

ATTILIO BORIANI \*, ANNITA COLOMBO \*

## GLI « GNEISS CHIARI » TRA LA VALSESIA E IL LAGO DI COMO \*\*

**RIASSUNTO.** — Gli « Gneiss chiari » sono gneiss « granitici » che compaiono con frequenza sorprendente e grande costanza di caratteri al contatto fra basamento cristallino e copertura permo-triassica, nel Sudalpino delle Alpi centro-occidentali.

Vengono qui presentati numerosi nuovi dati petrografici e chimici su questi gneiss, dei quali viene segnalata e descritta per la prima volta la presenza anche nei pressi di Borgosesia (Vercelli). Alla luce dei nuovi dati viene, quindi, discussa l'età e la genesi di queste rocce.

Caratteri chimici e mineralogici e situazione geologica indicano una derivazione da vulcaniti felsiche pre-erciniche, di composizione alcaliriolitica.

**ABSTRACT.** — The « Gneiss chiari » are « granite » gneisses occurring very frequently and with constant characters at the contact between the metamorphic basement and the Permo-Triassic cover in the southalpine domain of the west Central Alps.

Many new petrographic and chemical data about the « Gneiss chiari » are given in this paper; a new occurrence near Borgosesia (Vercelli) is described. The age and origin of these rocks is then discussed in the light of the new data.

Chemical, mineralogical characters and geological setting point to a derivation from felsic volcanics of alcaliryolitic composition of pre-Ercynian age.

### Introduzione

La presenza di gneiss muscovitici di composizione « granitica » con notevole uniformità di caratteri al limite tra basamento cristallino e copertura sedimentaria nelle Orobie e nel Luganese è circostanza nota ormai da circa un secolo (vedi anche la scheda formazionale compilata da LIBORIO & MOTTANA, 1971). Tali rocce sono state indicate con nomi diversi dai diversi autori, ma è fuori di dubbio che il termine introdotto da STELLA (1894), « Gneiss chiari a muscovite », o più semplicemente « Gneiss chiari », è il più usato e ormai si può considerare definitivo.

La loro diffusione non sembra però essere limitata al Sudalpino: rocce simili per posizione geologica, nonchè per caratteri petrografici e chimici, sono segnalate anche nell'Austroalpino da GATTO & SCOLARI (1973) i quali stanno conducendo uno studio parallelo al nostro in quel dominio strutturale.

È indubbio che queste rocce meritino una particolare attenzione; con questo lavoro ci si propone di fare il punto sulle attuali conoscenze, di fornire nuovi dati petrografici, chimici e geologici e di proporre alcune considerazioni circa la loro genesi e il loro significato.

\* Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università degli Studi di Milano.

\*\* Lavoro eseguito nell'ambito delle ricerche del Centro di Studi sulla Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali del C.N.R..

### Distribuzione degli « Gneiss chiari »

La zona di affioramento degli « Gneiss chiari » meglio conosciuta, tra quelle da noi prese in considerazione (fig. 1), è senza dubbio il Luganese, grazie al lavoro di REINHARD (1964); un'ampia sintesi di tale lavoro è riportata da BORIANI et al. (1974).

Gli « Gneiss chiari » (o « Bernardo Gneiss », dal nome della località tipo della Collina di S. Bernardo, nei dintorni di Lugano) sono rocce assai ricche di quarzo e alcali-feldspati con muscovite subordinata, dotati di scarsa scistosità, tranne che

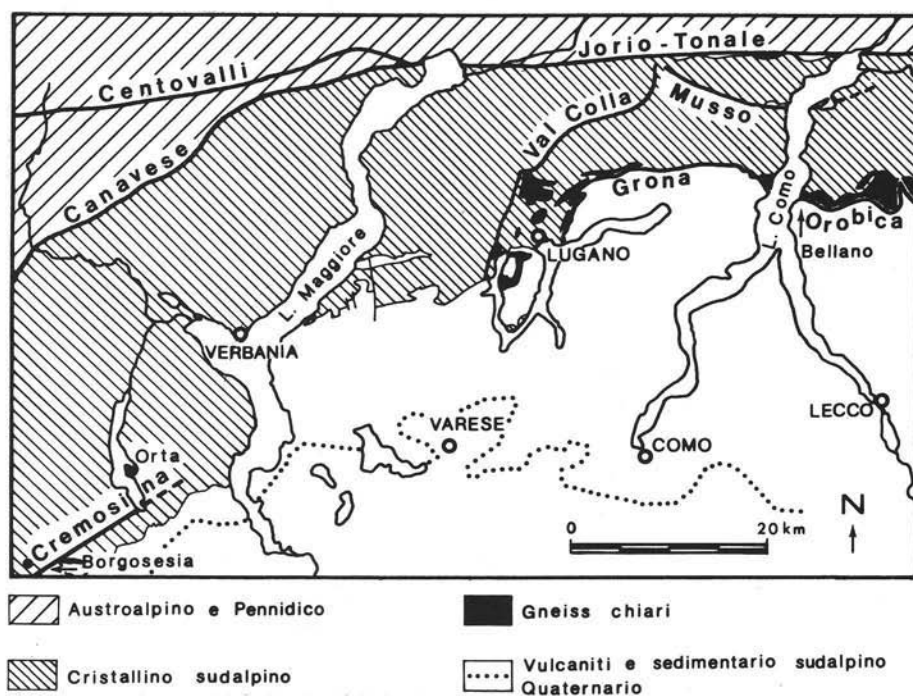


Fig. 1. — Schizzo geologico della zona tra Borgosesia e Lago di Como, con le aree di affioramento degli « Gneiss chiari ».

nei tipi fortemente cataclastici o milonitici che sono, peraltro, assai abbondanti.

Gli « Gneiss chiari » fanno parte di quella che REINHARD (1964) chiama « Zona Val Colla » che rappresenta la porzione di Sudalpino a SE della Linea della Val Colla (a NW giace la « Zona Ceneri »). Essi poggiano su paragneiss e mica-scisti che in prossimità di Lugano sono marcatamente fillonitici; dove affiora la copertura carbonifera e permo-triassica si nota che gli « Gneiss chiari » sono appena sotto di essa.

Rappresentano cioè la porzione più « alta » del basamento della « Zona Val

Colla » che peraltro non contiene altri gneiss granitici eccetto questi. Gneiss granitici con ben altri caratteri compaiono solo a NW della Linea della Val Colla, all'interno della « Zona Ceneri ».

I conglomerati carboniferi, abbastanza frequenti nel Luganese (ad esempio: conglomerato di Manno), contengono numerosi ciottoli di « Gneiss chiari » e si può pertanto ritenere che questi affiorassero su vaste aree sulla superficie di erosione westfaliana. Il colore rossastro che mostrano specialmente alla Collina d'Oro (a S di Lugano) viene attribuito ad alterazione meteorica del Carbonifero sup. e del Permiano.

Dove queste rocce non sono eccessivamente tettonizzate, mostrano grana abbastanza grossolana e tessitura gneissica occhiadina tendente a « flaser »; la tettonizzazione è però assai frequente data la vicinanza con importanti linee tettoniche (Linea della Val Colla, Linea della Grona, Faglia di Lugano) e la roccia è sovente microbrecciosa fino a milonitica.

Sulla continuazione di quelli descritti da REINHARD (1964) (ad es. quello di Alpe Pairolo) vi sono i piccoli affioramenti della Val di Rezzo e quello assai più cospicuo sulla sponda W del Lago di Como in località La Gaeta a N di Menaggio (LEHNER, 1952).

In quest'ultima località, lungo la Strada Regina, gli « Gneiss chiari » appaiono in contatto normale col Verrucano; ciò è stato ben visibile per un certo tempo durante i lavori di ampliamento della sede stradale e di escavazione di gallerie.

Più ad W, ad esempio, nei pressi di Breglia, sono noti piccoli affioramenti di carbon fossile che testimoniano anche qui la presenza di sedimenti carboniferi (VENZO & MAGLIA, 1947).

Il contatto settentrionale con il basamento, non è visibile in affioramento, ma si può supporre tettonico data la crescente tettonizzazione osservabile man mano che ci si avvicina agli scisti adiacenti; entrambi i contatti, sia con il basamento che con la copertura permo-carbonifera, sono subverticali.

A E del Lago iniziano i più importanti e continui affioramenti delle Alpi Orobiche. Di essi abbiamo preso in considerazione solo quelli delle immediate vicinanze di Bellano, già studiate da EL TAHLAWI (1965). I contatti con basamento e Verrucano sono per lo più tettonici, ma in qualche località, ad es. nei pressi di Prato Solaro in Val Muggiasca, il contatto con il Verrucano appare normale o al più affetto da una tettonizzazione poco rilevante.

Più a N di queste zone la Linea di Musso e la Linea Jorio-Tonale isolano quello che potremmo definire il « graben dell'alto Lario ». Questa particolare situazione tettonica provoca l'affioramento di copertura permo-triassica al M.te Bregagno (Musso) e lungo la Linea Jorio-Tonale (Sasso Pelo, Dubino).

FUMASOLI (1974) descrive affioramenti di « Gneiss chiari » legati al contatto basamento-copertura; anche gli « Gneiss di Mantello » (BONSIGNORE et al., 1971), che affiorano allo sbocco della Valtellina con analoghe relazioni, sembrano assimilabili agli « Gneiss chiari ».

Sono stati poi esaminati anche gli gneiss, descritti da BORTOLAMI (1963) e cartografati da Govi (1975), affioranti a S della Linea della Cremosina nei pressi di Valduggia (Borgosesia, Vercelli). Questi gneiss hanno posizione geologica analoga a quella degli «Gneiss chiari», comparando al di sotto della copertura permiana qui costituita da ignimbriti ed altri prodotti vulcanici.

BORTOLAMI (1963) indica queste rocce come «gneiss muscovitici a microclino» e li descrive come rocce di aspetto compatto, con scistosità poco marcata per la prevalenza di letti quarzoso-feldspatici sui sottili livelli di mica bianca. L'Autore considera gli gneiss come il prodotto del metamorfismo di medio grado di originarie rocce eruttive sia in base ai caratteri microstrutturali che all'associazione: quarzo, microclino, albite o albite-oligoclasio, muscovite, con abbondanti apatite e tormalina. Essi rappresenterebbero quindi piccole masse di ortogneiss nel basamento cristallino costituito in netta prevalenza da paraderivati; come «ortogneiss grigio chiari e rosacei a biotite, muscovite e feldspato potassico» sono indicati nella carta di Govi (1975).

L'identità tra gli gneiss alcali-feldspatici di Valduggia e gli «Gneiss chiari» del Luganese era già stata ipotizzata da BORIANI et al. (1974) grazie ai pur scarsi dati esistenti in letteratura. Secondo questi Autori l'importanza di una conferma in tal senso sta nel fatto che essa documenterebbe l'identità tra la «Zona Val Colla» e gli scisti affioranti a S della Linea della Cremosina; la continuazione della Linea della Val Colla andrebbe così ricercata nella «paleocremosina» (BORIANI & SACCHI, 1974) la cui età eopermiana è testimoniata dall'allineamento lungo di essa di dicchi granofirici.

Per quanto riguarda la genesi, gli «Gneiss chiari» sono interpretati come metaarkose da EL TAHLAWI (1965), sulla base della morfologia degli zirconi, del chimismo e della microstruttura e di considerazioni geologico-stratigrafiche.

KÖPPEL & GRÜNENFELDER (1971) hanno invece escluso che gli «Gneiss chiari» possano rappresentare delle arkose metamorfosate, sulla base dei caratteri chimici e dei rapporti isotopici degli zirconi presenti nella roccia. Secondo gli Autori «it appears most likely that the rock was formed during a granitisation process or else that it represents a differentiated of anatectic origin». Le età apparenti fortemente discordanti sarebbero legate ad una lisciviazione del Pb degli zirconi dovuta ad alterazione meteorica permiana.

### Caratteri petrografici

*I caratteri microstrutturali* degli «Gneiss chiari» del Luganese, del Lago di Como e di Valduggia sono sostanzialmente identici. La struttura è granoeteroblastica per la presenza di grossi individui di feldspato subidiomorfo. La tessitura è scistoso-occhiadina. Localmente sono presenti anche strutture nettamente cataclastiche, in cui è evidente una spinta frantumazione dei singoli componenti. È interessante notare che, mentre negli «Gneiss chiari» del Luganese e del Lago di

Como prevalgono intense deformazioni postcristalline, testimoniate dall'estinzione fortemente ondulata del quarzo e della mica bianca, negli gneiss di Valduggia queste si rinvergono ancora, ma subordinate rispetto alle strutture blastiche.

*La composizione mineralogica* è la seguente: quarzo, microclino, albite o albite-oligoclasio, muscovite  $\pm$  biotite.

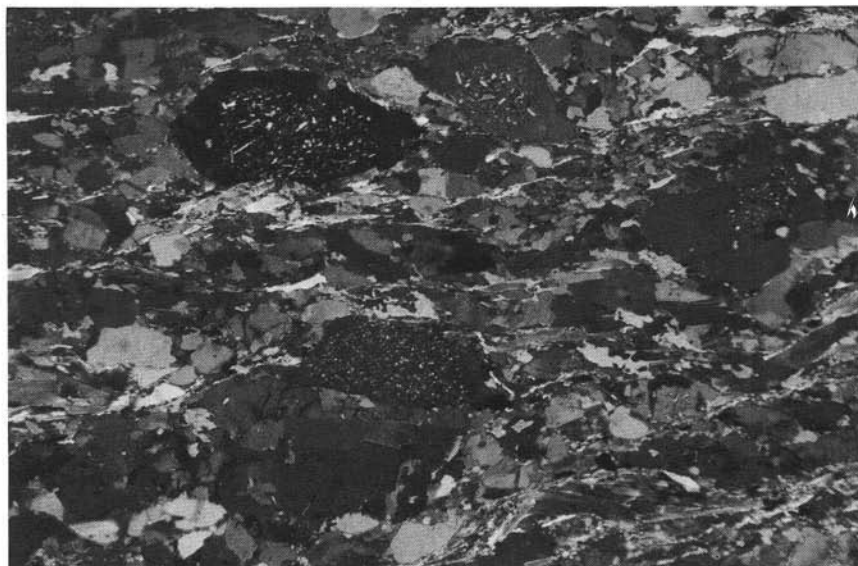


Fig. 2. — Grossi individui subidiomorfi di albite, con nucleo « farcito » di lamelle di muscovite. (Ingr. lineari 35, nicols incrociati).

Il quarzo è senza dubbio il minerale più abbondante in individui eteroblastici con contorni sinuosi ed estinzione sempre ondulata. Sono scarsi gli aggregati di subgranuli a interfacce piane.

L'albite, come già osservato da REINHARD (1964) e EL TAHLAWI (1965) è presente in grossi individui subidiomorfi con il nucleo « farcito » di quarzo e lamelle di muscovite disposte a volte lungo i piani di sfaldatura. Sono frequenti le geminazioni Carlsbad oltre quelle polisintetiche Albite e Periclino. Negli gneiss di Valduggia il posto dell'albite è occupato da un plagioclasio leggermente più calcico (albite-oligoclasio con segno ottico positivo, 15 % An), presente sia in grossi individui subidiomorfi che in aggregati di subgranuli con struttura tendente alla poligonale.

*Albite e microclino* sono presenti in proporzioni variabili a formare aggregati alcali-feldspatici; questi, di norma, consistono di concrescimenti omoassiali, mentre a Valduggia sono sovente ricristallizzati in aggregati policristallini. REINHARD (1964)

ha interpretato questi aggregati come il prodotto dello smistamento a bassa T, nei due termini estremi, di un originario feldspato alcalino misto di alta T.

*Il microclino*, con evidente geminazione a graticcio, è presente anche in individui spesso pecilitici di grosse dimensioni.

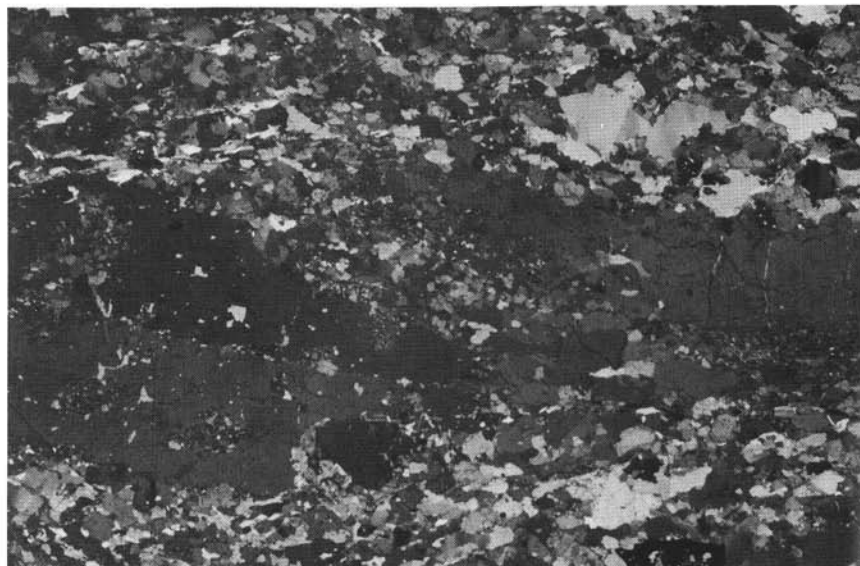


Fig. 3. — Megacristalli pecilitici di microclino, con geminazione Carlsbad. (Ingr. lineari 35, nicols incrociati).

Negli « Gneiss chiari » del Luganese, il microclino è frequentemente associato ad albite a scacchiera, che è invece molto scarsa negli gneiss di Valduggia.

Per quanto riguarda le miche, sono presenti sia *muscovite* che *biotite*, quest'ultima nettamente subordinata, quando non assente, specialmente negli « Gneiss chiari » del Luganese e del Lago di Como. In questi ultimi la biotite appare da debolmente pleocroica fino a incolore, sostituita da aggregati criptocristallini di mica bianca e clorite, con segregazioni di opachi.

*Apatite* e *tormalina* sono gli accessori più diffusi; più rari *zircono* e *granato*. Sono presenti scarsi *carbonati*, segnalati anche da REINHARD (1964) negli « Gneiss chiari » del Luganese.

### Caratteri petrochimici

Sono state eseguite numerose nuove analisi chimiche di « Gneiss chiari » del Lago di Como, del Luganese e di quelli di Valduggia (tabelle 1 e 2) (1).

(1) Provenienza dei campioni analizzati: da CA 7 a CA 5, carrozzabili Colma-Valduggia e Solivo-Valduggia; da PG 3 a PG 10, La Gaeta (Menaggio); PG 20, Bellano; PG 22, Alpe Pairolo (Val Colla); PG 21, Cadro (dintorni di Lugano).

Ad un primo esame si può subito rilevare la notevole uniformità composizionale di queste rocce. La silice è sempre elevata (74-78 %); il CaO molto basso e quasi sempre  $K_2O$  è maggiore di  $Na_2O$ .

Dalle norme CIPW si rileva la costante presenza di corindone normativo che riflette l'eccesso di allumina, peraltro intuibile dalla costante presenza di muscovite.

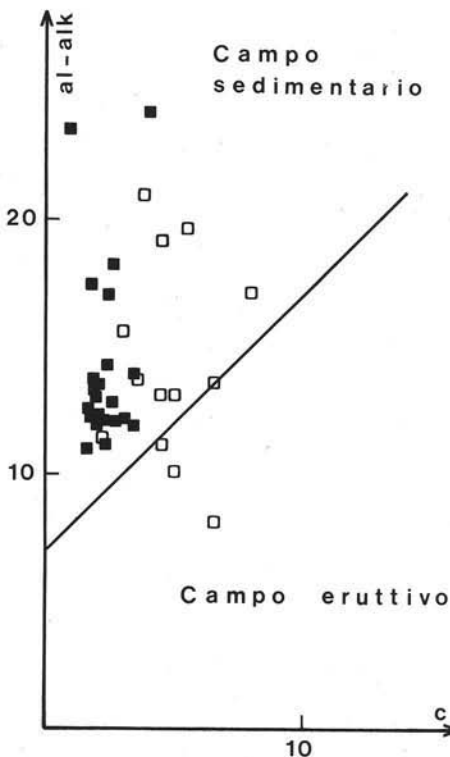


Fig. 4. —  $al-alk/c$ . Quadrati pieni: analisi degli « Gneiss chiari » di Valduggia, del Luganese e del Lago di Como (Menaggio e Bellano). □: analisi tratte da EL TAHLAWI (1965) degli « Gneiss chiari » del Luganese e del Lago di Como (Bellano e Val Muggiasca).

Abbiamo proiettato i punti rappresentativi delle nostre analisi nel diagramma  $al-alk/c$  (fig. 4) usato da EL TAHLAWI (1965) per dimostrare l'origine paradi queste rocce. In effetti i punti cadono per lo più nel campo delle rocce sedimentarie, ma è altrettanto vero che molte magmatiti acide, proiettate per prova nello stesso diagramma, seguono la stessa sorte.

Nei diagrammi Indice di Larsen/ossidi (fig. 5), pur in un intervallo assai modesto di Indice di Larsen, si osservano « trends » abbastanza regolari e poco dispersi, compatibili con una natura magmatica per un buon numero di ossidi. Appare evidente l'appiattimento precoce del « trend » del CaO, in confronto con tipiche serie orogeniche.

Assai più significativa appare la proiezione dei punti rappresentativi degli « Gneiss chiari » nel tetraedro Q-Ab-Or-An di WINKLER (1976), del quale sono qui rappresentate le proiezioni a 5 Kb su Q-Ab-Or e su Ab-An-Or (fig. 6). Appare evidente che tutti i punti cadono nel volume del Q a distanza anche notevole dalla superficie cotettica Q-alcalifeldspati. L'intervallo di fusione di queste rocce a 5 Kb

appare dunque assai elevato (in alcuni casi si può prospettare in più di 100° C).

Ciò rende la loro derivazione da un granito anatettico assai improbabile, a meno che la composizione non sia stata cambiata in modo notevole da trasformazioni tardo- o post-magmatiche con perdita di CaO e forse anche di alcali, o vi sia stata una riequilibratura in zone molto superficiali, peraltro poco probabile (FYFE, 1970). Un'altra possibilità è che l'anatessi sia stata solo parziale a spese di rocce ricche di quarzo e che quest'ultimo sia rimasto come fase solida nel fuso. Una tale ipotesi è formulata da MARINELLI (1975) per spiegare la notevole quantità di cristalli di quarzo in porfiroidi della Sardegna e delle Alpi orientali. Questa possibilità,

TABELLA 1  
 «Gneiss chiari» del Luganese e del Lago di Como

PG n°	3	2	7	13	20	5	11	6	8	21	10	22
SiO <sub>2</sub>	77.69	77.22	76.38	76.14	75.84	75.81	75.64	75.63	75.55	75.27	75.17	74.76
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.07	0.05	0.09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.29	12.78	13.43	12.95	13.44	13.30	13.83	12.87	13.44	13.58	12.99	14.19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.53	0.47	0.60	0.69	1.08	0.82	0.97	0.68	0.99	0.51	0.83	0.97
FeO	0.42	0.39	0.30	0.40	0.40	0.45	0.38	0.72	0.47	0.77	0.56	0.41
MnO	0.01	0.08	0.02	0.03	0.05	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02
MgO	0.14	0.09	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.18	0.06	0.09	0.10	0.07
CaO	0.43	0.34	0.21	0.30	0.33	0.29	0.11	0.42	0.38	0.49	0.34	0.49
Na <sub>2</sub> O	1.16	1.55	1.97	2.73	3.12	2.82	1.36	2.68	2.78	3.44	2.58	3.02
K <sub>2</sub> O	4.62	5.63	5.48	5.12	3.73	5.18	5.54	4.75	5.17	4.40	4.80	5.08
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.29	0.27	0.22	0.23	0.27	0.22	0.10	0.27	0.28	0.28	0.24	0.15
H <sub>2</sub> O	1.71	1.42	1.33	1.05	1.20	1.21	2.19	1.34	1.18	1.70	1.56	1.23
TOT.	99.31	100.28	99.98	99.68	99.54	100.19	100.25	99.59	100.37	100.63	99.26	100.48
si	609.7	556.7	535.5	516.4	508.6	498.3	530.4	502.2	485.4	474.7	505.9	460.1
al	56.8	54.3	55.5	51.7	53.1	51.5	57.2	50.3	50.9	50.5	51.5	51.5
fm	7.6	6.4	5.0	6.0	8.3	6.8	8.0	9.3	8.0	7.5	8.6	7.3
c	3.6	2.6	1.6	2.2	2.4	2.0	0.8	3.0	2.6	3.3	2.5	3.2
alk	32.0	36.7	37.9	40.1	36.2	39.7	34.0	37.4	38.5	38.7	37.4	38.0
k	0.72	0.71	0.65	0.55	0.44	0.55	0.73	0.54	0.55	0.46	0.55	0.53
mg	0.22	0.15	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05	0.19	0.07	0.11	0.12	0.09
Q	52.80	46.36	44.10	40.59	43.42	39.51	46.51	41.11	39.47	37.59	41.43	37.01
C	5.29	4.16	4.40	2.92	4.31	3.05	5.63	3.20	3.24	2.93	3.50	3.19
Or	27.30	33.27	32.38	30.25	22.04	30.61	32.74	28.07	30.55	26.00	28.36	30.02
Ab	9.81	13.11	16.66	23.10	26.40	23.86	11.50	22.67	23.52	29.10	21.83	25.55
An	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.05	0.60	0.12	1.45
En/Hy	0.34	0.22	0.00	0.00	0.07	0.00	0.09	0.44	0.14	0.22	0.24	0.17
Fs/Hy	0.31	0.41	0.02	0.15	0.00	0.14	0.00	0.74	0.00	0.93	0.33	0.00
Mt	0.76	0.68	0.86	1.00	1.30	1.18	1.21	0.98	1.43	0.73	1.20	1.12
Hm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19
Il	0.03	0.07	0.07	0.07	0.09	0.09	0.09	0.05	0.09	0.13	0.09	0.17
Ap	0.68	0.63	0.52	0.54	0.63	0.52	0.23	0.63	0.66	0.66	0.56	0.35
Q	58.7	50.0	47.3	43.2	47.3	42.0	51.2	44.8	42.2	40.6	45.2	40.0
Ab	10.9	14.1	17.9	24.6	28.7	25.4	12.7	24.7	25.1	31.4	23.8	27.6
Or	30.4	35.9	34.8	32.2	24.0	32.6	36.1	30.5	32.7	28.0	31.0	32.4
Ab	26.3	28.3	34.0	43.3	54.5	43.8	26.0	44.4	43.5	52.2	43.4	44.8
An	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.1	1.1	0.2	2.5
Or	73.1	71.7	66.0	56.7	45.5	56.2	74.0	55.0	56.4	46.7	56.4	52.7
Q	58.6	50.0	47.3	43.2	47.3	42.0	51.2	44.6	42.2	40.3	45.2	39.4
Ab	10.9	14.1	17.9	24.6	28.7	25.4	12.7	24.6	25.1	31.2	23.8	27.2
Or	30.2	35.9	34.8	32.2	24.0	32.6	36.1	30.4	32.6	27.9	30.9	31.9
An	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.6	0.1	1.5



TABELLA 2  
 « Gneiss chiari » di Valduggia (Borgosesia)

CA n°	7	11	10	13	9	12	6	8	12A	5
SiO <sub>2</sub>	76.46	76.26	76.13	75.88	75.76	75.66	75.36	75.10	74.35	74.25
TiO <sub>2</sub>	0.11	0.09	0.11	0.09	0.11	0.09	0.11	0.12	0.11	0.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.98	13.67	13.46	13.27	13.87	13.55	13.10	13.60	13.59	13.93
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.66	0.23	0.64	0.98	0.56	0.95	0.79	0.71	1.08	0.93
FeO	0.48	0.35	0.39	0.52	0.38	0.38	1.00	0.79	0.58	1.26
MnO	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.06	0.01	0.02	0.02
MgO	0.33	0.17	0.16	0.12	0.35	0.20	0.25	0.34	0.19	0.46
CaO	0.24	0.24	0.21	0.26	0.28	0.27	0.32	0.34	0.34	0.40
Na <sub>2</sub> O	2.67	3.11	2.93	2.68	3.39	2.74	2.64	4.66	3.09	3.71
K <sub>2</sub> O	5.43	5.02	5.09	4.92	4.36	5.14	4.83	2.47	5.00	3.75
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.12	0.13	0.11	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.13	0.11
H <sub>2</sub> O	1.12	1.09	1.17	1.55	1.43	1.37	1.29	1.10	1.40	1.51
TOT.	100.62	100.37	100.41	100.42	100.62	100.46	99.87	99.36	99.88	100.56
si	497.6	499.8	497.6	499.1	479.2	486.6	484.4	464.1	460.2	434.7
al	49.7	52.8	51.8	51.5	51.7	51.3	49.6	49.4	49.5	48.0
fm	9.2	4.8	6.9	9.0	8.0	8.6	11.9	10.6	9.9	14.4
c	1.7	1.7	1.5	1.8	1.9	1.9	2.2	2.3	2.3	2.5
alk	39.4	40.7	39.8	37.7	38.4	38.2	36.3	37.7	38.3	35.1
k	0.57	0.52	0.53	0.55	0.46	0.55	0.55	0.26	0.52	0.40
mg	0.35	0.35	0.23	0.13	0.41	0.22	0.20	0.30	0.18	0.28
Q	39.39	38.40	39.21	41.07	38.53	39.45	40.29	37.33	36.58	36.53
C	2.56	2.99	3.01	3.37	3.35	3.22	3.23	2.92	2.78	3.30
Or	32.08	29.66	30.08	29.07	25.76	30.37	28.54	14.59	29.54	22.16
Ab	22.59	26.31	24.79	22.67	28.68	23.18	22.33	39.43	26.14	31.39
An	0.40	0.34	0.32	0.44	0.60	0.68	0.80	0.90	0.83	1.26
En/Hy	0.82	0.42	0.39	0.29	0.87	0.49	0.62	0.84	0.47	1.14
Fs/Hy	0.19	0.32	0.02	0.03	0.07	0.00	1.11	0.68	0.02	1.20
Mt	0.95	0.33	0.92	1.42	0.81	0.99	1.14	1.02	1.56	1.34
Hm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00
Il	0.20	0.17	0.20	0.17	0.20	0.17	0.20	0.22	0.20	0.43
Ap	0.28	0.30	0.26	0.30	0.28	0.23	0.28	0.28	0.30	0.26
Q	41.9	40.7	41.7	44.3	41.4	42.4	44.2	40.9	39.7	40.6
Ab	24.0	27.9	26.3	24.4	30.9	24.9	24.5	43.1	28.3	34.8
Or	34.1	31.4	32.0	31.3	27.7	32.7	31.3	16.0	32.0	24.6
Ab	41.0	46.7	44.9	43.5	52.1	42.7	43.2	71.8	46.3	57.3
An	0.7	0.6	0.6	0.8	1.1	1.3	1.6	1.6	1.5	2.3
Or	58.3	52.7	54.5	55.7	46.8	56.0	55.2	26.6	52.2	40.4
Q	41.7	40.6	41.5	44.0	41.2	42.1	43.8	40.5	39.3	40.0
Ab	23.9	27.8	26.3	24.3	30.7	24.7	24.3	42.7	28.1	34.4
An	0.4	0.4	0.3	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	0.9	1.4
Or	34.0	31.3	31.9	31.2	27.5	32.4	31.0	15.8	31.7	24.2

anche se teoricamente verosimile, dovrebbe essere scartata, perchè gli « Gneiss chiari » mostrano una composizione ristretta incompatibile con una genesi da un magma anatettico di questo tipo.

Sulla base del tetraedro (fig. 7), i punti rappresentativi degli « Gneiss chiari » cadono invece vicino al minimo termico a pressioni molto basse (0,5-1 Kb; TUTTLE e BOWEN, 1958).

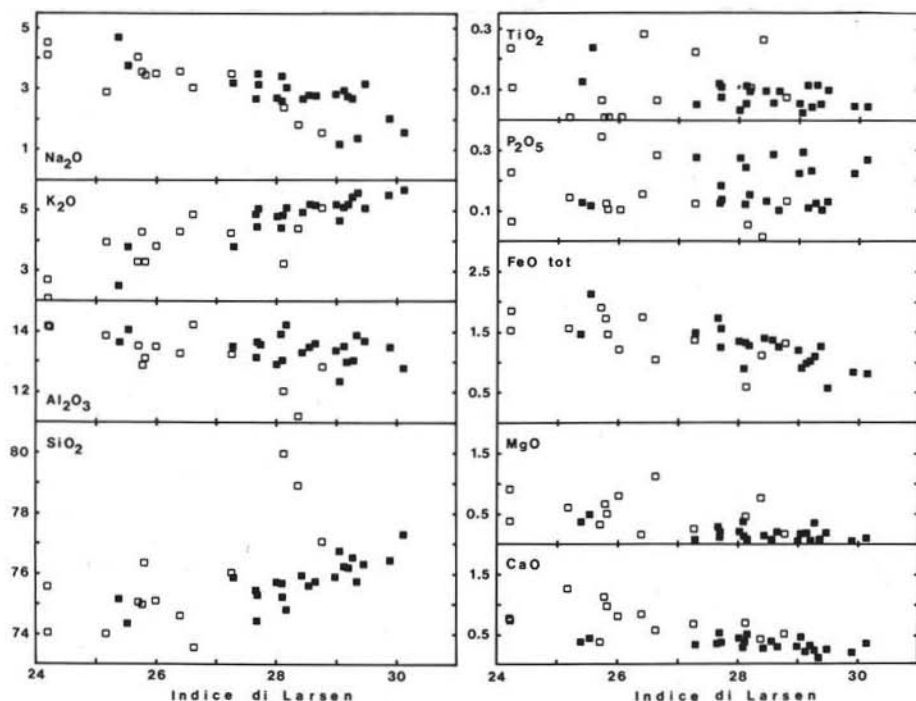


Fig. 5. — Ossidi verso Indice di Larsen ( $1/3 \text{ SiO}_2 + \text{K}_2\text{O} - \text{MgO} - \text{CaO} - \text{FeO tot.}$ ). Simboli come in fig. 4.

### Considerazioni conclusive

Dai dati su esposti appare evidente che gli « Gneiss chiari » potrebbero rappresentare un derivato metamorfico di differenziati di bassa pressione e cioè di rocce vulcaniche riolitiche o di graniti epiplutonici. Da un confronto dei dati chimici relativi agli « Gneiss chiari » con quelli di rioliti persiliciche orogeniche e anorogeniche (PICHLER & ZEIL, 1970; EWART et al., 1976; EWART, 1969; ZANETTIN et al., 1976), si nota una sostanziale identità, fatta eccezione per il contenuto di  $\text{Na}_2\text{O}$  (che è più elevato in queste ultime e ciò spiega l'assenza di corindone normativo); analoga è anche la posizione di entrambi i tipi di rocce nel diagramma Q-Ab-Or.

La composizione chimica e normativa degli « Gneiss chiari » è confrontabile assai bene con quella riportata da EWART et al. (1976) per le rioliti del complesso

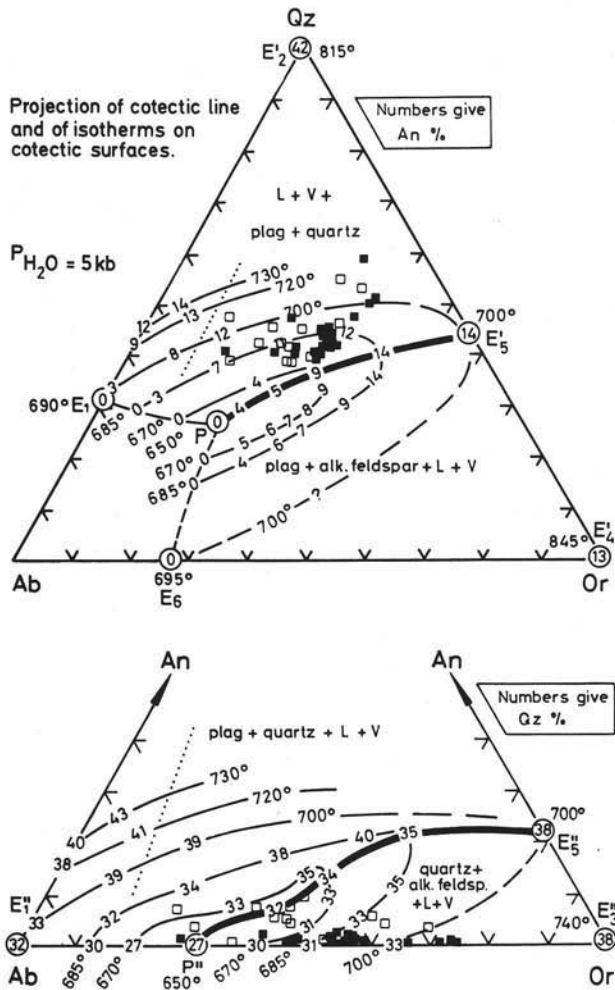


Fig. 6. — Facce Q-Ab-Or e Ab-An-Or (WINKLER, 1976) con la proiezione delle linee cotettiche e delle isoterme a 5 kb. Simboli come in fig. 4.

vulcanico del Queensland sudorientale e del New South Wales nordorientale. Gli Autori imputano la presenza di corindone normativo a devetrificazione e lisciviazione degli alcali; ciò porterebbe indirettamente anche ad un arricchimento in SiO<sub>2</sub>.

Graniti di composizione paragonabile a quella degli « Gneiss chiari » sono descritti per esempio da ZEZZA (1977) in Val Sessera: si tratta di rocce epiplutoniche di età tardo-ercinica, per lo più con corindone normativo presumibilmente legato anche qui, secondo l'Autore, a processi tardo- o post-magmatici.

Una genesi degli « Gneiss chiari » da alcalirioliti sembra quella maggiormente in accordo con i dati mineralogici, petrochimici e geologici, qui di seguito riassunti: a) verosimile presenza di feldspati originariamente di alta T;

- b) idiomorfismo dei feldspati di grosse dimensioni ed in particolare del plagioclasio;
- c) uniformità di composizione chimica e caratteri di differenziato di bassa pressione;
- d) corindone normativo compatibile con processi di deuteresi simili a quelli osservabili nei complessi ignimbratici;
- e) evidenza di mobilitazione del Pb degli zirconi, meglio spiegabile con gli stessi fenomeni descritti al punto d), piuttosto che con alterazione superficiale permiana;
- f) assenza di mesostrutture tipiche dei graniti e di gneiss granitici tipici;
- g) grande diffusione areale con potenze relativamente ridotte.

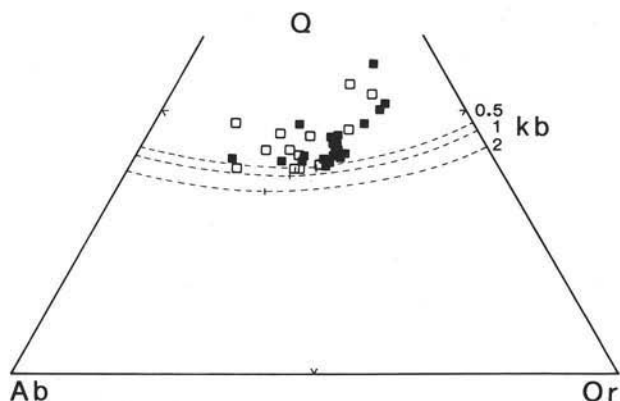


Fig. 7. — Base Q-Ab-Or del tetraedro con le proiezioni delle linee cotettiche a basse pressioni (0,5-2 kb; TUTTLE e BOWEN, 1958). Simboli come in fig. 4.

Tuttavia bisogna sottolineare che le caratteristiche microstrutturali degli « Gneiss chiari » non assomigliano a quelle di porfiroidi di varia età presenti in altre parti delle Alpi, soprattutto per la mancanza di strutture marcatamente eterogranulari, che non dovrebbero essere state cancellate da successivi metamorfismi.

Il grado metamorfico è apparentemente basso, data la presenza di albite (anche a « scacchiera »), abbondante muscovite e megacristalli feldspatici sodico-calcici ancora idiomorfi. Caratteri un po' diversi, che indicano un'evoluzione metamorfica più spinta, mostrano invece le rocce della Valsesia.

Gli adiacenti paragneiss della « zona Val Colla » hanno grado metamorfico medio (staurolite, cianite) e mostrano un'evoluzione microstrutturale complessa. È evidente che tali rocce erano peliti o semipeliti a grana minuta, ricche di sostanze carboniose, che hanno subito una forte deformazione a *T* relativamente bassa con formazione di pieghe isoclinali; tracce di questa fase sono visibili nei granati « a palla di neve ». Una seconda fase di deformazione a *T* maggiore ha provocato la formazione di una marcata crenulazione; dopo questa fase si è avuta la cristallizzazione di staurolite, Mg-clorite, cianite e plagioclasio. Parte del granato appare biotizzato. L'ultimo evento riconoscibile è rappresentato da deformazioni post-cristal-

line accompagnate da locale retrocessione metamorfica, la cui distribuzione areale è però limitata.

Appare evidente che l'evoluzione metamorfica degli « Gneiss chiari » è difficilmente paragonabile a quella delle rocce adiacenti. Esiste la possibilità che, per quanto riguarda la paragenesi, essa sia sostanzialmente determinata dalla composizione chimica più che dal grado metamorfico, per cui la presenza di albite o di plagioclasio molto sodico sarebbe dovuta all'estrema scarsità di CaO e il predominio della muscovite sulla biotite alla scarsità di MgO e FeO.

Per quanto riguarda la microstruttura, il diverso quadro evolutivo non sembra poter essere imputato esclusivamente a differenze di composizione. Se gli « Gneiss chiari » sono il prodotto del metamorfismo di rocce effusive porfiriche, il raggiungimento dell'attuale microstruttura può essere avvenuto soltanto per ricristallizzazione della massa di fondo con notevole aumento della grana e senza alterare sostanzialmente la forma e le dimensioni dei « fenocristalli ». È da notare che le rocce in esame non mostrano una scistosità molto accentuata, fatta eccezione per le parti più cataclastiche o milonitiche legate a linee di dislocazione.

Solo un metamorfismo fondamentalmente statico sembra rispondere ai requisiti necessari per trasformare una roccia porfirica negli attuali « Gneiss chiari ». Questo tipo di metamorfismo trova riscontro nella seconda fase principale dell'evoluzione degli scisti del basamento, durante la quale si è avuto, come già detto, lo sviluppo, per lo più in condizioni statiche, di staurolite, Mg-clorite, cianite e principalmente di plagioclasio.

Da quanto detto appare evidente che queste supposte rioliti hanno età pre-ercinica. Le vulcaniti acide preerciniche a carattere ignimbrico, sebbene non perfettamente conosciute a causa degli effetti metamorfici sovrapposti, sono note in varie parti delle Alpi orientali, in Sardegna e in Sicilia e la loro messa in posto « should probably be placed generically between the Gotlandian and the Devonian » (MARNELLI, 1975).

L'originario carattere detritico, talvolta riconoscibile in queste rocce secondo EL TAHLAWI (1965), potrebbe essere spiegato dall'esistenza di materiale piroclastico più o meno rimaneggiato accanto a vulcaniti di tipo ignimbrico; un'altra possibilità è che dalle vulcaniti possa essere derivato un arkose.

È certo comunque che i dati a disposizione fino ad ora non sono risolutivi sia per quanto riguarda la genesi che le relazioni con il metamorfismo; resta però la possibilità che gli studi futuri, estesi a tutta la catena Alpina facciano luce su questo argomento di grande interesse. Non vi è dubbio infatti che gli « Gneiss chiari », per la loro posizione geologica, rappresentino la parte più alta del basamento sudalpino e un livello di erosione preferenziale della catena ercinica.

*Ringraziamenti.* — Siamo particolarmente grati ai colleghi G. PEYRONEL PAGLIANI, A. GREGNANIN e B. BIGIOGGERO per la lettura critica del manoscritto. Ringraziamo anche i colleghi G. GATTO e A. SCOLARI per le proficue discussioni sui dati, nel corso di comuni escursioni sul terreno.

## BIBLIOGRAFIA

- BONSIGNORE G., CASATI P., CRESPI R., FAGNANI G., LIBORIO G., MONTRASIO A., MOTTANA A., RAGNI U., SCHIAVINATO G., VENZO S. (1971) - *Note ill. della Carta Geologica d'Italia. Fi 7-18: Pizzo Bernina e Sondrio*. Serv. Geol. d'Italia, Roma.
- BORIANI A., DAL PIAZ G. V., HUNZIKER J. C., VON RAUMER J., SASSI F. P. (1974) - *Caratteri, distribuzione ed età del metamorfismo prealpino nelle Alpi*. Mem. Soc. Geol. It., 13, suppl. 1, 165-225.
- BORIANI A., SACCHI R. (1974) - *The « Insubric » and other tectonic lines in the southern Alps (NW Italy)*. Mem. Geol. It., 13, 1-11.
- BORTOLAMI G. C. (1963) - *Osservazioni preliminari geologico-petrografiche sul versante orientale della bassa Val Sesia*. Boll. Soc. Geol. It., 82, 57-73.
- EL TAHLAWI M. R. (1965) - *Geologie und Petrographie des nordöstlichen Comerseegebietes (Prov. Como, Italien)*. Mitt. Geol. Inst. E.T.H. und Univ. Zürich N.F., 27, 199 pp..
- EWART A. (1969) - *Petrochemistry and feldspar crystallisation in the silicic volcanic rocks, central North Island, New Zealand*, Lithos, 2, 371-388.
- EWART A., MATEEN A., ROSS J. A. (1976) - *Review of mineralogy and chemistry of tertiary central volcanic complexes in Southeast Queensland and Northeast New South Wales*. In: *Volcanism in Australasia*. Elsevier Scient. Publ. Company, Amsterdam-Oxford-New York, 21-39.
- FUMASOLI M. W. (1974) - *Geologie des Gebietes nördlich und südlich der Jorio-Tonale-Linie im Westen von Gravedona (Como, Italia)*. Mitt. Geol. Inst. E.T.H. und Univ. Zürich N.F., 194, 230 pp..
- FYFE W. S. (1970) - *Some thoughts on granitic magmas*. In: *Mechanism of igneous Intrusion*. The Seel House Press, Liverpool, 380 pp..
- GATTO G. O., SCOLARI A. (1973) - *Il « Verrucano » dell'alta Val Venosta*. Studi Trentini Sc. Nat., 1, II, 156-189.
- GOVI M. (1975) - *Carta geologica del distretto vulcanico ad oriente della bassa Val Sesia*. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- KÖPPEL V., GRÜNENFELDER M. (1971) - *A study of Inherited and Newly Formed Zircons from Paragneisses and Granitised Sediments of the Strona-Ceneri-Zone (Southern Alps)*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 51, 385-409.
- LEHNER P. (1952) - *Zur geologie des Gebietes der Denti della Vecchia, des M. Boglia, des M. Brè und des M. San Salvatore bei Lugano*. Eclog. Geol. Helv., 45, 85 pp..
- LIBORIO G., MOTTANA A. (1971) - *Gneiss chiari del Corno Stella*. Boll. Serv. Geol. Italia, 92, suppl., 43-51.
- MARINELLI G. (1975) - *Magma evolution in Italy*. In: *Geology of Italy*. Coy H. Squyres, The Earth Science Society of the Liban Arab Republic, Tripoli.
- PICHLER H., ZEIL W. (1970) - *The Cenozoic Rhyolite-Andesite Association of the Chilean Andes*. Bull. Volc., 35, 424-452.
- REINHARD M. (1964) - *Über das Grundgebirge des Sottoceneri im Süd-Tessin und die darin auftretenden Ganggesteine*. Beitr. Geol. Karte Schweiz. N.F., 117, 89 pp..
- STELLA A. (1894) - *Contributo alla geologia delle formazioni pre-triassiche nel versante meridionale delle Alpi Centrali*. Boll. R. Com. Geol. Italia, 25, 83-114.
- TUTTLE O. F., BOWEN N. L. (1958) - *Origin of granite in the light of experimental studies in the system NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>-KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O*. Geol. Soc. Amer. Mem., 74, 153 pp..
- VENZO S., MAGLIA L. (1947) - *Lembi carboniferi trasgressivi sui micascisti alla « Fronte sedimentaria sudalpina » del Comasco*. Atti Soc. It. Sc. Nat., 86, 33-70.
- WINKLER H. G. F. (1976) - *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin, 334 pp..
- ZANETTIN B., GREGNANIN A., JUSTIN VISENTIN E., MEZZACASA G., PICCIRILLO E. M. (1976) - *New chemical analyses of the tertiary volcanics from the central Eastern Ethiopian Plateau*. La Photograph, Padova, 43 pp..
- ZEZZA U. (1977) - *Studio Petrografico del Massiccio granitico del Biellese*. Atti Soc. It. Sc. Nat. Museo civ. Stor. nat., Milano, 118, I, 65-102.