

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 48 (1968)

Heft: 1: Symposium "Zone Ivrea-Verbano"

Artikel: Il settore meridionale del gruppo del Monte Zeda (Lago Maggiore, Italia)
: osservationi petrogenetiche

Autor: Boriani, Attilio

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-37760>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 26.01.2026

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

Il settore meridionale del gruppo del Monte Zeda (Lago Maggiore, Italia): Osservazioni petrogenetiche *)

Di *Attilio Boriani* (Milano) **)

Con 7 figure e 1 tabella nel testo

Summary

The southern part of the Monte Zeda group (NW of Verbania, Lake Maggiore, Northern Italy) is characterized by a widespread occurrence of "Cenerigneis". The occurrence of such rocks on the western side of the Lake Maggiore was previously quoted by REINHARD and BÄCHLIN (1937), respectively at the outlet of Val Cannobina and at Ponte Casletto (Valle S. Bernardino). This paper deals with the central portion of the "Cenerigneis" lens that outcrops between the two localities.

This zone shows a more simple tectonic structure in comparison with the area minutely described by BÄCHLIN in the Sottoceneri. Thus it was possible to state more precisely the position of "Cenerigneis" in the metamorphic series of "Massiccio dei Laghi". In this area, one observes, as in the Sottoceneri region: a) the close association of "Cenerigneis" and "Biotithornfelsgneis", b) abundance of "inclusions" and c) the typical texture determined by the granulation of plagioclase. The mineralogical composition is also fundamentally similar except the sole Al silicate found is kyanite.

These rocks can be attributed to the amphibolite facies, kyanite-almandine-muscovite subfacies, near the boundary of the sillimanite-muscovite subfacies.

The transition between the "serie dei Laghi" paragneisses and the "Cenerigneis" is marked by the occurrence of schistose "Cenerigneis", free of inclusions, and by "Biotithornfelsgneis" interlayered within the unmodified paragneisses. At the very beginning of the most important body of "Cenerigneis", there is a zone very rich in inclusions, that become less abundant inwards. The hypothesis that the peculiar characteristics of these rocks can be traced back to an anatectic process is discussed here.

Introduzione

Nell'ambito degli studi in corso da diversi anni da parte dell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Milano nella zona della bassa Val d'Ossola e del

*) Lavoro eseguito presso l'Istituto di Mineralogia dell'Università di Milano nel quadro dei programmi della sez. IV del Centro Nazionale di Studi Geologico-Petrografici sulle Alpi del C.N.R.

**) Istituto di Mineralogia, Via Botticelli 23, Milano.

Verbano, è stato iniziato un esame dettagliato delle rocce del „Massiccio dei Laghi“ affioranti tra il Lago di Mergozzo e la Val Cannobina.

Questa prima nota si riferisce all'area occupata dai contrafforti meridionali del Monte Zeda (2156 m) e compresa tra il torrente S. Bernardino, il torrente S. Giovanni e la cima del Monte Todano. Le rocce qui affioranti fanno parte della „formazione dei Laghi“ (NOVARESE 1929) costituendone la porzione più settentrionale, quella che confina direttamente con la „formazione dioritico-kinzigitica Ivrea-Verbano“.

Nella parte sudorientale dell'area in esame, la formazione dei Laghi è rappresentata prevalentemente da paragneiss, passanti localmente a micascisti biotitico-muscovitico-granatiferi, talora con cianite, con intercalazioni di anfiboliti; queste ultime appaiono in genere fortemente feldspatizzate.

Verso NW i paragneiss passano gradualmente a gneiss tabulari a letti sottilissimi micacei (biotite prevalente) e quarzo feldspatici alternati; la grana di queste rocce è spesso assai minuta. Questi gneiss formano una fascia della potenza di circa 600 m e passano a loro volta verso NW ad uno gneiss di aspetto granitoide, ricco di inclusi di varia natura.

Questi ultimi due litotipi possono essere agevolmente indentificati con i Cenerigneis descritti da REINHARD e da BÄCHLIN (1937) nella zona del Sottoceneri e da essi segnalati anche sulla sponda occidentale del Lago Maggiore rispettivamente nei pressi di Cannobio e a Ponte Casletto in Val Grande, località quest'ultima compresa nell'area ora esaminata.

I due tipi di gneiss qui affioranti coincidono bene con quelli descritti da BÄCHLIN e cioè i primi con i „Gutgeschieferter Cenerigneis“ e i secondi con i „Körnig flaseriger Cenerigneis“¹⁾. I Cenerigneis non sono finora noti nella letteratura petrografica italiana. Sul foglio Varese e sul foglio Cannobio della Carta Geologica d'Italia le rocce qui esaminate sono distinte in „Gneiss della serie dei Laghi“ a settentrione e „Micascisti della serie dei Laghi“ a meridione; il limite tra queste due unità ha direzione circa E-W ed è tracciato circa all'altezza dell'abitato di Miazzina. Entro quelli che sono indicati come „Gneiss della serie dei Laghi“ sono segnate tre lenti di gneiss di diverso tipo con simbolo *Gnl* (gneiss biotitici a grossi elementi, scagliosi, squamosi, talora occhiolati o ghiandoni, oppure granitoidi).

Una di queste lenti è segnata in corrispondenza del Ponte Casletto ed è costituita, secondo NOVARESE (1929), da uno gneiss granitico; le altre due, segnate l'una presso la testa di Cremisello e l'altra presso Intragna, sono costituite, sempre secondo NOVARESE, da gneiss porfiroidi ordinari a grossi elementi di feldspato potassico. La prima coincide con una parte dell'area di affioramento dei Cenerigneis, mentre le altre due coincidono con altrettante intercalazioni di anfiboliti feldspatizzate nei paragneiss.

¹⁾ Nel corso del presente lavoro gli „Gneiss del M. Ceneri“ verranno sempre indicati come „Cenerigneis“ secondo la denominazione originale di REINHARD (1934).

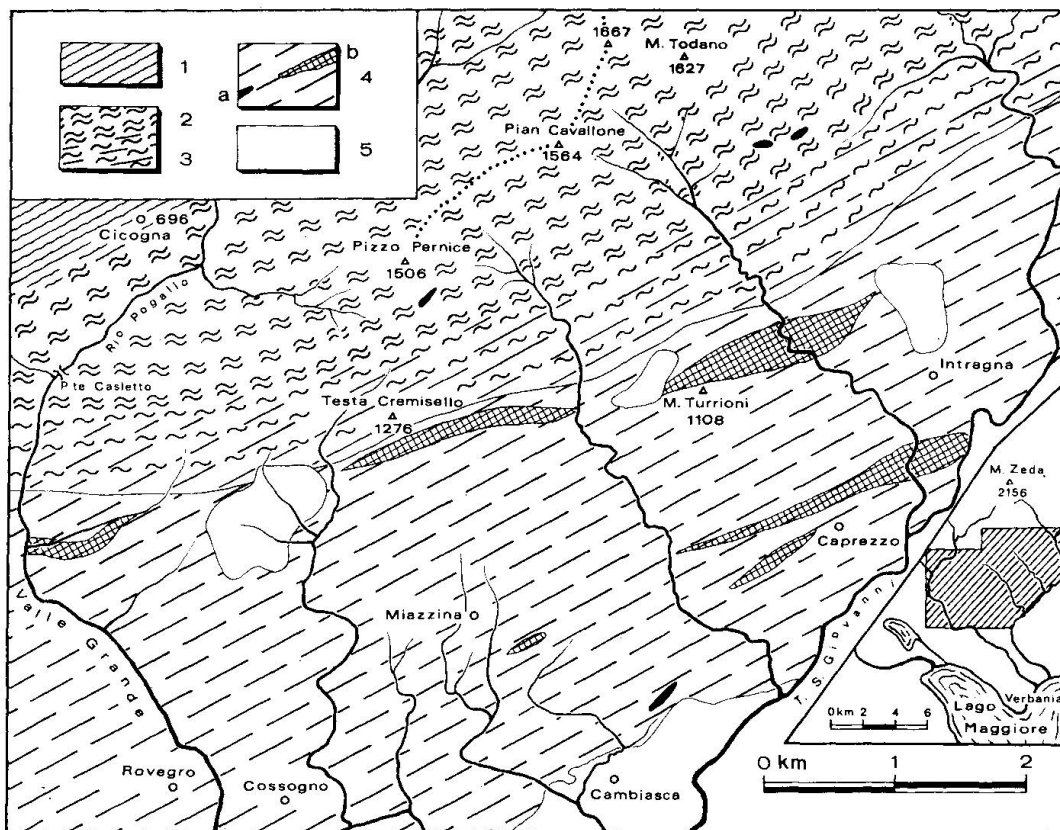


Fig. 1. Schizzo geologico petrografico del settore meridionale del gruppo del M. Zeda.

1 = paragneiss biotitico-sillimanitico-muscovitici; 2 = Cenerigneis granulari; 3 = Cenerigneis tabulari della zona di transizione; 4 = paragneiss biotitico-muscovitico-granatiferi talora con cianite, con intercalazioni di anfiboliti feldspatizzate (a) e filoni spessartitici (b); 5 = depositi morenici, detritici e alluvionali.

Tutte le rocce della zona appaiono inoltre solcate da filoni lamprofirici, prevalentemente di tipo spessartitico, simili a quelli segnalati in aree adiacenti (REINHARD, 1964); nei Cenerigneis queste rocce appaiono come inclusi ed è perciò probabile che la loro intrusione sia contemporanea o precedente al processo geologico che ne ha determinato gli attuali caratteri.

E' infine da segnalare un filone di porfido granitico affiorante lungo la strada Comero-Miazzina.

Paragneiss e micascisti biotitico-muscovitici talora con granato e/o cianite

Queste rocce sono prevalenti nel settore sudorientale dell'area in esame; la loro scarsa resistenza agli agenti modellatori del rilievo ha determinato la morfologia particolarmente dolce di questa zona caratterizzata da valli ampie dal profilo regolare e larghe dorsali con copertura morenica sottile ma assai estesa.

La giacitura si mantiene pressoché costante in tutta la zona con banchi subverticali o fortemente inclinati verso S e direzione E 20°—30° N.

Il litotipo predominante è costituito da un paragneiss a due miche, con biotite prevalente; l'associazione mineralogica è la seguente: *quarzo*, *plagioclasio* (20—27% An), *biotite* ± *muscovite* ± *granato* ± *cianite*. La biotite appare localmente parzialmente cloritizzata e il plagioclasio talora lievemente sericitizzato.

Sono presenti anche sporadiche intercalazioni di gneiss quarzofeldspatici talora assai ricchi di *microclino*; sono altresì da segnalare alcuni inclusi boudinati di forma per lo più lenticolare di anfiboliti calciche ad *anfibolo* ed *epidoti*.

Ben più importanti sono le intercalazioni di *anfiboliti feldspatizzati* — segnate in carta — che si rinvencono in due allineamenti principali; il primo quasi a diretto contatto con il limite meridionale dei Cenerigneis, e il secondo all'altezza di Caprezzo-Intragna a circa 1 km di distanza dal primo. La giacitura appare concordante; l'effetto sulla morfologia è talora assai evidente come nel caso dello sperone roccioso sul quale si inerpica la strada che sale ad Intragna.

Si tratta di rocce grigio-verdastre con tessitura a bande assai manifesta costituite da una porzione minuta plagioclasico-anfibolica nella quale sono immersi porfiroblasti di *microclino* lunghi fino a 10 cm.

All'interno di ogni singola intercalazione non tutta la roccia appare feldspatizzata; è possibile seguire sul terreno il passaggio tra le forme meno ricche di feldspato potassico e quelle che contengono grossi elementi di tale minerale. La potenza massima di queste intercalazione è dell'ordine di 400—500 m.

Al microscopio queste anfiboliti mostrano quasi sempre una struttura cataclastica; la clastesi appare in parte anteriore alla feldspatizzazione. I componenti sono *orneblenda* verde, *plagioclasio* (30—40% An) e talora *biotite* parzialmente cloritizzata.

Il *feldspato potassico* è sempre presente in vene o in grandi porfiroblasti nei quali è spesso osservabile la geminazione tipica del *microclino*; è raramente peritico e contiene sovente inclusi di plagioclasio. Il *quarzo* è assente, o presente in quantità piuttosto ridotta.

Cenerigneis tabulari della zona di transizione

Il passaggio dai paragneiss del settore meridionale a queste rocce di transizione è segnato quasi sempre da una sensibile rottura di pendenza alla quale segue un'insellatura dell'ampiezza di circa 600 m che rappresenta la potenza media di questo orizzonte. Questi è caratterizzato dalla comparsa in perfetta concordanza ed in alternanza con i paragneiss di banchi di uno gneiss di colore piuttosto scuro dotato di una scistosità planare assai manifesta dovuta all'alternarsi regolare di sottilissimi letti biotitici con letti chiari quarzo-feldspatici; le intercalazioni di paragneiss vanno man mano scomparendo verso NW. Sono frequenti anche passaggi a gneiss granulari assai minuti; meno frequenti dei sottili banchi di roccia ricca di silicati di Ca.

Mancano in questo tipo di Cenerigneis gli inclusi arrotondati così caratteristici nella adiacente zona di affioramento dei Cenerigneis granulari.

Al microscopio i Cenerigneis tabulari mostrano una tessitura zonata assai manifesta con letti paralleli e continui di mica (*biotite* prevalente) alternati a letti quarzosi costituiti da individui allungati ad estinzione netta o solo debolmente ondulata e a letti meno continui e regolari di *plagioclasio granulato*. Quest'ultimo è costituito da elementi poliedrici con diametro di circa 0,1 mm tra i quali si annidano sottili laminette di *muscovite*. La composizione del plagioclasio oscilla tra il 20% e il 25% An. Oltre che in letti più o meno continui, il plagioclasio granulato compare anche in lenticelle fortemente appiattite; alcune di queste appaiono formate da plagioclasio granulato mirmechitico privo di laminette muscovitiche. La *muscovite*, oltre che in sottili lamelle associate a biotite e plagioclasio, compare anche in porfiroblasti di circa 1—2 mm di lunghezza e di forma lenticolare.

Non è mai stato rinvenuto in queste rocce di transizione il *feldspato potassico* in associazioni primarie, ma solo in venette ad andamento trasversale rispetto alla scistosità. *Cianite* e *granato* sono assai rari nei Cenerigneis tabulari.

Sono state eseguite due analisi chimiche (tab. I) su rocce di questa zona: una su di un paragneiss intercalato (Mi 93) ed una su un Cenerigneis tabulare (Mi 86). Il paragneiss analizzato contiene, oltre ai componenti usuali di queste rocce, anche granato, cianite e feldspato potassico in venette.

Cenerigneis granulari

Un'altra rottura di pendenza sottolinea morfologicamente il passaggio dalla zona di transizione ai Cenerigneis granulari la cui presenza determina rilievi di forma più aspra. Dalla profonda gola del Ponte Casletto alle cime del Pizzo Pernice, Pian Cavallone e Monte Todano l'affioramento di questo litotipo è continuo e costituisce il nucleo della dorsale che attraverso il Pizzo Marona si stacca dal Monte Zeda.

L'inizio di questo orizzonte è contrassegnato dalla scomparsa delle intercalazioni di paragneiss, da un mancato cambiamento di struttura e composizione mineralogica e dalla comparsa di una grandissima quantità di inclusi di varia natura.

La scistosità di queste rocce è meno manifesta che non quella dei Cenerigneis tabulari; i letti micacei non sono continui e la mica tende a disporsi in corpi cilindrici allungati secondo *b* che conferiscono ai piani di divisibilità della roccia un tipico aspetto zebraato. Oltre alle miche anche gli altri componenti appaiono disposti in modo meno regolarmente orientato in noduli tondeggianti che determinano l'aspetto granitoide spesso mostrato da queste rocce.

In sezione sottile appare assai evidente una struttura fortemente eteroblastica caratterizzata dalla associazione di noduli quarzosi a grossi elementi con plaghe di plagioclasio granulato assai minuto (fig. 2). Le miche (*biotite* sempre prevalente) si adunano in noduli di lamelle minute che circondano talora lamine di maggiori dimensioni.

Il *granato* è presente quasi costantemente in granuli assai minuti entro le plaghe di

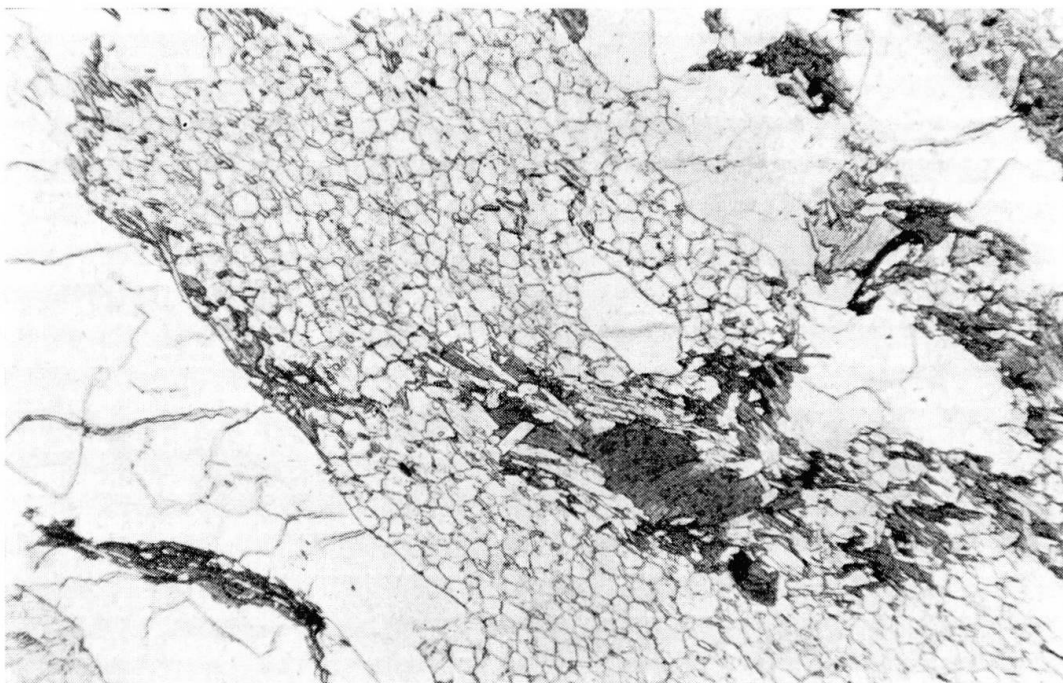


Fig. 2. Tipica struttura dei Cenerigneis con plaghe di plagioclasio granulato in minuti elementi poliedrici tra i quali si annidano piccole lamine di muscovite. Il quarzo appare in grossi elementi, mentre le miche hanno dimensioni intermedie tra quelle degli altri due minerali. (Solo pol. $50 \times$.)

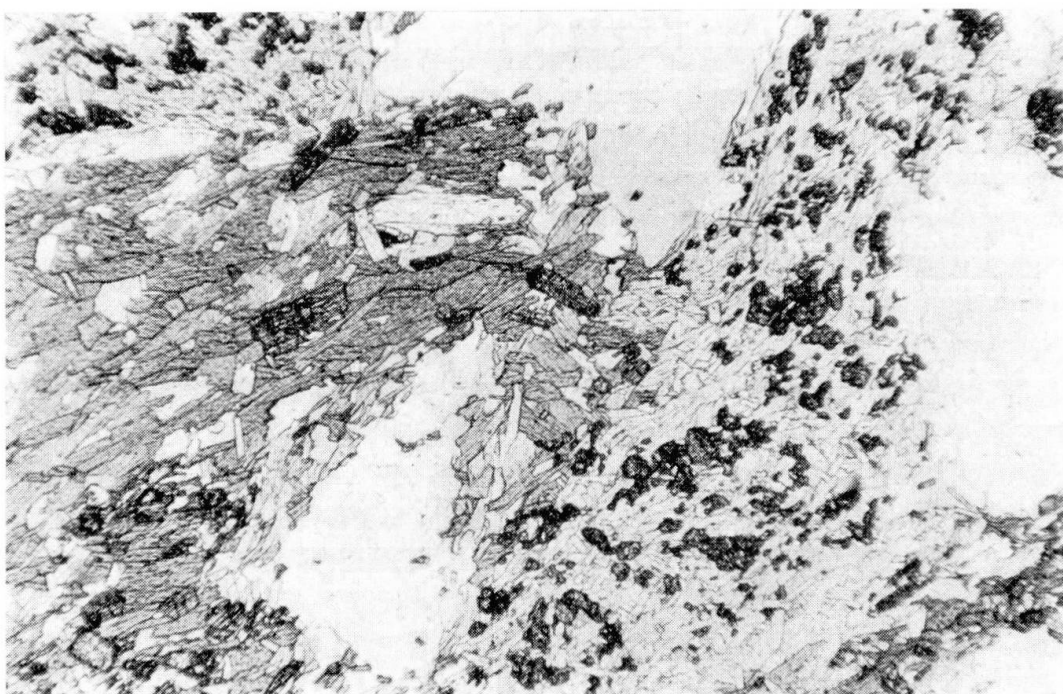


Fig. 3. Nei Cenerigneis granulari è assai caratteristica l'associazione cianite-biotite — a sinistra nella foto — e granato-muscovite — a destra. (Solo pol. $50 \times$.)

muscovite in piccole lamine, mentre la *cianite*, quando è presente, è inclusa nella biotite (fig. 3). Diversamente a quanto descritto da BÄCHLIN (1937) per il Sottoceneri, la cianite è qui praticamente l'unico silicato di alluminio, presente nei Cenerigneis; la sillimanite compare solo verso il bordo settentrionale dove i Cenerigneis passano gradualmente ai paragneiss biotitico-sillimanitico-muscovitici della formazione dioritico-kinzigitica.

Il *feldspato potassico* ($2V_x = 80^\circ - 84^\circ$) non è molto abbondante nella porzione centro meridionale della zona di affioramento di questo litotipo; compare in porfiroblasti parzialmente sostituiti da plagioclasio granulato mirmechitico. A questo proposito va rilevato che, come anche nei Cenerigneis tabulari, le plaghe di plagioclasio granulato possono essere distinte in due tipi: 1. *plagioclasio granulato con muscovite interstiziale*, 2. *plagioclasio granulato mirmechitico senza muscovite*.

La composizione del *plagioclasio* oscilla intorno al 20%—22% An; non è quasi mai geminato e le rare geminazioni presenti sono secondo le leggi dell'albite e del periclino.

Componenti accessori abbastanza diffusi sono: *apatite*, *zircone*, *ortite* e *minerali opachi*. Tutti i minerali di queste rocce mostrano un notevole grado di freschezza.

Sono state eseguite due analisi chimiche di Cenerigneis granulari i cui risultati sono riportati nella tab. 1.

Tabella 1

	Mi 93	Mi 86	Mi 95	Ci 6
SiO ₂	65,7	65,3	66,2	66,6
Al ₂ O ₃	14,8	18,2	14,8	15,6
Fe ₂ O ₃	2,70	1,07	1,68	1,14
FeO	4,2	3,6	3,8	3,4
MnO	0,13	0,09	0,18	0,07
MgO	2,61	2,11	2,20	2,16
CaO	1,85	2,05	1,75	1,46
Na ₂ O	2,6	3,0	3,1	2,5
K ₂ O	2,7	3,2	2,9	3,8
TiO ₂	0,83	0,66	0,82	0,68
P ₂ O ₅	1,00	0,25	0,44	0,16
H ₂ O	1,36	0,63	1,82	2,19
	100,48	100,16	99,69	99,76

Catanorme Standard

	Ru	Cp	Mt	An	Or	Ab	Fe-Cord	Cord	Hy	Q
Mi 93	0,7	0,9	3,0	7,0	16,2	24,2	5,9	13,8	2,9	25,4
Mi 86	0,5	0,5	1,1	8,5	18,6	27,5	12,8	11,0	0,5	19,0
Mi 95	0,6	0,9	1,7	6,4	17,3	29,0	4,7	11,5	3,5	24,4
Ci 6	0,5	0,3	1,3	6,0	23,4	23,6	8,2	11,4	1,7	23,6

Mi 93 = paragneiss biotitico-muscovitico-granatifero con cianite (mulattiera Cambiesso — Pian Cavallone q. 1150 — coord. 66549440). Anal. M. MANINCHEDDA.

Mi 86 = Cenerigneis tabulare della zona di transizione (nei pressi dell'Alpe Agricola q. 875 — coord. 64609378). Anal. M. MANINCHEDDA.

Mi 95 = Cenerigneis granulare (cresta del Monte Todano presso „Il pizzo“ q. 1625 — coord. 65469582). Anal. M. MANINCHEDDA.

Ci 6 = Cenerigneis granulare (Ponte Casletto-Cicogna q. 625 — coord. 61469427). Anal. A. BORIANI. Le coordinate si riferiscono al sistema U.T.M., zona 32 T, MR.

Gli inclusi del Cenerigneis

Il carattere senza dubbio più spettacolare dei Cenerigneis è la presenza di numerosissimi inclusi di varia natura (fig. 4 e 5) che si addensano particolarmente in una fascia della potenza di circa 1 km; una buona visione di questo fenomeno si può avere sul greto del S. Bernardino nei pressi del Ponte Casletto (Val Grande).

Si possono qui osservare gli stessi inclusi descritti da BÄCHLIN (1937) nel Sottoceneri e cioè: inclusi di gneiss granulari minuti (Biotithornfelsgneis di BÄCHLIN) con forme sovente lenticolari allungate e inclusi ricchi di calcite e silicati di Ca, in genere di forma più arrotondata e provvisti o meno di aureola di gneiss minuto.

Uno studio approfondito degli inclusi è tuttora in corso e formerà l'oggetto di un prossimo lavoro.

Passaggio dai Cenerigneis ai paragneiss biotitico-sillimanitico-muscovitici

Questo passaggio può essere agevolmente seguito nel tratto compreso tra il Ponte Casletto e Cicogna sia sul greto dei torrenti che sulla strada carrozzabile. La transizione è anche qui graduale benchè avvenga in uno spazio più ridotto rispetto a quella tra i paragneiss del settore meridionale e i Cenerigneis.

In prossimità del loro limite nordoccidentale i Cenerigneis subiscono un mutamento di struttura e di composizione; gli inclusi si fanno meno frequenti, la scistosità più manifesta anche se non compaiono tipi tabulari in tutto simili a quelli del margine meridionale.

Le modificazioni più interessanti sono quelle che si osservano in sezione sottile: diminuisce il contenuto in *muscovite*, la *cianite* lascia gradatamente il posto a *sillimanite* in fibre sottilissime. Le plaghe di *plagioclasio* granulato contengono sovente un individuo relitto di plagioclasio talvolta anche di notevoli dimensioni; esso appare sostituito dal plagioclasio granulato che spesso lo attraversa in vene. La composizione del plagioclasio relitto è pari al 20%—22% An; verso il bordo il contenuto in An può scendere fino al 10%. Il plagioclasio granulato che lo sostituisce ha in genere un contenuto in An del 16—18%. Anche il *feldspato potassico* relitto appare qui più abbondante al centro delle plaghe di plagioclasio granulato mirmechitico.

La scomparsa dei Cenerigneis avviene in uno spazio abbastanza ridotto (circa 300 m) con la comparsa di intercalazioni di paragneiss a grana talora assai minuta che divengono sempre più frequenti fino a costituire il litotipo predominante; nei pressi di Cicogna e dell'Alpe Scellina in Val Grande affiorano dei paragneiss biotitico-sillimanitico-muscovitici ricchi di mobilizzati pegmatitoidi simili a quelli di Candoglia in Val d'Ossola.



Fig. 4. Inclusi dei Cenerigneis: al centro incluso di gneiss granulare minuto, a destra in alto incluso ricco di silicati di Ca con aureola di gneiss minuto. (Ponte Casletto-Val Grande.)

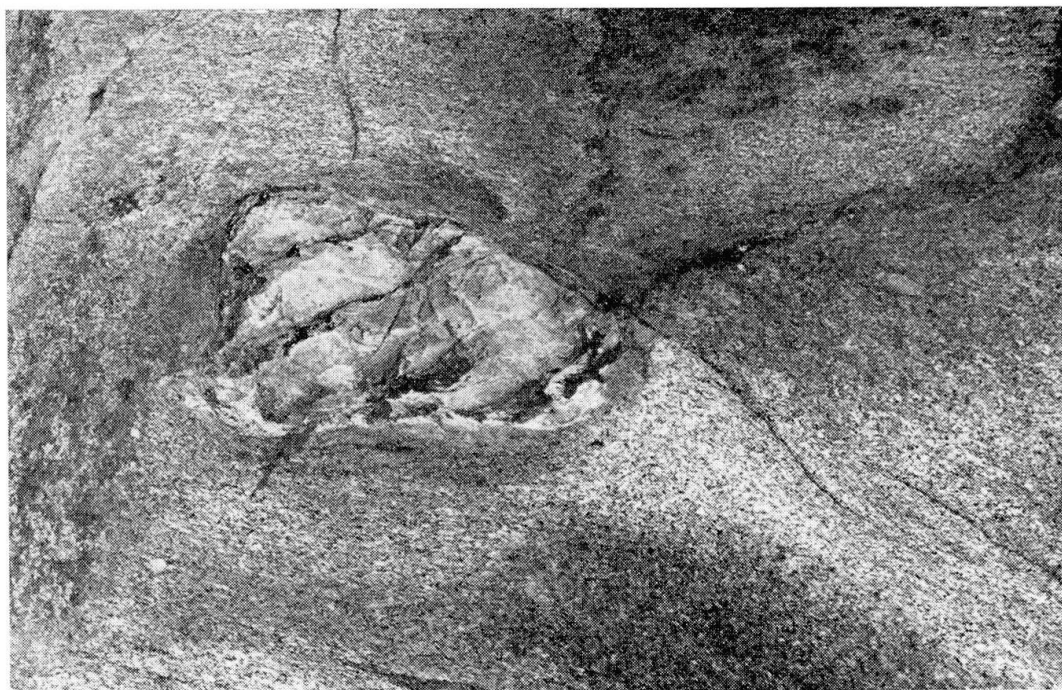


Fig. 5. Incluso tondeggiante ricco di silicati di Ca con ridotta aureola di gneiss minuto. (Ponte Casletto-Val Grande.)

Considerazioni sul grado metamorfico

Per quanto concerne i paragneiss affioranti nel settore sudorientale le paragenesi mineralogiche in essi osservate portano ad attribuirli alla facies anfiboliti, subfacies cianite-almandino-muscovite; non è possibile dire se nella parte più meridionale si raggiungano anche le condizioni della subfacies staurolite-almandino-muscovite, subfacies mal distinguibile (WINKLER 1967) dalla precedente se nelle rocce non si trova staurolite come in questo caso.

Nel diagramma A'KF (fig. 6) della subfacies a cianite è stato proiettato il punto rappresentativo del campione Mi 93 (intercalazione di paragneiss nella

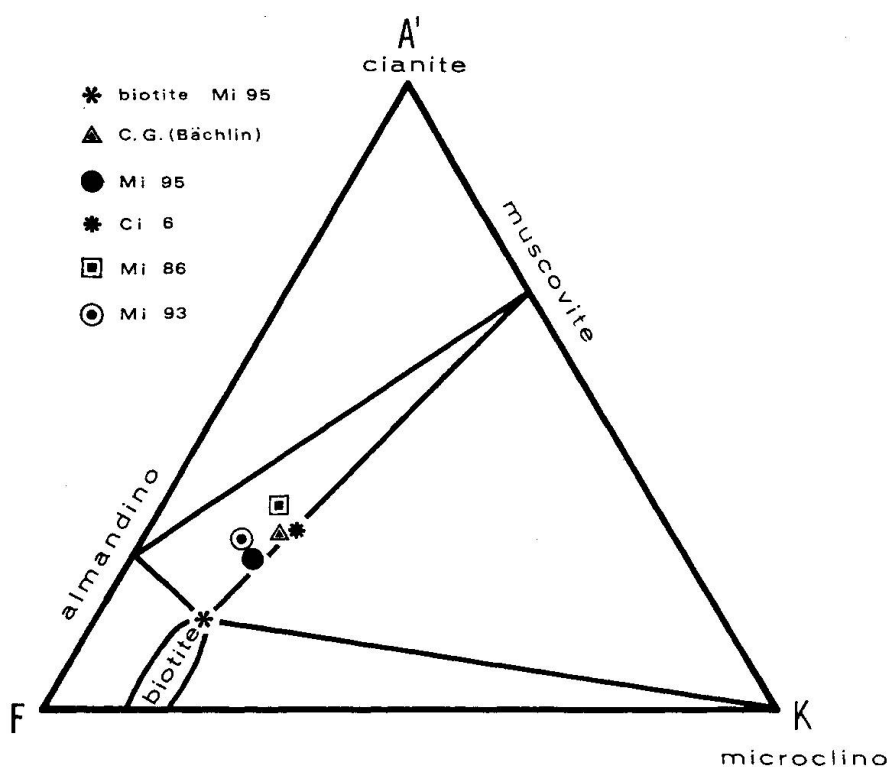


Fig. 6. Diagramme A' K F della subfacies cianite-almandino-muscovite. L'analisi chimica della biotite del campione Mi 95 di Cenerigneis ha dato i seguenti risultati: $\text{SiO}_2 = 35,6$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 20,4$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,79$, $\text{FeO} = 17,3$, $\text{MnO} = 0,06$, $\text{MgO} = 9,21$, $\text{CaO} = 0,28$, $\text{Na}_2\text{O} = 0,30$, $\text{K}_2\text{O} = 9,3$, $\text{TiO}_2 = 2,66$, $\text{H}_2\text{O} = 3,62$, tot. = 99,52. Il campione C. G. (Bächlin) proviene dalla Costa del Sasso (1 km a W del M. Ceneri); analista P. Bearth (BÄCHLIN, 1937). La provenienza degli altri campioni è indicata in Tab. 1.

zona di transizione); il punto cade nel triangolo biotite-muscovite-almandino (nella roccia è presente anche una piccola quantità di cianite) e la paragenesi appare sostanzialmente in equilibrio.

Data la presenza di cianite anche i Cenerigneis sembra possano attribuirsi in prevalenza alla medesima subfacies; proiettando i punti rappresentativi dei Cenerigneis analizzati nello stesso triangolo A'KF si nota come tutti cadano nel triangolo biotite-muscovite-almandino. Nei Cenerigneis sono però quasi

sempre contemporaneamente presenti cianite e feldspato potassico; pensiamo perciò che l'associazione mineralogica di queste rocce non possa essere considerata in equilibrio con le condizioni della subfacies.

I paragneiss biotitico-sillimanitici-muscovitici affioranti nell'estremo lembo nordoccidentale appartengono alla subfacies sillimanite-muscovite come i corrispondenti affioranti nella bassa Val d'Ossola (PEYRONEL PAGLIANI e BORIANI, 1967).

Si può quindi affermare che i Cenerigneis si sono qui originati nelle condizioni della subfacies cianite-almandino-muscovite verso il passaggio alla subfacies sillimanite-muscovite.

Dall'insieme delle osservazioni compiute risulta inoltre evidente la continuità della serie metamorfica del massiccio dei laghi attraverso il limite tradizionale tra la formazione dioritico-kinzigitica Ivrea-Verbanese e la formazione dei Laghi.

Interpretazioni genetiche

Secondo BÄCHLIN i Cenerigneis sono gneiss misti (Mischgneise) con materiale sedimentogeno prevalente. Egli rilevò la sostanziale identità di composizione chimica tra queste rocce, i paragneiss biotitico plagioclasici e gli gneiss granulari minuti (Biotithornfelsgneise) ai quali sono sempre associati; i Cenerigneis sarebbero quindi derivati da uno di questi due tipi di rocce con un leggero apporto metasomatico di Al, K e Na e contemporaneo allontanamento di Mg, Ca e Fe. La particolare struttura dei Cenerigneis („glomerogranulare“ secondo BÄCHLIN) è attribuita da questo A. ad un fenomeno di laminazione in condizioni meso-catazonali; questa struttura è quindi un carattere primario della blastesi. Dal sedimento argilloso dal quale derivarono, il plagioclasio e la biotite si formarono già in aggregati di granuli minuti; i granuli di plagioclasio sono fortemente isoorientati all'interno di ogni singola plaga e tendono a formare cristalloblasti di maggiori dimensioni.

L'assenza di granulazione del quarzo indica secondo l'A. che il fenomeno di laminazione non è stato una vera e propria clastesi; anche gli inclusi testimoniano la presenza di questi movimenti derivando dalla frantumazione di banchi di materiale con diversa composizione presenti nella originaria assise sedimentaria.

Secondo le ultime interpretazioni di REINHARD (1964) invece i Cenerigneis sono dei veri e propri paragneiss che non hanno subito sensibili apporti; la loro struttura non è dovuta ad un processo distruttivo ma rappresenta lo stadio iniziale „congelato“ di un processo di blastesi avvenuto in un campo strettamente delimitato di P e T. La presenza di inclusi non necessita, secondo questo A., di una particolare spiegazione, in quanto inclusi simili si trovano anche nei paragneiss biotitici privi della struttura dei Cenerigneis.

Viene qui prospettata l'ipotesi che le attuali caratteristiche dei Cenerigneis siano in gran parte dovute ad un processo anatettico che ha interessato la serie metamorfica del Massiccio dei Laghi all'incirca all'altezza della prima isograda della sillimanite. Questa ipotesi si fonda sulla possibilità che in questa serie metamorfica — classificata (PEYRONEL PAGLIANI e BORIANI, 1967) di tipo intermedio tra quello Barrowiano e quello New Hampshire con pressioni in facies anfiboliti dell'ordine di 8—9 Kb — la temperatura di trasformazione

polimorfa cianite-sillimanite sia sufficientemente elevata da determinare fenomeni anatettici.

Secondo le estrapolazioni di VON PLATEN e HÖLLER (1966), sulla base di esperimenti condotti a diverse pressioni, a 10 Kb di P_{H_2O} il minimo cotettico di un sistema con $Ab/An=2,9$ si trova alla temperatura di 645° e basta un aumento di soli 30° per giungere alla completa anatessi del materiale, con un residuo cristallino (nel caso della roccia da essi esaminata) costituito da quarzo (8%), almandino (16%) e sillimanite o cianite (5%).

Secondo gli studi di ALTHAUS (1967) intorno ai 9 Kb la temperatura di trasformazione cianite-sillimanite è di circa 670° . Questi dati confermano che la temperatura durante il metamorfismo può essere stata sufficientemente elevata da provocare l'anatessi nei Cenerigneis. VON PLATEN e HÖLLER (1966) nel considerare le modalità di cristallizzazione dei fusi anatettici affermano che quando durante un metamorfismo di tipo regionale in un determinato orizzonte vengono raggiunte e superate di poco le temperature di inizio dell'anatessi, questa può avvenire in modo incompleto e comunque il fuso non viene surriscaldato; non vi è separazione tra fuso e residuo cristallino mentre la notevole viscosità dell'insieme rende poco mobile il materiale. Il residuo (quarzo, almandino e cianite nel nostro caso) rimane finemente disperso nella massa fusa. Durante la cristallizzazione, con il permanere delle alte pressioni e con temperatura decrescente in modo assai lento, le reazioni incongruenti che hanno determinato la fusione avvengono in senso inverso e, se il processo è strettamente isochimico, si può pervenire alla ricostituzione della metamorfite originaria.

L'ipotesi che un processo anatettico seguito da una lenta cristallizzazione in condizioni metamorfiche e con parziale sfuggita di alcune sostanze sia responsabile dei particolari caratteri dei Cenerigneis permette di spiegare molte circostanze e precisamente:

a) La gradualità del passaggio tra paragneiss della zona sudorientale e Cenerigneis può essere determinata da una selettività del processo anatettico nelle zone di minor temperatura; soltanto i banchi di materiale con rapporto Ab/An abbastanza elevato sarebbero qui giunti ad avanzata fusione. La mobilità della massa anatettica sarebbe stata di conseguenza assai ridotta o addirittura nulla in queste porzioni, in ciò spiegando la notevole planarità delle superfici s e il permanere dei banchi non fusi come intercalazioni e non come frammenti boudinati e ruotati. Più a N si sarebbero invece raggiunte temperature sufficienti a portare la maggior parte del materiale allo stato fuso, con conseguente maggiore mobilità dell'insieme e formazione di inclusi dei materiali che non hanno partecipato del fenomeno anatettico o lo hanno subito solo in parte.

b) La struttura dei Cenerigneis può essere spiegata con una cristallizzazione del fuso anatettico ad elevate pressioni e con temperatura decrescente in modo

assai lento. Riportando i punti rappresentativi dei campioni analizzati nel diagramma Q Ab Or (fig. 7) si può notare come tutti cadano al disotto della linea cotettica per pressioni di 2 Kb, mentre cadono al disopra di essa per pressioni di 10 Kb. Il quarzo fu quindi il primo minerale cristallizzato e ciò può spiegare le sue maggiori dimensioni rispetto agli altri componenti.

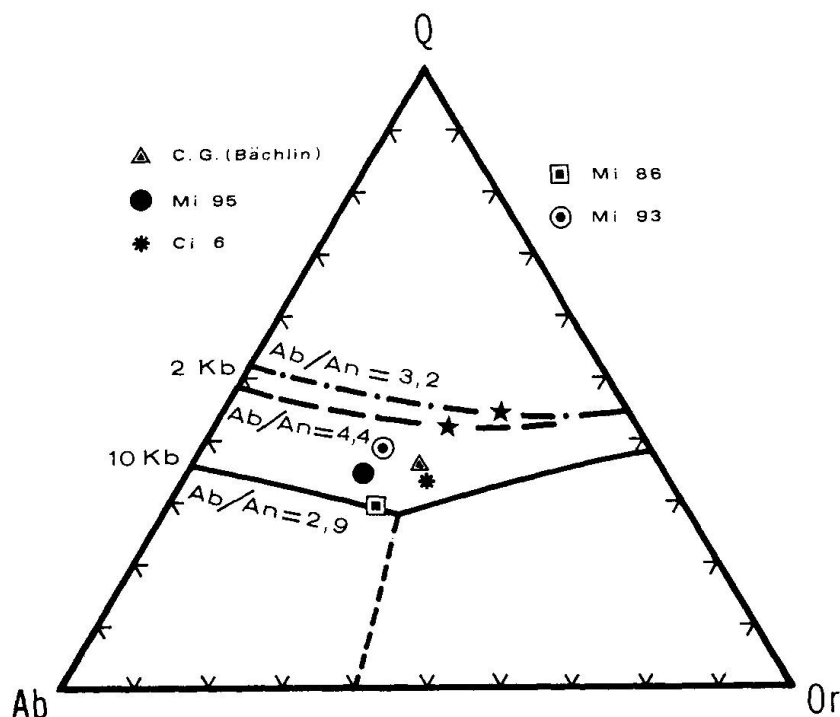


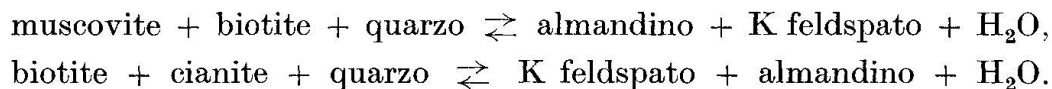
Fig. 7. Diagramma Q Ab Or. Le linee cotettiche relative a 2 Kb di P_{H_2O} sono ricavate per interpolazione da quelle date da WINKLER (1967). La linea cotettica relativa a 10 Kb è quella data da VON PLATEN e HÖLLER (1966). I rapporti Ab/An dei campioni rappresentati sono: C. G. (BÄCHLIN) = 4,3, Mi 95 = 4,4, Ci 6 = 3,9, Mi 86 = 3,2, Mi 93 = 3,4. La provenienza dei campioni è indicata in Tab. 1 e in Fig. 6.

La struttura „glomerogranulare“ sarebbe stata determinata da una lunga permanenza della temperatura intorno al minimo cotettico e dalle ripristinate condizioni metamorfiche; a queste ultime sono senza dubbio da imputare i fenomeni di granulazione del plagioclasio con sostituzione del plagioclasio e del feldspato potassico originari, bene osservabili specialmente al bordo settentrionale dei Cenerigneis.

c) La composizione mineralogica in evidente squilibrio con le condizioni della subfacies, può essere spiegata o con un fenomeno anatettico oppure con un parziale metamorfismo di un ortogneiss (come è stato proposto da VON PLATEN e HÖLLER, 1966, per lo Stainzer Plattengneiss di Koralpe).

Le associazioni cianite-biotite e granato-muscovite vengono qui interpretate come il risultato di un ritorno a condizioni metamorfiche in ambiente

non strettamente isochimico dopo il raggiungimento di un avanzato stato di anatessi, secondo le reazioni:



d) Gli inclusi di gneiss minuti nei Cenerigneis granulari possono essere spiegati con questa ipotesi qualora si osservi che il rapporto Ab/An di questi è sempre inferiore a quello dei Cenerigneis incassanti.

Particolarmente interessante appare la loro struttura che si avvicina a quella dei Cenerigneis con plagioclasio granulato; il quarzo però è di dimensioni assai ridotte. E' da ritenere che questi gneiss minuti si siano comportati come restiti perchè la temperatura non è stata abbastanza elevata da superare il minimo cotettico di quel tanto da provocare la fusione della maggior parte del quarzo e la conseguenti disarticolazione della compagine originaria.

Le forme e le diverse orientazioni degli inclusi testimoniano infine un notevole grado di mobilità dell'insieme, raggiunto specie nella parte centrale dei Cenerigneis.

Bibliografia

- ALTHAUS, E. (1967): The triple point Andalusite-Sillimanite-Kyanite. An experimental and petrologic study. *Contr. Mineral. Petrol.* 16, 26—44.
- BÄCHLIN, R. (1937): *Geologie und Petrographie des M. Tamaro-Gebietes (südliches Tessin)*. SMPM 17, 1—79.
- NOVARESE, V. (1906) in PELLATI, N.: Relazione sul rilevamento geologico del 1905 nella Val Strona e nell'Alto Verbano. *Boll. R. Comit. Geol. It.* 37, parte ufficiale, 30—31.
- (1907) in PELLATI, N.: Relazione sul rilevamento geologico del 1906 nell'Alto Verbano. *Boll. R. Comit. Geol. It.* 38, parte ufficiale, 27—29.
- NOVARESE, V. e STELLA, A. (1921): Foglio 16 Cannobio della Carta Geologica d'Italia. *R. Uff. Geol. It.*
- NOVARESE, V. (1929): La zona del Canavese e le formazioni adiacenti. *Mem. Descr. Carta Geol. It.* 22, 65—212.
- et al. (1932): Foglio 31 Varese della Carta Geologica d'Italia. *R. Uff. Geol. It.*
- PEYRONEL PAGLIANI, G. e BORIANI, A. (1967): Metamorfismo crescente nelle metamorfiti del „Massiccio dei Laghi“ nella zona bassa Val d'Ossola-Verbania. *Rend. Soc. Min. It.* 23, 351—397.
- VON PLATEN, H. und HÖLLER, H. (1966): Experimentelle Anatexis des Stainzer Platten-gneis von der Koralpe, Steiermark, bei 2, 4, 7 und 10 Kb H₂O-Druck. *N. Jb. Mineral. Abh.* 106, 106—130.
- REINHARD, M. (1934): Exkursion Nr. 69, Bellinzona-Monte Ceneri-Manno-Malcantone-Lugano. *Geol. Führer Schweiz*, Fasz. 11, Basel, 846.
- (1964): Über das Grundgebirge des Sottoceneri im Süd-Tessin und die darin auftretenden Ganggesteine. *Beitr. geol. Karte Schweiz*, NF. 117, 89 p.
- WINKLER, H. G. F. (1967): *Petrogenesis of metamorphic rocks*. Revised second ed. Springer-Verlag, Berlin.