

S. FRANCHI

(R. Ufficio geologico, via Santa Susanna N. 1-4, Roma)

- I. **La zona delle pietre verdi fra l'Ellero
e la Bormida e la sua continuità fra
il Gruppo di Voltri e le Alpi Cozie.**

- II. **Sulla tettonica della zona del Piemonte.**



ROMA
TIPOGRAFIA NAZIONALE DI G. BERTERO E C.
Via Umbria

1906

La zona delle pietre verdi fra l'Ellero e la Bormida e la sua continuità fra il Gruppo di Voltri e le Alpi Cozie

Sommario. — Introduzione — Importanza delle faglie nella struttura delle Alpi liguri — Faglie trasversali — Struttura a gradinata della cresta di culmine — Grandi linee di frattura longitudinali della zona del Brianzone — Probabili rapporti di alcuni di essi coi ricoprimenti dell'Ubaye — Struttura imbricata — *Facies* semi-cristallina del Trias medio nelle sinclinali della sommità del ventaglio (sinclinali del Mondolè e di Bossea) — Profilo lungo l'Ellero con sinclinali di Trias medio a *facies* cristallina — Trias inferiore e medio a *facies* mista lungo le valli Corsaglia e Casotto — Formazione calcescistosa con rocce a glaucofane di Montaldo — Passaggi dai calcari dolomitici ai calcari marmorei ed ai calcescisti — Continuità di alcune zone dal Corsaglia all'Ellero — Età triasica non dubbia di quella formazione — Gli affioramenti di Trias a *facies* mista delle valli Gesso, Vermenagna, Ellero, Corsaglia, Mongia, Tanaro e Bormida stabiliscono la continuità della zona delle pietre verdi fra le Alpi Cozie ed il Gruppo di Voltri.

Una delle più imbarazzanti fra le obiezioni che si movevano contro l'età secondaria della zona delle pietre verdi nelle Alpi Cozie era il contrasto un po' stupefacente e poco spiegabile fra i complessi litologici delle due *facies* di terreni secondarî (*facies* brianzone e *facies* cristallina) che si notavano sopra lunghe estensioni ai due lati di una non molto potente zona permo-carbonifera. Alla obiezione si poté rispondere mostrando i passaggi laterali rapidissimi da una *facies* all'altra (per es. dai calcari dolomitici a *Pleurotomaria solitaria* e ad *Avicula exilis* ai calcescisti) nella stessa zona delle pietre verdi, coll'argomento dei fossili dei calcescisti e colle sfumature, passaggi ed alternanze fra i calcescisti ed i calcari fossiliferi del Trias; argomenti tutti di gran valore, il cui complesso non lasciava più adito ad alcun dubbio sulla questione.

Tuttavia era pur sempre desiderabile il ritrovamento in qualche regione di altri argomenti, se non più convincenti, almeno più intuitivi, che togliessero ogni ombra di dubbio anche a quelli che, non conoscendo le Alpi Cozie, potevano serbare qualche sospetto che gli affermati passaggi laterali e le alternanze non potessero invece essere interpretati in modo diverso.

E tanto più era desiderabile una maggior luce, che fosse avvertibile dai più, ora che nuove attraenti teorie ci mostrerebbero sotto punti di vista nuovi ed inattesi la struttura dell'intera Catena Alpina ¹.

Ed a queste teorie qualcuno potrebbe ricorrere per spiegare la grande vicinanza di due *facies* così differenti di terreni secondari, supponendo che quello a *facies* cristallina non sia autoctono, ma sia stato *carreggiato* da regioni più interne, fino ad addossarsi ed a ricoprire il Permo-carbonifero ed i massicci gneissici della zona del Monte Rosa, che avrebbe scavalcati.

I dubbi potrebbero trovare un certo fondamento nel fatto che la tettonica della zona delle pietre verdi è stata solo abbozzata nelle sue grandi linee per una parte delle Alpi Cozie, rimanendo essa tuttora assai incerta nei particolari, e dall'altro fatto che vi sono regioni, come le Valli di Lanzo, dove la tettonica della grande massa di pietre verdi, salvo nei suoi rapporti coi massicci gneissici, è tuttora un grande enigma.

La maggior luce auspicata ci è offerta dalle Alpi Liguri, in alcuni punti del cui versante nordico le pietre verdi sono localizzate in orizzonti ben definiti, e dove la tettonica, causa lo sviluppo del Trias inferiore con caratteri ordinari, in punti dove il Trias medio pre-

¹ P. TERMIER, *Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes*. B. S. G. F., t. III, 1904. — M. LUGEON et E. ARGAND, *Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont*. Comptes Rendus Ac. Sc., 15 mai 1905. — ID. ID., *Sur les homologues dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont*. C. R. A. Sc., 29 mai 1905. — P. TERMIER, *Les Alpes entre le Brenner et la Valtelline*. B. S. G. F., t. V., 1905.

senta invece la *facies* cristallina, riesce più facilmente riconoscibile. Sopra queste osservazioni ho fatto una comunicazione alla riunione della Società geologica italiana nel marzo 1906. Desidero dare ora su di esse più ampie notizie, che serviranno di conferma alla struttura generale tettonica delle Alpi Cozie anteriormente enunciata (1898).

Nelle Relazioni annuali al R. Comitato geologico sui rilevamenti del 1903 e del 1904, nonché in una comunicazione fatta alla riunione iemale della Società geologica italiana del 1904 ho brevemente accennato ai principali risultati del rilevamento nelle alte valli dell'Ellero, Corsaglia, Casotto e Tanaro, tanto dal punto di vista stratigrafico che da quello tettonico.

Li riassumo brevemente.

Dal punto di vista stratigrafico risultò una maggiore estensione dei terreni posteriori al Trias, oltrechè nelle alte cime delle Alpi Liguri anche in una delle più importanti pieghe sinclinali, quella del M. Mondolè, la quale si prosegue verso E. per Bric Fantino, Pian Camussera, B. Costella, Montrossino, Cima Ciujera e l'Antoroto, per scendere nella Valle del Tanaro ed attraversarla ¹.

Verso occidente quella sinclinale è interrotta bruscamente dalla linea di frattura Colletta Marzolere-Colle Bauzano-Colla Rossa, la quale porta i terreni post-giuresi a contatto coi porfidi permiani

¹ In una carta geologica dell'Appennino settentrionale alla scala di 1:500,000 del prof. F. Sacco, edita nel 1904, è indicata una zona di terreni giuresi tra il Mondolè e la valle del Tanaro, il cui andamento corrisponde a quella da me indicata nella Relazione al R. Com. geologico del 1903. La massa del Mondolè costituente la parte più giovane della sinclinale dissimetrica dovrebbe però essere segnata come cretacea, con una lunga striscia verso il Colle dei Termini, non in Trias medio. Nella stessa carta appaiono per la prima volta sopra una carta geologica gli affioramenti di Giurese che coronano l'alta Valle Argentina (Triora) da chi scrive scoperti nel 1891, e nei quali col Di Stefano si rinvenne una interessante fauna a *Terebratula diphia* e cefalopodi. Avvertasi però che i limiti di quelli sono alquanto lontani dal vero.

Cima Roncalin-Monte Durand; però, oltre Ellero, essa ha il suo evidente proseguimento nelle sinclinale dissimmetrica, con salto importante dal suo lato meridionale Cima di Cars-Roccie Bruseis, ed oltre Pesio in quella di Roccie Ciamussè, i cui terreni si collegano direttamente a quelli della Cima delle Fasce e di Testa Ciandon, che separano il bacino di Limone da quello del Pesio. Un altro salto importantissimo passante per la Porta del Colle separa verso Nord la massa di Roccie Bruseis dal Permiano e penetra nel vallone di S. Giovanni di Limone, con direzione inclinata di circa 30° rispetto al salto Tetti Bruce-Tetti Braja, il quale interrompe la sinclinale triasica con pizzicatura eocenica, della Costa Maurin. Quest'ultima faglia e questo affioramento eocenico sono già stati indicati nella cartina annessa ad un lavoro sulla galleria di Tenda.

Altri numerosi salti talora molto importanti, si osservano trasversalmente all'andamento delle pieghe al Colle (Croce) di Malabera, poco ad O. della Cima Marguareis, ed ai colli del Pa, delle Saline, nonchè al Bocchin d'Aseo, attraverso all'alta linea di culmine delle Alpi Liguri, estendentesi fra Cima delle Fasce ed il Pizzo di Conoglia. Per effetto di alcune di esse i porfidi permiani sono portati a contatto col Giurese, col Cretaceo o coll'Eocene, e nel suo complesso un profilo lungo la linea di quelle alte cime ci offre un esempio tipico di *struttura a gradinata*¹, che difficilmente si supporrebbe, conoscendo gli andamenti delle pieghe non molto divergenti da quello della catena culminante.

Queste fratture trasversali e quelle cui ho accennato precedentemente dovettero manifestarsi come fenomeni concomitanti delle grandi faglie parallele alle pieghe, che dalla regione Colle di

¹ Il sunto relativo alla comunicazione, nella quale oltre ai principali fatti stratigrafici e tettonici raccolti nell'ultima mia campagna prendevo in esame il lavoro del prof. P. Termier *La synthèse des Alpes*, per quanto si riferiva alle Alpi occidentali italiane, essendo stato presentato in ritardo, non potè essere stampato unitamente al verbale dell'adunanza suddetta della Società geologica.

Tenda-Limone vanno ad attraversare il Gesso e la Stura, e sono certamente legate al forte cambiamento nella direzione delle pieghe e fa^lie suddette da quelle che osserviamo nel cuore delle Alpi Liguri, ed alle tanto differenti condizioni in cui sono avvenute le dislocazioni e le pieghe nel versante meridionale di esse, dove viene a mancare il massiccio resistente dell'Argentera. L'affioramento più orientale dei gneiss di questo si osserva poco distante dalle sorgenti della Roja, presso il fondo della valle omonima.

La grande frattura del Colle di Tenda, che giunge al Gesso e lo attraversa poco ad oriente di Valdieri (falde O. di Rocca Vacciarampi e di Rocca Pissousa) non è che la più importante di una serie di pieghe ^o ~~che~~ mostrano nella zona del Brianzese fra la Stura di Cuneo e la Vermenagna, una struttura imbricata delle più caratteristiche.

La più importante di tali fratture dopo quella del Colle di Tenda è quella che si sviluppa parallelamente ad essa dai pressi di Limone ad O. di M. Vecchio, alla bassa Valle Grande di Vernante alla valle di S. Giacomo, alle falde occidentali di M. Calà al Tetto Massa ed ai pressi di Tetti Chero, portando in ricoprimento Trias medio, Trias inferiore e Permiano, fittamente ripiegati, sull'Eocene o sul Giurese, con rigetti raggiungenti certamente qualche chilometro. Questa importantissima frattura si protrae oltre Gesso fra C. Sales e Rabas ed oltre Stura ad Ovest di Mojola sempre con gli stessi caratteri.

E' dubbio se costituisca il prolungamento di questa grande frattura o di una di quelle che seguono verso S.O la grande faglia che dai pressi della Trinità (Demonte) tiene la falda sinistra dell'Arma, donde esce a M. Savi (falda Sud) per proseguire a mezzodì della Cima Salè, ai colli Piepulera, del Gias e Montagnotta, per scendere alla Stura presso Preinaro. In tutto questo sviluppo quella faglia porta il giurese in sovrapposizione, con contatto meccanico, sull'Eocene di quella estesa zona che è separata, lungo la Stura, dalla faglia Preinaro-Bersezio-Argentera-Colle della Mad-

dalena, dalla zona eocenica Bersezio-Enchestraye. Altra frattura obliqua meno importante in questa regione è quella del Colle Servagno che porta il Trias più volte ripiegato del M. Oserot a rovesciarsi sul Giurese di M. Giordano e sull'Eocene di Servagno. Minori fratture trasversali sono quelle dei valloni di C. Secre e di Canforat.

Ritornando alla valle del Gesso, un'altra faglia meno importante si mostra lungo il vallone di Roaschia alle falde di Monte Arpion, Bousson, Tetti Barilot, contrafforte N.E di R. Vacciarampi, e Rocce Sanvimerese oltre Gesso, dove separa una strettissima sinclinale cretacea ed eocenica dal Giurese.

Allo sbocco dello stesso vallone, presso i Tetti Bandito havvi una inserzione, per duplice faglia, di un cuneo di scisti anagenitici di aspetto permiano, ma eocenici, in mezzo ai calcari marmorei del Giurese. Tali scisti si estendono fin presso Andonno, dove passano ad arenarie con nummuliti, e rappresentano l'estremità della ristrettissima sinclinale eocenica che attraversa il contrafforte fra Stura e Gesso, pizzicata fra i calcari giuresi delle Cime Sabench e delle Piastre ¹.

Tutti questi fatti mostrano quale parte importantissima abbiano le faglie nella tettonica delle Alpi Liguri, e specialmente nella zona del Brianzone, che noi potremmo dire zona del Colle di Tenda, per quanto riguarda la parte italiana.

Ad alcune delle grandi fratture ora menzionate si collegano

¹ Questi scisti anagenitico-conglomeratici si osservano alla base del Nummulitico ai vicini Tetti Manfranco e di altri lembi della stessa sinclinale nell'alto vallone di Roaschia. Essi dimostrano l'emersione antenummulitica del massiccio del Mercantour, poichè includono ciottoli dei porfidi permiani analoghi a quelli dell'Abisso. Anche il Kilian trovò ciottoli di granito in arenarie eoceniche del lato occidentale del massiccio. D'altra parte il granito in arenarie pure alla sua emersione durante quell'epoca [arenarie del Nummulitico superiore delle valli Stura, Tinea e Pourriac (grès d'Annot) e della zona di *H. labyrinthica* nelle valli Roja ed Argentina].

certamente quelle che dettero luogo ai grandi ricoprimenti dell'Ubaye descritti da Kilian e Haug.

Ma torniamo alla sinclinale del Mondolè. Il Trias inferiore vi è rappresentato da quarziti ed anageniti con forme scistose e sericitiche, però sempre abbastanza distinto dal sottostante permiano. Il Trias medio (con *Encrinus liliiformis* a M. Cars e nel vallone Sbornina) è essenzialmente rappresentato da calcari dolomitici con sviluppo di calcari cristallini micacei e da calcescisti talora cloritici e localmente da banchi ottrelitici, specialmente verso la base, al contatto colle quarziti.

Ai calcari dolomitici del Trias medio si sovrappongono i calcari marmorei, localmente con forme arenacee e con calcari scistosi marnosi, con banchi a Nerinee, Itierie e Corallari, certamente giuresi superiori e con ottrelitifiri rossi alla base¹.

A questi calcari si sovrappone la grande massa di scisti calcari talora arenacei, semicristallini, con marmi e arenarie grossolane del M. Mondolè, a cui nel lato meridionale di esso si associano zone scistose e arenacee di tipo ecocenico.

Io ho precedentemente notata l'esistenza a Testa Ciandon ed a Cima delle Fasce di una coperta di calcari marnosi in straterelli, identici a quelli che, con validi argomenti, riuscii a determinare come cretacei nella Valle Roja e nella regione fra il Colle di Tenda e la Stura di Cuneo². La stessa formazione scistosa si osserva alle Rocce Camussè e Bruseis ed alla Cima di Cars, sovrapposta ai calcari marmorei, e solo al Mondolè essa muta sensibilmente

¹ Lembi giuresi cogli stessi fossili sono quelli che si incontrano alla salita dall'Ellero al Colle delle Saline e sulla strada della forra del T. Negrone, denominata *la fascetta*.

² S. FRANCHI, *Il Giurassico ed il Cretaceo nei dintorni di Tenda, Briga Marittima e Triora nelle Alpi Marittime*. (Boll. R. Com. geol., anno 1891, fasc. 4°).

— ID. *Contribuzione allo studio del Titonico e del Cretaceo nelle Alpi Marittime italiane*. (Boll. R. Com. geol., anno 1894, fasc. 1°).

di aspetto, mostrandosi, ad esempio, di nuovo con facies poco differente, cioè sotto forma di calcari bigi marnosi in straterelli, con esilissime patine sericitiche, a Sud dell'Antoroto ed al Colle del Termine. Alle falde dell'Antoroto però analoghi calcari scistosi alternano con zone di calcari marmorei, per modo che si rimane dubbiosi se essi rappresentino una facies del Giurese o lembi di Cretaceo inclusi nel Giurese.

L'ascrizione al Cretaceo della formazione scistosa del Mondolè non è dunque senza fondamento, non escludendo però che vi possa essere rappresentato l'Eocene, col quale in altri punti, come a Cima delle Fasce e presso La Croce di Malabera, non è sempre facile il segnare il limite di quel terreno, che in alcuni luoghi si presenta sotto forma di calcari scistosi in straterelli molto simili a quelli cretacei, ed include lenti di calcari con nummuliti.

Le forme litologiche cristalline e calcescistose della parte inferiore del Trias medio indicate innanzi, e l'aspetto semi-cristallino dei terreni giuresi e post-giuresi della sinclinale del Mondolè, indicano nei terreni in essa compresi un certo grado di metamorfismo, superiore a quello che riscontrasi negli analoghi terreni nella catena di culmine delle Alpi Liguri e nella valle del Tanaro, dove, se pure esistono calcari semi-cristallini alla base del Trias medio, non si trovano mai calcescisti ben caratterizzati.

Alla Rocca Ferrà, presso Ponte di Nava, al Trias medio si sovrappone una formazione scistoso-marnosa e brecciosa color caffè-e-latte ad elementi di calcare dolomitico, che potrebbe rappresentare il Retico od il Lias inferiore; e su di esso poggia una potente formazione di calcari marmorei bigi di diverse gradazioni, a strati generalmente sottili, includenti masse più compatte, nella quale furono trovate in vari punti Belemniti. Essi corrispondono all'analogia formazione che si può osservare ai contrafforti orientali tanto della Cima di Marguareis che del Mongioie, interposti fra i calcari ceroidi bianchi o bigio-chiari o rosei con Belemniti, delle due vette ed il Trias medio che li sopporta. E appunto alla Rocca Ferrà, alla

sommità di quei calcari bigi, grossi banchi di calcari ceroidi rosei, sovente amigdalari, con rostri di Belemniti, ivi scavati per marmi, li separano da pochi calcari marnosi tabulari-ardesiaci (Cretaceo?) e dall'Eocene, con lenti di calcare nummulitico e rappresentano, gli equivalenti del Giurese superiore di quelle alte cime.

Pure una cristallinità assai limitata presentano il Trias, il Retico ed il Lias che nei dintorni di Zuccarello e specialmente nella media valle del Pennavaira, dove si presentano in serie rovesciata ¹.

Nella sinclinale che è adiacente a quella del Mondolè verso Nord e che si estende dal Colle delle Marzolere al Colle del Prel e scende a Bossea, per proseguire bipartita alla Cima Prajetto ed alla Cima Seriot, presentando fenomeni di dislocazioni ingenti e curiosissimi, e la cui massa calcarea si riattacca alla precedente per le masse di Cima Cujera, che ricopre la dorsale anticlinalica che le separa, prevalgono nel tratto occidentale i calcari cristallini ed i calcescisti sui calcari dolomitici, ed anche nella parte orientale

¹ Il Retico con fossili caratteristici è stato rinvenuto al Colletto di Salè (vedi Relaz. Com. geol. sulla campagna geologica 1896) e nei dintorni di Zuccarello (Albenga), dove furono estratti molti esemplari di Terebratulæ, fra cui *T. gregaria* e qualche esemplare di *Avicula contorta* (1890). Sono pure compresi nella stessa ristretta zona dei calcari marmosi a *Corallari* e scisti marnosi nerasti con esemplari laminati di *O. sublamellosa*, sotto Zuccarello.

Alcune escursioni di quest'anno mi permisero di seguire la zona litologicamente ben caratterizzata con banchi di calcari nerasti a patina vordognola, banchi dolomitici e marnosi a terebratulæ e con banchi di corallari, dal Monte Ceresa a Zuccarello, quindi attraverso a M. Arena a Castelbianco ed alle falde Sud di M. Lapen. Nel versante di destra del Pennavaira detta zona tiene il basso della valle a Nord di M. Castellermo e dolcemente risale verso la Croce d'Arnasco, presentando non forti pendenze, da 15° a 20°. Al disotto stanno calcari bigi e nerasti, soventi a strati ondulosi, con noccioli e lenti selciose, contenenti frequenti rostri di Belemniti, crinoidi ed in qualche punto Ammoniti, riferibili al Lias inferiore; al disopra si sviluppa una grande zona di calcari dolomitici bigi del Trias superiore costituenti il M. Arena e le masse di M. Nero di M. Castellermo. Havvi quindi un grande rovesciamento sul quale darò in seguito ulteriori notizie.

quelle rocce figurano ancora ben sviluppate, e rappresentano coi calcari dolomitici, il termine del Trias immediatamente soprastante alle quarziti, cioè il Trias medio.

Cosicchè noi constatiamo in due sinclinali adiacenti, separate al più da 2 km. di permiano e Trias inferiore, due *facies* di Trias medio abbastanza diverse fra loro, mentre il Trias inferiore che rimane lo stesso nelle due sinclinali suddette, è specialmente costituito da quarziti ed anageniti, con potenza fra i 300 ed i 500 metri.

Nelle basse valli Ellero, Corsaglia e Casotto e in quelle minori del Maudagna e del Roburentello, che si inseriscono fra quelle maggiori valli, mancano i terreni posteriori al Trias, e questo presenta dei complessi litologici molto differenti da quelli che ora abbiamo esaminati per la parte alta di quelle e dell'alta valle del Tanaro.

E mentre nelle alte regioni la nettezza dei caratteri litologici dei due membri del Trias e del Permiano permettevano il districamento della complicata tettonica, nelle suddette basse regioni il passaggio frequente del Trias inferiore a forme essenzialmente scistososericitiche con solo locali (lenticolari) sviluppi di quarziti e di anageniti, e la frequente sostituzione di calcari marmorei, di cipollini e di calcescisti ai calcari dolomitici, rendono la individuazione delle masse e delle zone assai difficile, sicchè la tettonica rimane in certi punti assai oscura.

Tuttavia, partendo da qualche profilo tratto da una regione, dove fortunatamente il membro inferiore del Trias presentasi coi suoi caratteri ordinari e con tettonica ben distinta, ci sarà possibile affermare l'esistenza nelle prealpi monregalesi di un Trias medio a *facies* mista di calcari dolomitici fossiliferi con calcari marmorei, cipollini e calcescisti e lenti di rocce verdi serpentinosi ed anfibolitiche, offrendo così un nuovo argomento in favore della età secondaria della zona delle pietre verdi, che prima d'ora ripetutamente affermai essere rappresentata nei terreni secondari dei

dintorni di Mondovì, fra Villanova e Monfieis e fra San Michele e Torre (*Sull'età mesozoica*, ecc., 1898).

Siccome verrà meglio chiarito in seguito, lo Zaccagna affermò fin dal 1887 la presenza di un Trias con calcescisti, cipollini e marmi e calcari dolomitici nella valle Corsaglia; solamente egli lo credeva cosa distinta dalla zona delle pietre verdi.

Le regioni presentanti così differenti facies dei terreni triasici sono fra loro separate da una grande zona anticlinale di cui primo lo Zaccagna aveva dimostrato avere grandissima importanza nella struttura delle Alpi Liguri, cioè quella Bric Mindino, M. Alpet, pressi di Frabosa (vedi la Carta geologica di A. Issel, L. Mazzuoli e D. Zaccagna pubblicata nel 1887), nella cui prosecuzione verso Est, oltre Tanaro, affiorano il Carbonifero di Calizzano e le rocce gneissiche ed anfiboliche, che secondo Rovereto sarebbero assimilabili alla formazione gneissica precarbonifera del Savonese.

Tra il Bric Mindino e Pamparato, come a M. Alpet ed al Besimauda, trasversalmente alla cui massa si notano 10 km. di potenza di porfidi quarziferi e rocce derivate, la zona anticlinale suddetta è pure essenzialmente costituita da porfidi e da forme di laminazione metamorfosate, e subordinatamente, specialmente presso il contatto colle quarziti del Trias inferiore sulle quali si rovescia, da scisti sericitici, nei quali soventi sono riconoscibili elementi porfirici. Le rocce porfiriche più sviluppate sono bigio-verdiccie scure a grandi feldspati, offrenti soventi l'aspetto di gneiss ghiandoni, e che per forti laminazioni e contemporanea metamorfosi si trasformano in specie di gneiss e micascisti cloritici e sericitescisti¹. Il medesimo tipo si ritrova sviluppatissimo su larga estensione fra il Colle del Termine ed il Pizzo d'Ormea, e non manca nella massa del Besi-

¹ Una striscia di questi porfidi perfettamente zonati ed a grandi inclusi felspatici, ricordante un po' certi gneiss ghiandoni, ma conservante tutte le caratteristiche microscopiche dei porfidi, si trova presso il diruto casotto di caccia del Re nell'alta valle Casotto, dove sopporta quasi direttamente le quarziti ed anageniti del Trias inferiore.

mauda, alle falde orientali, presso San Bartolomeo, dove trovansi forme di passaggio ai porfidi quarziferi a grana più minuta.

A Nord di quella grande anticlinale seguono numerose pieghe, le quali sono generalmente ribaltate verso settentrione, come già indicò lo Zaccagna. Alcune delle cerniere di tali pieghe, rialzandosi in corrispondenza della valle dell' Ellero, il Trias di esse è stato completamente abraso nel contrafforte tra questa valle e il Pesio, nel lungo tratto fra la cima delle Piastre ed i pressi di Roccaforte, mentre invece fra l' Ellero e la valle Maudagna si notano lungo il crinale cinque sinclinali di Trias inferiore, includenti rocce calcaree del Trias medio : 1° quella della colletta di Marzolere; 2° quella assai sottile di T. Pianassi, a S. di B. Fornelli; 3° quella più importante di Cima Castelletto a N. di Miroglio, che si collega alle masse calcaree di Frabosa; 4° quella della falda nord di Punta Tamerla; 5° quella delle case Villaret, i cui calcari dolomitici si collegano attraverso l' Ellero alla grande massa dei calcari dolomitici, coi noti fossili, di Villanova-Mondovì.

L' esame della costituzione di dette sinclinali, seguendo il profilo fig. 1, Tav. III, ci servirà di opportuna introduzione alle diverse questioni che ci proponiamo di trattare in questo breve scritto.

Al Colle Marzolere, a Sud di Prea (V. dell' Ellero), un salto brusco porta a contatto i calcari dolomitici e marmorei ed i calcescisti col permiano della costa Cima Roncalin-Cima Durand, roccie calcaree quelle che sono il termine occidentale della importante sinclinale Colle di Prel-Bossea a Nord di Monte Moro, la quale per la Cima Cujera si collega coi calcari dolomitici di Costa Bella, che servono di imbasamento ai calcari giuresi ed alle formazioni più giovani (Cretaceo ed Eocene?) che costituiscono la massa sinclinale del Mondolè.

Al contrafforte ovest di Monte Malanotte, presso il limite dei calcescisti e calcari tabulari micacei colle quarziti ed anageniti, nel basso del pianoro di Pranevoso sono banchi di rocce scure, zeppe di minuti cristallotti di cloritoide, ricordanti alcuni ottrelitofiri grafitici delle Alpi Apuane.

Il salto suddetto si protrae quindi verso sud lungo l'alta Maudagna e volge a Colle Bausano, dove separa il Permiano ed il Trias dalla massa del Mondolè, al Gias Culatta ed a Monte Grosso.

Le quarziti del Trias inferiore del ramo sud di quella prima sinclinale triasica dissimmetrica, che dirò di Bossea, si trovano solo in fondo al vallone, mentre quelle del ramo nord costituiscono la Cima Marzolere, in zona larga 150 metri, a banchi raddrizzati.

La falda nord di detta cima è in gran parte in porfidi a grande inclusi felspatici, e le due piccole testate a Sud di B. Fornelli sono in quarziti, con una sottile pizzicatura di calcari quella quotata 1294, ed in calcari, con bordatura simmetrica di scisti sericitici, che li separano dalle quarziti, la testata minore che segue più a nord. Sarebbero due piccole sinclinali calcaree rappresentate da sottili lembi del fondo della loro cerniera.

Queste sinclinali finiscono ai due lati delle dette testate, poichè la costa ribassata di Baracco è tutta in porfidi e rocce porfiroidi, e la grande massa anticlinale di Monte Moro è quasi tutta in quarziti ed anageniti che ivi hanno eccezionale sviluppo.

Dalla Cima Fornelli alla Cima Friosa è un alternarsi di banchi e zone di quarziti ed anageniti, soventi a grandi ciottoli quarzosi. Tali rocce sono disposte ad anticlinale chiara a B. Fornelli, e presentano una disposizione sinclinale presso la bassa di Friosa, mostrando a nord di essa banchi raddrizzati di anageniti grossolane di cui sono formati le aspre rupi del contrafforte sud-est di Cima Friosa ed il costolone che si stacca dalla falda occidentale di B. Rodarera.

Nel tratto ribassato di crinale, tra la Cima Friosa (B. Mondoglia della carta al 50,000) e B. Miroglio, s'incontrano le rocce porfiriche di un'anticlinale permiana che si stacca dalla massa del B. Acacio, ed attraverso il Maudagna sopra Miroglio. Al disopra di questo abitato la valle è attraversata dalle quarziti ed anageniti del ramo meridionale di una terza sinclinale molto importante, quella di Frabosa, di cui già trattò lo Zaccagna.

I banchi di quelle rocce quarzitiche costituiscono il B. Miroglio fino alla sua falda Nord, e si dirigono verso Est alla Cima del Fai, rovesciandosi sulle rocce calcaree della Cima Castelletto, che rappresentano la prosecuzione della massa in cui sono aperte le note cave di marmo di Frabosa.

Lo Zaccagna parlando della massa marmorea di Frabosa non esita ad equipararla cronologicamente alle masse fossilifere di Villanova Mondovì ed alla massa calcarea di Montalto « la quale consta di un miscuglio di calcare di tipo di Villanova (calcare dolomitico bigio-cristallino), di calcescisti e di cipollini, che dominano specialmente dove essa è tagliata dal Corsaglia ».

E malgrado la costituzione litologica notevolmente diversa di questa zona sinclinale calcarea non vi ha dubbio che essa debba riferirsi al Trias medio, per la sua chiarissima inserzione in una sinclinale di Trias inferiore tipico, il cui ramo meridionale corre dal B. Miroglio alla Cima di Fai, e quello settentrionale, con potenza ben maggiore, costituisce l'alta cresta P. Bricca-B. Foltera e tutte le pendici verso il Maudagna, che ne taglia i banchi anagenetici in rupi altamente pittoresche, a valle di Miroglio.

La massa calcarea di Cima Castelletto è costituita da calcari marmorei-cristallini, soventi micacei, in alcuni punti vivamente contorti, passanti talvolta a forme calcescistose e includenti lenti assai limitate di calcari dolomitici (nella piccola conca ad Est della più alta cima), ed è separata dalle quarziti della Bricca da una ben sviluppata zona di scisti sericitici sui quali verdeggiano, quali oasi fra tanta nuda roccia, i prati delle Stalle Castelletto.

La stessa massa calcarea alle falde di Cima del Fai, in destra del Maudagna, è costituita oltre che da calcari marmorei da veri calcescisti presso la fornace (q. 976 m.) a Sud di Craverola.

Nel tratto della Costa Invernazza che sta a S. di C. Pozzo, tra il B. Foltera e la P. Tamerla, havvi un ritorno di Permiano, per mezzo di un'anticlinale amplissima verso l'Ellero (radicantesi tra Menzano e Norea), ma in quella costa restringentesi rapidamente

per terminare poco ad oriente a cuneo, in mezzo ad un grande sviluppo di Trias inferiore. Su questo, in modo tettonicamente poco chiaro, è deposta la piccola massa calcarea della cima quotata 956 m. a N.N.O di Frabosa Sottana.

Le rocce calcaree del Trias medio riprendono a Nord della P. Tamerla, dove formano una sinclinale complessa, la cui piega più profonda si manifesta nella ristretta zona di calcescisti, rovesciati verso Nord, che, ad occidente di S. Maurizio, vengono a contatto colle quarziti delle cave del Castello di Roccaforte; zona questa che più ad oriente, nella regione Lulla, si allarga e comprende una potente massa di calcari marmorei con qua e là poco calcare dolomitico.

E' questo un complesso litologico analogo a quello della sinclinale di Frabosa, ma con un maggiore e più schietto sviluppo di calcescisti, talora filladici, e di filladi.

Nella Costa di S. Matteo, a Sud di C. Bragasso, una larga zona di scisti sericitici separa i calcescisti dalla massa di calcari dolomitici che costituiscono la estremità Nord di quella verso S. Matteo. Sono in dubbio se questi scisti debbansi considerare come una forma argillosa metamorfica (filladica) del Trias inferiore che a N.O di Roccaforte, alla Costa Neranotte, affiora tra due masse di calcari dolomitici, ovvero come equivalenti dei calcescisti. In questa ultima ipotesi il Trias inferiore nella zona suddetta sarebbe rappresentato da una ristrettissima zona di quarziti presso la casa di quota 628; zona che sarebbe ivi in anticlinale fortemente laminata, equivalente dell'ampia anticlinale di Monte Borello già da me altra volta illustrata con un profilo (*Sull'età mesozoica, ecc.* p. 327).

Intanto l'esame del precedente profilo, parallelo ad un tratto del corso dell'Ellero, ci ha mostrato il Trias medio con una costituzione litologica particolare, ben diversa da quella delle alte regioni delle Alpi Liguri, e comprendere talora quasi esclusivamente calcari marmorei più o meno micacei, calcescisti e filladi, che localmente sono talora molto sviluppati.

Dico fin d'ora che il termine di calcescisti ivi usato corrisponde esattamente alla definizione petrografica colla quale lo si è adoperato finora parlando della zona delle pietre verdi, e lo stesso dovette intendere il mio collega Zaccagna nei brani sopra ricordati, senza di che egli non avrebbe mancato di farlo notare, descrivendo egli nello stesso lavoro un profilo attraverso alle Alpi Cozie, dove i calcescisti tipici, contenenti le pietre verdi, hanno un grande sviluppo.

Ho voluto incominciare parlando di un profilo la cui tettonica è molto chiara e non lascia dubbio sull'età triasica di diverse zone di calcescisti, per parlare in seguito della adiacente regione, tettonicamente meno chiara, attraversata dal T. Roburent, dal Corsaglia e dal Casotto, dove le associazioni litologiche sono analoghe, ma dove havvi un grande sviluppo di calcescisti, presentanti in vari punti delle intercalazioni di rocce verdi identiche a quelle delle Alpi Cozie. In questa regione la tettonica è molto complicata e difficilmente districabile; però le osservazioni litologiche ed i passaggi frequenti fra calcari dolomitici e marmorei, e tra questi e calcescisti sono così chiari ed evidenti, le loro intercalazioni con quarziti, anageniti e scisti sericitici sono così ripetute e la continuità di alcune di queste masse calcari con qualcuna del profilo precedentemente descritto è così manifesta, che non può rimanere alcun dubbio che non si tratti sempre della formazione triasica ora esaminata nella parte più occidentale della stessa regione.

Già dissi come la grande anticlinale permiana B. Mindino-P. Stopè-M. Alpet si rovesci cogli strati delle sue rocce porfiriche laminate e metamorfosate sulle quarziti del Trias inferiore. Queste hanno un affioramento non interrotto dal B. Ravaira oltre il T. Mongia per le falde N. di Piano Stopè al Castelluccio di Pamparato, quindi per la Serra Sciandre, le falde N. del B. Colme e il B. Vermaglio, giungono al Corsaglia, a' pressi di Straluzza (M. Sapel) e vanno a collegarsi colle quarziti del B. del Fai del ramo Sud della

sinclinale di Frabosa, mantenendo in generale direzioni poco discoste dalla E-O. Però più a Nord gli andamenti delle pieghe sono molto irregolari, per cui riescirebbe quasi impossibile indicarne sistematicamente l'individualità, gli andamenti e la successione.

La zona di quarziti con anageniti suddetta lascia incerti se essa costituisca una pizzicatura sinclinale ristretta ovvero il solo ramo meridionale di una grande sinclinale. Includendo essa nel suo mezzo a guisa di amigdale una massa dei calcescisti e dei calcari marmorei a Nord di Serra e la maggior lente delle stesse rocce del contrafforte S.E di Monte Paylà ad Est di Frabosa, dove sono aperte cave di marmo e di calcescisti, sembrerebbe più logico il ritenerla come una sinclinale laminata, malgrado che siavi una differenza notevole fra il complesso roccioso delle zone che la fiancheggiano, e malgrado le intercalazioni in lenti isolate e poco potenti di calcari marmorei e di calcescisti nel complesso di scisti sericitici molto cristallini, con locale sviluppo di ottinoto e di cloritoide, che a Nord di essa si osservano, e singolarmente nei dintorni di Pamparato.

E' indubitato però che a Nord di questo villaggio il T. Casotto taglia una potente massa di Permiano, costituito da porfidi a grandi felspati, *porfidi ghiandoni*, generalmente laminati e metamorfosati, in mezzo ai quali si presentano pure masse poco potenti con forme granitoidi, come in qualche punto della Costa Dardella e più a Nord.

Il Permiano a facies porfirica costituisce ivi come un ellissoide allungato da Nord a Sud, ed è ricoperto da una potente zona di rocce *porfroidi* laminate, scisti sericitici che qua e là passano a scisti quarziticci e raramente a vere quarziti, sulle quali riposano in diversi punti importanti masse di calcari dolomitici, presentanti talora delle sifonee indeterminabili.

In alcuni punti, ad esempio nel profondo taglio del Corsaglia a N.O di Monasterolo, verso la base delle rocce scistose e più in alto verso il Bric Ferma il Gallo sono diversi banchi, di cui alcuni

potenti, di rocce anfiboliche zonate ricche in glaucofane, ed a Nord dell'abitato suddetto, nella parte superiore degli scisti lucenti sericitici, havvi frequente sviluppo di cloritoide, che trovasi pure presso S. Colombano nelle rocce porfiroidi laminate, e in molti altri punti.

Le rocce a glaucofane suddette sono chiaramente intercalate nelle rocce scistose del Permiano a N.N.O di Monasterolo e negli scisti sericitici poco a mezzodì di N.^a S.^a del Pilone (B. Ferma il Gallo).

Quattro principali masse di calcari dolomitici circondano l'elissoide permiano suddetto; due sul contrafforte tra il Casotto ed il Mongia, la prima fra la regione Grif e la Colla Bassa, l'altra fra T. Vallardita ed il Bric omonimo, dove presenta diplopore, ad oriente di Monasterolo. Queste due masse si riuniscono poi nella valle del T. Mongia.

Calcari dolomitici si osservano quindi in masse minori, alternanti con scisti lucenti sericitici calcariferi o no, fra la Madonna di Codevilla, il Monte Soja e le falde del B. Toselle, dove giunge la coperta oligocenica. Altre masse calcari dolomitiche con calcescisti e calcari marmorei, ad andamenti poco chiari, comprendono delle quarziti ed anageniti (C. Michelotti) nel versante destro del Casotto che termina al B. delle Rocchette, dove giungono i calcari dolomitici a diplopore della grande massa di Torre-Mondovì.

Ma veniamo alla determinazione delle altre due grandi masse di calcari dolomitici, alle quali accennai precedentemente.

La terza delle suddette masse è quella intersecata dalla strada di Pamparato fra C. Galliani (Codevilla) e Lorie, ed in mezzo alla quale è l'abitato di Roburent. Essa forma le cime di B. Rolanda e del Bricasso, con struttura carsica, talchè dalle frequenti doline imbutiformi e dalle caverne, la regione prese il nome di *I Buzi* (I buchi).

Sono calcari dolomitici bigi più o meno scuri, a stratificazione imperfetta, che vengono al loro contatto inferiore a sovrapporsi

agli scisti sericitici lucenti, talora quarzosi, talora filladici varicolori. Il Rio Roburentello limita tale massa ad occidente tra C. I Nasi ed i pressi del molino di Codevilla, dove però il calcare diventa marmoreo, ed include solo amigdali brecciate di calcare dolomitico, alle falde della rupe quotata 884 m. Ivi presso gli scisti sericitici, con quarziti ed anageniti sviluppate localmente (R. Giardina, R. Parocie) seguendo l'andamento N.N.O della massa calcarea si sovrappongono ad essa, lasciandone due testimoni isolati tra B. Lisone e T. Carletto, e più giù attorno al km. 12 sulla strada di Pamparato.

Nella prosecuzione della massa calcarea verso N.N.O non si trovano più che i calcescisti della massa di Montaldo, presentanti qua e là lenti a dimensioni ridotte di calcari marmorei.

Ad occidente della massa calcarea sopra descritta, fra gli scisti sericitici e filladici, sono lenti e zone quarzitiche, ed altre masse calcari essenzialmente marmoree che voglio subito indicare. Una minore fra B. della Croce ed il B. Roccarina, presentante ivi bella struttura carsica. con ampie doline, l'altra molto più ampia di B. Marole-B. Rivoera, che si estende in direzione N.O per terminare biforcandosi a C. Roatte e presso Roà di Volpe, dove è separata per mezzo di scisti sericitici dalla bella massa di quarziti ed anageniti Deviglia-Bric Roccon, che il taglio profondo del Coraglia mostra nettamente foggiate ad anticlinale grandiosa.

Quello dei rami di detta massa calcarea che termina sopra C. Roatte riprende sotto C. Lardini, e si prosegue nelle masse di calcari marmorei e brecciati (scavati per marmi) di B. Roccon, poscia in quelle di calcarei marmorei tabulari scavati nei dintorni dell'abitato di Bertolini (tav. Frabosa Soprana al 25,000). Questi calcari con altre zone più sottili che s'intercalano fra scisti sericitici e quarzitici alle falde di Monte Cervetto, corrispondono al fascio complesso di pieghe di rocce calcari della falda settentrionale del Bric Tamerla, del profilo precedentemente descritto. I depositi quaternari antichi, a grandi blocchi che si sviluppano nei colli fra Serra San

Giuseppe e la Serra di S. Luigi, le alluvioni del Maudagna ed alcuni lembi di Oligocene impediscono di vedere il collegamento di quelle zone calcaree-calcescistose, ma la loro corrispondenza non è dubbia.

Ho voluto tener dietro verso N.E al proseguimento della massa calcarea anticlinale di Bric Rivoera, interessante essa pure per la sua morfologia carsica, specialmente presso C. Molinari, perchè essa è la più settentrionale fra quelle il cui sviluppo si può seguire su lunga estensione e fino al profilo anzi descritto, essendo quelle più a Nord ricoperte nelle loro parti occidentali dai depositi miocenici e dalle alluvioni dell'Ellero fra Villanova e Mondovì.

Ora siccome la massa calcarea che si trova immediatamente a settentrione della zona suddetta presso l'Ellero è la massa S. Matteo-Villanova, largamente tagliata da quel torrente, così è facile vedere che ad esso corrisponde la massa calcarea dolomitico-marmorea di Roburent (R. Buzi-Bricasso); e, visti gli andamenti N.O-S.E dominanti nei dintorni di Torre-Mondovì, le masse calcaree che in quella direzione si incontreranno non avrebbero più le loro corrispondenti verso occidente, le quali sarebbero occultate dal quaternario che sta a Nord di Villanova.

Ciò premesso passiamo a discorrere della quarta delle grandi masse di calcare dolomitico che stanno attorno alla imperfetta ellissoide permiana della Costa Dardella (Pamparato-Monasterolo).

Di quella massa calcarea non è chiara la prosecuzione a Nord del T. Casotto, ma a Sud di esso la si tocca dai pressi di C. Aschieri fin presso i casali di Casotto soprano. Il suo limite S.E passa presso la vetta del B. Ferma il Gallo, dove confina con scisti quarziticci con inserzioni di anfiboliti sodiche (a glaucofane) poco discosto di N.^a S.^a del Pilone, costituendo essa il Monte Curto ed il basso dei contrafforti orientali della Collina S. Giorgio, costituita da scisti filadici-sericitici. Lungo questo limite sonvi quarziti compatte rappresentanti il Trias inferiore presso C. Vignati in fondo al vallone, ed a mezzodì della Madonna del Pilone sono pochi calcescisti con

calcarei cristallini alternanti, che si interpongono fra calcari dolomitici e certi scisti quarzo-sericitici che dobbiamo ritenere equivalenti al Trias inferiore. In questi sono le lenti di anfiboliti sodiche.

Il limite N.O. passa a circa 400 m. a Sud della Roata Soprana e scende fin presso a Borbera nel vallone omonimo. Lungo questo limite ai calcari dolomitici, talora con crinoidi, si addossa concordantemente una potente zona di scisti filladici, che a loro volta sono ricoperti da calcescisti, con intercalazioni sottili di calcari cristallini arenacei e con rare e sottili lenti di anfiboliti sodiche. E' utile segnalare fra queste la lente che si trova fra Borbera e Costa e l'altra che si incontra a 200 m. dallo stradale sopra una carreggiabile di campagna che da quello si stacca appena usciti dal villaggio di Torre verso Roburent.

Chi salga da Torre a S. Elena attraversa una grande massa di calcescisti con pendenza Nord; i quali al p. q. 690 sono ricoperti proprio alla sommità del crinale da un residuo del deposito ciottoloso dell'Oligocene fin presso S. Bernardo, dove già affiorano le filladi micacee fino alle radici del contrafforte verso Bric del Frate.

I calcescisti suddetti presentano intercalazioni di banchi dolomitici presso il p. 672 e più oltre verso Piazza, e alla chiesa di questo borgo sono ricoperti dalla grande massa di calcari dolomitici, presentante in più punti diplopore, che forma lo sperone di S. Pio, il contrafforte S.O. di B. della Rocchetta, e che è incisa dal Corsaglia, lungo le cui sponde affiora fin presso C. Quarelli. Ivi i passaggi fra calcari dolomitici e calcescisti sono, secondo che affermai altra volta, chiarissimi e ripetuti.

Alla stessa massa appartengono i calcari dolomitici dell'estremità del contrafforte di Montaldo fra Roburentello e Corsaglia a Nord del Martinetto, dove s'addossano ai calcescisti, e quelli costituenti i contrafforti di Bric Pasquin fra le Moline ed il Rio Marsettasco. Sono lembi della stessa massa poggianti su calcescisti e ricoperti dall'Oligocene i calcari dolomitici che affiorano fra C. Pasquin e S. Matteo, su pel vallone delle Moline, ed i lembi affioranti fra

quel terreno a C. Grassi, a C. Gherbo, a C. Melo. E' dubbio se sotto di esso si colleghino con essa le piccole masse di calcari dolomitici affioranti nel vallone Arinella, dove, presso C. Bossi, vengono a contatto colle quarziti di cui è formato il M. q. 593, e che sono incise dal torrentello fino a poca distanza dalla confluenza col T. Ermeno, poco lungi dal Santuario di Vico. Lo stesso si dica delle masse limitate di calcari dolomitici e di quarziti affioranti fra l'Oligocene presso Monastero di Vasco. .

All' infuori delle masse dolomitiche summenzionate a N.E della estesa sinclinale marmorea calcescistosa B. Rivoera-B. Roccon-R. Lulla, che dirò sinclinale *S. Anna di Collarea-Roccaforte*, il Trias è rappresentato essenzialmente da una formazione di calcescisti con lenti di calcari marmorei o tabulari micacei, con zone di scisti filladici e rare lenticciuole di rocce a glaucofane, *formazione* che dirò *dei calcescisti di Montaldo-Mondovì*. Essa, fra il Ponte Soprano e il Martinetto, è tagliata per circa cinque chilometri dal Corsaglia, lungo il quale è possibile esaminarne assai bene la costituzione, gli andamenti e le pendenze che variano ripetutamente. La stessa formazione fra il B. delle Vigne (E. di Montaldo) e i pressi di Monastero, dove viene ricoperta dal Miocene, la si osserva sopra 6 km. nel senso della direzione degli strati. Presso il Ponte Sottano, sul Corsaglia, delle breccie e dei calcari dolomitici si vedono far passaggio ai calcescisti, non diversamente da quanto si osserva per le più frequenti lenti di calcari cristallini, soventi micacei e cloritici.

In questi calcescisti e nelle masse di calcari cristallini intercalate sono aperte qua e là cave di marmi per lastre, scalini, davanziali come quella indicata nella carta come *cava di gneiss* sulla strada da Torre a Roburent (tav. Pamparato al 25,000), dove sono invece calcescisti gneissiformi, riccamente micacei e cloritici.

I passaggi frequenti dai calcescisti ai calcari marmorei e da questi ai calcari dolomitici tipici del Trias, talora con fossili, non lasciano dubbi sulla equivalenza di quelle tre forme rocciose, come forme laterali concomitanti di uno stesso terreno, il Trias medio

(e forse anche superiore), anche indipendentemente dalle osservazioni fatte più ad occidente nella valle dell'Ellero, dove la sinclinale marmorea-calcescistosa Roccaforte-S. Anna di Collarea ha la sua evidente prosecuzione.

Interessanti sono i rapporti fra i calcescisti e le quarziti ed anageniti della bellissima anticlinale di Trias inferiore, tagliata dal Corsaglia fra il Ponte dei Gorrazzi ed il Ponte Soprano, formanti le caratteristiche rupi del Bric S. Bernardo e di Deviglia da un lato, e quelle della cima quotata 786 m. dall'altro.

Il contatto fra la formazione calcescistosa e la quarzitica avviene circa 180 m. a S.O. del Ponte Soprano, proprio in corrispondenza di banchi calcari cristallini arenacei e calcareo-quarzitici con rubellana, contenenti in lenticciuole e straterelli il minerale di manganese che dette luogo a ricerche minerarie.

Fra S. Bernardo e Deviglia una zona di scisti sericitici si sovrappone all'anticlinale quarzitica, e sopporta a sua volta la grande massa calcareo-marmorea B. Marole-B. Rivoera, che, siccome già è stato detto, su quella anticlinale si biforca, ed il cui ramo S.O. forma la più volte citata sinclinale *Roccaforte-S. Anna di Collarea*. Il ramo N.E. presso Roà di Volpe presenta uno sviluppo di calcari cristallini grossolonomente arenaceo-quarzosi con passaggio a calcescisti della grande massa di Montaldo, la quale così, tanto per i suoi rapporti col Trias medio che col Trias inferiore ben caratterizzati si manifesta come certamente triasica.

I calcescisti della regione di cui discorro eran ben noti allo Zaccagna che ne parlò descrivendo le pieghe del versante settentrionale del suo profilo attraverso le Alpi Marittime, dove parla della massa calcarea « di Montaldo, pure assai estesa, e formata dall'insieme di due di queste pieghe minori, la quale consta di un miscuglio di calcare del tipo di Villanova di calcescisti e di cipollini che dominano specialmente dove essa è tagliata dal Corsaglia ». Noto che è appunto in questa massa di calcescisti di Montaldo che, presso Torre, sono inserite le piccole lenti di anfiboliti sodiche (a glaucofane) citate innanzi.

Nel mio lavoro « Sull'età mesozoica della zona delle pietre verdi » cercavo di dimostrare l'età triasica della formazione calcescistoso-filladica con masse di serpentine che viene a contatto coi calcari fossiliferi di Villanova-Mondovì, dando un profilo tra la valle dell'Ellero e la pianura di Pianfei ¹.

Nello stesso lavoro ² parlavo dei calcescisti con lenticciuole di serpentina, che sono incisi dal Corsaglia a valle di C. Quarelli presso Torre Mondovì e che mi parevano sottoposti ai calcari dolomitici. Vero o no questo rapporto di posizione, non parmi possa esservi dubbio sull'età consecutiva di quelle due forme rocciose che presentano contatti per concordanza assoluta. D'altra parte non vi sarebbe ragione per supporre l'esistenza a contatto colla stessa massa dolomitica di calcescisti e filladi con serpentine arcaici e di altri secondari con anfiboliti glaucofaniche.

Nelle valli ad oriente del Casotto havvi un affioramento di calcescisti con pietre verdi presso Mombasilio, più oltre ne indicò pure lo Zaccagna a Poggicosta, a Nucetto e presso Bagnasco nella valle del Tanaro, dove masse di pietre verdi figurano nel Trias inferiore ³.

E a Biestro, nella regione fra Tanaro e Bormida, lo Zaccagna rilevò nella scorsa campagna geologica diverse masse di rocce verdi (serpentine, diabasi) *inserite* in quella zona di scisti, che nelle Alpi marittime si interpone quasi costantemente fra le quarziti del Trias inferiore ed i calcari del Trias medio, costituendone come un termine di transizione. Altre masse di rocce verdi associate coi calcari del Trias furono rilevate dallo Zaccagna presso Millesimo.

Nella valle della Bormida si osserva presso Cairo il passaggio

¹ Boll. R. Com. geol., 1898, p. 327.

² Id. id., p. 214.

³ Vedasi in D. Zaccagna: *Osservazioni geologiche sulle Alpi occidentali*; e la *Carta geologica delle Alpi marittime* di Issel, Mazzuoli e Zaccagna, 1887.

dai calcari dolomitici ai calcescisti, passaggi che si osservano poi fra i calcari dolomitici di diverse masse e gli scisti plumbei, che dei calcescisti tengono il posto nella regione fra Cairo e Cairo Montenegro, dove pure si sviluppano frequenti masse di rocce verdi.

Alcune di queste masse sono accompagnate da radiolariti metamorfosate (con granato, glaucofane, crocidolite) ¹. Quelle di C. delle Isole sono però separate da una massa di eufotide da una zona calcareo-calcescistosa.

Quei passaggi, gli scisti a radiolarie di C. delle Isole e la sovrapposizione di eufotidi con serpentine ad una gran massa di calcare dolomitico alle falde di Bric del Giogo e di Cima della Biscia, sono fatti più volte da me ricordati dal 1901 in poi, come provanti direttamente l'età secondaria delle pietre verdi liguri ².

Sicchè, quantunque non sia possibile lo stabilire definitivamente in tutti i suoi particolari la tettonica intricata della regione ³, l'esistenza nel versante settentrinale delle Alpi Liguri di una estesa formazione calcescistosa con serpentine ed anfiboliti sodiche, intimamente associata con calcari marmorei e calcari dolomitici fossiliferi del Trias medio, rimane un fatto pienamente acquisito, dopo le osservazioni dello Zaccagna e le mie.

E se si pon mente che la zona anticlinale permiana Bric Mindino-M. Alpet corrisponde tettonicamente alla più settentrionale fra le pieghe in cui è logico supporre si suddivida la grande massa permiana del M. Besimauda, alla quale si collega per mezzo dell'an-

¹ Vedasi perciò il mio lavoro: *Contribuzione allo studio delle rocce a glaucofane* ecc. Boll. R. Com. geol. anno 1902.

² Vedasi quello che è detto a proposito della riunione della Società geologica di Francia nel settembre 1905 a Torino nel Boll. R. C. geol., 1905, n. 4.

³ Ad esempio è finora inesplicata la presenza di un grande pilastro di quarziti a strati leggermente inclinati verso Nord nel letto del Corsaglia, presso il ponte sul vallone di Borbera, all'uscita di Torre; così pure è della diretta sovrapposizione dei calcescisti, presso il limite loro colla grande massa di calcari dolomitici.

ticlinale di Miroglio, e per M. Agacio e Cima della Pigna; e se si riflette alla continuità fra il Permiano del Besimaudda e il Permo-carbonifero della grande zona delle Alpi Cozie, già da me considerata avere struttura a ventaglio anticlinale, salta tosto agli occhi la chiarezza e la semplicità di un fatto, che si può così enunciare: *Una medesima zona permo-carbonifera di ampiezza varia ma continua, a struttura anticlinale più o meno complessa, separa, tanto nelle Alpi Cozie che nelle Alpi Liguri e nei contrafforti intermedi fra la Stura e la Vermenagna, delle regioni presentanti due differenti sviluppi di Trias, quello a facies brianzonese all'esterno, quelli a facies cristallina o mista di calcari dolomitici con calcari cristallini e calcescisti con pietre verdi, all'interno della zona suddetta, rispetto all'arco alpino.*

A quelli che tennero dietro alle discussioni avvenute sull'età della zona delle pietre verdi delle Alpi Occidentali non sfuggirà certo la grande importanza dell'enunziato precedente, poichè esso, mostrando la continuità dalle Alpi Cozie alle Alpi Liguri di un Trias a facies mista con calcescisti, pietre verdi e calcari dolomitici, all'interno di una certa zona permo-carbonifera, rende manifesta la identica struttura anticlinale di quella zona nelle due sezioni delle Alpi. E siccome la struttura a ventaglio anticlinale per il Permo-carbonifero delle Alpi Liguri è un fatto ormai fuori discussione, analoga struttura, come io con discussioni e profili ho cercato di dimostrare, fin dal 1898, deve essere ammessa per il Permo-carbonifero della grande zona delle Alpi Cozie meridionali.

Parimenti la dimostrata struttura a pieghe ripetute coricate verso l'interno dell'arco alpino del Trias a facies mista delle Alpi Liguri viene a confermare la analoga struttura sinclinale complessa della zona delle pietre verdi delle Alpi Cozie (zona sinclinale del Monviso), da me dimostrata nel 1898.

Ma l'importanza dell'enunciato suddetto è pure maggiore per la luce che da esso viene indirettamente sull'età della grande massa di rocce verdi del gruppo di Voltri, dimostrata, come dissi, secondaria per altra via. La grande zona permo-carbonifera M. Alpet-

Bric Mindino di cui si è parlato dianzi si collega a quella delle Alpi Liguri orientali delle valli Bormide, a Nord della quale affiora solo in lembi il Trias, addossato al Permiano od in spuntoni in mezzo al Tongriano.

Sotto di questo terreno però, in grazia dell'enunziato precedente, noi dobbiamo ritenere si prosegua il Trias a facies mista della valle Corsaglia a contatto colla zona permocarbonifera, nel suo lato settentrionale, ampiamente sviluppato, sia pure con cambiamenti di costituzione litologica, fino alla Bormida di Spigno, dove esso si immedesima colla massa di pietre verdi di Voltri.

L'enunziato precedente, legando fra loro in una sintesi gli affioramenti discontinui di calcescisti con pietre verdi nel versante settentrionale delle Alpi Liguri, ci mostra la loro assoluta continuità, malgrado che nel passaggio da queste al gruppo di Voltri si osservi un grande mutamento nel complesso litologico, analogo a quelli che pure si notano nella zona dalle pietre verdi delle Alpi Cozie e Graie, ad esempio nel passaggio dalle regioni circuenti il Monviso alla massa di questo, in cui hanno tanto eccezionale sviluppo le pietre verdi, come nel gruppo del Rocciavré e nelle valli di Lanzo.

Questi risultati del rilevamento dello scorso anno mostrano una non inattesa estensione di fatti enunciati precedentemente, ed hanno un grande valore di conferma dell'affermazione da me fatta sulla continuità della zona delle pietre verdi secondarie dall'Appennino ligure alle Alpi pennine ¹.

Per chi creda secondari i calcescisti del versante settentrionale delle Alpi Liguri non è più lecito affermare una diversa età (pre-paleozoica od arcaica) per i calcescisti delle Alpi Cozie, trattandosi di due parti di un solo tutto stratigrafico e tettonico.

Ancora alcune osservazioni io desidero esporre in riguardo alle Alpi Liguri.

¹ *Ancora sull'età mesozoica, ecc. (p. 159 e 177).*

Anzitutto si deve notare che dei calcescisti e dei cipollini se ne trovano alla base del Trias medio in varî punti dell'alta valle Corsaglia e nella valle del Tanaro, all'esterno della zona permiana anzidetta; però tali rocce sono subordinate alla facies dolomitica del Trias medio, alla quale, da quel lato, non si sostituiscono mai completamente.

Tale localizzazione in un orizzonte ben determinato, alla base del Trias medio, in una regione con sviluppo normale del Trias Brianzese, di calcescisti e cipollini, aggiunge valore al fatto che si afferma di un Trias a facies mista, con locale prevalente sviluppo di quelle forme litologiche, togliendo fin d'ora valore alla obbiezione che qualcuno potrebbe muovere che, anzichè di un Trias a facies mista, si tratti realmente, nel versante settentrionale delle Alpi Liguri, di un miscuglio intimo di due diversi terreni. Questa obbiezione d'altronde non regge quando si esamini il profilo della fig. 1, in cui calcari marmorei e calcescisti sono talora associati coi calcari dolomitici e con questi evidentemente compresi entro a sinclinali di Trias inferiore, *visibili* in tutto il loro sviluppo, sui fianchi del contrafforte montuoso fra l'Ellero ed il Maudagna.

Nelle Alpi Cozie e nella zona del Piccolo S. Bernardo i calcescisti presentarono Belemniti e si mostrarono sovrapposti al Trias superiore, sicchè parte di essi è a ritenersi certamente liasica; ma le grandi masse di calcescisti dei dintorni di Mondovì (Valle Corsaglia) sono così intimamente associate col Trias, che lo sceverarne una parte da riferirsi al Lias sembra cosa finora impossibile.

Possono forse considerarsi come superiori e liasiche la formazione calcescistosa con serpentine dei pressi di Villanova e quella che si osserva lungo il Corsaglia a Nord di C. Quarelli (Torre Mondovì), includenti pure pure piccole masse serpentinosi; ma ogni riferimento cronologico sarebbe arrischiato.

La parte delle Alpi occidentali che presenta costituzione litologica più somigliante con quella del cosiddetto gruppo di Voltri sono proprio le Valli di Lanzo, dove appunto le diverse masse di rocce

verdi hanno sviluppo prevalente sulle alte rocce scistoso-micacee, (vedi la Carta geologica delle Valli di Lanzo redatta sui rilievi del R. Ufficio geologico da E. Mattiolo).

E tanto nelle Valli di Lanzo che nel gruppo ligure la tettonica è appunto resa assai incerta dal predominio di grandi masse di rocce massiccie, quali le rocce peridotiche. Nè valgono in questo ultimo gruppo la grande zona prevalentemente calcescistosa di Voltri, con direzione prossima alla N-S, separante le due più grandi masse serpentinosi, nè la zona calcescistosa avvolgente irregolarmente a mezzodì la massa del Monte Penello, nè le minori interessantissime zone Chiesino-Bric dell'Assa e di Muledo, separanti sottili zone gabbro-serpentinose, con direzioni pure prossime alle N-S, al lato orientale della stessa massa, nè infine la interessantissima zona di calcari triasici Mad. del Gazo-Monte Torbi-Isoverde, su cui si addossano le rocce verdi che stanno alla base della formazione scistosa eocenica di Val Polcevera, a suggerirci quale possa essere l'assetto tettonico di questo interessantissimo gruppo, certamente affetto da ripiegamenti multipli e complicati.

Roma, giugno 1906.
