Del resto questa posizione speciale dei giacimenti alpini si deduce anche dal raffronto delle modalità formative di associazioni affini di minerali, proveniendo tutte dallo stesso sistema fondamentale di silicati, ossidi, solfuri e acqua.

In realtà le paragenesi alpine abbracciano tutte le specie di minerali conosciute nella fase idrotermale, senza però comprendere mai gli esponenti propri delle fasi pneumatolitiche o pegmatitiche (605). Ciò implica d'accordo con la successione progressiva e differenziata una spiccata analogia con le mineralizzazioni idrotermali magmatogene a lievi profondità, come si riscon-

¹⁾ « Metatecta » è il termine di conio recente dato da K. H. Scheumann alle parti di una roccia metamorfa, cristallizzata direttamente da componenti liquefatte o allo stato di soluzione. - « Metatessi » può perciò subentrare nel metamorfismo di dislocazione quando le suddette componenti siano connesse alla massa iniziale. La metatessi si oppone quindi all'anatessi, al processo cioè di rifusione statica sul posto stesso della roccia preesistente con preponderanza temporanea della fase liquida sulle parti solide (595). Confronta in merito i concetti generali schizzati in questa rivista (Anno XXXVI 1941, p. 36-58: « Sul metamorfismo delle rocce nelle Alpi Ticinesi ») ai quali ci riferiremo per necessità anche in seguito. (Approfittiamo di quest'occasione per segnalare che a pagina 42 di questo stesso articolo ci sfuggì un increscioso errore di ubicazione geografica: alla quinta riga dopo il terzo capoverso anziché Gran Paradiso deve leggersi Grandes Rousses e Pelvoux. Preghiamo vivamente di volercene scusare).

trano nelle rocce vulcaniche. Qui le neo-secrezioni annidate nei piccoli meati derivano dalle soluzioni ascendenti dall'interno, le quali si modificano in situ attraverso l'alterazione della roccia stessa, per esempio le amigdali dei melafiri. Possiamo così intuire meglio l'origine delle caratteristiche geodi alpine: esse vengono a trovarsi, grazie alla loro affinità, tra le formazioni amigdaloidi plutoniche e le formazioni idrotermali vulcaniche. Il fattore discriminante di queste varie paragenesi consiste nella diversa provenienza delle soluzioni: nei giacimenti alpini esse sono dovute a secrezione laterale della roccia, nei giacimenti vulcanici e plutonici ascendono invece dall'interno del focolare magmatico (606).

La presenza di apatite, sfeno e di altri ossidi di titanio conferisce poi un tono particolare alle associazioni alpine, formando una caratteristica loro specifica superiore alla normale combinazione quarzo-adularia-zeoliti, in parte o anche interamente riscontrabile nelle formazioni idrotermali d'altra origine (607).

Scrutando così intimamente gli aspetti della natura cristallina il prof. Niggli ci prospetta il contenuto esatto di una grandiosa sintesi di fenomeni in cui l'unità e la moltitudine si intrecciano mirabilmente senza confondersi sia pure nella maggior ampiezza delle dimensioni o delle cause che li iniziarono. Egli stesso conclude: « Il metamorfismo dislocativo di tipo alpino, la struttura a falde di ricoprimento con parti culminanti e zone depresse, e i giacimenti di minerali a fessura formano un tutto unitario, un'unità che attraverso la caratteristica connessione di ciascun elemento fa parte del concetto delle nostre alte montagne » (609).

* * *

Oltre ad un approfondimento delle indagini già note queste considerazioni evolutive ci procurano un allargamento dell'orizzonte fenomenico che sta occupandoci, sicchè concentrando su di esse la nostra attenzione mentre passiamo ai dettagli locali, non potremo null'altro ricavare che incalcolabili vantaggi a favore di una sempre più oggettiva interpretazione della natura. Postici così in questa visuale, non riesce malagevole fare alcune riflessioni su un recente lavoro di J. G. Königsberger¹⁾ sorto a complemento

¹⁾ J. G. Königsberger: « Ueber tektonische Metamorphose, Mineralvorkommen und Pegmatite im obern Tessintal ». Zurigo 1942. - Boll. svizz. Min. Petr. Vol. XXII, p. 85-98.

delle proprie esposizioni particolari nell'opera testè vista (cfr. sopra p. 14).

Prendendo la mosca dal nostro studio petrografico dello Gneiss granitico Leventina¹⁾, Königsberger discute alcune questioni intorno alla genesi dei giacimenti di minerali e delle pegmatiti che si rinvennero nella massa leventinese, poi, estesa la breve trattazione alle formazioni analoghe di tutto il Ticino superiore, passa a delineare i caratteri della tectomorfosi alpidica, intendendo precisare con ciò l'evoluzione minero-tettonica concepita da Niggli²⁾ e rapidamente scorsa poco fa. Mentre rimandiamo ad altra sede più adatta la discussione dei problemi di dettaglio riguardante il territorio da noi studiato, riteniamo opportuno accennare ai pensieri svolti a proposito dello sviluppo tectomorfo in genere³⁾.

Ammissa l'unità, o meglio l'immediatezza dei fenomeni orogenici con la formazione dei giacimenti di minerali, Königsberger formula due ipotesi sulla simultaneità di questo avvicinarsi rispetto all'ultimo tectomorfismo alpidico della zona ticinese. Nella prima postula una formazione di minerali susseguente ad ogni singola spinta orogenica dei vari elementi e legata perciò a debole metamorfismo; nella seconda invece suppone un tectomorfismo intenso e generale quale ultima trasformazione alpidica a cui fece seguito la formazione dei giacimenti. Scartata la prima ipotesi in base alla continuità di forme e di successione fra i giacimenti della regione penninica e quelli dei massicci dell'Aare e San Gottardo, l'elaborazione della seconda conduce ad una ipotetica cronologia, secondo la quale il deposito dei minerali nelle fessure verrebbe a coincidere con un periodo intermedio fra la comparsa delle pegmatiti intermedie (recenti ma in relazione col metamorfismo della roccia (90-91) e quella delle pegmatiti tipiche della zona Ivrea-Canavese (più recenti e più potenti, nonché posteriori al metamorfismo) (94). In altri termini la genesi dei giacimenti di minerali cadrebbe in un periodo intermedio fra l'ultima spinta alpidica (e relativo tectomorfismo) e la susseguente intrusione dei graniti

¹⁾ Cfr. resoconto in questa rivista Anno XXXVI (1941), p. 78-82.

²⁾ J. Königsberger, op. cit. p. 93.

³⁾ Col termine « Tectomorfismo » J. Königsberger (l. c. p. 88) intende specificare ogni trasformazione di rocce in scisti cristallini e miloniti causata da processi tectogenici od orogenici, in contrapposizione a metamorfismo di contatto, a metasomatosi ecc.; in breve un sinonimo accorciato di « Metamorfismo di dislocazione ».

della Bregaglia, delle tonaliti dell'Adamello (fase che precede immediata lo sprofondamento definitivo lungo la linea Iorio-Tonale) (95). Quanto allo sviluppo del tectonismo alpidico Königsberger accenna a una forte variazione del grado di intensità non solo fra i vari settori delle Alpi centrali ma già nelle singole sezioni longitudinali, come avviene per esempio in una stretta fascia fra Lugano e Altdorf. Avvicinate poi altre regioni montuose extra-alpine, riscontra che un giudizio generico sul tectonismo alpidico riesce più difficile mancando colà sicuri termini di raffronto. Solo rispetto alle trasformazioni paleozoiche (varisco-caledoniche) il tectonismo alpidico si distacca per l'assenza di ascensioni magmatiche atte a costituire come allora la direttiva principale dei rifacimenti, mercè l'elevata temperatura, la maggior mobilità e profondità d'ambiente (96-97).

Queste precisazioni sul tectonismo tettonico nell'Alto Ticino sono ispirate a problemi d'ordine geofisico, quali i gradienti e la bilancia termica, le correnti di convezione, il calore radioattivo ed altri simili, propri delle intrusioni e delle trasformazioni orogeniche, tutti problemi indispensabili nell'orientamento generale finchè non trascurino la immediata fenomenologia locale. Infatti con la creazione di un nuovo tipo di pegmatiti così dette « intermedie » penetranti nelle profondità penniniche (cioè Riviera-Leventina) Königsberger trova il punto d'appoggio per una successione schematica di gran quantità di gruppi fenomenici distinti ma variamente intrecciati nell'ordine di tempo.

Ora il coordinamento di questi non può misconoscere l'aspetto unitario di manifestazioni esterne assai diverse senza arrischiare causalità immaginarie. E' perciò comprensibile come la mancata valutazione delle nostre distinzioni in merito alla natura e al comportamento delle pegmatiti nella massa leventinese inducano purtroppo a uno schematismo che non persuade¹⁾.

Rilevando le frequenti diversità di intensità metamorfica Königsberger tocca un problema petrotettonico assai importante nella regione penninica e per quanto riguarda lo zoccolo leventinese già da noi trattato²⁾, comunque il passaggio a una interpretazione generale del fenomeno ci sem-

¹⁾ S. Casasopra: « Studio petrografico dello Gneiss granitico Leventina - Valle Riviera e Valle Leventina », Zurigo 1939 - Boll. svizz. Min. Petr. vol. XIX, p. 449-709. (Cfr. pp. 667 e seguenti).

²⁾ Op. cit. pp. 657 e seguenti.

bra ancora prematuro, mentre è possibile finora l'induzione di limitati adeguamenti regionali. Forse soltanto dopo i risultati degli studi dettagliati degli ortogneiss della Verzasca e del complesso quarzodioritico di Cocco sarà possibile riprendere la questione in quei termini; per ora è impresa ancora aleatoria.

2. Studi nel Ticino nord-occidentale

Una recente indagine monografica è stata svolta nel settore nord-occidentale del Sopraceneri e precisamente nel territorio compreso fra il versante sud della Val Bedretto, la linea verticale Airolo - Val Peccia (Al Piano), indi l'orizzontale verso il Pizzo Medola e il confine italo-svizzero sin oltre il Passo San Giacomo. Lo studio della zona più occidentale (territorio del Basodino) recentemente apparso¹⁾, è dedicato alle rocce sedimentarie mesozoiche, rese metamorfe dall'orogenesi alpina e includenti nell'attuale assetto sinclinale (Conca di Bedretto e conca del Teggiolo) parte di una falda di ricoprimento (falda di Lebendun). La zona orientale dello stesso settore abbracciante il triangolo Poncione di Braga - Matorello - Pizzo Cristallina presenta invece come elemento d'immersione fra le stesse conche sinclinali il così detto « lobo della Maggia », una digitazione di falda di pertinenza incerta al pari di quella di Lebendun: lo studio corrispondente eseguito in parallelo al precedente non è tuttora pubblicato.

L'intento precipuo della tesi del Burckhardt era una duplice chiarificazione: dapprima del carattere petrogenetico degli gneiss conglomerati disseminati nella falda di Lebendun, poscia dell'interpretazione — nella misura consentita dal territorio in parola — della pertinenza e della funzione tettonica di detta falda (l. c. p. 103-4): orbene ad ambedue vi ha provveduto in modo veramente soddisfacente. Fra gli elementi rocciosi della falda Lebendun (gneiss psammitici quarzosi, quarziti tabulari micacee, intercalazioni di marmo, gneiss conglomerati) formanti un complesso sedimentario polimetamorfo e d'età pretriasica, la presenza di zone ricche di ciottoli ellissoidali, appiattati e

¹⁾ C. Ed. Burckhardt: « Geologie und Petrographie des Basodino-Gebietes (nord-westliches Tessin) ». Zurigo 1942 - Boll. svizz. Min. Petr. vol. XXII, p. 99-183. - A quest'opera sono annessi il rilevamento geologico al 25.000 di tutto il settore sopra citato corredato di numerosi profili e spaccati, e una carta morfologica (1:50.000) delle Valli di Bedretto, Peccia e Bavona.

metamorfi costituisce una caratteristica che distingue decisamente tutta l'unità tettonica. Infatti dalle varie tappe dell'evoluzione ricostruita mediante lo studio delle singole componenti, il Burckhardt riconosce l'influenza di almeno due orogenesi — con relativo metamorfismo — prima dell'ultima avvenuta (l'alpina): l'edotto primario dei ciottoli risale così a sedimenti prodotti dall'erosione di un'antichissima catena montuosa (del paleozoico primitivo o precambrica) essendo avvenuta la loro prima metamorfosi al più tardi nel carbonifero inferiore (l. c. p. 162-3).

Nell'intero complesso il parossismo alpino sviluppò principalmente sollecitazioni meccaniche d'ordine cataclastico e debole ricristallizzazione, restando escluso qualsiasi apporto esterno di genere iniettivo o granitizzante (161). Con ciò vengono eliminate le opinioni precedenti di H. Preiswerk, H. Arndt, A. Rothpletz, secondo le quali sussisteva la possibilità di interpretare i conglomerati in parola come prodotto di laminazione e rigenerazione di frammenti eruttivi marginali, quasi di frange aplitiche allontanatesi dalla massa originaria (157). E' tuttavia singolare il modo nel quale il Burckhardt considera il mancato metamorfismo «integrale» cioè a base di adduzioni esterne di aluminati alcalini a funzione permeante e imbibente: il letto sinclinale degli elementi triasico-giuresi a rifacimento mesozonale alpino (141) (marmi e calcescisti delle due conche di Bedretto e Teggiolo) avrebbero riparato e protetto il complesso Lebendun sovrastante dall'azione granitizzante di dette ascensioni, peraltro ritenuta assai pronunciata negli adiacenti gneiss del lobo della Maggia (162 e 177). Il passo è senza dubbio del più alto interesse, e sarà valorizzabile quando lo studio parallelo nel lobo della Maggia avrà precisato le modalità di questa particolare granitizzazione, localizzata in tale settore. Se non che deve rilevarsi fin d'ora come anche nella fronte dello Gneiss Antigorio, immergentesi sotto la conca del Teggiolo in Val d'Antabbia, il Burckhardt medesimo ritrovi un complesso di rocce polimetamorfe, fortemente granitizzate (164).

Nonostante il contrasto fra Lebendun e Lobo della Maggia, la correlazione sembrerebbe dunque normale fra quest'ultimo e la fronte antigorina: saremmo cioè dinanzi al fenomeno della migmatizzazione non più in zona prettamente culminante (già da altri postulato per la Leventina) ma sul fianco interno della depressione della Maggia. L'argomento diventa sempre più attraente e

il suo ulteriore sviluppo dipenderà assai dai risultati dello studio sul lobo della Maggia. Allora si potrà meglio vedere in quale modo la granitizzazione entri nell'orbita dell'evoluzione delle Alpi Ticinesi. Si tratta d'altronde di uno dei problemi più scottanti non solo delle nostre Alpi ma in genere della petrologia moderna; ne seguiremo perciò alcuni aspetti fra breve (v. sotto p. 25).

* * *

Sulla posizione tettonica della falda Lebedun si conoscono attualmente tre ipotesi compatibili con i caratteri metamorfici dei vari settori alpini ¹⁾:

- 1) Il ricoprimento Lebedun s'irradica normalmente fra quello d'Antigorio e quello del Monte Leone (Campo Tencia - Simano) (L. Bossard, H. Jenny, R. Staub);
- 2) Il ricoprimento Lebedun è una parte frontale del ricoprimento pennidico medio S. Bernardo - Adula, strappata e involupata lateralmente fra i ricoprimenti di Antigorio e del Monte Leone (H. Preiswerk, O. Grütter);
- 3) Il ricoprimento Lebedun s'irradica trasversalmente da nord a sud (radice trasversale della Maggia) fra i ricoprimenti d'Antigorio e Monte Leone (E. Kündig).

Senza pronunciarsi sull'accettabilità di una di queste ipotesi — data la notevole ristrettezza del proprio territorio — il Burckhardt aggiunge alcuni commenti succosi, che sembrano spianar la via alla soluzione. Egli confuta tanto la possibilità dell'irradicamento trasversale della falda Lebedun, proposto dal Kündig, quanto l'interpretazione del Bossard di un irradicamento tra le falde Antigorio e Monte Leone, insistendo sul fatto particolare dell'involuzione dall'alto verso il basso, manifesta con forme ricche di piegheamento e segmentazione scagliosa (171-172). Per questi motivi la concordanza con l'ipotesi del Preiswerk diviene spontanea e non sarebbe improprio adottare per questo settore della falda il termine « lobo del Basodino », trattandosi

¹⁾ Il Burckhardt osserva che le vedute di H. Arndt, G. Klemm, e A. Rothpletz riguardanti le coltri gneissiche del Ticino come laccoliti di intrusione alpina sono talmente in contrasto alle costatazioni nel territorio del Basodino da non ammetterne nemmeno la trattazione (p. 175); ciò s'accorda d'altra parte con la tesi corrente di tutti i geologi, unanimi nel considerare totalmente superate dette interpretazioni (1912-1916).

solo di un frammento staccato, anzichè di una coltre continua.

Lo sviluppo di questa situazione si spiegherebbe come l'effetto dell'avanzamento delle fronti penniniche inferiori (Antigorio-Monte Leone) contro la coltre S. Bernardo Adula sovra stesa, e in conseguenza si avrebbe la segmentazione in più parti : a) la parte frontale (lobo del Basodino) ripiegata e sfasciata in singole scaglie; b) la parte dorsale anteriore (lobo di Bosco) involupata fra le coltri Antigorio e Monte Leone; c) la parte dorsale posteriore formante la vera e propria falda S. Bernardo - Adula (173). A conforto di simile distribuzione della falda Lebendun (equivalente cioè ai frammenti della falda del S. Bernardo) il Burekhardt rileva la somiglianza esistente con i lobi di Nara e della Val Soia (fra Leventina e Blenio), senza però poterne ammettere un diretto collegamento (174). Non v'è dubbio che tutte queste dilucidazioni aprono nuove vie e suscitano opportune revisioni e modifiche a diverse ipotesi; analogo effetto, sarà quello dell'atteso studio sul lobo della Maggia. In ogni caso l'esito non potrà essere che il comune vantaggio della interpretazione tettonica delle Alpi Ticinesi.

III. MIGMATISMO NEL TICINO ?

Lo sguardo sull'attuale panorama geologico del nostro Ticino ci ha finora mostrato come accanto alle tipiche forme di rigenerazione dinamo-metamorfica possano sussistere altre forme elaborate dalla convergenza di apporti esterni, di feldispattizzazione più o meno locale, di parziale o totale granitizzazione in situ, con i movimenti orotettonici, insomma di forme migmatiche.

Il problema in sè non presenta novità alcuna per l'ambiente ticinese, fuorchè in relazione alle zone in cui vengono individuate simili ipotetiche formazioni; ipotetiche asseriamo, poi, in quanto in nessuno dei lavori esaminati vien data esplicita ed esatta dimostrazione di cotale genesi. In fondo una richiesta di questo genere — per quanto giustificabile — sarebbe troppo esigente per il semplice motivo che il concetto stesso di migmatite — inizialmente chiaro e distinto nella formulazione di J. J. Sederholm — ha assunto nell'ultima decade d'anni limitazioni così vaghe da determinare una teoria universale abusata per tacciare di migmatite la totalità dei graniti, degli gneiss granitici e di qualsiasi altra roccia metamorfica che non rientri perfettamente negli or-

dini normali della nomenclatura petrografica corrispondente. Lo scorso anno in un articolo sul metamorfismo delle rocce nelle Alpi Ticinesi, accennammo in breve alla necessità di chiarire il contenuto concettuale dei termini per non dover sconfinare in sterili discussioni: oggi vediamo con viva soddisfazione come intuendo l'assillante bisogno di attualità il professor Niggli abbia ampiamente e magistralmente provveduto, toccando l'acuto problema della formazione del granito ¹⁾. Purtroppo non possiamo qui seguire tutti gli argomenti oltremodo interessanti di questa esposizione sobria e pacata, dobbiamo nondimeno rilevare, sia pure in termini quanto più ristretti, le fondamentali precisazioni, suscettibili di venir riferite all'ambiente petrotettonico ticinese, dove sembra che i fautori del migmatismo alpino stiano rintracciando sempre nuovi ed esemplari fenomeni.

La formazione del granito in genere sta attualmente nel centro dei problemi geotettonici, giacchè le neocreazioni scientifiche segnano un ritorno alle viete e dibattute posizioni di circa un secolo e mezzo fa, senza però avvantaggiarsene minimamente sul contenuto conoscitivo: assistiamo al risorgere della vecchia antitesi nettunismo - plutonismo sotto nuova e più appariscente veste nell'intento di offuscare lo sviluppo fecondo dei concetti di magmatismo e metamorfismo. Infatti alle sagaci osservazioni ed intuizioni di alcuni naturalisti del secolo scorso (Boué, E. de Beaumont, Fournet, ecc.) si opposero le teorie di rifusione di vari altri loro contemporanei (Keferstein, Volger, Naumann ecc.) e le ipotesi non meno seducenti di studiosi moderni (Van Bemmel, Backlund, ecc.) mentre i vari tentativi di un accordo fallivano causa la mancante limitazione di concetti. Le recenti interpretazioni date da Wegmann e da Scheumann sulla natura delle rocce migmatiche hanno offerto migliori possibilità per individuare e circoscrivere le singole posizioni, consentendo di passare all'analisi delle divergenze. E' appunto su questa base di ponderata ed oggettiva valutazione degli argomenti che il prof. P. Niggli intraprende la sua acuta trattazione.

Ciò facendo egli perviene ad identificare tre cause principali nell'odierno ricorso alla teoria universale predetta, e cioè :

1) l'indesiderata estensione del concetto di « migmatite »;

¹⁾ P. Niggli: « Das Problem der Granitbildung » - Zurigo 1942 - Boll. svizz. Min. Petr. vol. XXII, p. 1-84.

- 2) l'incontrollabile teoria generale dell'emanazione e permeazione gassosa;
- 3) la smisurata accentuazione della liquefazione di parti solide della crosta terrestre (l. c. p. 26).

L'odierna diluizione del concetto « migmatite » deriva anzitutto dai diversi sensi attribuiti ai termini di « granitizzazione, feldispattizzazione », intesi ora come ricristallizzazione cumulativa (Sammelkristallisation), ora come ricristallizzazione per apporto pneumatolitico - idrotermale, ora come metamorfismo di iniezione, ora come ultrametamorfismo sotto l'azione simultanea di apporti esterni e di rifusione di rocce sedimentarie (28). A ciò si aggiunge l'eccessiva preponderanza data alla sostituzione delle sostanze liquide (Lösungsumsatz), all'attività mobilizzante dei filmi intergranulari, a scapito del sostrato solido, nonchè alla fluidità generale di tutta la massa, onde si manifestano le fronti, le aureole migmatiche.

Accogliendo il primitivo concetto di migmatite nei termini formulati da J. J. Sederholm ¹⁾ e integrandolo delle precisazioni di Scheumann, si è condotti ad applicarlo unicamente a quelle associazioni rocciose in cui si rispecchiano complesse interferenze di fenomeni. « Si dovrebbe cioè limitarlo a quelle rocce che presentano strutture di grossolana mescolanza di elementi magmatici e metamorfi — provocata dalla zona di passaggio fra magma e sostrato solido — e che subiscono un metamorfismo durante il quale nel volume totale vennero a trovarsi affiancati sia aggregati cristallini sia grossi volumi parziali liquidi o allo stato di fusione » (36). La formazione delle migmatiti sarebbe perciò un caso-limite del comune metamorfismo, giacchè praticamente in ogni caso di metamorfismo sussistono azioni ed effetti reciproci fra soluzioni e composito solido, per lo più sempre in maniera tale che la momentanea sostituzione delle parti liquide e l'altresì momentanea quantità di fase molecolare dispersa siano assai piccole (37). In parallelo a questa chiarificazione va pure ricordata l'essenza del concetto di magma, espressa dall'esistenza di una soluzione molecolare allo stato viscoso e incandescente nell'interno della terra e dotata di vaste connessioni spaziali nonchè di indipendenza geologica (38). Quindi, riconosciuta la validità

¹⁾ Cioè di rocce ibride date dalla mescolanza eterogenea di magma granitico con rocce più antiche preesistenti nelle quali quest'ultimo si intruse (cfr. op. cit. p. 27).

delle normali denominazioni petrografiche, il termine « migmatite » serve soltanto per indicare rocce in cui si affiancano strutture normalmente magmatiche e normalmente metamorfiche e tali da additare la coesistenza di antichi residui solidi e di fasi liquide in quantità analoghe anche dopo il loro comune rifacimento metamorfico (40). Mentre cioè dal punto di vista tettonico magma e migma possono comportarsi allo stesso modo, dal punto di vista petrogenetico il migma differisce dal magma rispetto alla natura residuale della parte solida, preesistente all'impasto con l'apporto liquido, laddove quest'ultima è rappresentata nel magma dal prodotto della cristallizzazione stessa della soluzione molecolare iniziale. Accogliendo perciò questa terminologia, l'equivocità genetica non può più essere rilevante: le migmatiti di Sederholm restano sempre migmatiti, così come pure migmatiti si diranno le rocce metatectiche di Scheumann (cfr. sopra pag. 18) (41).

Ad illustrare praticamente simile applicazione il professor Niggli porta l'esempio dello gneiss a feldispato alcalino della Leventina, esempio che per motivi evidenti riportiamo qui in estenso (42).

« Le alternative dell'interpretazione genetica di questa massa rocciosa si riducono alle seguenti :

1) Un granito intruso di recente durante il corrugamento alpino è reso autometamorfo dalla propria cristallizzazione avvenuta sotto pressione orientata (« stress »). Parlare in simil caso di « granito » o di « gneiss » equivale stabilire fino a qual punto i così detti procedimenti di autometamorfosi facciano parte di quelli metamorfici normali. La decisione personale (Niggli) sarebbe per un « granito gneissiforme », mentre il termine migmatite non ha qui nulla a che vedere.

2) La granitizzazione di rocce delle specie più diverse sotto l'influsso di apporti esterni a seguito di generale permeazione trasforma il corpo roccioso formante ancora una unità solida con fasi molecolari disperse. Lo gneiss a feldispato alcalino così risultante sarebbe una roccia metamorfica della metasomatosi pneumatolitica - idrotermale; dunque è improprio il qualificante migmatite, bensì appropriato il termine di « gneiss misto » (metagneiss).

3) La granitizzazione avviene per fusione di antichi complessi rocciosi sotto apporto esterno, però senza realizzare un magma omogeneo; nello stesso tempo sarebbero sussistiti allo stato liquido grandi volumi del complesso.

Qualora fosse riconoscibile nella struttura la coesistenza dei due compositi iniziali (recente e antico) si avrebbe senz'altro una « migmatite ».

4) Antiche rocce granitiche sono state rifuse alle stesse condizioni del primo caso. La roccia risultante chiamerebbe « granito palingenetico gneissiforme ».

5) Antichi graniti sono stati metamorfosati beninteso con la partecipazione di fasi liquide e della loro sostituzione. In alcuni punti la penetrazione filoniana di un magma più recente ha prodotto un maggior scambio di sostanze liquide, senza superare sensibilmente la misura normale del metamorfismo cata-mesozonale. La denominazione migmatite non ha qui attinenza alcuna: lo gneiss a feldispato alcalino è un « ortogneiss ».

Orbene — conclude il prof. Niggli — il carattere chimico, la specie delle rocce adiacenti e dei loro rapporti di connessione escludono senz'altro le tre prime alternative; la quarta è parimenti improbabile, cosicchè sussiste soltanto più l'ultima. Se altri ritiene possibile una maggior incertezza, farà d'uopo che indichi esattamente il proprio modo di concepire la genesi in esame, in quanto applicando semplicemente il termine « migmatite » esprime una denominazione tuttora assai vaga, per la quale non sussiste ancora unanime accordo sulla limitazione del suo concetto (42) ».

Questo esempio dello gneiss granitico Leventina anche se addotto come proposta e monito a prevenute interpretazioni di concetti, oltre a coincidere perfettamente con i risultati analitico-sintetici del nostro studio petrografico ¹⁾, mette in evidenza l'irriducibile necessità di distinguere scrupolosamente le circostanze di ogni fattore evolutivo prima di sopravvalutare la frequenza di determinate convergenze fenomeniche, la cui equivocità non può venir minimamente scambiata con le capacità genetiche ben definite dei graniti.

E' questa in fondo la stessa conclusione alla quale si perviene esaminando l'universale ipotesi delle emanazioni granitizzanti, contrapposta con sufficiente rilievo alla normale differenziazione magmatica (43). « L'apporto pneumatolitico è sì frequente ma non in misura tale da divenire il « deus ex machina » capace di fare di una qualsiasi roccia

¹⁾ S. Casasopra: « Studio petrografico dello Gneiss granitico Leventina-Valle Riviera e Valle Leventina » - Zurigo 1939, Boll. svizz. Min. Petr. vol. XIX, p. 449-709. Cfr. pag. 685-691, nonché resoconto e articolo in questa rivista (1941, XXXVI, p. 80-81 e p. 51-52).

un'altra qualsiasi » (44). La distinzione fra graniti e rocce metamorfe-metasomatiche di composizione analoga a quella dei graniti (pensiamo un po' alle così dette rocce « granitizzate » viste in precedenza [cfr. I, 2 e II]) è possibile e deve condursi in relazione alla specie di metamorfismo subito da esse e non tararle semplicemente di « migmatismo ». Nelle singole unità geologiche le vere rocce migmatiche sono collegate solo marginalmente a corpi granitici intrusivi e sono quindi da interpretarsi nel modo più semplice concepito da Sederholm, Grubenmann, Niggli, Holmquist, Barth, Scheumann (44).

* * *

Senza trattenerci più oltre sulla continuazione di tale scritto, destinata a chiarire in seguito le caratteristiche originarie dei magmi granitici in ordine alla idiogenesi e alla tettonica crostale, possiamo già alla luce di queste considerazioni riguardare i fenomeni avvertiti nell'intero ambiente ticinese e valutarli con maggior circospezione : ecco alcuni pensieri in proposito.

La presenza di rocce granitizzate nella fronte d'immersione della coltre d'Antigorio (vedi sopra pag. 23) potrebbe essere plausibile allo stesso modo in cui si rinvencono rocce equivalenti in zone marginali e frontali dello gneiss granitico Leventina¹⁾, cioè come possibili variazioni marginali della primitiva intrusione, sottoposte poi simultaneamente all'intera massa, al comune metamorfismo di dislocazione alpino. Questa ricorrenza, qualora accertata e convenientemente modificata, proverebbe un'ulteriore analogia delle fronti degli ortogneiss pennidici inferiori durante il loro sviluppo pre-parossismatico e indipendentemente dalle eventuali possibilità di un parallelismo tettonico.

Quanto alla preannunciata granitizzazione nell'attiguo lobo della Maggia (cfr. sopra p. 23), converrà attendere la interpretazione in cui sboccherà lo studio ivi condotto. Di certo le divergenti correlazioni tettoniche attribuite a questo membro isolato potranno ricevere ulteriori suffragi solo in quanto meglio si accorderanno con i caratteri petrogenetici realmente occorsi e debitamente identificati.

Comunque da tutte le precedenti considerazioni si può concludere che in generale nello spazio delle Alpi Ticinesi

¹⁾ Cfr. S. Casasopra, op. cit. pp. 585-589, 664-665.

non sussistono finora motivi sufficientemente perentori per giustificare una mutazione del fenomeno di metamorfosi dislocativa durante il periodo orogenico alpino verso forme di cristallizzazione migmatica. Come già dicemmo l'evoluzione minero-tettonica del settore lepontino in detto periodo resta invariata nella organica modalità ricostruita da innumerevoli studi, pur essendo sempre suscettibile di rinnovati miglioramenti e adattamenti ¹⁾.

Rivolgendoci poi alla fascia cenerina delle Alpi Meridionali, di cui alla prima parte di questo scritto, come valutare gli abbondanti e frequenti fenomeni di imbibimento pneumatolitico, di granitizzazione ivi annunciati da diversi recenti studi? Che ci si trovi in un ambiente totalmente diverso rispetto all'immediato Sopraceneri nei riguardi della evoluzione geologica è notorio ed evidente a chiunque. Che sussistano inoltre indizi positivi di una regolare e graduale modificazione delle rocce secondo le modalità di un avanzamento, se non direttamente migmatico (nel senso di Sederholm - Niggli) almeno di permeazione pneumatolitica in immancabile relazione di causa con un focolare di intrusione granitica, sembra per ora ammissibile in base alle osservazioni recenti di H. Huttenlocher (vedi sopra p. 10). Qualora si riuscisse a provare la diretta concatenazione genetica fra il corpo granitico piemontese (Biella-Baveno) e gli spiccati edotti di interposizione pneumatolitica nelle serie rocciose formanti la prosecuzione verso il dorso del Ceneri, non sarebbe forse da escludersi anche la presenza di reali migmatiti nel senso sin qui specificato. Senonchè dalle analisi petrografiche finora pubblicate non risultano sufficientemente chiarite le modalità genetiche della granitizzazione e della feldispatizzazione che si è indotti ad attribuire a tali rocce, e tanto meno vengono rilevati i caratteri antagonisti delle componenti tipiche delle rocce migmatiche o gli aspetti di una reale mescolanza grossolana delle stesse componenti. Già accennammo alla titubanza con cui i singoli autori applicavano i correnti concetti di rocce metamorfiche a siffatte specie rocciose (vedi sopra p. 7) e crediamo pertanto di non scostarci dal vero nell'identificare in ciò la non poca confusione di idee che ci si fa del concetto di migmatite (e dei conseguenti processi genetici) non

¹⁾ Cfr. S. Casasopra: Sul metamorfismo delle rocce nelle Alpi ticinesi, Boll. Soc. Tic. Sc. Nat., vol. XXXVI, p. 58.

appena si abbandonino le precisazioni confermate da Sederholm - Niggli.

Anche in questo caso della graduale estinzione dell'aureola di imbibimento da ponente a levante, tipica nella fascia cenerina del Cristallino antico austridico, sarà bene ricordare che l'intensa iniezione quanto l'irradiazione che si dipartono da un focolare magmatico (Baveno, sensu lato) verso la roccia attigua causandovi fenomeni di lieve assimilazione (i paragneiss feldispatizzati corrispondenti a rocce eruttive senza esserlo, vedi p. 7) non giustificano ancora per queste l'applicazione del concetto di migma.

Pur convenendo che fissare l'origine di certi gneiss è un problema assai difficile, il passaggio a rocce granitizzate e perciò necessariamente collegate in modo più o meno diretto a un fronte migmatico non ci sembra peraltro plausibile, quando si consideri il fatto che da lungo tempo si conoscono multiformi specie di gneiss d'iniezione, di migmatiti nuovamente metamorfizzate, di altre rocce di varia origine, modificate da pneumatolisi o apporto alcalino idrotermale, senza perciò parlare di vere e proprie migmatiti o semplicemente senza aggiungere loro i qualificativi suddetti. A nostro avviso una revisione della « facies di granitizzazione », ritenuta per ora un carattere specifico del Cristallino antico del Ceneri, in rapporto alla chiara delimitazione del concetto di migmatite sopra esposto, potrebbe condurre a una interpretazione petrogenetica forse più complessa nella successione delle singole fasi evolutive, ma eviterebbe il ricorso agli sviluppi orogenici propri di zone ben più profonde della tettonica crostale così come vengono tuttora implicati adducendo la genesi migmatica. Infine la stessa conservazione delle vecchie strutture tettoniche con le tipiche pieghe a laccio costituisce da sè un indizio non trascurabile nei confronti di una eventuale granitizzazione migmatica in cicli oro-tettonici prealpini. Che anzi lascia sussistere la possibilità di ritrovare forme polimetamorfiche ancora antecedenti come sostrato base delle successive deformazioni e rigenerazioni di metamorfismo dislocativo, già in relazione al primo dissolvimento della compagine mafitica (vedi sopra p. 8). La migmatizzazione, se tale vi fosse stata, avrebbe potuto aver luogo perciò in periodi antecedenti all'ultimo orògene prealpino, quest'ultimo essendo improntato a modalità essenzialmente dinamo-metamorfe in questa zona, e le enigma-

tiche rocce potrebbero rientrare benissimo nell'ordine delle migmatiti neo-metamorfosate, peraltro già note altrove.

In sostanza quando si potesse ammettere il tono migmatico sarebbe opportuno retrocederlo nell'ordine cronologico ad epoche antichissime, onde i testimoni attuali non figurerebbero che come tipi particolari di rocce polimeta-morfiche aventi per edotti migmatiti assai remote. Ciò sembra acquistar ancor maggiore verosimiglianza quando si tenga presente l'estrema esiguità della fascia cenerina, incastonata fra due complessi affatto estranei a fenomeni migmatici sia a settentrione che a meridione già in pieno ciclo orogenico ercinico.

* * *

Questi accenni avranno forse palesato l'intrinseca complessità dei problemi petro-tettonici che si agitano nello spazio limitato del nostro Ticino. Forse l'aver insistito alquanto su un argomento di attualità che si ricollega così intimamente alla storia geologica dei nostri monti sarà sembrato a qualcuno un po' soverchio. Di certo non lo è e con noi penserà altrettanto il lettore avveduto al quale non è sfuggita durante questa rapida rassegna l'ampia disparità specifica e cronologica che trovasi rappresentata nelle rocce ticinesi. Soltanto l'oculato e scrupoloso esame dei dati di fatto può discernere e vivificare una sintesi di fenomeni esterni: a questo principio s'adègua armonicamente anche l'odierna geologia.

(Aprile 1943).

SOMMARIO

I. Il Cristallino antico delle Alpi Meridionali (Sottoceneri)	
1. Zona del Ceresio (Lugano-Malcantone)	p. 55
2. Zona del Ceneri (Tamaro-Gazzirola)	p. 60
II. Alcuni elementi della regione penninica (Sopraceneri)	
1. I giacimenti di minerali, il metamorfismo e l'orogenesi alpina	p. 68
2. Studi nel Ticino nord-occidentale	p. 76
III. Migmatismo nel Ticino?	p. 79