

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCX.

1913

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1913

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Seduta del 18 maggio 1913.

F. D' OVIDIO Vicepresidente.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Geologia — *La zona serpentinoso della Liguria occidentale.*
Nota II del Socio CARLO DE STEFANI.

Età della zona serpentinoso.

Possiamo dunque concludere che nella regione esaminata a ponente della Polcevera i calcari triassici formano non già un anticlinale unico, bensì una serie di cupole anticlinali e di ellissoidi distinte, interrotte negli strati esteriori prima della sovrapposizione delle rocce più recenti; ellissoidi aventi direzione meridiana salvo lievi spostamenti prodotti dai moti più recenti dei terreni circostanti.

La medesima disposizione ad anticlinale si ripete nelle rocce tutte che sovrastano al Trias. Queste rocce continuano dal lato occidentale a quello orientale e costituiscono una sola formazione ed appartengono ad una medesima età.

Quest'ultimo concetto era già stato quello del Pareto e di quelli che avevano attribuito quei terreni all'Eocene. Issel e Mazzuoli, come già dissi, avevamo ritenuto i terreni ad occidente diversi da quelli ad oriente e più antichi del trias; poi altri ritenne prevalentemente secondari i primi, eocenici i secondi. Il Baldacci da ultimo ritiene pure quei terreni tutti d'una medesima età ma tutti li ritiene secondari.

Occorre tornare all'opinione del Pareto rimessa ora a giorno per quanto riguarda l'unicità dei terreni da Termier e Boussac e da me pure anticamente seguita. Invero nei dintorni di Voltaggio si osserva la sovrapposizione stra-

tigrafica regolare dei terreni ora ricordati ad altri che già appartengono all'Eocene.

Sul Lemme, poco a monte di Voltaggio, tra la Ferriera vecchia e Casa Ruzzo essi schisti e Serpentine si sovrappongono ad una evidente cupola di arenaria punto metamorfosata quale nell'Appennino appartiene all'Eocene medio ⁽¹⁾, ed alla sorgente solfurea popolare di Voltaggio sulla sinistra del Morzone parimente circondano e ricoprono calcari screziati forse con piccole nummuliti che ordinariamente si attribuiscono alla parte inferiore dell'Eocene medio ⁽²⁾.

Non può sfuggire la conclusione che cotali terreni appartengano all'Eocene superiore e siano perfettamente equivalenti a tutte le altre zone schistose e di rocce verdi che nell'Appennino oramai per quasi unanime consenso, il Sacco eccettuato, sono attribuite all'Eocene superiore.

Un qualche dubbio a questa attribuzione potrebbe essere e fu accampato per via del rovesciamento, finora non ammesso, degli strati calcarei ad *Helminthoidea* sulla sinistra della Polcevera. Questi secondo le Nummuliti trovate nei dintorni di Firenze già appartengono all'Eocene superiore. In mezzo e sotto, lungo l'Alta Scrivia, come altrove in Toscana, sono altre ar-

⁽¹⁾ Recentemente il Pantanelli (*Sulla estensione dell'Oligocene nell'Appennino settentrionale*, Atti Soc. Naturalisti, Modena vol XIII, 1912), tenendo una strada opposta a quella del Lotti e del Sacco i quali attribuiscono all'Eocene arenarie e marne dell'Appennino antiche e recenti, ritiene sieno Mioceniche non solo le marne arenacee subappennine, ma anche le arenarie dell'Appennino Emiliano, che egli chiama arenarie centrali. Le ritiene inoltre sovrapposte alle argille scagliose che egli conserva nell'Eocene. È possibile che alcuni degli strati ad *Orbitoides* indicati dal Pantanelli si trovino entro arenarie mioceniche litologicamente identiche a quelle che egli chiama centrali; ma queste ultime, anche nell'Emilia, certo sono stratigraficamente sottostanti alle argille scagliose della zona serpentinosu ed appartengono all'Eocene medio, come lo mostrano anche i fossili trovativi nell'Appennino Fiorentino ed Umbro. Esse bensì sovrastano ad argille scagliose rosse senza Serpentine, le quali sono, è vero, attribuite alla Creta nelle Carte dell'Ufficio geologico confinanti con l'Emilia, ma contengono invece in abbondanza ed ovunque calcari Nummulitici appartenenti alla parte inferiore dell'Eocene medio. Nemmeno è esatto che nelle argille scagliose della zona serpentinosu non si sieno trovati fossili macroscopici proprio in posto. Se ne trovarono bensì, specialmente appartenenti a pesci, ed altri vertebrati. L'inesatto comprendimento di questi fossili che alcuni ritennero cretacei, donde i dubbi relativi, dipende da ciò che si vogliono paragonare tutti i nostri terreni eocenici con quelli classici dell'Europa settentrionale e d'altrove, anche d'Italia: ma questi appartengono a regioni più o meno littorali; mentre le nostre argille scagliose dell'Eocene superiore appartengono ad un tipo di mare profondissimo che non ha termini di paragone altrove, o li ha scarsissimi e mal noti, e principalmente fra terreni cretacei. Del resto è noto ormai che tra le faune cretacee e quelle eoceniche, anche fra quelle littorali più note, vi hanno termini gradualissimi di passaggio. Stratigrafia e paleontologia, checchè si dica, distinguono benissimo nell'Appennino i terreni eocenici da quelli miocenici.

⁽²⁾ È singolare l'analogia col calcare a piccole Nummuliti di Soveria in Corsica.

gille schistose con Pietra forte già attribuite all'Eocene medio, donde, da S. Olcese provenne un fossile che fece molto confondere perchè il Pareto lo attribuì ad un Ammonite, mentre probabilmente si trattava di una di quelle Idromeduse (*Lorenzina*) o secondo il Simonelli Oloturie⁽¹⁾ che da simili terreni provengono. Ora quei calcari da Genova lungo la Polcevera e la Scrivia inclinano, talora arditamente, verso est, cioè sopra gli schisti argillosi delle zone fin qui descritte, non sotto come parrebbe dovesse essere. Ma che si tratti di un rovesciamento della gamba occidentale d'un anticlinale lo prova il fatto che procedendo verso oriente, verso la Trebbia ed il rimanente Appennino, anche nei colli ad est di Genova, quei calcari si raddrizzano e formano veri e propri anticlinali lunghi e regolari la cui gamba orientale regolare sottostà di nuovo regolarmente alle zone schistoso-serpentinose della Liguria e del Piacentino. Non ammettendo il rovesciamento del lato occidentale converrebbe ammettere quello del lato orientale, ciò che sarebbe in contrasto con la situazione stratigrafica dei calcari ad *Helminthoidea* in tutto il rimanente Appennino.

Questi calcari ad *Helminthoidea* mancano ad occidente della Polcevera alla base della medesima zona serpentinosa, o per lo meno appaiono forse più ad occidente più o meno alterati; ma ciò non stupirà alcun geologo il quale abbia veduto come, nelle regioni assai turbate, intere serie di terreni manchino anche a brevi distanze.

Vero è che procedendo da Genova verso Levante, verso S. Fruttuoso il rovesciamento dei calcari presto scompare ed essi pendono regolarmente ad ovest; così pure procedendo dal mare verso settentrione il rovesciamento diminuisce e talora scompare.

A valle di Ronco sulla Scrivia notansi strati verticali e talora pendenze sotto agli schisti. Si direbbe dunque che questi siensi depositati regolarmente sopra i terreni d'età precedente e che, per la assai diversa plasticità delle rocce, il lembo occidentale dell'anticlinale dei calcari ad *Helminthoidea* vi si è rovesciato sopra.

Non sto a fare ipotesi sullo stato nel quale potevano trovarsi i calcari triassici prima che gli schisti eocenici li coprissero. Una simile e sì costante discordanza fra Trias medio ed Eocene superiore comune a tutta la riviera fra Genova e Savona non si verifica più ad oriente nell'Appennino e ad occidente nelle Alpi Marittime, ed attesta forse una emersione od una intensissima abrasione nel tempo eocenico immediatamente precedente le eruzioni delle Peridotiti.

Pure le ellissoidi di Trias medio, se già non formate prima, hanno probabilmente risentito i movimenti delle rocce eoceniche, a giudicare dal loro regolare allineamento coerente a queste, dalle locali compenetrazioni fra

⁽¹⁾ V. Simonelli, *Intorno alcune singolari paleoicniti del Flysch appenninico* (Mem. Acc. Sc. Bologna 1905).

Eocene e Trias, e dagli spostamenti in senso orizzontale che pure hanno subito.

Ciò che fece dubitare della contemporaneità degli strati schistosi ad est delle ellissoidi predette e delle rocce verdi ad ovest fu principalmente la grande massa di queste fra Genova e Savona maggiore che in qualsiasi altra parte dell'Appennino. Probabilmente fu colà uno di quei principali centri di eruzione che io altrove cercai stabilire ⁽¹⁾. Senza cercar d'indagare il meccanismo degli spostamenti avvenuti durante e principalmente dopo l'Eocene, pure è forza ammettere che l'esistenza di una massa così compatta e tenace come quella delle rocce verdi fra Genova e Savona deve aver avuto una azione predominante nella distribuzione di quegli spostamenti e nella stessa disposizione delle ellissoidi triassiche che quasi ne segnano il termine.

È un fatto che pur secondo le recenti osservazioni litologiche di Rovereto, Franchi, Martelli e mie le rocce verdi Saxoniti, Lherzoliti, Serpentine, Gabbri, Diabasi ad occidente delle ellissoidi triassiche hanno la stessa natura di quelle ad oriente. Ad est come ad ovest le Diabasi specialmente nelle parti più profonde sono spesso alterate con tendenza a diventare Dioriti, o Anfiboliti anche variolitiche, o con elementi abbondantemente trasformati in Cloriti. Quasi speciali alla regione ovest sono le Ovarditi o scisti antifibolici o Anfiboliti a Glaucofane, e le Epidositi che specialmente trovansi nella parte inferiore della serie e che hanno analogie solo in certi banchi eocenici circostanti al Granito dell'Elba ed in certe rocce eoceniche di Boccheggiano in Toscana, però mancanti di Glaucofane, lasciando fuori per ora le identiche rocce a Glaucofane del Capo Corso. D'accordo con Rosenbusch, Becker, Washington ed altri credo che quelle Anfiboliti a Glaucofane sieno in molta parte tufi di rocce Diabasiche metamorfosate.

Ma deve trattarsi di metamorfismi locali, i quali si manifestano pure nelle rocce sedimentarie eoceniche le quali accompagnano la zona serpentinoso occidentale. Invero a Granara, nelle valli del Gorsexio, della Stura, del Lemmo, dell'Erro, del Letimbro, del Masone, ed altrove, trovansi sovente alternanti nelle rocce verdi banchi e lenti calcarei e schistosi non affatto diversi dagli alberesi e dai calcari schistosi e dagli schisti delle zone Appenniniche orientali. Pur lasciando certi schisti quarzosi, talora carboniosi, micacei, immediatamente sovrastanti in certi punti al Trias medio della regione Savonese, e forse anche quelli della Costa di S. Alberto a nord di Sestri Ponente, che potrebbero da taluno attribuirsi al Trias superiore, altrove, certo, prevale la così detta zona dei Calceschietti e degli schisti quarzosi che forma estese masse sottostanti alla grande zona delle Pietre verdi, però ancora con qualche intercalazione di queste. Quei così detti Calceschisti e gli Schisti e Filladi ferruginose, quantunque di aspetto non molto

⁽¹⁾ C. De Stefani, *Le rocce eruttive dell'Eocene superiore nell'Appennino*. Bollettino della Società geologica italiana, vol. VIII, 1889, pagg. 249 e segg.

antico, contengono elementi micacei e talora altri componenti microcristallini. Il Martelli studiò esemplari di presso Campomorone da me recati, contenenti oltre filoni di quarzo, filoni e vene di minerali cristallini non comuni nelle zone eoceniche orientali: altri ne conobbe il Rovereto. Il Martelli fece giustamente osservare che si tratta probabilmente dell'intervento di materiali portati di fuori, da regioni alcaline, per mezzo di agenti mineralizzatori, od acque minerali delle quali sono ancora sorgenti all'Acquasanta, a Voltaggio, ad Acqui e altrove, o gas. Secondo me simili metamorfismi e mineralizzazioni, forse anche concomitanti od immediatamente susseguenti alle eruzioni delle Lherzoliti nelle quali il Martelli notò insieme all'Olivina, Eustatite e Diopside, attestano la immediata adiacenza nel suolo sottostante di rocce cristalline antiche granitiche, quali infatti si vedono a giorno nelle immediate adiacenze di Savona e sulla Bormida.

Sono dunque i metamorfismi che hanno dato a gran parte delle rocce sedimentarie eoceniche e ad una parte delle coetanee rocce eruttive l'aspetto attuale, alquanto diverso da quello delle consimili rocce orientali. Del resto metamorfismi affini per cause e per modi talora diversi hanno avuto luogo in tante altre regioni dell'Eocene superiore, nella Montagna Reggiana, a Boccheggiano, a Talamonaccio, in vari luoghi attorno ai Graniti di M. Capanne all'Elba.

Ma i metamorfismi non si limitarono alla regione Ligure occidentale; sebbene in grado minore li troviamo ancora nella regione schistosa ad oriente delle ellissoidi triassiche, dove furon noti anche al Mayer, non solo nei calceschisti eocenici che ivi pure, con poca estensione, costituiscono la base della formazione; ma negli schisti calcarei, e nelle filladi macchiate più alte, e negli strati più arenacei assumenti spesso microliti micacei più frequenti che non più oltre ad oriente e più che nella zona corrispondente della Provincia di Porto Maurizio, però come in varie delle medesime rocce adiacenti ai graniti all'Elba.

Per dare un'idea di alcune località più o meno estese, oltre quelle che via via indicai, accennerò che p. es. presso Voltaggio sul Carbonasca e sul Lemmo gli schisti argillosi diventano molto quarzosi, lucidi, cloritici o minutamente micacei, bianco-lucenti o verdi, in strati sottilissimi e fittamente ripiegati, sicchè si piglierebbero per schisti antichi se non fossero evidentemente alternati e rinchiusi negli altri. Anche all'Incoronata sono bruno-verdastri; lucenti e micacei sono a Feghino e Murta. Molto micacei e con frequenti vene di Quarzo li dice l'Issel presso Teglia nella valle superiore della Busalietta, e calceschisti con elementi cristallini trova presso le Baracche a ponente della strada provinciale della Bocchetta. Presso Isoverde, lungo il Rio Recreusi e presso la strada della Bocchetta trovansi gessi metamorfici per reazioni superficiali di acque e di sorgenti con solfuro idrico, gessi che altri, non io, potrebbero credere propri di terreno antico.

Alle Baracche presso il passo della Bocchetta in mezzo ai calceschisti che accompagnano gli altri schisti della regione orientale già pendenti ad est il Franchi indica Diabasi con glaucofane, ritrovamento che sarebbe da confermare. I Gabbri, salvo la generale alterazione della zona di Varazze, le Diabasi quando sono inalterate, le Serpentine, le Saxoniti e Lherzoliti della zona eruttiva occidentale hanno costituzione litologica identica alla zona eruttiva eocenica dell'Appennino Ligure orientale: ciò risulta comparando gli studi di Issel, Mazzuoli, Mattiolo, Rovereto, Martelli, ecc.

La zona delle rocce verdi occidentale finisce quasi nettamente sul Lestimbrio e sulla Bormida. Quivi sul suo confine nei dintorni di Palazzo Doria, sul Rio di Montenotte, sull'Erro, la detta zona si riduce spesso a minori proporzioni e si osservano intercalazioni anche sottilissime di Serpentina, Lherzolite e Gabbri, di calcari compatti come alberosi ma ceroidi per metamorfismo, di schisti arenacei o argillosi rossi, verdi e bigi, di calcari minutamente screziati probabilmente nummulitici, di altri strati sedimentari inalterati, e di veri tufi o brecciole serpentinoso-diabasiche con vene di calcite, di Quarzo, d'Epidoto, le quali sono una esatta ripetizione di quanto si verifica in tutto il rimanente Appennino, alternanti con sottili letti di Anfibolite. Esse attestano quelle rocce eruttive avere avuto pur esse una origine prettamente vulcanica ed esogena, non già una provenienza come suol dirsi plutonica, interna, filoniforme, o a laccolite, senza comparsa esteriore.

In mezzo a quelle alternanze che si trovano nelle masse più alte e presso al limite occidentale della massa serpentinoso trovansi intercalati gli strati di Diaspro già notati dal Rovereto sul Rio di Montenotte, da me visti anche intorno a Palazzo Doria, studiati dal Parona. Questi dubitò che fossero Permiani, e Permiane perciò furono ritenute le rocce circostanti. Che non lo siano lo mostra la loro sovrapposizione al Trias. Infatti, in seguito, furono considerate come secondarie.

Ma anche quei Diaspri come le rocce nelle quali alternano, come altri dell'Appennino già ben noti, appartengono all'Eocene superiore. Il Secondario è rappresentato da rocce ben diverse, esattamente rispondenti fra loro, poco oltre più ad occidente nelle Alpi Marittime, e più ad oriente nell'Appennino Ligure e Toscano; onde non si può ritenere che la serie comprensiva del secondario e dell'Eocene sia rappresentata dalla zona delle rocce verdi della Liguria occidentale.

Al di sopra della zona serpentinoso-schistosa descritta nella Liguria occidentale trovansi terreni non più antichi dell'Oligocene medio. Sono rappresentati da conglomerati della roccia eocenica sottostante, quindi bene spesso serpentinosi. Sono accumuli di ghiaie marine fossiliferi e le loro tracce sono assai più estese che non appaia in qualsiasi delle carte geologiche note, anche in quella accuratissima del Rovereto, del Savonese (1).

(1) G. Rovereto, *La zona di ricoprimento del Savonese* (Boll. Soc. geologica italiana, vol. XXVIII, 1909).

In questi conglomerati, perfino a Portofino, trovansi già Anfiboliti a Glaucofane e residui di questo minerale, come notò anche il Chelussi⁽¹⁾, attestando ciò che le rocce precedenti erano già emerse ed i metamorfismi avvenuti.

CONCLUSIONI VARIE.

Tracce di carreggiamenti cioè di trasporto dell'intera zona serpentinoso da lontane regioni non ve ne sono. La zona è nell'insieme talmente regolare che ben mostra di essersi formata in posto come le altre simili dell'Eocene superiore, anche fossilifero, dell'Appennino.

Termier e Boussac, in alcune Note⁽²⁾ finora pubblicate sostengono l'esistenza di carreggiamenti nel massiccio cristallino Savonese già riconosciuto dal Pareto, rimesso a giorno da me ed illustrato poi dal Rovereto.

Essi⁽³⁾ partirono dal ricoprimento per parte delle antiche rocce del Savonese supposto appunto dal Rovereto (loc. cit.), ricoprimento del quale dissi altrove non convenire. Senza dilungarmi per ora su questo argomento osserverò che la zona serpentinoso fra il Letimbro, il Rio di Montenotte ed il Rio Piantavigna copre da una parte la zona triassica e granitica del Rio Piantavigna, e dall'altra, con grande discordanza, la zona granito-gneissica cloritizzata detta Protogino dal Rovereto, del Letimbro: la sovrapposizione stratigrafica si vede ad ambedue le parti. Le due masse granito-gneissiche del Sansobbia da una parte, del Letimbro e della Bormida dall'altra sono indipendenti: mostrai vari anni sono che queste rocce sono la ripetizione dei graniti cloritici di S. Fiorenzo e del Golo in Corsica⁽⁴⁾ attribuiti ad età prepaleozoica ed appellati dal Nentien, e da altri francesi come dal Rovereto, Protogino. Le due masse accennano a continuare non sopra la zona serpentinoso o sopra le altre circovicine, come intende il Rovereto; ma piuttosto, nella parte settentrionale, sotto a queste.

I conglomerati di granito che io notai a Celle e altrove sul Riobasco, e verso nord-ovest sul Sansobbia non si ripetono sul Letimbro e sulla Bormida, e sono vere puddinghe grossolane, ghiaiose, in banchi d'origine superficiale, nè a me pare si possa loro attribuire una origine per sbriciolamento e compressioni interne. Il trias di Corona, del Naso di Gatto e di M. Greppino sta nella sua debita posizione stratigrafica. Le rocce granito-gneissiche del

(1) I. Chelussi, *Nuove ricerche in roccie terziarie di sedimento* (Boll. soc. geologica italiana, XXXI, 1912), pag. 15.

(2) *Sur les mylonites de la région de Savone* (C. R. I., 152, pag. 1550), 1911. *Sur le caractère évotique du complexe de gneiss et de granite que l'on a appelé le massif cristallin ligure et sur la séparation de l'Apennin et des Alpes* (ibidem., pag. 1642).

(3) P. Termier et J. Boussac, *Le massif cristallin ligure* (B. S. G. de France, 1912 IV série, I. XII).

(4) C. De Stefani, *Terreni cristallini e paleozici della Corsica* (Rend. Acc. Lincei, 4 dicembre 1892).

Letimbro sono bensì sovrapposte a quelle paleozoiche, ma ritengo si tratti di un semplice, normale rovesciamento di rocce aventi radice non lontana a Ponente: quelle gneissiche sulla Bormida, che io ritengo antiche, non permocarbonifere come Termier e Boussac e altri, separate dal granito dai conglomerati oligocenici di Sella, hanno direzioni differenti.

Poichè i graniti cloritici e gli *gneiss* lungo il Letimbro scendono uniformemente verso ovest per effetto del rovesciamento, gli spaccati geologi del Rovereto e di Termier e Boussac, condotti paralleli agli strati, anzichè normali come dovrebbero essere, non danno idea esatta della stratigrafia e possono far credere a carreggiamenti che in realtà non esistono. Per tali ragioni è da ritenere che quella massa del Letimbro sia in posto come l'altra del Sansobbia ritenuta in posto dallo stesso Rovereto. La disposizione di quelle due masse a banchi o strati regolarissimi e stratigraficamente concordanti col Carbonifero sottostante è incontestabile.

Non posso inoltre convenire con Termier e Boussac che i microgneiss del litorale di Savona formino tutt'una continuazione ed un ricoprimento coi graniti e coi *gneiss* cloritici dell'interno, aventi anche tutt'altra disposizione stratigrafica ed età più antica.

In conclusione l'ipotesi di un carreggiamento o scorrimento, quando questo s'intenda in senso troppo più lato di un locale rovesciamento, non regge all'analisi stratigrafica e le due isole granito-gneissiche del Savonese hanno tutta l'aria di avere radice *in situ*. I conglomerati oligocenici coprono le serpentine e sono posteriori perciò non solo a queste, ma anche al rovesciamento della massa granitica del Letimbro sul Carbonifero: e di ciò convengo con Termier e Boussac.

Le osservazioni da me esposte hanno pure una certa importanza geografica, perchè, differentemente da quanto tuttora si ritiene, mostrano che la regione fra il colle dell'Altare e la Polcevera ha la medesima struttura geologica del rimanente Appennino, mentre assai diversifica dalla regione situata più ad occidente, dove qualche lembo di roccia verde eocenica si trova solamente presso il confine. Quindi risalta sempre più l'opportunità di mantenere al colle dell'Altare il confine tra Alpi ed Appennino. Si aggiunga che l'andamento tettonico degli strati, salvo qualche deviazione nelle piccole ellissoidi cristalline antiche del Savonese, è quello medesimo dell'Appennino settentrionale, cioè non è affatto concordante con l'andamento geografico da ovest ad est che la catena ha nella sua estremità settentrionale in Liguria; anzi è normale a questa, come già illustrai altrove⁽¹⁾. Infatti dal Letimbro e dalla Bormida fino alla Polcevera ed alla Scrivia nella grande zona descritta di rocce verdi, oltre la piega anticlinale avente per nucleo le ellissoidi trias-

(¹) C. De Stefani, *Le pieghe dell'Appennino fra Genova e Firenze. Contributo allo studio sull'origine delle montagne.* (Cosmos di G. Cora, Serie II, vol. IX, Torino 1892).

siche descritte, dirette da sud a nord, se ne manifestano almeno altre due parallele, aventi per nucleo gli schisti calcarei eocenici più o meno metamorfici sottostanti alla massa serpentinoso, e sono quelle dirette l'una lungo il Gorsexio e la Stura, da Voltri a Rossiglione, già indicata da Rovereto, l'altra dall'alto Sansobbia a Sassello. Bensì lungo il litorale tra Genova e Savona si incurvano altre pieghe minori dirette circa da ovest ad est, attestanti che quel litorale può avere una origine tettonica e che esso non è troppo diverse dalla forma che i movimenti onogenetici primitivi gli avrebbero impartito. Nello stesso modo, sebbene l'Appennino sia costituito, come dissi, da pieghe dirette da nord o da nord-ovest a sud o sud-est, pure lungo la periferia verso la valle del Po si incurvano pieghe secondarie, ch'io non ancora indicai nelle note fin qui pubblicate, le quali secondano quella periferia e combinano con la direzione geografica della Catena.

* * *

Le osservazioni fatte hanno pure un'importanza tecnica. Quando per la nuova ferrovia da Genova alla valle del Po, si fosse accettato il progetto della *Società Italiana*, detto di Genova-Gavi-Novi, od altri simili con la grande galleria di Genova a Valle Scrivia portata assai ad occidente, sotto la roccia verde da M. Lecco, conveniva tener presente l'andamento dei banchi rocciosi pendenti colà in varî sensi ma vicini alla verticale. Io sostenni preferibile un progetto alquanto più orientale di quello del Municipio di Genova detto di Genova-Riguroso-Tortona, per mantenere la linea il più possibilmente nei calcari ad *Helminthoidea* che sono la roccia meno peggio e che internamente andando verso settentrione deve tendere a raddrizzarsi. Non era di mia competenza il presentare un progetto tecnico.

Furono fatte obiezioni dalla Commissione Adamoli, dal Figari, dal Sacco, dal Taramelli, specialmente circa l'imbocco sud della Galleria. Osservo che all'imbocco di Staglieno progettato dal Municipio la galleria s'incurva a ponente entrando quasi subito nello schisto, per dirigersi poi in linea retta a Riguroso. Ora pur tenendo fermo l'imbocco di Staglieno, e conducendo la galleria in linea retta fino circa alla Scrivia essa si mantiene nei calcari; incurvandola allora a ponente si eviterebbero anche i sottopassaggi sia alla Polcevera secondo il progetto Municipale, sia alla Scrivia, sottopassaggi del resto che per l'impermeabilità delle rocce schistose ritengo, fino a sperimento definitivo, poco pericolosi. Nè la linea verrebbe in tal modo allungata rimanendo al più l'obiezione della maggiore lunghezza di alcuni pozzi. Debbo perciò mantenere il mio concetto.

Prima di terminare mi occorre ricordare che rocce serpentinoso probabilmente dell'età di queste Liguri, prescindendo da altre più antiche, insieme a diaspri, calceschisti, filladi, calcari cavernosi, si trovano nelle Alpi Cozie. Sostenendo che queste rocce appartengono al secondario l'ing. Franchi mi

faceva osservare che « la mia struttura geologica del Sempione, contraria-
« mente ai risultati di quasi tutti i geologi è semplicissima; perciò dovetti
« ritenere antichissime delle zone di scisti cristallini da tutti affermati secon-
« darii, in tutto il giro delle Alpi occidentali. Io (Franchi) sarò l'ultimo
« a stupirmi delle aprioristiche affermazioni del De Stefani. Però non dubito
« che quando studiasse di proposito la questione il De Stefani non manche-
« rebbe di riconoscere l'indiscutibile valore degli argomenti che non lasciano
« dubbio sull'età secondaria di quella formazione cristallina delle Alpi Occi-
« dentali e del Sempione. Ed allora il De Stefani rifacendo il cammino dagli
« altri seguito, modificherà, ne son sicuro, le sue idee, veramente troppo
« sempliciste » ⁽¹⁾.

Io non ho confuso nè confondo le questioni diverse; nè cado nel *circolo vizioso* di ammettere carreggiamenti da lontano perchè attribuisca tale o tale altra età ad una roccia che affermisi carreggiata, e poi di affermare che questa roccia abbia tale o tale altra età perchè carreggiata. Le rocce del Sempione le ritenni antiche ed in posto. In passato ritenni che « i diaspri, le « ftaniti, i galestri e le arenarie più o meno metamorfiche » di Levone e Rivara non lungi da Torino attribuiti prima al paleozoico ed ora al secondario fossero eocenici. Il Peruzzi, in una seduta della società toscana di Scienze Naturali, nel 1881 aveva mostrato sezioni dei diaspri della Viana contenenti radiolarie ⁽²⁾ che a me ed al Pantanelli erano sembrate eoceniche e nel 1883 io manifestavo la sopra detta opinione in una adunanza della Società geologica italiana a Bologna ⁽³⁾, nella quale, a proposito dei diaspri di Rivara, il Mazzuoli annunciava che pur l'Issel era della medesima idea. Nel 1884 aggiungevo che pure « sarebbero eoceniche dell'eocene superiore... le serpentine rinchiuse nelle rocce sopraindicate... nelle Alpi Graje (e Cozie) » ⁽⁴⁾. Non ho cambiato opinione di poi; anzi, da tempo ritengo che all'Eocene superiore possano attribuirsi anche vari calcari cavernosi e vari calceschisti dell'alta valle della Dora Riparia, mentre son lieto delle varie scoperte di fossili triassici, giuresi e cretacei fatte in quelle regioni, per le quali dovrà essere redatta una carta geologica particolareggiata come quella di ogni regione fossilifera. Pure Haug ed altri attribuirono vari di quei terreni all'Eocene. Credo che essi sieno un prolungamento alpino delle zone dell'Eocene medio e superiore che si estendono sul mare fra Albenga e Ventimiglia, accompagnate da svariati terreni secondari distinti da esse che il Franchi ed altri vanno deter-

⁽¹⁾ S. Franchi, *L'età e la struttura della sinclinale piemontese*. (Boll. R. Com. geol. d'Italia, vol. XLII, 1911, pag. 173, nota 1).

⁽²⁾ G. Peruzzi, *I diaspri di Viano*. (Proc. verbali della Soc. tosc. di sc. naturali, 8 maggio 1881, pag. 246).

⁽³⁾ Boll. d. Soc. geol. italiana, vol. II, 1883, pag. 12.

⁽⁴⁾ C. De Stefani, *Sulle serpentine italiane*, 1884, (Atti dell'Istituto Veneto) pagg. 16, 17, 18.

minando, e ritengo in conclusione sieno rocce metamorfosate un poco a somiglianza di quelle eoceniche della Montagna Reggiana, ma rocce da non confondere con quelle del Sempione, nè con zone di altre rocce verdi più antiche. Terreni che da assai tempo, dal 1892 (*Terreni cristallini della Corsica*), cioè prima del Haug ⁽¹⁾ ritenni « identici in tutto e per tutto, litologicamente e per posizione stratigrafica », a questi della Liguria occidentale sono quelli del Capo Corso e di quasi tutta la regione orientale della Corsica.

È da notare che le dette rocce verdi a glaucofane della Corsica, e così quelle probabilmente più antiche dell'isola del Giglio, stanno come quelle della Liguria occidentale in mezzo ad una regione granitica e sotto azione di acque alcaline provenienti dalla medesima.

Chimica. — *L'Elío nei minerali di Glucinio*. Nota II del Corrisp. A. PIUTTI ⁽²⁾.

In una Nota precedente, che porta lo stesso titolo ⁽³⁾ e nella quale esposi i risultati ottenuti ricercando l'elio in trentotto campioni di minerali radioattivi del glucinio, ho fatta l'osservazione che mentre i berilli ($\text{Be}^3 \text{Al}^2 \text{Si}^2 \text{O}^{18}$) ed i crisoberilli ($\text{Be} \text{Al}^2 \text{O}^4$), esaminati, contenevano elio in quantità variabile, l'unico campione di fenacite ($\text{Be}^2 \text{SiO}^4$) preso in esame non ne conteneva affatto, ciò che permetteva di escludere la derivazione dell'elio dai suoi componenti.

Mi riservavo però di confermare questa conclusione con altri campioni di fenaciti appartenenti a località diverse da quella esaminata di Piracicaba (Minas Geraes, Brasile), ed avendomi potuto procurare tali minerali, aggiungo ora, che ricercandosi in un grammo di ognuno l'elio coll'apparecchio di cui mi servo ⁽⁴⁾, e che permette riconoscere agevolmente la D^3 nei gas svolti da $\frac{1}{20}$ di mgr. di cleveite, non sono riuscito a scorgerne la benchè minima traccia.

I campioni sperimentati furono i seguenti:

| | <u>d</u> |
|--|--------------------------|
| 1. Kragerø, Norvegia (Krautz) | 2,995 |
| 2. Takowaja, Urali (Millosevich) | 3,080 (con crisoberilli) |
| 3. " " " " " (Krautz) | 3,009 " |
| 4. Miask, Urali " | 2,978 |
| 5. Specimen Park, Maniton Colorado " | 2,986 |
| 6. M. Antero, Chaffee Cty " | 3,016. |

⁽¹⁾ E. Haug, *Études sur la tectonique des Alpes Suisses* (B. S. G. F. (3) XXIV, pag. 552), 1896.

⁽²⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto chimico-farmacentico della R. Università di Napoli.

⁽³⁾ Ved. Rend., vol. XXII, serie 5^a, 1^o sem., fasc. 3^o (2 febbraio 1913).

⁽⁴⁾ Memorie R. Acc. Lincei, serie 5^a, vol. VII, pag. 465.