

Brevi cenni sulla genesi del granito gneissico Leventina (Riviera e Leventina, Ct. Ticino)

Autor(en): **Casasopra, S.F.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **28 (1948)**

Heft 1: **Festschrift P. Niggli zu seinem 60. Geburtstag den 26. Juni 1948**

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-23027>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Brevi cenni sulla genesi del granito gneissico Leventina (Riviera e Leventina, Ct. Ticino)

di *S. F. Casasopra*, Lugano-Gentilino

Mentre gli studi sulla genesi delle masse continentali stanno riacquistando una posizione di primo piano sia nell'ordine pre-geologico che nella scala geotermica delle strutture di fondo, non sembrerà inopportuno il tentativo di rilevare qui alcune recenti indicazioni suscettibili di eventuale riferimento alla genesi di una massa granito-gneissica più profonda dell'edificio montuoso lepontino. Si tratta, è vero, di un'area affiorante molto limitata, però la singolare sua costituzione e l'ampiezza della funzione di base svolta nell'ossatura tettonica consentono l'accostamento delle induzioni ricavate per masse analoghe o affini di più grande estensione.

I. Sguardo alle formulazioni generali più recenti

Senza scorrere le linee dei vari istoriati che precedono l'impostazione dei problemi secondo le visuali di due grandi correnti, almeno apparentemente contraddittorie („liquidisti“ e „solidisti“) ¹⁾ è interessante sottolineare come dal contrasto delle opposte tendenze sia stato possibile ritrarre la plausibile complessità dei fenomeni alla scala geologica invertendo l'abituale prospettiva dei geologi, partendo cioè dalla scala atomica ²⁾.

Attraverso lo studio delle „transizioni polimetamorfiche“ e dello „anmigmatismo“ — fenomeni individuati mediante l'esame delle pressioni alla scala atomica — si perverrebbe a ritenere come lo „stato dinamomorfo oligofase“ proprio delle alte pressioni, presenti dei caratteri comuni ai due stati fondamentali solido e liquido: uno stato coerente cioè con forte tendenza alla dispersione e maggior sensibilità relativa ai gradienti di temperatura e di pres-

¹⁾ Vedi lo schizzo storico tracciato da L. GLANGEAUD in „Experientia“ III (1947), p. 2, dove sono riassunte in breve le posizioni di tutti i principali lavori compiuti in questo campo.

²⁾ L. GLANGEAUD: „Les états de la matière dans la pétrogénèse profonde“. Experientia, III (1947), 1—10 e 58—69.

sione (loc. cit. p. 65). Di qui la possibilità di un „termodinamomorfismo“ capace di produrre lo stato oligofase, tipico delle zone profonde a partire da 15 km di profondità e anche a minor profondità se esistono degli elementi fluidificanti (ossidrile, acqua, cloro, fluoro, ecc...). L'importanza di questi ultimi per la instaurazione di zone termodinamiche nella crosta terrestre è capitale: essi determinano assieme a favorevoli condizioni termodinamiche la zona delle migmatiti (l. c. p. 67).

Il fronte di granitizzazione, o zona termo-sensibile, di avanzamento, presenterebbe perciò una mobilità superiore a quella della zona oligofase inferiore, e superiore a quella delle zone superiori di metamorfismo dove lo stato cristallino è assai più debole. „Il granito profondo è così il risultato di un fenomeno statistico di omogeneizzazione attraverso termo-dinamomorfosi“. Da notare poi che questo ambiente oligofase in via di omogeneizzazione cioè „il migma“ non rappresenta però che uno degli stadi dell'evoluzione di una parte della crosta terrestre nel corso dei cicli d'orogenesi. E' uno stato pre-orogenico e antevulcanico, è uno stadio di preparazione dell'orogenesi e dei parossismi vulcanici che dura più a lungo (p. 67).

Ritenendo il magma (sia basaltico che granitico) come effetto di decompressione di un preesistente migma d'origine profonda, la localizzazione dei laccoliti e dei plutoni con evoluzione differenziativa vien ricondotta a minori profondità rispetto alla superficie. L'eventuale azione metamorfica di superficie dipende poi dalla velocità di diffusione extramagmatica, la quale, nonostante la maggior fluidità del magma alla superficie che in profondità, non può esser determinante prima del raffreddamento dell'intrusione (p. 68). Le intrusioni granitiche costituenti la più gran parte delle rocce intrusive (95 %) provengono da un magma rigido poco profondo e localmente fluidificato da elementi facilmente migratori, in particolare dall'acqua. — Esse danno un magma idratizzato a temperatura assai bassa (800 °C), molto sensibile agli abbassamenti di pressione e di temperatura che si producono durante l'ascesa del magma. Scomparendo l'acqua, causa la diminuita pressione, si genera un aumento assai rapido della viscosità, per cui il magma granitico è molto spesso immobilizzato prima del suo arrivo alla superficie (p. 68).

D'altra parte ³⁾ l'origine della primitiva crosta sialica formante le masse continentali in cui penetrarono migma e magma sarebbe da ritenersi come lo stadio finale di una evoluzione di sei epoche successive. Sulla iniziale crosta simatica di tipo noritico (prodotta per differenziazione gravitativa dei gas dalla primaria massa solare) sarebbe generata localmente una crosta pegmatitica superiore (dovuta all'abbassamento di temperatura nella pneumatosfera avvolgente il globo) (loc. cit. p. 312). La susseguente condensazione dell'acqua avrebbe prodotto nelle parti sopraelevate i primitivi continenti (crosta pegmatitica e parti di crosta simatica) e negli avvallamenti gli oceani primari. L'abbassamento successivo di parti della crosta sotto il carico dei sedimenti avrebbe dato luogo alle prime fusioni e liquefazioni con crescente

³⁾ A. RITTMANN: Die prägeologische Pneumatosphäre und ihre Bedeutung für die geologischen Probleme der Gegenwart. *Experientia*, III (1947), p. 308—315.

metamorfismo sino all'anatessi. — In questo modo sarebbesi originato il primo magma granitico, il quale sarebbe dinuovo risalito per formare con gli elementi pneumatofili e i sedimenti metamorfosati la primitiva crosta sialica di tipo granitico (l. c. p. 313).

La inversione delle correnti subcrostali avrebbe infine condotto al sollevamento isostatico delle zolle sialiche e all'abbassamento dei primitivi continenti simatici che formano l'attuale fondo oceanico (314). Da questa evoluzione pre-geologica consegue che il magma granitico può derivare per completa liquefazione di rocce sialiche (ad esso preesistenti secondo il modo sopra visto) oppure per completa differenziazione di un magma basaltico contaminato da materiale sialico. I graniti a loro volta si generano per cristallizzazione di simili magmi palingeni o di miscele residuali di magmi differenziati sintecticamente o di magmi ibridi. — Un'ultima possibilità genetica di certi graniti potrebbe consistere nel metamorfismo addizionale („unter Stoffzufuhr“) di sedimenti argillo-arenacei costituente la cosiddetta „granitizzazione“ (p. 311).

A queste concezioni si oppongono in parte le conseguenze ricavate da P. NIGGLI negli studi petrochimici sui rapporti esistenti tra le formazioni di base (zoccoli continentali e strutture di fondo), le magmatiti e i graniti⁴⁾.

Anzitutto l'omogeneizzazione interna di migmatiti a mescolanza grossolana (ossia con sostrato di relitto più apporto granitico) non può dare il chimismo leucogranitico della stragrande maggioranza degli zoccoli granitici, compresi quelli sveco-finnici (l. c. p. 64). Ammesso l'unico caso locale delle leptiti porfido-quarzifere per simile fenomeno, la successione distinta di vari chimismi intrusivi (porfido-quarziferi, granodioritici e rapakiwi-engadinitici) nella costituzione osservabile dei graniti costieri finnici, esclude la palingenesi della crosta rocciosa, e induce a ritenere che il granito non è una migmatite omogeneizzata, con omogeneità primaria, bensì che attraverso migmatizzazione e parziale anatessi il complesso plutonico è divenuto inomogeneo ai suoi margini.

Lo studio delle formazioni migmatiche dimostra come impossibile il fatto che i graniti costieri o le trondhjemitici siano delle migmatiti omogeneizzate, divenute poi un magma; parimenti è impossibile che si tratti di una crosta fusa in situ e dinuovo consolidata, così come sembra da escludersi che i graniti rappresentino gli essudati delle rocce di crosta, sedimenti inclusi (l. c. p. 67). La genesi dei graniti da migmatiti divenute magma può all'incontro verificarsi se simultaneamente subentra una forte differenziazione o uno straordinario apporto di sostanze alcaline dal fondo. Si potrebbe avere in tal caso una „granitizzazione metasomatica“ il cui prodotto finale darebbe un „granito migmatite“, e si intende dopo un lungo e lento processo di sostituzione di quasi tutto il materiale (l. c. p. 68). Se poi si ritiene l'ascesa del magma come autentica intrusione, i magmi granitici possono rappresentare graniti rifusi e differenziati di un piano più profondo, una specie di prodotti di prima liquefazione della crosta

⁴⁾ P. NIGGLI: Die leukogranitischen, trondhjemitischen und leukosyenitischen Magmen und die Anatexis. Zurigo 1946, Boll. svizz. Min. Petr. 26 (1946), 44—75; in seguito abbreviato con la sigla (MA).

sialica profonda, oppure miscele residuali di salsima attivate da differenziazione. Comunque in questi ultimi casi la formazione dei magmi sarebbe indipendente dalla successiva migmatizzazione, tant'è che i graniti associati a delle migmatiti (caso delle sveco-fennidi) non sono punto semplice prodotto finale omogeneizzato della migmatizzazione realmente avvenuta, nè hanno potuto derivare da una anatessi selettiva in situ (l. c. p. 70—72).

Mentre simile possibilità di associazione — migmatiti con rocce magmatiche di chimismo leucogranitico, leucoquarzosienitico sino a trondhjemitico — sussiste realmente, nè può esser derivata da svariate miscele delle rocce della crosta terrestre (trattandosi di tipi magmatici a rapporti estremi), non si riscontra invece una serie di possibilità che metta in analoga relazione chimismi di tipo dioritico, quarzo-dioritico sino a granodioritico (l. c. p. 73).

A conclusione di queste analisi sono utili alcuni concetti precisi sui vari tipi di genesi del granito. — Si ha: il granito magmatico, il meta-granito (proveniente da metamorfismo di arcosi, porfidi-quarziferi o gneis) e il granito migmatico (o roccia analoga al granito derivata da granitizzazione metasomatica). Analogamente si procede coi graniti ibridi: migmatiti (o rocce parzialmente liquefatte che conglobano i minerali residui [paleosoma], i quali sono ancora prevalenti sì da impedire una intrusione della massa totale); magmatiti, prodotte da un magma contaminato (sintectico) mediante assimilazione; magmatiti dovute alla consolidazione di un magma d'origine migmatica (magma anatectico) o di origine palingene (magma già appartenente in massima parte allo stato cristallino solido, indi mescolato a materiale fluido-liquido); infine magmatiti provenienti da magmi inizialmente ibridi (l. c. p. 77).

Distinguendo inoltre i magmi parautoctoni dagli alloctoni, a seconda che il caratteristico processo di formazione sia avvenuto nel luogo della consolidazione o meno, si può ancora considerare un magma come essudato di una liquefazione, spremuto o comunque accumulato quale palingenesi differenziale e selettiva oppure come magma secondario e parziale di una incipiente anatessi. Tutto ciò non toglie che complesse differenziazioni possano succedere a contaminazioni, a palingenesi o a miscele ibride, mentre se i processi di fusione mancano o sono assai ridotti, la sola differenziazione è responsabile del chimismo finale che ne risulta (l. c. p. 78).

II. Possibili interpretazioni genetiche del granito gneissico Leventina (GGL)

In un precedente saggio sintetico sull'evoluzione dello gneis granitico Leventina (GGL)⁵⁾ si cercò di stabilire la natura e i limiti del metamorfismo (SC p. 657) nonchè di esaminare l'eventuale validità dell'ipotesi migmatica nei confronti della stessa massa (SC p. 685). Precisando ulteriormente P. NIGGLI il diverso comportamento di

⁵⁾ S. CASASOPRA: Studio petrografico dello gneiss granitico Leventina (Valle Riviera e Valle Leventina, Canton Ticino). Boll. svizz. di Min. e Petr. 19 (1939), 449—710; in seguito citato con la sigla (SC).

magma e di migma nell'ordine tettonico e in quello petrologico⁶⁾ l'esempio dello GGL veniva ripreso (l. c. p. 42) nella prospettiva di cinque diverse alternative genetiche, di cui l'ultima soltanto („lo gneis granitico a feldispato alcalino è un ortogneiss“) si dimostrava valevole e soddisfacente. In seguito, una certa analogia tra le fronti degli ortogneiss pennidici inferiori (indipendentemente da qualsiasi parallelismo tettonico) poteva esser avvertita dopo il ritrovamento di rocce granitizzate localmente sui margini frontali dello gneis granitico d'Antigorio e forse anche nell'attiguo lobo della Maggia⁷⁾. Infine, le osservazioni condotte intorno alle intrusioni granitiche d'età tardo-alpina nel gruppo del Monte Rosa, riconducevano sul tappeto della discussione il problema della granitizzazione della zona centrale delle Alpi⁸⁾, zona di cui è elemento di base la massa granito gneissica della Leventina o comunque il suo omologo occidentale.

A quest'ultimo riguardo è molto significativo richiamare le prime conclusioni raggiunte da P. NIGGLI nel confronto dei dettagli petrografici di singoli territori della Finlandia meridionale con i nuclei massicci delle Alpi centrali (MA p. 52) e in particolare:

- a) le rocce sopracrostali più antiche possiedono ugual composizione di quella del Cristallino pregranitico dei massicci centrali alpini;
- b) il sostrato delle migmatiti (chiriosoma) ha la composizione ordinaria delle più antiche strutture di fondo (parti ricche di allumina e povere di calcio ed alcali alternano con letti maggiormente calciferi e scarsi di alcali).

Inoltre anche se le rocce alcaline più acide sorgono in generale quali ultimi membri della differenziazione sembra ancora che una formazione più antica di gneis e di corismiti abbia avuto luogo, come nel massiccio del S. Gottardo, in collegamento all'ascesa di magmi acidi prima di quelli diorito-sienito-monzonitici. Nelle migmatosi alpine si tratta poi di un *fenomeno semplicemente marginale* fra rocce granitiche penetrate nel sostrato preesistente, in quanto i rispettivi paleosoma sono rifusi solo molto localmente o niente del tutto (MA p. 60).

Ora simili rapporti genetici non sono propri soltanto dei mas-

⁶⁾ P. NIGGLI: Das Problem der Granitbildung. Boll. svizz. Min. Petr. 22 (1942), 1—84.

⁷⁾ S. CASASOPRA: Appunti di geologia del Ticino. Bellinzona. Boll. Soc. tic. Sc. Nat. XXXVII (1943), 55—87; (loc. cit. p. 84).

⁸⁾ P. BEARTH: Über spätalpine granitische Intrusionen in der Monte Rosa-Bernhard-Decke. Boll. svizz. Min. Petr. 26 (1945), 1—22 (l. c. p. 22).

sicci centrali delle Alpi ma si delineano, sia pure con minore intensità, anche nel fianco orientale del granito gneissico Leventina (Biasca). Qui infatti si rilevò già la possibilità che all'atto della intrusione primaria si siano generate delle rocce palingenetiche o comunque migmatiche, sempre come fenomeno marginale estraneo e antecedente alla fase principale di metamorfismo (SC p. 677, 689—690).

Quanto a un eventuale *processo migmatico* nella genesi della regione meridionale dello GGL (Riviera) ci si potrebbe lasciare indurre dalla presenza di una spiccata *fluidità* che in realtà si limita all'ambito della tessitura (SC p. 466) e già venne identificata „come effetto di maggior plasticità locale parametamorfica“ (SC p. 662). Se infatti si ritiene la fluidità di un materiale iniettantesi quale criterio sufficiente e discriminante per una migmatosi — specie se in relazione o coincidenza con magmi acidi i quali, come s'è testè visto, possono formare delle migmatiti più di ogni altro chimismo dioritico-quarzodioritico — non si può sorvolare un altro carattere altrettanto distintivo delle migmatiti: quello del contrasto fra l'aggregato solido che ricristallizza e la fase molecolare dispersa che vi si infiltra con tutta la ricchezza sua propria di sostanze volatili (MA p. 62—63).

E' necessario che queste due condizioni si manifestino simultaneamente per poter attribuire con fondatezza il qualificativo di migmatite a una roccia gneissica a feldispato alcalino. Per queste ragioni — a prescindere da tutte le altre considerazioni di ambiente già svolte — si è potuto ritenere pertinente all'ordine migmatico l'intreccio marezzato di gneis biotitici e di analoghe intercalazioni micascistose con il granito gneissico porfiroide di Biasca e adiacenze (SC p. 515—518, 524), mentre le varietà granulari o scistose della cupola meridionale gneiss granitica, pur dotate localmente di spiccata fluidità tessiturale di ogni dimensione estendentesi anche all'intreccio con le varietà porfiroidi, non contrappongono nella loro costituzione la fondamentale discrepanza fra neosoma e paleosoma. La loro perfetta granoblastia è dovuta a totale ricristallizzazione di una massa precedentemente ipidiomorfa: di qui l'*esclusione* della accezione migmatica.

In queste varietà meridionali dello GGL a chimismo trondhjemitico si ripetono e si riaffermano le identiche conclusioni alle quali è pervenuto P. NIGGLI con gli studi sopra citati: esser cioè „*impossibile che i graniti costieri o le trondhjemiti siano delle migmatiti omogeneizzate, divenute poi un magma*“ (MA p. 67). Se si ammettesse una simile omogeneizzazione del materiale preesistente non granitico, dovremmo con GLANGEAUD introdurre una „*termodinamo-*

morfofisi" propria della generazione dei graniti profondi nella zona oligofase, con „mobilità superiore a quella delle zone superiori di metamorfismo dove lo stato cristallino è assai più debole“. Ora che la facies metamorfica della regione meridionale dello GGL rientri nell'ambito della meso-catazona venne già ampiamente esposto (SC p. 659—663), nè è possibile inferire condizioni termodinamiche che superino i limiti di tale ambito senza contraddire allo sviluppo interno e delle adiacenze di rocce extragranitiche di contatto (serie polimetamorfiche di copertura). Vero è che alcuni cenni di un *influsso fluidificante* possono esser ravvisati nelle presumibili tracce di incrostazioni fluoritiche osservate in alcune sezioni sottili (SC p. 405) delle varietà granulari⁹⁾, ma resta sempre da distinguersi a quale fase genetica esse siano da attribuirsi. E' noto inoltre come nel medesimo spazio trovasi diffusa una ampia rete di differenziati filoniani pre- e postmetamorfici, questi ultimi con tutte le gradazioni di assopimento e dispersione finale: l'associare a queste ultime secrezioni la comparsa di simili tracce, migrate per via pneumatolitica o idrotermale è pienamente conforme ai caratteri di simili differenziati, ricchi peraltro di altri elementi tipici o rari (SC p. 489—500). Ritenere perciò simili sporadici e scarsissimi indizi come elementi sufficienti per arguire la possibile instaurazione di una zona di migmatizzazione nell'intera massa meridionale delle trondhjemititi della Riviera ci sembra fuori luogo e sproporzionato.

Il *carattere magmatico intrusivo* del primitivo granito è implicitamente provato dalle citate considerazioni di GLANGEAUD allorchè asserisce „determinante l'azione metamorfica su un corpo granitico solo dopo il raffreddamento dell'intrusione“. L'esistenza di un totale rifacimento del granito della Riviera deve di conseguenza presupporre una intrusione già compiuta e raffreddata, cioè consolidata prima della fase principale di metamorfismo. L'accordo delle tesi di GLANGEAUD con lo sviluppo genetico sin qui sostenuto per lo GGL si potrae oltre, quando si afferma che „le intrusioni granitiche provengono da un magma rigido, poco profondo e localmente fluidificato da elementi facilmente migratori, in particolare dall'acqua. Esse danno un magma idratizzato a temperatura assai bassa (800 °C) molto sensibile agli abbassamenti di pressione e temperatura che si producono durante l'ascesa del magma. Scomparendo l'acqua, causa

⁹⁾ Secondo personali comunicazioni orali, il sig. C. TADDEI, è riuscito a trovare in parecchie località non precisate dello GGL meridionale anche piccoli cristalli di fluorite tra i minerali a fessura.

la diminuita pressione, si genera un aumento assai rapido della viscosità per cui il magma granitico è molto spesso immobilizzato prima del suo arrivo alla superficie“. Ora sulla fluidità del magma intrusivo che generò il corpo granitico della Riviera non si può arguire che positivamente, trattandosi di un elemento di struttura di fondo su cui posava nel periodo intrusivo un carico notevole di coltri sedimentarie e forse già di altri nuclei intrusivi in precedenza segregati e sospinti allo stato semiplastico. Del pari la rinvigorita idratazione del focolare originario, causa le reiterate pressioni dislocative antecedenti al parossismo orogenico, produceva la serie differenziativa filoniana premetamorfa, mentre le successive ascensioni magmatiche tardo-alpine promuovevano una nuova irradiazione filoniana quando il corpo granitico era ormai già totalmente metamorfosato.

* * *

Sarebbe da provare se lo GGL possa essere il risultato di una *zolla di vecchia crosta fusa* in situ e di nuovo qui consolidata, oppure rappresenti l'*essudato* di precedenti rocce cristalline (sedimenti inclusi) in istato di fusione.

Dal punto di vista strettamente petrochimico ambedue le possibilità sono da escludersi, così come dovette già concludere P. NIGGLI nel caso dei graniti e delle trondhjemiti finniche (MA p. 67). E ciò per la perfetta analogia e coincidenza dei rapporti dimostrati nel tetraedro (al-alk)-2 alk-c dalle varietà dello GGL con quelle rocce. Le trondhjemiti della Riviera coincidono esattamente con le omonime finlandesi, mentre i leucograniti porfiroidi della Leventina coincidono con altrettanta precisione con i graniti costieri finnici associati alle migmatiti che essi stessi produssero all'atto della loro intrusione (i cosiddetti „migmatitbildende Granite“, MA p. 59): basta dare uno sguardo alla tabella seguente desunta dai citati lavori (MA: p. 55—58 e SC p. 649).

	si	al	fm	c	alk	k	mg
trondhjemite biotitica Lepäinen	320	43,5	14,5	16	26	0,15	0,39
trondhjemite biotitica, Kuntikari	334	43	14,5	15	27,5	0,14	0,36
trondhjemite biotitica, Isokorola	330	44,5	13	12	30,5	0,24	0,34
trondhjemite biotitica, Suurikkala	350	43,5	13,5	11,5	31,5	0,19	0,29
rondhjemite biotitica, Iso Heinäinen	354	44,4	13	11,5	31	0,22	0,33
media trondhjemiti finniche	337	44	14	13	29	0,19	0,34
media trondhjemiti Riviera	322	43,5	16,5	14	26	0,23	0,40
tipo leucoquarzodioritico	300	42	17	14	27	0,30	0,35

Hangögranit, Skarvkyrkan	381	44,5	15,5	9	31	0,63	0,33
Granit, Nyhamn, Lemland, Åland	363	41	18	8	33	0,57	0,43
Granit, Marrasjärvi, Rovaniemi	372	45,5	14,5	8	32	0,52	0,32
granito gneissico Skeppsvik	434	44	13	4,5	38,5	0,50	0,19
media leucograniti Leventina	369	42,5	14	8,5	35	0,51	0,34
tipo engadinitico	380	43	13	8	36	0,50	0,25

Osservazione: Riportando nella tavola di P. NIGGLI con le varie sezioni del tetraedro i valori singoli delle varietà Leventina, se ne constata la piena coincidenza con gli equivalenti finnici.

Conforta questa reale *affinità petrochimica* l'osservazione delle rocce contigue: le trondhjemititi della Riviera non sono — altrettanto come le consorelle finniche — delle migmatiti, mentre i leucograniti della Bassa Leventina ospitano localmente delle rocce di tipo migmatico da essi stessi prodotti (fianco orientale di Biasca), così come i „migmatitbildende Granite“ finlandesi produssero ed ospitano tuttora delle migmatiti.

Quanto alla possibilità di considerare lo GGL come *essudato di una fusione di crosta*, si può notare con P. NIGGLI che „nelle migmatiti sia finniche che alpine il neosoma è essenzialmente esogeno e non prodotto da semplici efflorescenze o essudati endogeni (MA p. 61). Questa circostanza si verifica anche per la massa Leventina: I leucograniti porfiroidi di Biasca ospitano sul margine orientale migmatiti con parziali fusioni dovute alla primitiva intrusione (ossia apporto esogeno di neosoma) mentre le trondhjemititi della Riviera racchiudono esse stesse piccoli ma reali *essudati*, dovuti non all'effetto di migmatosi, bensì a riflusso interno (endogene all'atto della ricristallizzazione semiplastica di catazona — e pertanto distinti quali essudati isterogenetici (SC, p. 502, 661, 673). Questi ultimi essudati si potrebbero forse considerare con „endocorismiti di metamorfismo“ e meglio ancora come rocce „*acorismatiche*“, data la loro struttura omogenea. Inoltre la scarsa presenza, localizzata a zone con tessitura fluidale consente di ritenerli come fenomeno secondario quasi accessorio alle particolari condizioni di facies metamorfica, e non già come argomento per sostenere la natura di „essudati“ per le trondhjemititi stesse.

A rilevare il *carattere magmatico-intrusivo* delle trondhjemititi della Riviera giova anche un confronto con la situazione nel territorio analogo di Kalanti (Finlandia sud-occidentale)¹⁰). Premessa

¹⁰) A. HIETANEN: Über das Grundgebirge des Kalantigebietes im südwestlichen Finnland. Ann. Ac. Sc. Fennicae A, Nr. 6 (1943); riassunto da P. NIGGLI in MA, p. 52—53.

qui l'esistenza di moltissimi esemplari di gneis a cordierite e granato, la caratteristica più interessante delle trondhjemititi di questa regione è quella di aver originato esse stesse delle migmatiti (exoflebiti) mentre una successiva e più recente generazione di migmatiti pure flebitiche è legata all'infiltrazione di filoni granito-pegmatitici. — Sebbene non affiorino cupole granitiche vere e proprie, questi filoni granito-pegmatitici costituiscono più del 50 % del fondo roccioso, avendo pervaso anche le trondhjemititi. La scarsa presenza di microclino in tutte queste rocce è una manifestazione regionale di carattere pneumatolitico, in quanto le pegmatiti ricche di feldispato potassico e di microclino non sono state mobilitate per via di anatessi dalle rocce incassanti, bensì addotte dall'esterno di queste. Nelle trondhjemititi si ritrovano inoltre dei frammenti basici che in parte possono essere zolle riassorbite; le trondhjemititi poi non sono state generate in situ, ma intruse come membro finale acido di una serie differenziativa magmatica.

Nel parallelo col territorio della Riviera non è pertanto difficile rinvenire analogie e differenze, senza intaccare l'affinità dello sviluppo genetico. Il fatto che le trondhjemititi possono all'atto della loro intrusione dar luogo a delle migmatiti senza esserlo o divenirle esse stesse, trova pieno riscontro con le trondhjemititi della Riviera per quanto concerne la propria genesi intrusiva. Qui infatti esse non hanno prodotto migmatiti, ma semplicemente si sono intrecciate ai leucograniti, subendo poi con essi una ricristallizzazione totale di meso-catazona, capace di ammettere soltanto localmente parti stereogene o al massimo acorismatiche nelle zone con maggior plasticità. La infiltrazione posteriore di filoni granito-pegmatitici si riflette nella Riviera con minor ampiezza ed intensità (semplici pegmatiti) nè è in grado di produrre rocce migmatitiche, ma solo di scolare e penetrare nelle trondhjemititici senza minimamente modificarne l'assetto. Allo stesso modo si comportano le inclusioni autigene di Lodrino-Osogna corrispondenti ai frammenti di zolle basiche, qui non riassorbite. In generale, sussiste dunque una perfetta analogia fra i due corpi trondhjemititi per quanto riguarda la linea evolutiva; le differenze emergono solo nei dettagli derivanti dalle diverse condizioni d'ambiente (profondità, raffreddamento dell'intrusione, vicinanza e quantità delle soluzioni residuali del plutone originario ecc. . .) pur concordando chiaramente nei singoli arricchimenti chimici (SC p. 670—673).

Con la possibilità di una „granitizzazione metasomatica“ del preesistente sostrato dello GGL sfociante poi in un „granito migmatico“,

supposto sempre un lungo e lento processo di sostituzione totale del materiale, si sarebbe di fronte a un inevitabile e particolarmente intenso apporto alcalino esterno, tanto maggiore se il sostrato iniziale fosse dato non da un ex-granito divenuto migma, ma da sedimenti argillo-arenacei, presumibili secondo la „granitizzazione“ di RITTMANN (v. sopra). Nel primo tipo la interpretazione genetica di P. NIGGLI (secondo cui „i magmi granitici possono rappresentare graniti rifusi e differenziati di un piano più profondo, quasi una specie di prodotto di prima liquefazione della crosta sialica profonda“) collima con la tesi di GLANGEAUD che ritiene „il magma granitico come effetto di decompressione di un preesistente migma granitico d'origine profonda“. Nel nostro caso la scaturigine dello straordinario apporto alcalino necessario alla metasomatosi — ed operante assieme alla forte differenziazione — resterebbe comunque collegata a flussi residuali pegmatitici sul tetto termosensibile del migma non ancora divenuto magma. Che una simile interpretazione possa riferirsi alle trondhjemiti gneissiche della Riviera resta però una pura ipotesi priva di tangibili elementi comprovanti, specie quando si tenga presente che la differenziazione di questo „granito migmatico“ dovrebbe condurre ai medesimi risultati petrochimici che si deducono per il carattere semplicemente intrusivo-magmatico della roccia — il tutto prima ancora del metamorfismo alpino.

Per il secondo tipo di granitizzazione, mediante cioè imbibimento „unter Stoffzufuhr“ (ciò che potrebbe chiamare „metamorfismo addizionale“) si dovrebbe calcolare, nel nostro caso, con una imponente aureola di imbibizione sodica giacchè i sedimenti non solo non cedono sostanze alcaline ma le assorbono totalmente. Ciò non potrebbe peraltro trovar riscontro nelle rocce contigue delle trondhjemiti, regolarmente avvolte da varietà alcaligranitaplitiche ad eccesso potassico, e ricoperte da una ben distinta serie di rocce polimetaforme prive di simile arricchimento, alcalino in genere. Una metasomatosi di questo genere implicherebbe altresì una migrazione non indifferente degli elementi ferro, magnesio e calcio. Una condensazione locale di magnesio e di potassio è invero presente nelle intercalazioni micascistose della Riviera (SC p. 609) ma una analoga di ferro e calcio manca affatto; anzi il manto granitaplitico periferico (varietà di Preonzo) si distingue proprio per la straordinaria scarsità di calcio ($c = 2,5$). L'alternativa genetica di simili intercalazioni, lasciata sussistere dal solo chimismo venne poi risolta a favore dello stiramento e dell'attrito radente parametamorfico in considerazione di altri fattori di ambiente (SC p. 674).

Da tutto ciò segue che le trondhjemiti della Riviera *non* possono rappresentare, nella loro genesi antemetamorfica, un ambiente di granitizzazione metasomatica: ne è ancora palese conferma il normale decorso differenziativo rispetto alle inclusioni basiche autigene (quarzodioriti). Anche il leggero eccesso di allumina, che potrebbe additare una assimilazione di sedimenti, specie nel caso di chimismo leucogranitico, non può esser riferita a questa modificazione, potendo sussistere normali componenti ricche di allumina sotto forma di mica. E questo sembra proprio il caso specifico delle trondhjemiti della Riviera ¹¹⁾.

Le rimanenti *crystallizzazioni di magmi palingeni* o di miscele residuali di magmi ibridi terminano tutte con magmatiti vere e proprie (vedi sopra NIGGLI) ad eccezione del caso di migmatiti a mescolanza grossolana di neosoma e paleosoma. Ora per lo GGL essendo stata scartata questa possibilità in mancanza di qualsiasi apporto di soluzione fusa dall'esterno, non resta valevole che l'interpretazione di un granito primario, cioè di una *normale magmatite intrusiva* e non metasomatica.

Unicamente nella fronte settentrionale del Piottino (Faido-Rodi) può ammettersi che il primitivo corpo intrusivo abbia potuto contaminarsi nella sua penetrazione fra i sedimenti mesozoici (oggi calcescisti e dolomie attigue, SC p. 664—665): *qui soltanto* il granito antemetamorfico potrebbe rappresentare una *magmatite sintectica*.

Magmatiti anatectiche, palingeni o ibride non sono state finora rinvenute in alcun punto dello GGL. Il carattere del primario magma intrusivo dello GGL può infine ritenersi con tutta probabilità alloctono per il corpo settentrionale leucogranitico e forse già parautoctono per il corpo trondhjemitico meridionale. Ulteriori indagini tettoniche potranno meglio chiarire queste induzioni.

III. Conclusione

Rivedendo i tratti caratteristici della genesi del granito gneissico Leventina, secondo le migliorate e più recenti formulazioni di concetti e di definizioni circa le possibili linee evolutive dei graniti nelle strutture di fondo, non si è ritrovata alcuna diversità o divergenza tale da rettificare la interpretazione genetica dedotta dal nostro precedente studio petrografico.

¹¹⁾ Vedi „Note sulla petrochimica dello gneiss granitico Leventina“ di prossima pubblicazione nel Boll. svizz. di Mineralogia e Petrografia.

Le più accurate distinzioni elaborate e condotte da insigni maestri della petrologia moderna hanno appianato la via ad una più agevole spiegazione e convalida di quanto già dimostrato a questo proposito: esser cioè il granito gneissico della Riviera e della Leventina il risultato della cristallizzazione normale di magmi intrusivi a chimismo acido di tipo estremo (trondhjemitico e leuco-granitico), ulteriormente sottoposti a metamorfismo di dislocazione secondo diverse intensità zonali, nel quadro dell'orogenesi alpina.

Ricevuto il 1^o dicembre 1947.