

Giacimenti di ferro cromato nelle serpentine dell'isola di Rodi

Nota del socio Prof. ALESSANDRO MARTELLI

Gli studi geologici del Bukowski (1) sull'isola di Rodi e i recenti rilievi della missione della Reale Società geografica (2) hanno accertato che la massa basale e l'ossatura montuosa dell'isola di Rodi sono costituite da formazioni calcaree della Creta e dell'Eocene, sulle quali succede in discordanza un potente complesso, comparabile col *flysch* alpino, di arenarie, argilloscisti e brecciole silicee e serpentinoe, con nummulitidi dell'Eocene superiore in tutto il suo principale sviluppo e con fossili oligocenici nei livelli più alti. A queste formazioni dobbiamo più che ad altre riferirci per l'argomento che è titolo della presente nota, ma per completare le linee fondamentali della geologia di Rodi ricordo ancora che la serie dei terreni si accresce con una successione di depositi detritici e puddingoidi ad elementi serpentinosi, diabasici e gabbriici alternanti con arenarie grossolane, e che le parti marginali e collinose dell'isola risultano in prevalenza di formazioni levantine lacustri e fluviali e di depositi di Pliocene superiore. Ritengo superfluo insistere qui sulla natura e distribuzione di tutti questi terreni sedimentari e per non ripetere notizie già date nella precitata relazione, passo senz'altro a taluni ragguagli sulle formazioni endogene.

Lo Spratt (3), scambiando talune rocce del *flysch* con forma-

(1) BUKOWSKI V. G., *Grundzüge des geologischen Baues der Insel Rhodus*, in *Sitzungsb. der k. Akad. der Wissensch.*, Wien, 1889; *Geologische Uebersichtskarte der Insel Rhodus*, in *Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt*, Wien, 1896.

(2) Cfr. *Ricerche geologiche e geografico-fisiche nelle Sporadi meridionali*, in *Boll. Soc. Geogr. Ital.*, fasc. XII, Roma, 1912.

(3) SPRATT T. A. B., *Notices connected with the geology of the island of Rhodes*, in *Proc. Geol. Soc.*, London, 1842.

zioni eruttive, ritenne che basalti e trachiti occupassero gran parte della regione centrale e meridionale dell'isola, ma se in Rodi si fossero avute prove di eruzioni recenti, queste non sarebbero certamente sfuggite all'indagine alacre del Bukowski nè i risultati delle mie ricerche sono tali da farne ammettere l'esistenza anche in prossimità degli itinerari da me percorsi. In Rodi, come rilevò per primo il Bukowski, si hanno invece rocce eruttive paleoterziarie, le cui eruzioni, in analogia a quanto venne constatato in più località del bacino mediterraneo, avvennero durante l'Eocene superiore e furono caratterizzate da peridotiti, diabasi e porfiriti; ma tali formazioni non hanno di solito nell'isola estesi affioramenti superficiali, perchè solo le comparse diabasio-porfiritiche presso Kastellos e quelle serpentinosi presso Platania a sud-est dello Speriolis si approssimano ad un chilometro quadrato di area.

Le serpentine vennero osservate in undici differenti località e nei due maggiori affioramenti, l'uno a sud-est dello Speriolis presso Platania e l'altro a meno di un chilometro ad ovest del villaggio di Apollona nel mezzo dell'isola, assumono un particolare interesse per la loro associazione con un minerale ferro-cromifero di non trascurabile importanza. Mi venne assicurato che un materiale analogo si ritrova pure a nord-est di Arcangelo e a sud-ovest di Malona, dove si hanno due piccoli affioramenti serpentinosi, ma non avendoli visitati, non saprei qual valore assegnare a simili asserzioni, che mi risultarono inesatte per un'altra comparsa di serpentine sul margine settentrionale del monte Leftopoda a un paio di chilometri a sud di Maritza.

I rapporti delle serpentine con i sedimenti dell'ossatura di Rodi emergono spesso chiaramente perchè dove se ne può osservare, come presso Platania e nei fianchi dello Speriolis, il contatto immediato a mezzo di calcari selciferi e diaspri, si constata pure la natura filoniana della serpentina; e, data l'effusione di questa fra mezzo al *flysch*, è facile arguire che l'ascesa dell'originaria roccia peridotica avvenne attraverso il calcare cretacicoeocenico durante la deposizione dei sedimenti eocenici superiori.

Presso il villaggio di Platania le serpentine costituiscono appunto un filone con andamento normale alla direzione del sovrastante rilievo dello Speriolis, e salendo verso nord-ovest a mezz'ora da Platania fino alla quota di 350 metri, in un'ampia

conca d'erosione nella massa calcarea dello Speriolis e fra diaspri e ftaniti molto disturbati, si ritrova grandemente sviluppata la formazione serpentinoso, che è in connesso con quella allo scoperto anche più in basso vicino al villaggio. Dove essa rimane denudata o affiora dal mantello detritico, che con i prodotti di disfacimento riveste quella sorta di conca montana, lascia agevolmente distinguere la sua diffusa associazione con ammassi irregolari di ferro cromato.

Lungo il margine meridionale del rilievo mediano S. Elia-Speriolis, una striscia di *Aysch* segna il passaggio fra i calcari del monte e i conglomerati levantini, altimetricamente ma non stratigraficamente inferiori, e a sud-ovest di Apollona comprende un esteso affioramento serpentinoso, anch'esso accompagnato da numerose secrezioni lentiformi e irregolari di ferro cromato, con massima potenza verticale fino a un metro e con diffusione notevole in tutta la zona occupata dalle serpentine. Le osservazioni fatte riguardano solo la frequenza degli ammassi di ferro cromato e la loro esistenza anche a due e tre metri dal suolo, non avendo avuto nè agio nè tempo di attendere ad assaggi più profondi; ma, siccome tanto la natura del giacimento quanto l'esame petrografico della roccia madre provano che questi materiali cromiferi sono — come vedremo — prodotti di secrezione magmatica, è certo che condizioni favorevoli alla separazione di cromiti si sono avute anche nelle masse di serpentine al disotto dei punti raggiunti con semplici assaggi e quasi del tutto superficiali.

La dipendenza di ferro cromato dalle serpentine è d'altra parte ben conosciuta per la regione egea. Sappiamo infatti che nell'Eubea (1) il ferro cromato forma, nella serpentina, dei nidi irregolari ma assai numerosi e grandi, tanto che negli ultimi ventenni del secolo passato se ne scavava annualmente 1650 tonnellate per un valore di oltre 180,000 franchi, e che nell'isola di Mitilene (2) esiste un giacimento incoltivato di ferro cromato nelle peridotiti localmente trasformate in serpentine. Inoltre, lo stesso De Launay che accenna incidentalmente al giacimento di Miti-

(1) KUSS H. et NASSE M., *Note sur l'industrie minérale de la Grèce*, in *Annales des Mines*, sér. VII, tom. XIII, Paris, 1878.

(2) DE LAUNAY L., *Description géologique des îles de Mételin et de Thasos*, in *Arch. des Missions Scient. et litt.*, Paris, 1890.

lene, ricorda altrove (1) che la Turchia asiatica, come la Grecia, fornisce una forte proporzione di ferro cromato, che però non è oggetto di alcuna statistica precisa. Fra i più noti giacimenti sono da menzionarsi quelli presso Brussa, Dagh-Hardi, Boz Belin, Topuk e di Makri sulla costa asiatica di fronte a Rodi, dalle cui miniere in attività provengono pure splendidi cristalli di Ouwarovite o granato cromatico, e in tutti questi giacimenti il ferro cromato si trova appunto come nell'isola di Rodi in concentrazioni granulari e in ammassi nelle serpentine, che risultano dall'alterazione di rocce a peridoto e a pirosseno e nelle quali il microscopio fa riconoscere l'interclusione di minerali di cromo sia allo stato di cromite $(\text{Fe, Cr}) [(\text{Cr, Fe}) \text{O}_2]_2$ che di picotite $(\text{Fe, Mg}) [(\text{Al, Cr, Fe}) \text{O}_2]_2$ e più di rado di granato cromatico $\text{Ca}_3 \text{Cr}_2 [\text{SiO}_4]_3$. La concentrazione di questi elementi cromiferi dà origine a un materiale coltivabile e risultante sia di granuli di ferro cromato cementati da una pasta serpentinoso, sia di masse voluminose dello stesso minerale, in condizioni comparabili a quelle di taluni giacimenti di magnetite. Nell'Asia Minore non si conoscono invece depositi plumbeo cromiferi di crocoisite (PbCrO_4) che negli Urali, in Ungheria, nel Brasile e altrove si presentano in filoni con matrice di solito quarzosa e in rapporto con graniti e altre rocce cristalline.

Il Foullon (2), che pure ha studiato i minerali e le rocce raccolte dal Bukowski, fa appena menzione dei caratteri delle serpentine e non si occupa del ferro cromato; non è quindi superfluo per lo studio del giacimento anche un sommario esame petrografico del materiale.

Le serpentine di Rodi conseguono nelle varie comparse abito e colore diversi a seconda della loro più o meno progredita alterazione. Si hanno così rocce verde bruno e verde cupo, che passano, grado grado alterandosi, a tinte più chiare, grigio verdi e grigio giallastre e si risolvono finalmente in frammenti tuberiformi, rilegati da un fitto reticolato di magnesite. Però, malgrado questa alternanza di aspetto esteriore, è comune alle serpentine

(1) DE LAUNAY L. et FUCHS E., *Traité des gîtes minéraux et métallifères*, tom. II, Paris, 1893.

(2) FOULLON H. B., *Ueber Gesteine und Minerale von der Insel Rhodus*, in *Sitzungsb. der k. Akad. der Wissensch.*, Bd. C, H. I, Abt. I, Wien, 1891.

di Rodi la scomparsa quasi completa dell'originaria olivina, pur lasciando sempre riconoscere al microscopio con luce polarizzata la *Maschenstruktur* propria delle serpentine derivanti dall'alterazione del peridoto e la presenza di pirosseno, spesso interamente trasformato in serpentino antigoritico, d'inclusi di magnetite in parte alterata in limonite e di cromite. Ma venendo ad un'analisi petrografica meno generale delle serpentine dei pressi di Apollona e di Platania per indagare i possibili rapporti genetici che le masse di ferro cromato possono avere con esse, troviamo che la pasta fondamentale risulta di serpentino fibroso verde chiaro, ad estinzione di aggregato, con rarissime vestigia dell'olivina originaria nelle maglie della tipica struttura reticolare.

In misura minore è il serpentino derivato dal pirosseno e rivelato dalla sua *Balkenstruktur* nelle sezioni sottili. Pirosseno specialmente trimetrico si nota infatti non solo nei vari preparati delle rocce serpentinosi, ma si ritrova talora in grosse concentrazioni nelle masse eruttive di Apollona, a costituire vere pirosseniti, come prodotti di una diversa acidità magmatica. Il pirosseno più comune e quasi incolore in sezione sottile, con estinzione parallela alle tracce della sfaldatura prismatica, con lieve pleocroismo (c verde grigio pallido; $a = b$ verde giallastro debole) e con carattere otticamente positivo è da ascriversi alla bronzite; e questa nelle serpentine tende a convertirsi in bastite fibrosa, a rifrangenza minore del minerale originario e con prodotti secondari lungo le linee di sfaldatura. Meno frequente è il pirosseno monoclinico, che si osserva spesso anche in compenetrazione col trimetrico. La tinta verde chiara, il pleocroismo più sensibile e la rifrazione media appena superiore a quella della bronzite sono caratteri che insieme con l'altro importantissimo del valore di estinzione $c:c = 36^\circ$, valgono a dimostrare al tempo stesso la presenza del diopside quale elemento della roccia e la derivazione delle serpentine di Apollona e Platania da peridotiti lherzolitiche.

La colorazione verde, che in talune venature i pirosseni qualche volta presentano, è probabilmente dovuta a sali cromatici per fenomeni di riassorbimento magmatico. Minerali di cromo come interclusi, siano essi di cromite che di picotite, sono frequenti tanto nei pirosseni che nelle masse serpentinosi di passaggio alle rocce più riccamente cromifere, nelle quali tutta la massa principale

consta di cromite e solo una parte secondaria spetta al serpentino e al pirosseno, ridotti a costituire le rilegature e le venule del materiale cromifero, i cui componenti vengono così a presentarsi nel seguente ordine rispetto alle loro relazioni quantitative: cromite, serpentino fibroso e antigoritico, limonite, bronzite, bastite, diopside, spinello e granato cromatico.

La cromite è in ottaedri isotropi nelle più piccole inclusioni; insieme con magnetite e limonite forma pure tra le maglie del serpentino e ai margini del pirosseno alterato degli aggregati bruno-rossastri a contorno irregolare, ma di solito limitati da linee rette, quindi corrispondenti a sezioni cristallografiche; perde poi ogni accenno alla forma cristallina quando si raccoglie in masse uniformi ed opache là dove accresce in quantità sino a soppiantare i silicati e a diventare parte se non unica certo molto preponderante del magma. Il relativo difetto d'interclusi di cromite nel pirosseno fresco e la frequenza invece nel pirosseno bastitico e serpentizzato, farebbe supporre che il giacimento di cromite fosse pure in connessione con un processo d'alterazione del pirosseno, come dalla serpentizzazione dell'olivina ricca di ferro il contenuto in ferro suole separarsi in forma di magnetite; ma pel fatto che la cromite mostra i suoi caratteri cristallini come intercluso, bisogna pure necessariamente ammettere che essa è di origine primaria e direttamente segregata dal magma prima dei minerali che la includono. Neoformazioni accompagnano pure la cromite in masse maggiori e sono ocre di cromo, limonite e prodotti raggiati e incolori di tremolite, che spesso si origina nelle più inoltrate trasformazioni della serpentina.

Lo spinello cromatico subtrasparente e con tinta bruna caratteristica non presenta una chiara delimitazione cristallografica, ma esso, stando ai risultati dell'analisi chimica, è forse nella roccia assai più abbondante di quanto non si possa verificare nelle sezioni, dove il campo viene dominato straordinariamente da cromite opaca. Il granato è in scarse sezioni quadrangolari e poligonali, isotrope e molto rifrangenti.

Una questione di speciale interesse per lo studio del giacimento è il modo di comparsa del minerale di cromo. Da prima si ritenne quasi generalmente che la cromite fosse segregata in modo secondario nella trasformazione delle rocce di olivina in serpentina, e di questo parere furono tra gli altri Cossa e Arz-

runi (1) e, più di recente ancora, il Baumgärtel (2); ma poi che il Vogt (3) dimostrò la presenza di cromite nelle rocce pirosseno-oliviniche ancora perfettamente fresche di Hestmandö nella Norvegia settentrionale, e che, dopo di lui, il Ryba (4) ne constatò l'esistenza nelle peridotiti inalterate di Kraubat nella Stiria, si considerò pure di pieno diritto come primaria e quindi come prodotto di segregazione magmatica. Ora, nella roccia madre di Rodi, la cromite compare già come minerale di prima consolidazione nei componenti ancora inalterati della originaria lherzolite e se anche si mostra più abbondante là dove si rivela un'incipiente serpentizzazione così da apparire segregata in modo secondario durante la trasformazione predetta, il suo straordinario e prevalente sviluppo in mezzo agli stessi elementi pirossenici e derivati del peridoto, che nella medesima massa serpentinoso hanno invece un assoluto predominio e tutt'al più con semplici interclusi di cromite, starebbe proprio a dimostrare che il minerale cromifero dei pressi di Apollona e di Platania fosse precipuamente dovuto ad una primaria secrezione del magma lherzolitico.

Ricorrendo all'ausilio di liquidi pesanti, è facile separare, nel materiale polverizzato, la cromite dalla ganga serpentinoso e sebbene nella pratica mineraria si possa ricorrere a lavaggi idraulici per la separazione del minerale utilizzabile, non ho creduto necessario, per lo scopo di questa nota, di fare un'analisi del minerale puro per determinare se si tratta di vera cromite o di qualche miscela di cui è infine ben conosciuta la composizione teorica, ma sibbene di analizzare chimicamente un campione medio del materiale cromifero osservato e raccolto sul posto. Ho quindi preso parti uguali di due campioni, uno fra i più ricchi e uno fra i meno ricchi del materiale utilizzabile di Apollona e lo stesso ho fatto per quello dei pressi di Platania ad est dello Speriolis.

(1) COSSA A. und ARZRUNI A., *Ein Chromturmalin aus den Chromeisenerzlagerstätten des Urals*, in *Zeitschr. für Kryst. und Min.*, Bd. VII, 1883.

(2) BAUMGAERTEL B., *Das Nebengestein der Chromeisenerzlagerstätten bei Dubostica in Bosnien*, in *Tschermaks Min. und Petrogr. Mitteil.*, Bd. XXIII, 1904.

(3) VOGT J. H. L., *Beiträge zur genetischen Klassifikation der durch magmatische Differentiationsprozesse und der durch Pneumatolyse entstandenen Erzvorkommen*, in *Zeitschr. für prakt. Geol.*, 1894.

(4) RYBA P., *Beiträge zur Genesis der Chromeisenerzlagerstätte bei Kraubat in Ober Steiermark*, in *Ibid.*, 1900.

- Polverizzata opportunamente tutta la quantità, così scelta e accuratamente e a lungo mescolata, ho su di essa compiuta prima un'analisi qualitativa, quindi l'analisi quantitativa. La qualitativa mi rivelò l'esistenza di: silice, allumina, ferro, cromo, manganese, magnesia e calce. La ricerca, oltre che per gli alcali, fu negativa pel nichel e cobalto, che qualche volta si trovano nel ferro cromato, e provò invece che il manganese era appena in tracce, che si aveva relativa abbondanza di ferro e più di tutto di cromo.

La quantitativa dette questi risultati centesimali:

Perdita per arroventamento .	1.22
SiO ²	7.64
Al ² O ³	12.33
Fe ² O ³ (1).	25.60
Cr ² O ³ (2).	40.76
MnO	tracce
CaO	2.03
MgO	10.81
	100.39

Il peso specifico del materiale ferro cromifero di Rodi varia da 3.85 a 4.00, a seconda della maggiore o minore presenza di

(1) Il ferro venne tutto dosato come ossido ferrico essendo riuscito sempre incompleto l'attacco, anche di soli gr. 0,1 di polvere, con acido fluoridrico in corrente di anidride carbonica e con acido solforico in tubo chiuso alla lampada e portato fino a 250°, per la determinazione dell'ossido ferroso.

(2) Avendo seguito per questa analisi le indicazioni del Treadwell (*Trattato di chimica analitica*, trad. Miolati, vol. II, pagg. 401 e seg., 91 e seg., Milano, 1907), l'allumina, il ferro e il cromo vennero precipitati dal filtrato dell'acido silicico, saturato con idrogeno solforato e di nuovo filtrato, in matraccio di Erlenmeyer col metodo dell'ammoniaca e solfuro ammonico ripetuto ancora dopo soluzione in acido cloridrico; e infine i tre metalli vennero separati trattando la soluzione dei cloruri con potassa caustica fino a reazione fortemente alcalina e ossidando a caldo con corrente di cloro, così da trasformare il cromo in cromato alcalino e da raccogliere in filtro prima l'idrato ferrico insolubile e poi l'allumina previa acidificazione con acido nitrico e precipitazione con ammoniaca. I due precipitati raccolti vennero fusi con bisolfato potassico, poi disciolti e ridotti per la determinazione del ferro con permanganato potassico titolato e dell'allumina per differenza. Il cromato alcalino trattato con acido acetico venne precipitato come cromato di bario mediante acetato di bario e raccolto e pesato in crogiuolo di Gooch precedentemente tarato.

venature serpentinosè, mentre per la cromite pura si hanno valori 4.3-4.5 e per la picotite 4-4.1. La relativa abbondanza di silice, allumina e magnesia, dovuta ai comuni elementi della serpentina e in parte pure alla presenza di picotite diminuisce necessariamente il titolo in cromo di questo materiale, nel quale la quantità di ferro derivante dalla roccia serpentinosà si trova in eccesso rispetto al contenuto di cromo. È noto infatti che la composizione chimica della cromite calcolata sulla formula FeCr_2O_4 è: $\text{FeO} = 32.08$; $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 67.92$ e quindi a 40.76 % di Cr_2O_3 , dovrebbe corrispondere solo 19.25 di FeO , mentre la quantità degli ossidi di ferro risulta notevolmente maggiore. Secondo i risultati dell'analisi, il ferro cromato di Rodi conterrebbe dunque *in media* e in cifra tonda 28 % di cromo metallico e 18 % di ferro metallico.

Da un'analisi di ferro cromato del Banato riportata dal De Launay e Fuchs e relativa ad un buon minerale da lunghi anni coltivato, si ricava un tenore in cromo del 33 % e del 14 % in ferro, al quale tenore potrebbero certamente corrispondere i migliori campioni provenienti dal centro degli ammassi e meno mescolati con prodotti serpentinosi. Per un confronto, tolgo dall'opera dei citati autori la menzionata analisi:

SiO_2		5 —
Al_2O_3		12 —
Fe_2O_3 (= FeO 18.35).		20.39
Cr_2O_3		48.75
MgO		15 —

Da essa si rileva pure come il ferro cromato del Banato contenga in proporzioni poco diverse gli stessi elementi che inquinano, per così dire, il minerale di Rodi, e in generale tutti quelli che anche in altre località si ritrovano in giacimenti di rocce serpentinosè.

L'esistenza di questo minerale in Rodi può avere qualche importanza pratica anche se la quantità non sembra ad un'osservazione sommaria molto abbondante. Il cromo del resto non ha usi da solo come metallo, ma viene utilizzato per ottenere acciai cromati per utensili da officina e da taglio resistenti e duri (5-7 % di cromo) e per le piastre di corazzatura (circa 2 %). Il principale impiego del cromo si ha appunto in metallurgia; di

minore importanza per il consumo è l'impiego in grande de' suoi sali nell'industria come materie coloranti. È noto che a Sheffield si preparano acciai che contengono fino al 15-20 % di cromo, caratterizzati, dopo la tempera, da una grande durezza, da una quasi assoluta infrangibilità e da una minima deformabilità, e che per ottenere tali acciai serve tanto il cromo metallico separato al forno elettrico col metodo Moissan o preparato col processo Goldschmidt, quanto il ferro cromo ottenuto agli alti forni.

Il valore del ferro cromato franco bordo varia assai secondo il titolo in cromo e secondo i tempi e, stando alle notizie del De Launay e Fuchs sui minerali della Grecia e dell'Asia Minore, oscillerebbe niente meno che da 45 a 100 franchi a tonnellata. Il ferro cromato degli Urali viene a costar caro per i trasporti, così che i prezzi del mercato non sarebbero remunerativi pel minerale degli Urali al disotto del 30 % di ossido cromico, pari a circa 20 % di cromo metallico.

I giacimenti di Apollona e Platania sono proprio nel cuore dell'isola, ma presso una mulattiera assai battuta e che mette in comunicazione i dintorni di Apollona con i due versanti marini di oriente e di ponente. La via preferibile è la mulattiera Apollona-Platania (circa 6 km.), Platania-Archipoli (circa 5 km.), Archipoli-Aphandos (circa 10 km.), presso la baia omonima della costa orientale, donde una strada di 19-20 km. e per la massima parte buona conduce a Rodi città; e così da Apollona al mare (baia di Aphandos) non si avrebbero che una ventina di chilometri di mulattiera.

Il ferro cromato di Rodi, per essere una cromite che ha quasi certamente parte del cromo rimpiazzato da alluminio e parte del ferro sostituito dal magnesio oltre alle altre impurità derivanti dalla ganga, non si presenta come un materiale di ottima qualità, ma tuttavia il suo contenuto medio in cromo e in ferro è tale da farlo comprendere nella categoria dei minerali industrialmente utilizzabili, tanto più che la sua distanza dal mare, quando la viabilità fosse migliorata, non importerebbe spese eccessive per i trasporti.

Ed ora il quesito più grave, quello della quantità, rimarrebbe a risolvere e per esso ben poco posso dire in base alle osservazioni da me fatte e che per forza di cose si sono limitate alle sole comparse superficiali. La lunghezza e la potenza degli am-

massi non si può giudicare perchè il giacimento è intatto, ma le incisioni fino a due metri dalla superficie hanno qua e là dimostrata l'esistenza del ferro cromato come se la serpentina ne fosse intensamente mineralizzata. Riconosciuta poi la sua origine per segregazione magmatica, nulla vieta di ammettere che concentrazioni analoghe si abbiano anche al disotto dei due o tre metri, oltre i quali gli assaggi non vennero approfonditi. Nel Banato, per esempio, le coltivazioni sono arrivate fino a quasi cento metri dalla superficie e negli Urali le serpentine continuano a mostrare ammassi di grandezze tutt'altro che decrescenti malgrado che i lavori continuino a 25 e più metri dalla superficie.

Sui corrispondenti giacimenti di Makri, sulla costa di fronte a Rodi, nemmeno il Cuinet (1) dà notizie, ma è notorio che prima della guerra italo-turca essi erano oggetto di ben condotte escavazioni minerarie e con impianti non certamente adeguati a semplici concentrazioni superficiali.

Si può d'altra parte notare che nemmeno gli affioramenti della serpentina sono in Rodi così estesi da far bene sperare sulla possibile abbondanza del prodotto che essa racchiude; ma questa considerazione giustissima e piena di valore pratico, si trova in contrasto con i risultati delle nostre ricerche geologiche al riguardo e che a complemento di questa nota riassumo in breve.

Considerando la potenza e la diffusione dei detriti serpentinosi nei più alti livelli delle formazioni arenaceo scistose che susseguono stratigraficamente a quelle caratteristiche del *flysch*, e la straordinaria abbondanza di elementi serpentini e diabasici nei conglomerati fluviali del piano levantino, è certo che nella costituzione dell'ossatura montuosa dell'isola deve spettare alle masse serpentinosi una parte ben più rilevante di quanto non sia dato di giudicare dalle masse che appariscono alla superficie. In altri termini, i prodotti della denudazione miocenica in Rodi non si possono mettere in rapporto che con grandi aree serpentinosi, oggi ricoperte dai sedimenti del terziario più giovane. La stessa induzione può farsi in misura minore per le diabasi e le porfiriti e così pure per le noriti e i gabbri dei conglomerati e delle arenarie posteogenici, tanto più che, le noriti e i gabbri, non ven-

(1) CUINET V., *La Turquie d'Asie. Géographie de chaque province de l'Asie Mineure*, Leroux, Paris, 1898.

nero trovate direttamente in posto. Non è facile stabilire se tutto il materiale di origine eruttiva e che oggi si ritrova stratificato nelle arenarie e nei conglomerati provenga dalle masse in posto nel rilievo montuoso cretacico ed eocenico di Rodi o in parte pure dalle maggiori terre egee, che, secondo le vedute del Neumayr, del Suess e dello stesso Bukowski, avrebbero ricollegate le isole con la prospiciente Asia Minore, dove si hanno terreni calcarei ed eruttivi paleoterziari corrispondenti a quelli di Rodi; ad ogni modo credo bene di porre in evidenza che i conglomerati e le arenarie serpentinosi disgregate o compatte riunite dal Bukowski nei suoi *Thari Schichten*, occupano una zona chiaramente compresa fra le maggiori elevazioni dell'isola e che anche i conglomerati fluviali del periodo levantino compariscono e si raccolgono sui margini meridionali della catena mediana e fra i principali rilievi dell'impalcatura rocciosa di Rodi.

Infine, un ultimo apprezzamento. Molto di recente il Fallot (1) ha espresso, con tutte le riserve, l'opinione che anche in Rodi esistano fenomeni di carreggiamento e seguendo le nuove, poco convincenti e poco fortunate ipotesi tettoniche, ritiene che taluni quesiti stratigrafici prospettati dal Bukowski appaiano di facile soluzione allorchè si analizzino alla luce delle moderne teorie. In sostanza il Fallot ritiene che i calcari e il *flysch* di Rodi riposino in ricoprimento sia su un substrato sconosciuto ma relativamente antico, sia sui depositi levantini che si vedono molto sviluppati sulle parti laterali dell'isola e illustra le tre possibili ipotesi: di un movimento antiaquitano; di un movimento che avrebbe interessato i *Thari Schichten*, spiegando allora l'abbondanza fra questi materiali di frammenti di rocce eruttive che si trovano sviluppate in Caria a un centinaio di chilometri a N.-N.E.; e di un movimento post-levantino, così che verrebbe a mancare la possibilità di avere delle serpentine ricoperte da terreni terziari, mentre, al contrario, ciò mi è apparso manifesto nella baia di Kalitheas, dove per denudazione compariscono delle serpentine fra il Pliocene.

Non starò qui a svolgere le ragioni per le quali non credo

(1) FALLOT P., *Sur l'existence possible de phénomènes de charriage à l'Ile de Rhodes*, in *Bull. de la Soc. géol. de France*, sér. 4, t. XI, n. 3, Paris, 1912.

di condividere le ipotesi così bene ed elegantemente esposte ed illustrate dall'autore. Per quanto la mia rete di escursioni in Rodi non sia stata fitta come quella del Bukowski, pure avendo avuto occasione di far rilievi geologici anche lungo la linea delle sezioni disegnate dall'autore, non mi venne dato di notare sovrapposizioni stratigrafiche diverse da quelle così bene rilevate dall'egregio geologo austriaco.

È vero per altro che, data la considerevole estensione dell'isola, nemmeno il Bukowski ha potuto fare molte osservazioni di dettaglio attorno al S. Elia, ma della pretesa sottogiaccenza del *flysch* al calcare nessuno ha mai parlato prima del Fallot e anche per la massa calcarea del S. Elia i rapporti con le altre formazioni sono risultati se non chiari come altrove, certo non invertiti. Dal canto mio, esaminando appunto l'estensione e la posizione delle serpentine cromitifere alle falde meridionali del monte S. Elia presso Apollona e sul fianco sud-est dello Speriolis presso Platania, dove la serpentina attraversa le masse calcaree e presenta perfino formazioni diasprine e ftanitiche di contatto, ho avuto agio di constatare la successione regolare delle formazioni ed è per questo che mi permetto di non condividere l'ipotesi del supposto carreggiamento e d'insistere nel ritenere che le serpentine con i loro ammassi di ferro cromato debbono essere in Rodi molto più estese di quanto non appaia dai loro affioramenti.
