

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVI.

1909

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVIII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1909

Petrografia. — *Ricerche petrografiche e chimiche sulle formazioni granitiche di Gavorrano* ⁽¹⁾. Nota di ALESSANDRO MARTELLI, presentata dal Socio C. DE STEFANI.

I graniti di Gavorrano ebbero un primo sommario illustratore nel Santi ⁽²⁾, che in essi credette distinguere più varietà a seconda dell'aspetto esteriore. Savi e Meneghini ⁽³⁾ a proposito delle formazioni granitiche della Maremma e dell'Arcipelago toscano, scrivono che nel dicco di Gavorrano il granito tormalinifero passa gradatamente ad un porfido euritico.

Il vom Rath ⁽⁴⁾ descrive le formazioni granitiche in parola distinguendovi come prevalente un granito normale porfiroide per grossi elementi feldspatici, analogo a quelli dell'Elba, e una varietà tormalinifera minuta, che a guisa di grandioso filone di 65 m. di potenza sarebbe, con direzione est-ovest, incassata quasi verticalmente nell'altro. Fra questa varietà e il granito incassante il passaggio sarebbe graduale, ma nondimeno il vom Rath ritiene che anche a Gavorrano, come nelle analoghe formazioni dell'Elba, si abbia un granito più antico attraversato da uno più recente tormalinifero.

Il Lotti ⁽⁵⁾ riferisce come il granito costituisca una zona di circa 3 kmq. a oriente e settentrione del paese, e si prolunghi per oltre due chilometri a sud fin presso al villaggio di Ravi, insinuandosi in forma di filone fra i calcari, con uno sviluppo massimo da est a ovest di un centinaio di metri e grado grado decrescente verso Ravi. Il Lotti osserva poi che anche nel granito normale si hanno tormaline e che non si distinguono i limiti fra il granito minuto tormalinifero e quello normale porfiroide; ed escludendo infine che si possa trattare di diverse e non contemporanee formazioni, ritiene che per giustificare l'esistenza di un filone granitico dentro il normale, occorrerebbe ammettere che la seconda eruzione avesse interessato solo la massa granitica preesistente, risparmiando i terreni sedimentari circostanti.

Accenni petrografici a queste rocce con le stesse distinzioni del vom Rath, vennero fatti pure dal Traverso ⁽⁶⁾, ma uno studio più minuzioso fu

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nel Laboratorio di Mineralogia del R. Istituto Superiore di Firenze. Al chiar.mo prof. F. Millosevich, che in questo e in altri lavori chimici petrografici mi ha cortesemente aiutato con i suoi validi consigli, esprimo i più vivi ringraziamenti. A. M.

⁽²⁾ Santi G., *Viaggio terzo in Toscana*. Pisa, 1806.

⁽³⁾ Savi P. e Meneghini G., *Geologia della Toscana*. Firenze, 1851.

⁽⁴⁾ Rath vom G., *Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien*. IV. Zeitschr. deut. geolog. Gesell. Berlin, 1873.

⁽⁵⁾ Lotti B., *Sulla geologia del gruppo di Gavorrano*. Boll. R. Com. geol. it. vol. VIII. Roma, 1877. — *Sui depositi ferriferi dell'Elba e della regione litoranea toscano-romana*. Rass. miner. XIV. Torino, 1901.

⁽⁶⁾ Traverso S., *Sulle rocce della Val di Trebbia (con appendice sui graniti recenti)*. Soc. Lig. di Sc. Nat. Vol. VII. Genova, 1896.

compiuto dal Marocchi (¹), che distinse e descrisse un granito porfirico, un microgranito tormalinifero e un microgranito micaceo. Nello stesso lavoro, il Marocchi riassume pure brevemente la nota quistione sull'età controversa dei graniti toscani, affermata terziaria da molti (Savi, Pilla e Coquand, Collegno, Pareto, Meneghini, vom Rath, Cocchi, Dalmer, Lotti) e in parte pure corrispondente a quella dei terreni cristallini e paleozoici della Sardegna da altri (De Stefani, Bucca).

I rilievi da me fatti sul posto, m'inducono a riconoscere la giustezza delle osservazioni del Lotti (²) per quanto riguarda la disposizione diechiforme del granito in rocce mesozoiche ed eoceniche alterate dal contatto, ma mi scosto dal benemerito studioso della geologia toscana nell'affermare, col vom Rath, che il granito tormalinifero forma nella massa del cosiddetto granito normale, che più avanti distinguo come granitite porfiroide, un filone mal limitato, è vero, da quello incassante al quale però non fa passaggio graduale, ma chiaramente individualizzato, diretto da est a ovest con una settantina di metri di potenza, con nette apofisi filoniane nella stessa granitite incassante e con intrusioni bene sviluppate anche dentro il calcare a sud-ovest di Gavorrano. Debbo questa nuova e interessante constatazione alla cortesia del Direttore delle note miniere di pirite, il quale mi ha permesso di seguire e di osservare in sua compagnia in un nuovo braccio di galleria lungo l'irregolare contatto mineralizzato fra la formazione granitica e quella calcarea, l'intrusione due volte ripetuta — a m. 460 e a m. 500 dall'ingresso della galleria bassa a sud di Gavorrano — del granito minuto tormalinifero nei calcari, con scisti associati, ritenuti retici dal Lotti, e come tali segnati nella carta geologica d'Italia. Queste intrusioni hanno una potenza di oltre 6-7 m. e si protendono verso nord-ovest per un tratto non ancora determinato e certo maggiore ai 25 m. perchè proprio a tale distanza dal consueto contatto sono attraversate dalla nuova galleria avanzata nella massa sedimentaria.

Non potrebbe più dunque contestarsi la natura filoniana di questo granito minuto, che anche per la sua struttura si accosta ai tipi aplitici filoniani e che — come vedremo — risulta anche chimicamente e quindi magmaticamente ben differenziato dalla granitite. Per la formazione granitica di Gavorrano si dovrebbe quindi ammettere l'esistenza di due successive ed immediate emissioni; la prima granititica più sviluppata e potente in forma di grandioso dicco con una superficie d'affioramento di oltre 3 kmq., e la seconda di tipo aplitico in forma di filone potente 60-70 m. e affiorante da est a ovest a cento metri in linea retta dal paese verso Ravi, con apofisi filoniane strette fino a un minimo di m. 0,05 nella stessa granitite incassante e più

(¹) Marocchi E., *Studio sul granito di Gavorrano*. Mem. Soc. Tosc. di Sc. Nat. vol. XV. Pisa, 1897.

(²) Lotti B., *Sull'età e origine dei graniti toscani*. Boll. R. Com. geol. it., vol. XV, 1884. — *Descrizione geologica dell'isola dell'Elba*. Mem. R. Com. geol. it. Roma, 1886.

sviluppate, fino a un massimo constatato di m. 6-7, nei surricordati calcari. Se poi per il non marcato distacco fra le due forme rocciose, si volessero ancora escludere le due distinte emissioni, bisognerebbe per lo meno riconoscere che l'attività pneumatolitica nel consolidamento della granitite si sia esplicata in modo da determinare una particolare struttura e composizione, e una maggior ricchezza di minerali come la tormalina, solo in quella parte che ha conseguito l'aspetto filoniano.

Nei calcari e scisti a contatto si hanno abbondantissime produzioni metamorfiche microlitiche, di clorite, mica, tormalina, granato, epidoto, andalusite e minerali di ferro.

La clorite è prevalente e anche nei materiali di frizione fa parte della massa cloritosa, formatasi pure a spese degli scisti a contatto dei graniti e d'apparenza steatitosa, entro cui sono specialmente disseminati cristalli di piriti e sviluppate le concentrazioni del minerale coltivato tanto a sud-ovest di Gavorrano quanto a nord-est di Ravi.

I cristalli di *pirite* di Gavorrano non vennero ancora descritti. Sono altrettanto belli quanto quelli della vicina Isola d'Elba raggiungono spesso dimensioni lineari di 11-15 cm. e anche superiori.

Le facce sono tutte lucentissime.

Predomina in questi cristalli la forma {100}, talvolta da sola, tal'altra con una o più delle forme {111}, π {321}, π {210}; ma la combinazione dominante e quasi caratteristica è quella di tutte e quattro dette forme.

Le facce di {100} sono quasi sempre nettamente solcate per alternanza con quelle di π {210}. Le facce di una delle forme meno frequenti, il piriteoedro π {210}, sono ora striate parallelamente allo spigolo troncato dalla più vicina faccia di cubo, ora normalmente allo spigolo stesso, e non di rado ambedue i sistemi di strie sono presenti nella stessa faccia, ripetendo il carattere tipo C già osservato dal Panichi (1) sulla piriti dell'Elba.

Quando nel minerale domina il solo cubo, accade spesso di osservare due o più cristalli in posizione quasi parallela simulando l'aspetto di un solo individuo, le cui facce per altro danno al goniometro due o più riflessi distinti.

Le forme più frequenti sono dunque:

$$\{100\} \quad \{111\} \quad \pi\{321\} \quad \pi\{210\}$$

Sono talvolta presenti ma poco sviluppate:

$$\pi\{421\} \quad \{211\} \quad \pi\{320\}$$

L'ultima forma venne osservata in un solo cristallo della combinazione {100} π {321} {111} π {210} π {320}, nel quale la π {321} aveva un grande sviluppo.

(1) Panichi U., *Sulla piriti dell'Elba*. Riv. di Min. e Crist. It. vol. XXXVIII. Padova, 1909.

A conferma di quanto ho affermato, riporto le seguenti misure goniometriche :

Angoli	Valori osservati (medie)	Valori calcolati
100:321	36,48'	36,42'
010:321	57,38	57,41
210:321	17, 5	17, 1
210:421	12,37	12,36
211:111	19,19	19,28
320:100	33,23	33,41

Descrivo ora brevemente le due forme petrografiche, sorvolando sui caratteri già notati da altri e insistendo sui particolari nuovi o differenti da quelli espressi in precedenza dai surricordati Autori.

Granitite porfiroide. — Roccia giallo-rosea fino a giallo bruna per alterazione e a grana media ma piuttosto grossa, nella quale, con interclusi di ortose fino a un massimo di 8 cm. di lunghezza, si distinguono macroscopici elementi quarzosi, feldspatici e micacei, distribuiti come nei tipici graniti. Concentrazioni di componenti principali e di tormalina in druse e sferoidi raggrate di cristallini anche di cm. 4-5 di lunghezza, rendono più appariscente il carattere porfiroide già impresso nella roccia dagli interclusi di ortose, senza però consentire, a causa della struttura olocristallina ipidiomorfa, visibile al microscopio, una distinzione marcata con la forma più spiccatamente normale, tanto che non mi sembra possa generalizzarsi per questa roccia la denominazione di porfirica già assegnatale dal Marocchi.

Peso specifico 2,55.

Prevalente è il feldispato potassico, ortose, in estese plaghe fratturate o in piccole liste, talvolta torbido, tal'altra invece assai trasparente, di solito in cristalli semplici e di rado geminati a Carlsbad, con estinzione retta e rifrangenza minore di n del balsamo (1.535). I cristalli porfiroidi si rimarcano dal resto della massa per la loro relativa freschezza e frequenza d'inclusioni microlitiche. In sezione, questo ortose apparisce spesso con i caratteri di micropertite e di micropegmatite anche in plaghe molto estese. Dà luogo a produzioni caoliniche e micacee e presenta inclusioni di biotite, magnetite, plagioclasio, tormalina, zirconio e granato. A. D'Achiardi (¹) ebbe occasione di avvertire una perfetta analogia cristallografica fra l'ortose del granito di Gavronno e quello di S. Piero in Campo.

Il feldispato sodico calcico, tendente all'idiomorfismo rispetto al feldispato potassico, è pure abbondante ma molto meno dell'ortose, di cui appare inoltre più fresco sebbene più volte accompagnato da produzioni micacee. Presenta una struttura zonata, talvolta con bordi più acidi, e geminazioni secondo l'albite e meno di frequente albite-Carlsbad e albite periclino.

L'estinzione simmetrica rispetto alla traccia (010), risulta 3°-5° per tali cristalli e parti più acide di altri.

(¹) D'Achiardi A., *Mineralogia della Toscana*, Pisa, 1873.

Rispetto al balsamo si ha:

$$\alpha' \geq n \quad \gamma' > n$$

Rispetto al quarzo in contatti favorevoli:

$$\alpha' \leq \omega \quad \gamma' < \varepsilon \quad \gamma' \geq \omega \quad \alpha' < \varepsilon$$

Siamo dunque in presenza di oligoclasio acido.

In altre sezioni geminate secondo l'albite e in talune zone interne del precedente plagioclasio, l'estinzione simmetrica sulla traccia di (010) è 8°-10° e accenna così a termini oligoclasio-andesinici, che vengono confermati dalle seguenti misure in geminati Albite-Carlsbad con massima estinzione 8°-16° e $\Delta = 5^{\circ}-6^{\circ}$:

$$\begin{array}{cccc} +2 & +5 & -8 & -10 \frac{1}{2} \\ +9 & +10 & -14 & -15 \frac{1}{2} \end{array}$$

Il quarzo è in plaghe allotriomorfe, rotto e in aggregati granulari e quando è associato micropegmatiticamente con l'ortose, fa ritenere che la sua consolidazione s'iniziasse quando quella dell'ortose non era ancora compiuta.

È ricco d'inclusioni liquide, molte delle quali percettibili solo a forte ingrandimento, e ancor più d'inclusioni cristalline microlitiche di mica bruna, bianca e cloritizzata, di feldspato polisintetico, di tormalina, zirconio, epidoto, granato, apatite e granuli di magnetite e titanite. Scarse sezioni con estinzioni ondulate.

La biotite è abbondante in grosse sezioni, intensamente pleocroica:

$$\begin{array}{l} a = \text{giallo verdognolo pallido} \\ b = c = \text{bruno intenso} \end{array}$$

spesso verdastra per alterazione in clorite, e quando questa è molto sviluppata e con debole pleocroismo dal verdiccio pallido al verde oliva, vi si associa pure parallelamente. In laminette isolate dalla roccia ho accertato un angolo degli assi ottici così piccolo, da fare avvicinare molto la figura d'interferenza a quella delle sostanze uniassiche. Inclusioni solide come nel quarzo.

La muscovite, sebbene accessoria, si mostra pure come originaria, molto fresca, con debole assorbimento dei raggi paralleli alla più facile sfaldatura, vivaci colori di polarizzazione, e a grande angolo assiale.

Fra gli elementi accessori, oltre quelli già citati e inclusi nei costituenti principali della roccia, il più importante per la sua frequenza e sviluppo d'individui, è la tormalina, nera lucente per riflessione, bruna e con differente colore in margine per trasparenza, a forte dicroismo:

$$\begin{array}{l} \omega = \text{giallo bruno scuro} \\ \varepsilon = \text{giallo chiarissimo quasi incolore,} \end{array}$$

e tinte di polarizzazione brune nella massa principale e verdastre ai bordi.

Delle rocce granitiche di Gavorrano mancava l'analisi chimica. I risultati da me ottenuti dall'analisi di un campione a grana uniforme di questa granitite sono i seguenti, e li riporto insieme con le riduzioni a 100 e relativi rapporti molecolari per il calcolo delle formule magmatiche secondo il Loewinson-Lessing e l'Osann:

Risultato analisi	Analisi a 100	Rapporti molecolari	Rapporti molecolari	
			× 100	a 100
Perdita per arrov. 0,72	—			
SiO ² 72,13	72,33	1,2096	120,55	79,83
TiO ² 0,44	0,44		0,55	0,36
Al ² O ³ 11,28	11,32	0,1110, 0,1415	11,10	7,35
Fe ² O ³ 4,87	4,88	0,0305	3,05	2,02
FeO 0,51	0,51	0,0071	0,71	0,47
CaO 1,71	1,71	0,0305, 0,0458	3,05	2,02
MgO 0,33	0,33	0,0082	0,82	0,54
K ² O 4,54	4,55	0,0484	4,84	3,21
Na ² O 3,92	3,93	0,0634, 0,1118	6,34	4,20
	100,45	100,00	151,01	100,00

Formula magmatica Loewinson-Lessing:

1,57 RO; 1,41 R²O³; 12,09 SiO² = 1,11 RO; R²O³; 8,57 SiO²
 R²O: RO = 1:0,41 K²O: Na²O = 1:1,31 α = 4,16 β = 24,6

Formula magm. Osann:

S_{79,83} A_{7,41} C_{—0,06} F_{2,47}
 N_{4,2} a_{11,56} c_{0,04} f_{3,53}

Granito minuto tormalinifero di tipo aplítico. — Roccia bianco giallognola a grana molto minuta, con piccoli cristalli di tormalina sparsi fittamente nella massa senza concentrazioni d'importanza. Pel suo aspetto criptocristallino talora con elementi appena macroscopici venne già descritto come microgranito. L'uniformità della roccia sembra rimaner costante in tutto il suo giacimento.

Peso specifico 2,6-2,7. Roccia dura e compatta nelle masse meno superficiali.

Al microscopio comparisce una struttura cristallina ipidiomorfa, che si scosta alquanto da quella definita dal Rosenbusch panidiomorfa granosa, perchè nel plagioclasio e nella mica si avverte una manifesta tendenza all'idiomorfismo rispetto al quarzo e ortose allotriomorfi e solo con rari accenni ad individualizzarsi.

Non si tratta di un'aplite peculiare, per quanto presenti strettissime analogie con le apliti tipiche con tormalina descritte dal Rosenbusch e anche chimiche oltre che petrografiche con quelle già note dell'Elba, ma di un granito di tipo aplítico-filoniano, reso manifesto dalla generale uniformità della microstruttura determinata specialmente dai due minerali prevalenti, il quarzo e l'ortose, reciprocamente inclusi e talora anche micropegmatiticamente concresciuti, dalla notevole retrocessione della mica e mancanza di elementi essenziali colorati. Indizi di azioni dinamiche risentite dalla roccia si hanno nella frequente frantumazione del feldispato e del quarzo,

nelle non rare estinzioni ondulate di quest'ultimo e nell'aggregato microgranulare che circonda gli elementi di maggiore sviluppo.

Il feldispato sodico calcico ha anch'esso produzioni micacee ma meno abbondanti dell'ortose, sempre prevalente fra i feldispati; è di solito geminato secondo l'albite e molto di rado secondo Albite Carlsbad. Le estinzioni simmetriche alla traccia (010) mi hanno dato valori oscillanti 6°-8° e 8°-10° i quali attestano la presenza di termini oligoclasio-andesinici, confermata dalla prova del Becke che dà questo schema di rifrazione rispetto al quarzo:

$$\alpha' \geq \omega \quad \gamma' = \varepsilon \quad \gamma' > \omega \quad \alpha' < \varepsilon$$

La mica è muscovite, poco diffusa ma talora in lamine relativamente sviluppate, con forte assorbimento dei raggi paralleli alla direzione di più facile sfaldatura, spesso alterata e con bellissime inclusioni di tormalina, zirconio, granato, epidoto, sitanite e microscopiche granulazioni magnetitiche, minerali quasi tutti accessori, i quali si ritrovano pure con la mica inclusi nel quarzo e nei feldispati specialmente ortoclasici.

La tormalina è in piccoli cristallini prismatici spesso pure ben terminati alle estremità, fortemente dicroici, e — sebbene minutissimi — sempre meglio individualizzati che non nelle sezioni della granitite. Il Marocchi, nella particolareggiata descrizione di questa roccia, tende a porre in evidenza la probabile origine pneumatolitica di questa tormalina.

Dalla seguente analisi risaltano le differenze chimiche e magmatiche fra questo granito minuto e la granitite descritta, e le corrispondenze notevoli con le analisi dei graniti aplitici riportate dall'Osann:

Risultato analisi	Analisi a 100	Rapporti molecolari	Rapporti molecolari	
			× 100	a 100
Perdita per arrov. 0,72	—	—	—	—
SiO ₂ 73,62	74,01	1,2335	123,35	81,48
TiO ₂ tracce	—	—	—	—
Al ₂ O ₃ 12,32	12,38	0,1214	12,14	8,02
Fe ²⁺ O ₃ 2,82	2,84	0,0177	1,77	1,17
Fe ³⁺ O ₃ 0,60	0,60	0,0083	0,83	0,55
FeO 0,61	0,61	0,0109	1,09	0,72
CaO 0,51	0,51	0,0072	0,72	0,48
MgO 5,57	5,60	0,0596	5,96	3,93
K ₂ O 3,43	3,45	0,0553	5,53	3,65
Na ₂ O				
	100,20	100,00	151,39	100,00

Formula magmatica Loewinson-Lessing:
 1,41 RO : 1,39 R²O₃ : 12,33 SiO₂ = 1,01 RO : R²O₃ : 8,87 SiO₂
 R²O : RO = 1 : 0,23 K²O : Na²O = 1 : 0,92 α = 4,41 β = 22,7

Formula magm. Osann:
 S_{21,45} A_{7,55} C_{0,45} F_{2,45}
 N_{6,2} a_{14,45} c_{0,83} f_{4,72}