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

Band: 48 (1968)

Heft: 1: Symposium "Zone Ivrea-Verbano"

Artikel: Fenomeni di trasformazione granulitica nella formazione basica Ivrea-Verbano (Alpi occidentali italiane)

Autor: Bertolani, Mario

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37745

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: 12.07.2025

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

Fenomeni di trasformazione granulitica nella formazione basica Ivrea-Verbano (Alpi occidentali italiane) *)

Di *Mario Bertolani* (Modena) **)

Con 1 figura nel testo

Riassunto

La formazione basica Ivrea-Verbano è formata prevalentemente da noriti, gabbri, anortositi, pirosseniti, gabbrodioriti. Tuttavia in una fascia della lunghezza di oltre 15 km, larga circa 2 km, si trovano rocce di facies granulitica. La fascia si stende da Fobello a Rimella nella val Mastallone, fino a Trivero nel Biellese. Le rocce presenti sono granuliti acide, dette anche „stronaliti", e granuliti basiche. Esistono anche forme intermedie tra i due tipi.

La formazione di questa fascia granulitica dipende da un metamorfismo di grande profondità, accompagnato da azioni metasomatiche, che ha agito su rocce eruttive basiche, ma anche su materiale sedimentario ad esse regolarmente intercalato.

Zusammenfassung

Die basische Formation der Zone Ivrea-Verbano besteht vorwiegend aus Noriten, Gabbros, Anorthositen, Pyroxeniten und Gabbrodioriten. Dazwischen sind in einer ungefähr 2 km breiten und mehr als 15 km langen Zone auch Gesteine in Granulitfazies eingelagert, saure Granulite („Stronalite") und basische Granulite sowie Übergangsgesteine. Die Zone beginnt in Fobello und Rimella in der Val Mastallone und endet bei Trivero in der Val Sessera. Sie ist im Verlauf einer Metamorphose entstanden, die in grosser Tiefe basische Eruptivgesteine und zwischengelagertes Sedimentmaterial erfasste und von metasomatischen Prozessen begleitet wurde.

Distribuzione e condizioni di giacitura

Nel 1900 Artini e Melzi segnalavano e descrivevano rocce quarzoso-feldspatico-granatifere a struttura granulare, generalmente zonata, che comparivano tra i gabbri e le noriti della formazione basica „Ivrea-Verbano" nelle località Isola e Balmuccia in Val Grande e Baraccone e Rimella in Val

---

*) Lavoro effettuato col contributo del Consiglio Italiano delle Ricerche.

**) Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Modena (Italia).

Mastallone. Essi identificavano tali rocce con le „Stronaliti" della vicina Valle Strona e davano ad esse il significato di variazioni magmatiche stratiformi. Gli stessi autori notavano la presenza, sempre in tali zone, di gabbri eccezionalmente ricchi in granato, supponendo per tale fatto l'intervento di azioni metamorfiche (Artini e Melzi 1900).

Una revisione effettuata in questi ultimi tempi (Bertolani 1964) sulle stronaliti, accertava la loro natura granulitica, confermava una stretta analogia tra le stronaliti della formazione basica d'Ivrea e quelle della valle Strona di certa origine „para" e notava che la comparsa di granuliti nella formazione basica non era un fenomeno isolato, ma si ripeteva in posizioni diverse lungo un'unica direttrice, che si congiunge con la zona granulitica della valle Strona.

Ulteriori ricerche hanno potuto individuare una continuità della fascia granulitica nella formazione basica d'Ivrea a partire da Rimella. Essa attraversa il monte del Kaval, raggiunge la zona del Baraccone, passa per Isola e per Balmuccia (in quest'ultima località laminata dalle azioni di dislocazione della Linea Insubrica), prosegue attraverso il vallone di Gavala e la Valmala e ricompare in Val Sessera (Biellese), per terminare nelle vicinanze di Trivero. La lunghezza finora accertata è di circa 15 km, destinata però, con tutta probabilità, al termine delle ricerche, a raggiungere i 25 km. La potenza è variabile, tanto più che non si tratta di una fascia omogenea, ma di una serie di bande intercalate da norite, da pirossenite o da gabbro granatifero. Spesso

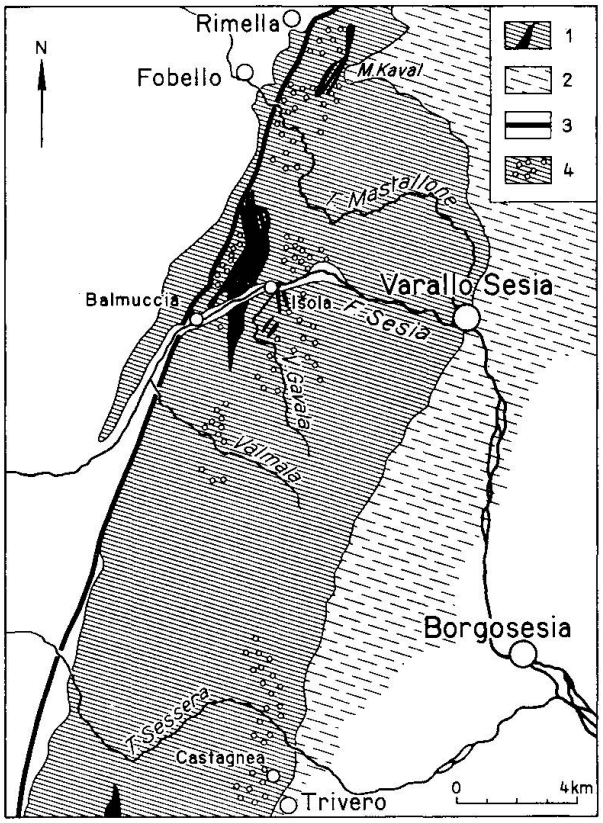

Fig. 1. Distribuzione delle zone granulitiche attualmente note.

1 Zona basica d'Ivrea, con peridotiti (in nero)

2 Formazione kinzigitica

3 Linea Insubrica

4 Rocce di facies granulitica

compaiono al centro delle zone granulitiche masse di peridotite. Il complesso delle bande granulitiche acide, solitamente verticali, varia da una potenza di 1,5 a 2 km.

Accanto alle granuliti acide decorrono, con potenza maggiore e anche maggiore irregolarità, i gabbri granatiferi di Artini e Melzi, che non solo sono intimamente associati alle granuliti acide, ma non sono da esse nemmeno esattamente separabili, perchè esistono termini di passaggio. Per tale motivo, nella revisione delle stronaliti, proposi per le granuliti pirossenico-anfibolico-granatifere il termine di „Stronaliti basiche" (BERTOLANI 1964). Infatti accanto a granuliti con quarzo, granato, feldspato antipertitico ed eventualmente sillimanite, troviamo granuliti a quarzo, granato, antipertite ed iperstene, che ricordano le charnockiti; ed inoltre rocce a iperstene, granato, antipertite ed eventualmente orneblenda, associabili alle granuliti intermedie. Si passa infine a rocce a granato, iperstene e plagioclasio calcico veramente analoghe alle granuliti basiche ed anche a granuliti ultrabasiche con iperstene, granato, biotite, spinello e scarsissimo plagioclasio.

Caratteristiche petrografiche

La fascia decorre da N a S, spostandosi di pochi gradi verso W e attraversando diagonalmente la formazione basica d'Ivrea e descrivendo un arco di cerchio a grandissimo raggio, con la convessità verso W. Ad E e a W di questa fascia i gabbri e le noriti divengono quasi normali fino alle zone di contatto con le formazioni gneissiche adiacenti.

Le ricerche petrografiche effettuate fino ad oggi riguardano: la zona a S di Fobello, Isola e Balmuccia, il Croso della Gallina, la Valmala. Sono in corso ricerche sul M. Kaval, su Rimella, sul vallone di Gavala, sulla Val Sessera, sulla zona di Trivero.

Allo stato attuale delle conoscenze si sono trovati i seguenti tipi petrografici:

Granuliti acide o Stronaliti

Sono avvicinabili, secondo WENK (1965) alle khondaliti dell'area charnockitica indiana. Ma, nella maggior parte dei casi, più che alle khondaliti, che s'identificano con i termini di passaggio tra gneiss biotitico-sillimanitici e stronaliti, ossia rocce contenenti accanto a granato ancora molta biotite, con le khondaliti ricristallizzate di SUBRAMANIAM (1959).

Sono costituite da *quarzo, ortoclasio, granato, plagioclasio* e talvolta *sillimanite.* Eccezionali le granuliti corindonifere, esistenti solo nel callone di Gavala, su cui sono in corso ricerche da parte del Dott. A. Rossi. Esse sono composte da *granato, sillimanite, corindone, biotite, plagioclasio* e *ortoclasio.*

Nelle granuliti acide normali il *quarzo* presenta quasi sempre fitte inclusioni

di *rutilo* aghiforme. *Ortoclasio* e *plagioclasio* sono quasi sempre associati in cristalli antipertitici, mesopertitici e micropertitici. Il feldspato potassico sembrerebbe un ortoclasio di bassa temperatura, eccezionalmente microclino.

Alcune analisi di granuliti acide

	RA 28	M 1	AT 9	GG 18	GG 4	CG 4	MI 3	MI 13
SiO_2	64,84	59,74	63,81	50,55	49,94	62,37	67,38	66,27
TiO_2	1,40	1,10	1,02	1,25	1,72	0,97	0,20	0,76
Al_2O_3	18,41	19,50	17,20	25,61	21,91	18,60	13,57	12,55
Fe_2O_3	0,33	0,73	0,80	0,44	1,49	1,83	0,43	0,68
FeO	3,52	7,01	5,68	10,80	9,41	5,64	5,98	5,22
MnO	0,05	0,05	0,12	0,08	0,17	0,11	0,10	0,11
CaO	2,99	2,40	2,56	0,77	3,08	2,10	3,47	3,29
MgO	3,59	3,40	3,83	6,35	4,78	3,45	3,55	2,87
Na_2O	3,88	2,50	2,05	0,60	1,80	2,50	3,05	1,71
K_2O	1,11	2,20	1,96	2,54	4,61	1,67	0,46	1,73
P_2O_5	0,07	—	0,14	0,05	0,04	0,12	0,10	0,12
H_2O^+	0,12	2,01	0,97	0,19	0,85	1,09	2,24	4,11
H_2O^-	0,10	0,15	0,10	0,42	0,07	0,17	0,10	0,20
	100,41	100,79	100,24	99,65	99,87	100,62	100,63	99,62

RA 28, Valmala. M 1, Isola, presso la Morella. AT 9, Isola, presso la Casaccia. GG 18, Fobello. GG 4, Fobello. CG 4, Vallone di Gavala. MI 3, Folecchio (retrocessa). MI 13, Balmuccia (retrocessa).

Composizione modale

	Quarzo	Pertite	Plagio-clasio	Gra-nato	Silli-manite	Clorite	Epi-doto	Acces-sori	Opachi
RA 28	14,5	4,5	42,5	20,0	4,0	—	5,0	6,5	3,0
M 1	24,0	35,9	—	29,2	5,9	—	—	2,6	2,4
AT 9	17,2	56,6	—	22,2	—	—	—	0,5	3,5
GG 18	22,2	24,5	—	37,6	14,2	—	—	0,3	1,2
GG 4	0,5	59,8	—	34,1	—	—	—	3,5	2,1
CG 4	24,0	60,8	—	9,0	4,2	—	—	—	1,9
MI 3	35,3	—	55,6	—	—	7,4	—	1,4	0,3
MI 13	23,9	—	52,2	2,0	—	18,3	—	0,3	3,3

L'angelo degli assi ottici è abbastanza elevato: $2V = -68°$. Il plagioclasio ha fatto registrare percentuali di anortite varianti da 32% a 38%, eccezionalmente 51% (Vallone di Gavala). Il *granato* è prevalentemente almandino. La *sillimanite*, quando è presente, è sempre in cristalli grandi, assai differenti di aspetto dai fasci di aghetti che si riscontrano nella vicina formazione kinzigitica. Gli accessori sono rappresentati da *biotite*, *clinozoisite*, scarsa *apatite* e scarso *zircone*, oltre al rutilo già citato.

I minerali accessori opachi sono di solito *ilmenite* e *pirrotina*, ma in qualche granulite sillimanitica può comparire la *grafite*.

In val Sermenza, in una zona compresa tra Balmuccia e Folecchio, le granuliti acide hanno subito un'intensa laminazione, dovuta alle dislocazioni della Linea Insubrica e sono riconoscibili, attraverso i relitti, solo al microscopio.

Granuliti acide di tipo charnockitico

Differiscono dalle granuliti vere e proprie per la presenza di iperstene, assumendo così una paragenesi che si avvicina alle charnockiti tipiche. Manca però, salvo qualche eccezione, il colore azzurro del quarzo, caratteristico delle charnockiti originarie indiane (HOLLAND 1900).

Il *quarzo* include anche qui gli aghetti di rutilo. *Plagioclasio* e *ortoclasio* sono associati e danno, nella massima parte dei casi, mesopertiti. La percentuale di anortite del plagioclasio, determinata al Fedoroff risulta del 36% o del 41%. L'ortoclasio ha $2V = -64°$ o $-67°$. Il *granato*, più o meno abbondante e talvolta assente, è prevalentemente almandino associato a piropo. L'*iperstene* ha il pleocroismo caratteristico: α rosa pallido, β giallino, γ verde azzurrino pallido. $2V = -68°$, corrispondente al 68% di enstatite.

I componenti accessori sono *biotite*, *clinozoisite* e *rutilo*. Sono state osservate

Analisi chimiche di campioni della Valmala (V 1) e Castagnea (VA 5)

	V 1	VA 5
SiO_2	63,98	61,40
TiO_2	1,10	0,40
Al_2O_3	17,98	17,18
Fe_2O_3	1,08	0,73
FeO	6,16	5,19
MnO	0,22	0,10
CaO	2,52	6,30
MgO	2,60	1,51
Na_2O	1,90	3,64
K_2O	1,73	0,73
P_2O_5	—	0,08
H_2O^+	1,03	3,00
H_2O^-	0,10	0,18
	100,40	100,44

Composizione modale

	Quarzo	Pertite	Granato	Iperstene	Accessori	Opachi
V 1	31,6	53,2	5,5	5,3	2,6	1,8
VA 5	22,1	66,6	—	10,2	0,5	0,6

nella Valmala, alla Comba Ruschera, ma i tipi più caratteristici, pressochè identici a quelli della serie indiana, provengono da Castagnea, nella val Sessera.

Granuliti intermedie

Le granuliti intermedie sono rocce che da un lato si collegano con le granuliti acide; infatti presentano granato, ortoclasio e talvolta quarzo, dall'altro con le noriti e i gabbri, per la presenza di pirosseno rombico e monoclino. Il plagioclasio di solito ha una composizione intermedia tra quello delle granuliti acide e quello delle noriti e dei gabbri. Potrebbero essere poste in relazione con le rocce ibride di SUBRAMANIAM (1959), equivalenti alle charnockiti intermedie di HOLLAND (1900).

La paragenesi più comune è data da *plagioclasio, ortoclasio, iperstene, granato*. Esistono però anche paragenesi a *granato, plagioclasio, biotite*. Talvolta compare *quarzo* accessorio e *pirosseno monoclino*. Eccezionalmente può mancare il granato.

Il *plagioclasio*, solitamente antipertitico, è più geminato (secondo albite e periclino) di quello delle granuliti acide, ma meno di quello delle noriti. In alcuni tipi si ha 54% An, in altri 38% e 33%. L'*ortoclasio* è presente solo in lacinie antipertitiche. L'*iperstene*, è dello stesso tipo di quello delle charnockiti acide; lo schema di assorbimento è lo stesso; $2V = -70° = 66\%$ enstatite. Il pirosseno monoclino è un'*augite diopsidica*, leggermente colorata in verdino, con $2V = +58°$, $c : \gamma = 43°$. Il *granato* forma spesso un anello intorno ai pirosseni. Il *quarzo*, quando è presente, ingloba i caratteristici aghetti di rutilo.

Gli accessori sono: *biotite, zircone, rutilo*. (Minerali opachi: *ilmenite* e *limonite*.

Le analisi chimiche di due campioni iperstenici della Valmala (RA 30 e RA 40) e di uno granatifero di Balmuccia (MT 19) sono

	RA 30	RA 40	MI 19
SiO_2	52,84	47,18	45,87
TiO_2	1,20	1,30	1,55
Al_2O_3	20,00	20,83	23,05
Fe_2O_3	0,21	3,10	0,54
FeO	4,68	9,96	12,13
MnO	0,06	0,24	0,26
CaO	9,53	4,96	5,61
MgO	5,69	5,68	4,43
Na_2O	3,91	3,20	3,40
K_2O	0,61	0,45	0,45
P_2O_5	0,09	0,03	0,10
H_2O^+	0,71	2,77	0,86
H_2O^-	0,11	0,61	0,95
	99,64	100,31	99,20

Composizione modale

	Quarzo	Pertite	Plagio-clasio	Iper-stene	Pirosseno mon.	Gra-nato	Biotite	Acces-sori	Opachi
RA 30	0,4	66,3	—	24,7	6,5	—	—	0,8	1,3
RA 40	12,2	58,2	—	7,5	3,7	8,2	—	6,2	4,0
MI 19	—	—	58,4	—	—	34,8	2,7	0,7	3,4

Granuliti basiche

Sono per la maggior parte i gabbri granatiferi di Artini e Melzi. La loro composizione è identica a quella delle granuliti basiche dell'India, corrispondenti alla divisione basica delle Charnockiti di HOLLAND (1900). Ho potuto osservare e campionare rocce del tutto analoghe presso Ooty (Stato di Madras) durante le escursioni precedenti il Congresso geologico internazionale del 1964. E' logico pensare a una derivazione da noriti e gabbri della zona basica d'Ivrea. Si tratta di un processo di trasformazione granulitica che solo in qualche caso cambia totalmente la paragenesi. Di solito è solo una parte del pirosseno e dell'anfibolo che si trasforma in granato. Esistono però anche rocce in cui la trasformazione in granato è stata totale. Perciò le paragenesi più comuni sono: plagioclasio, pirosseno, granato, più orneblenda basaltica. Più rara la paragenesi costituita da plagioclasio e granato.

Il *plagioclasio* è sempre calcico; geminato albite e albite-periclino. La percentuale di anortite è risultata: 60% (Baraccone), 61% (Rimella), 64%, 60% (Valmala), 62% (Vallone di Gavala). Non sono visibili strutture pertitiche.

Il *granato* risulta costituito quasi per metà da almandino e per oltre un quarto da piropo. Relativamente abbondante anche l'andradite. Frequente un orlo chelifitico di anfibolo. Il pirosseno può essere rombico o monoclino. I due termini si trovano anche associati. Il *pirosseno monoclino* è di tipo augitico, leggermente colorato in bruno roseo o diallagio, leggermente verdino, con evidenti tracce della divisibilità (100). Nel primo caso si hanno valori del $2V = +57°$ (Baraccone) $+55°$ (Rimella) e rispettivamente $c : \gamma = 42°$, $c : \gamma = 43°$, nel secondo caso $c : \gamma = 41°$. Il *pirosseno rombico* è sempre iperstene con le solite caratteristiche. $2V = -66° = 66\%$ enstatite. L'*orneblenda* è di tipo basaltico con pleocroismo generalmente α giallino, β bruno scuro, γ bruno. $2V = -88°$, $c : \gamma = 15°$.

Gli accessori più frequenti sono: *biotite, apatite, epidoto, spinello di cromo.* I minerali opachi sono *ilmenite, pirrotina, pirite, calcopirite, magnetite.*

La composizione chimica di queste rocce è rappresentata dalle analisi di sei campioni provenienti dal Baraccone (B 2), Rimella, Madonna del Rumore (R 1), Valmala (RA 3), Vallone di Gavala (CG 7 e CG 9), Fobello (GG 7). Quest'ultimo manca di pirosseno.

	B 2	R 1	RA 3	CG 7	CG 9	GG 7
SiO_2	43,90	44,74	41,99	43,78	47,71	40,24
TiO_2	1,69	1,89	3,47	2,75	1,10	2,05
Al_2O_3	23,55	21,72	22,94	18,73	19,37	25,48
Fe_2O_3	1,00	2,00	5,18	2,55	0,10	1,48
FeO	9,81	10,50	4,50	10,99	9,10	15,75
MnO	0,20	0,20	0,06	0,21	0,20	0,23
CaO	10,55	9,63	10,16	9,47	10,69	5,82
MgO	5,47	5,30	5,29	5,39	6,10	7,18
Na_2O	2,30	2,20	2,64	2,65	2,21	1,10
K_2O	0,10	0,35	0,19	0,52	0,21	0,24
P_2O_5	0,10	—	0,10	0,84	0,16	0,07
H_2O^+	1,68	2,10	3,05	1,19	2,16	0,84
H_2O^-	0,20	0,09	0,26	0,15	0,23	0,10
	100,55	100,72	99,83	99,22	99,34	100,58

Composizione modale

	Plagio-clasio	Piros-seno mon.	Piros-seno rom.	Orne-blenda	Gra-nato	Clo-rite	Bio-tite	Acces-sori	Opachi	Acti-noto
B 2	58,0	9,0	9,5	—	18,8	—	—	1,9	2,8	—
R 1	52,3	14,1	—	—	30,3	—	—	3,3	—	—
RA 3	38,7	3,0	42,0	—	11,2	—	—	0,4	4,7	—
CG 7	62,0	3,9	4,0	8,0	11,3	—	2,9	3,4	4,4	—
CG 9	40,1	17,8	—	0,4	19,8	5,9	0,7	0,7	2,5	12,1
GG 7	57,3	—	—	—	34,7	—	—	4,0	4,0	—

Granuliti ultrabasiche

Sono rappresentate da rocce ultrabasiche, generalmente pirosseniti, comprese nella fascia granulitica e parzialmente trasformate. Le paragenesi più comuni sono date da *pirosseno*, *orneblenda basaltica*, *granato*, *apatite*, ai quali può aggiungersi poco *plagioclasio* e talvolta *biotite* e *spinello di cromo* accessori. Il *pirosseno rombico*, di tipo *iperstene* talvolta manca; è più frequente un'*augite diopsidica*. L'*orneblenda basaltica* è fortemente pleocroica, con α giallino, β rosso bruno, γ bruno rosso. Il *granato* solitamente è abbondante, leggermente colorato in sezione sottile al microscopio.

L'*apatite* è l'accessorio più costante. Il *plagioclasio* è nettamente calcico, scarsamente geminato. Abbondanti i minerali opachi.

L'analisi chimica del campione GG 59, proveniente da Fobello ha dato:

	GG 59
SiO_2	33,64
TiO_2	3,57
Al_2O_3	10,59
Fe_2O_3	8,89
FeO	17,90
MnO	0,30
CaO	7,78
MgO	12,67
Na_2O	1,00
K_2O	0,36
P_2O_5	0,05
H_2O^+	2,61
H_2O^-	0,09
	99,45

Composizione modale

	Plagioclasio	Pirosseno mon.	Orneblenda	Granato	Accessori	Opachi
GG 59	11,8	37,9	6,1	31,9	1,9	10,4

Il problema della genesi

E' abbastanza evidente che la massima parte delle rocce granulitiche deriva per trasformazione più o meno completa delle rocce basiche e ultrabasiche della formazione Ivrea-Verbano. Questa formazione è sempre stata considerata nel suo corpo principale di genesi magmatica e recenti ricerche di tipo geochimico-statistico (Rivalenti 1966) confermerebbero tale dato.

Le trasformazioni che si riscontrano nella fascia granulitica sono di due tipi: una con probabile apporto di sostanza e con processi metasomatici, l'altra di semplice trasformazione con tendenza alla formazione di minerali senza acqua.

Con la prima maniera si originano granuliti acide e granuliti di tipo charnockitico, ossia a quarzo e iperstene e in parte granuliti intermedie; con la seconda le granuliti basiche e ultrabasiche. L'apporto è principalmente di potassio e di silice subordinatamente di sodio e di alluminio.

Per queste trasformazioni sono necessarie due cose:

1. Il permanere della formazione Ivrea-Verbano in ambiente di grande profondità favorevole alla creazione di una facies granulitica. Tale fatto è molto probabile, perchè la fascia granulitica della formazione Ivrea-Verbano

confina a N con la principale zona granulitica delle Alpi occidentali, comprendente la val Mastallone, la val Strona e la Val d'Ossola.

2. La tettonizzazione della zona destinata a subire la trasformazione granulitica, per consentire il passaggio e la circolazione delle soluzioni di ioni migranti. Tale tettonizzazione è riscontrabile nello studio microscopico dei campioni di granulite anche se disturbati da dislocazioni più recenti.

Tuttavia il ritrovamento di rocce fortemente sillimanitiche e sopratutto contenenti grafite, pone in evidenza che almeno una parte delle granuliti acide non sono derivate per via metasomatica da rocce basiche, ma nella loro formazione ha preso parte materiale sedimentario. Quindi la formazione basica d'Ivrea non è un batolite omogeneo, come si è sempre ritenuto, formato unicamente da rocce eruttive basiche, ma in alternanza con esse, anche se in quantità nettamente subordinata, vi sono rocce di tipo para. Per spiegare la presenza di questi paraderivati si possono formulare due ipotesi:

a) L'esistenza lungo la formazione basica d'Ivrea di una serie di grandi faglie dirette che può aver portato tettonicamente a contatto con le rocce eruttive basiche lenti di rocce di tipo kinzigitico provenienti da zone più profonde.

b) Un'alternanza originaria di materiale basico e di materiale sedimentario del tutta analoga a quella esistante nelle zone più settentrionali del territorio, ossia in Val Grande, Val d'Ossola e Valle Strona. Questa struttura di alternanze con paraderivati simmetrici rispetto alle masse peridotitiche di Balmuccia del Kaval e di altre, potrebbe significare l'esistenza in corrispondenza della formazione basica Ivrea-Verbano di un'anticlinale con asse N-S, che lo stato attuale delle ricerche non è ancora in grado di dimostrare.

Bibliografia

Artini, E. e Melzi, G. (1900): Ricerche petrografiche e geologiche sulla Valsesia. Mem. R. Ist. Lomb. Sci. Lett. *18*, 219—390.

Bertolani, M. (1964): Le stronaliti. Rend. Soc. Mineral. Ital. *20*, 31—69.

Holland, T. H. (1900): The charnockite series, a group of Archean hyperstene rocks in peninsular India. India Geol. Surv. Mem. *28/2*, 119—249.

Pichamutu, C. S. (1953): The Charnockite problem. Bangalore.

Rivalenti, G. (1966): Problema della genesi degli gneiss anfibolici della serie „dioritokinzigitica" delle Alpi Pennine. Per. Mineral. *35*, 933—957.

Subramaniam, A. P. (1959): Charnockites of the type area near Madras. A reinterpretation. Amer. J. Sci., *257*, 321—353.

Wenk, E. (1965): Khondalite and Stronalite. The Indian Mineralogist *6*, 21—26.