

ESCURSIONI GEOLOGICHE

FATTE NELL'ANNO 1872

DA

T. D.^r TARAMELLI

PROF. TITOLARE DI STORIA NATURALE.

ESCURSIONI GEOLOGICHE FATTE NELL'ANNO 1872

DAL

D.^r TARAMELLI TORQUATO

PROF. TITOLARE DI STORIA NATURALE

Nello scorso anno si continuò la esplorazione geologica della provincia e fu specialmente diretta allo studio della formazione *cretacea*, della quale si è fatta parola soltanto per incidenza nei volumi precedenti di questi Annali. Fu scelto il gruppo del M. Cavallo, perchè quivi la detta formazione è più potente, più estesa e più sollevata sul livello marino che altrove; onde si poteva sperare di trovarvi una traccia per ulteriori ricerche, nel resto della provincia.

Una escursione nell'Istria, presentò allo scrivente l'occasione di poter stabilire dei confronti tra le condizioni geologiche di quella penisola e quella del Friuli. Questi confronti pure si espongono perchè opportuni a stabilire gli equivalenti della serie friulana. Nello sviluppo di tali confronti parve degna di studio speciale una formazione affatto superficiale, ma di epoca certamente terziaria, e variamente interpretata dai geologi: quella, cioè, della *Terra rossa*.

Altre escursioni nella regione *giurese* del Friuli e precisamente nei monti di Gemona e di Cavazzo, hanno somministrato dei dati stratigrafici troppo isolati per meritare di essere ora accennati. Quindi l'annuale rendiconto dei lavori geologici si riduce a tre parti, cioè:

- 1.° Cenni stratigrafici sul gruppo del M. Cavallo.
- 2.° Parallelo tra la serie eocenica del Friuli e l'equivalente serie dell'Istria.
- 3.° Dell'origine della *Terra rossa* nelle Alpi giulie meridionali.

Cenni stratigrafici sul gruppo del M. Cavallo.

Ultima vetta di quella elevata e diruta catena dolomitica e calcarea, che separa il Friuli dalle provincie di Belluno e di Treviso, si innalza, a ponente di Aviano, il M. Cavallo. Esso pure dirupato verso la cima, che tocca i 2250 metri sul livello marino, riposa maestoso sopra una serie di dossi, che si elevano dalle falde terziarie di Sarmede, di Sarone, di Barcis e dell'Alpago e formano un altopiano alla media altezza di 1200 metri. Questo altopiano, morbidamente ondulato, si avvala a ponente nel magnifico bacino boscoso del Cansiglio e si continua nel versante friulano col *piano del Cavallo* e coi monti sopra Malnisio. A levante ed a ponente esso presenta un pendio considerevole e continuo, ed è tutto all'ingiro limitato da un terrazzo orografico assai distinto.

Per contrasto di caratteri orografici, per interesse geologico, per amenità di prospettive è decisamente uno dei più bei gruppi delle prealpi venete. Visto da Udine sul tramonto, è di una vaghezza singolare e di una irresistibile attrattiva. Dalla marina di Grado e dalla spiaggia istriana, lo si scorge con un profilo così vario e così artistico, così in armonia colle vette più settentrionali e così marcatamente da esse distinto, che lo si ricorda quindi con dolce rimembranza e con vivo desiderio di tentarne la salita. Tale desiderio io nutriva da anni, nè poteva essere meglio appagato. Tantopiù che ebbi la fortuna di intraprendere questa escursione con ottima e colta persona, il signor D.^r Antonio Cardassi di Budoja.

La salita, meno che per gli ultimi trecento metri, non presenta grande disagio e non è punto pericolosa. Il panorama è stupendo. Sotto ai piedi ondeggia l'altopiano calcarea, imboscato a ponente e tutto a pascoli verso mattina. Tra il verde delle macchie si scopre, da un'altezza di quasi due mila metri, lo specchio del lago di S. Croce, tinto in glauco, siccome un prato cosparso di rugiada, a cui fanno vaga cornice i pendii amenissimi dell'Alpago. A settentrione una fuga di monti sempre più lontani, sempre più giganteschi, bizzarrissimi; a ponente i colli trevigiani, regolarmente allineati come le ultime ondate di una burrasca; a mezzogiorno ed a levante il piano sino alla spiaggia adriatica e lo svolgersi della cerchia delle Alpi Giulie, irta di vette dolomi-

tiche nel suo tratto triassico e degradantesi con altipiani sempre meno elevati ove si sviluppano i più recenti terreni mesozoici.

Il gruppo montuoso del Cavallo è quasi totalmente costituito da calcari cretacei e rappresenta una continuazione della forma orografica ad altopiano, che distingue le Giulie meridionali. Più sollevato però ed a stratigrafia più accidentata, ha gli strati calcari rialzati ed infranti per modo da formare lungo l'altipiano stesso una cresta più elevata che le attigue vette dolomitiche del Raut, del M. Maggior e del M. Dignona. Per tale complicazione di curve stratigrafiche, la complessiva potenza della formazione cretacea appare più considerevole di quanto lo sia realmente. D'altronde dalla vicinanza di queste vette dolomitiche e dalle relazioni stratigrafiche della formazione cretacea colla dolomitica risulta assai probabile la esistenza di una interna ossatura di dolomia, rivestita da una volta variamente infranta di calcare cretaceo.

Per intendere i principali accidenti di questa interessante disposizione stratigrafica conviene esaminare più da vicino l'aspetto orografico della regione compresa tra le Zelline e la pianura friulana, da un lato, e tra l'Alpago e la valle di Mareno dall'altro; regione appunto che ha il suo vertice al M. Cavallo.

Il piano del Cansiglio ed un altro piano più depresso ed attiguo costituiscono il fondo di un vasto bacino, che ricorda gli *entonnoirs* del Giura, descritti dal signor Desor. Un rialzo quadrato, a guisa di vallo, li circonda; ed è costituito da dossi calcari poco elevati, tra i quali sono più distinti i M. Pizzoc, M. Croce, Colle alto, Colmaggiore, Vetta Paradiso, M. Candaglio, Col grande e Colle Arnerio. Il M. Cavallo si eleva a tramontana di quest'ultimo e quindi all'angolo settentrionale del vallo anzidetto, la cui diagonale è diretta da N a S. Il bacino del Cansiglio, come quelli del Giura e come gli altipiani del Carso, presenta dei pertugi imbutiformi chiamati *inglotidors*, per i quali l'acqua scompare, si disperde tra le fessure delle masse calcari e ricompare con sorgenti perenni al Gorgazzo di Polcenigo (42m) ed alle sorgenti del Livenza (38) nel versante friulano, e dal lato occidentale alimenta i laghi lapisini (374 e 273m) ed il fiume Meschio, che si unisce al Livenza sotto Sacile. Analogamente il fiume Timavo e le numerose sorgenti lungo la spiaggia istriana adducono l'acqua bevuta dalle riarie superficiali del Carso, e la stupenda e poco nota sorgente d'Oliero, a Nord di Bassano, scarica nel prossimo Brenta le acque, che si raccolgono nella parte orientale dell'altipiano dei Sette Comuni.

Esternamente al vallo, cinto dai dossi summentovati e da altri

moltilissimi ed uniformi, discende tutto all'ingiro un terrazzo orografico, che verso la valle di Mareno e verso le origini del Livenza si continua sino alle alluvioni od alle più umili colline terziarie; mentre, verso il bacino dell'Alpago e la valle delle Zelline e più ancora verso le colline di Caneva, declina gradatamente con lento pendio. Il piano del Cavallo ha presso a poco l'elevazione stessa del piano del Cansiglio. È limitato a ponente dal monte dello stesso nome ed a mattina, da una serie di dossi, che si dirige verso lo sbocco delle Zelline nel piano, a Montereale. A settentrione ed a mezzodi si svasa nelle due valli di chiusa del R. Caltea e del T. Conazzo, dei quali il primo confluisce nelle Zelline a Barcis ed il secondo, piegando bruscamente a levante, sotto la cappella di S. Tomè, sbocca nel piano e vi distende tra Budoja e Castello di Aviano il biancheggiante suo talus di macigni calcari. Sul piano del Cavallo abbondano i pascoli e sono popolati dalle migliori mucche, che io abbia vedute nel Friuli. Lungo la valle del R. Caltea sonvi boschi foltissimi di faggio. Nella valle del Conazzo o di S. Tomè le rade zolle erbose e gli arbusti inerpicantisi tra i dirupi rendono ancor più selvaggio ed imponente l'aspetto delle pareti quasi verticali.

Al di là delle Zelline, lo sprone calcareo dei monti di Malnisio e Montereale continua col Fara e col Iouf, e scompare quindi sotto le formazioni terziarie dei colli di Maniago e di Poffabro, che esattamente rappresentano la continuazione dei terreni isocroni del vallone bellunese e dell'Alpago. A proposito di queste località ho scritto alcuni cenni nel volume V° degli Annali del R. Istituto Tecnico di Udine.

Sotto questo mantello di rocce arenacee e di molasse, il calcareo cretaceo si appoggia discordante alle testate della formazione dolomitica dal Raut, che quindi si sviluppa estesissima nel bacino idrografico delle Zelline, sino all'altezza della Mauria. Questa condizione stratigrafica, dalla quale dipende naturalmente il contrasto delle creste dolomitiche coi dossi calcari della creta e degli uni e degli altri colla morbida orografia della regione terziaria, è la naturale continuazione degli identici rapporti, che si osservano più ad oriente, dalla Meduna all'Isonzo.

Quali si osservano nell'Alpago e nella comba da Barcis al Meduna, i terreni eocenici e miocenici si ripetono con piccole modificazioni alle falde S O del gruppo del Cavallo, nel tratto da Sonogo alle colline di Sarmede. Quivi però si aggiungono le molasse ed i conglomerati del *Miocene superiore* e del *Pliocene inferiore*, le quali rocce affiorano per lembi interrotti dai dintorni di Sacile fino a Montereale, ricoperte di

boschi e di coltivi e fanno lieto basamento alle falde calcari, molto franose e quasi spoglie di vegetazione. Alla presenza di questi lembi si deve in gran parte quel succedersi così continuo di ameni paeselli e di borgate industriose, attraverso le quali è così gradevole la gita da Sacile a Maniago. Alcuni depositi non coltivabili di lignite presso Caneva, Sarone e Budoja, stabiliscono probabilmente il limite tra i due orizzonti suaccennati.

Tolti questi lembi terziari, l'intero gruppo del M. Cavallo, sino al M. Caulana e sino al Raut è, nella parte visibile, costituito da calcari cretacei. La tavola annessa indica le curve prevalenti. In generale gli strati sono ondulati sull'altipiano del Cansiglio; piegano sensibilmente a S S O nel gruppo dell'Arnerio e del Cavallo, e piombano ancora più bruscamente verso il piano, da Montereale a Polcenigo. La curva più comprensiva sarebbe una anticlinale da Sacile ad Andreis, della quale il rilievo del M. Cavallo è un accidente accompagnato dallo scoscendimento della massa, fortemente inclinata verso il Friuli, e dal prossimo affioramento della discordante formazione dolomitica del M. Caulana. Il profilo del gruppo in discorso, veduto da Udine, coincide ad un dipresso colla intersezione di questa volta col piano dell'inclinazione.

La massa calcare da Polcenigo a Montereale presenta, specialmente verso la base, delle bizzarre contorsioni; certamente dovute più alla pressione della massa stessa, spostata dalla posizione originaria, che all'effetto immediato del sollevamento. Il presentarsi poi queste contorsioni più comunemente alla base del gruppo eretaceo indica che l'attuale sua disposizione stratigrafica è poca diversa da quella lentamente assunta pel sollevamento poscretaceo, anteriore alle oscillazioni, che determinarono delle chiare discordanze tra i diversi orizzonti terziari e più tardi, la definitiva emersione della regione.

Ho percorso a preferenza le testate della formazione lungo i pendii verso la provincia di Udine, secondo linee che partivano da Sarone, da Coltura, da Budoja, da Dardago e da Aviano, e ho scelto nella salita alla vetta il versante orientale. Così ho potuto continuare la sezione di Dardago sino agli strati più recenti, che costituiscono la cima del monte principale. Confrontando i rilievi fatti lungo queste sezioni, ho desunto la seguente successione di piani, litologicamente molto uniformi, ma assai distinti per varia frequenza e per la diversa natura dei petrefatti.

I° Negli strati più profondi, lungo la valle del Conazzo e sopra Coltura e Dardago, si osservano delle piccole *Nerinee* e delle *Caprotine* in un calcare brecciato, grigio o giallognolo, assai compatto. Sono però

poco frequenti e prevale la roccia omogenea, conosciuta sotto il nome di pietra di Aviano. Presso Sarone la grana è più cruda e la potenza degli strati maggiore; presso Montereale e Maniago la struttura brecciata della roccia è così distinta, che la si prenderebbe per una roccia di rimpasto, anziché per un deposito infranto e ricomposto in sito. In questi calcari così brecciati, con molta analogia a quanto si osserva nell'Istria meridionale, serpeggiano delle druse di silice pulverulenta, nota sotto il nome di *Saldame*. Si scava con gallerie irregolari e poco prudenti presso Sarone; si lava, quindi si vende a Venezia per la fabbrica delle conterie. Mi parve attendibile ed importante il fatto, raccolto dai lavoranti in quelle gallerie, dello sviluppo di gas acido carbonico, che vi preconizza gli scoscendimenti della roccia e che viene accusato dallo spegnersi dei lumi.

La potenza di questa zona di strati poco fossiliferi è ragguardevole: misurandone col barometro i limiti, ove si presentava più orizzontale, risultò di circa 500 metri, nel tratto a Sud di Coltura (Polcenigo). Compare però assai varia nelle diverse sezioni, sia per originaria differenza di deposito, sia per gli accidenti stratigrafici, che presenta, specialmente nel tratto a NE della valle di S. Tomè e sotto Mezzomonte.

II° Più in alto, il calcare si fa meno compatto e talora farinoso, come un calcare magnesiaco. Il colorito varia dal cinereo al giallagnolo. Le impronte organiche sono rarissime ancora, ma prevalgono le *Radioliti* e scompaiono le *Nerinee*. Anche questa zona è potente almeno 200 metri.

III° Quasi alla vetta del ciglione dirupato, che torreggia sopra Polcenigo e precisamente alla località detta del Faerazzo, a circa 1000 metri di altezza, vennero raccolte dal signor Co. Alderico di Polcenigo delle interessanti impronte di felci e di monocotiledoni; alcune in un calcare bituminoso oscuro, altre in un calcare giallastro poco compatto e fetente; assai analogo ad una roccia, che rinvenni anche nell'Istria a breve distanza dagli strati a *Caprotina*. Da alcuni confronti, che ebbi opportunità di stabilire colle impronte vegetali di Comen e colle illustrazione della flora dei *Gosauschichten* del signor Unger, non ho riscontrata alcuna analogia, e quindi probabilmente trattasi di un orizzonte lacustre intermedio a questi due depositi; sebbene tutti appartengano all'epoca cretacea. Io non rinvenni in altra località tali impronte, ma i calcari farinosi e bituminosi si accompagnano per un tratto considerevole, ed è a sperare che ulteriori ricerche portino nuovi materiali allo studio, che è richiesto dall'importanza e dalla novità del deposito. Frattanto la scoperta del deposito stesso e l'aver arricchito di questi e di altri

fossili interessantissimi, raccolti nei piani superiori della formazione cretacea del Cavallo, la collezione paleontologica friulana del nostro Istituto, sono a merito dell'egregio signor Conte.

La potenza di questi strati è al massimo di 30 metri.

IV° Superiormente al calcare bituminoso e quindi presso all'orlo dell'accennato ciglione dei Monti di Polcenigo e nel versante orientale del Col Tremol e M. Cavallo, ricompajono piuttosto abbondanti le *Caprotine*; in una roccia leggermente cloritica, assai analoga al calcare, che si osserva colle stesse bivalvi a tramontana di Tarcento e di Torlano.

V° A varia distanza dalla base di questa seconda zona a *Rudiste* e per la potenza di cinquanta metri, si presentano assai frequenti le *Nerinee* e le *Acteonelle*. Se ne raccolgono di bellissime al M. Cavallo e presso le capanne di Manzoni e di Figherolla. La miglior località è il *Col dei Schiosi*, a due tiri di fucile dal sentiero, che da Coltura conduce al bosco del Cansiglio; all'altezza di circa 950 metri sul livello marino. Alcune *Nerinee* hanno la lunghezza di 35 centimetri.

Nel versante orientale del M. Cavallo questa zona a grosse *Nerinee*, affiora a circa 200 metri sotto la vetta, perfettamente concordante cogli strati superiori con inclinazione a S S O. Epperò si può calcolare che, posteriormente a questo interessantissimo livello cretaceo, abbia continuato la sedimentazione calcare, non disturbata da alcun rimutamento importante per lo spessore di altri duecento e più metri. Peraltro nelle porzioni più abrase del gruppo montuoso spesso mancano tutti i piani superiori al N. 4.

VI° Ove la serie è più conservata, come ai monti Cavallo ed Arnerio, essa è chiusa da banchi di calcare oolitico, di calcare madreporico, di calcare brecciato a colorito più vario ed a struttura diversa dalle rocce più antiche. Oltre ad alcuni coralli, raccolti dei piccoli *Fusus* e dei *Pecten* abbatanza bene conservati. Non rinvenni però in questi strati alcun esemplare dei generi di rudiste tanto abbondanti, eppur tanto difficili a raccogliersi ed a determinarsi, nei piani più profondi.

La mancanza di sicure determinazioni delle specie raccolte in questa serie mi impedisce per il momento di poter stabilire esatti confronti colla serie cretacea delle Alpi Giulie, che presenta le massime analogie litologiche e di tipo di fauna. Alcune forme di *Rudiste* del colle di Medea si ritrovano anche nel gruppo del Cavallo; ma quivi mancano le specie caratteristiche, mentre compajono le *Hippurites* mancanti a Medea e scarse in tutto il sistema cretaceo delle Giulie.

Allo strato inferiore a caprinellidi ed a piccole *Nerinee* potrebbero

facilmente corrispondere i calcari, talora dolomitici, che costituiscono tutta l'Istria meridionale e la zona di costa occidentale sino a Cittanova. Alla foce del Fiume Quieto rinvenni appunto tali generi di fossili, e le caprinellidi, di piccola mole, si incontrano comunissime nei dintorni di Dignano, di Valle e di Rovigno: sempre in formazioni inferiori alla zona di massimo sviluppo delle *Radioliti*, che affiora nell'interno della penisola e nel Carso di Albona e di Buje.

La potenza complessiva della formazione calcarea della *Creta*, al gruppo del M. Cavallo, è certamente inferiore, anzi poco più della metà, dell'altitudine attinta dagli strati cretacei, che si accompagnano continui dalle falde (a 35^m sul livello m.) fino alla vetta. Questa potenza si potrebbe con sufficiente approssimazione misurare sul versante settentrionale del M. Cavallo, là dove sotto la serie cretacea compare la dolomia del Trias inferiore. Siccome però è indubitata la discordanza tra le due formazioni, così questo dato può essere di valore locale e la potenza variare da luogo a luogo, come era varia all'epoca della sedimentazione calcarea la profondità del fondo dolomitico sul quale si depositarono gli strati cretacei. Ad ogni modo però la massa di questi strati deve essere sostenuta da un'ossatura dolomitica; come lo sono del pari le formazioni identiche delle Alpi Giulie, da cui tratto tratto sporgono discordanti degli affioramenti dolomitici, riferiti dai geologi austriaci al Trias superiore.

In attesa che ulteriori escursioni e raccolte forniscano più copiosi materiali e più sicuri dati stratigrafici sulla formazione *giurese* e sulle relazioni di questa colle serie cretacea e triasica, non mi spingo sino all'interessantissimo bacino di Claut, che giace al punto di unione dei principali confluenti delle Zelline.

Prima di chiudere questo capitolo, credo di qualche interesse anche l'accennare le tracce, che i fenonemi terziari e posterziari lasciarono nell'area esaminata.

In altra occasione ebbi a dimostrare come il bacino dell'Alpago, sino al ciglio calcareo pel Cansiglio (1000^m circa), e la valle di Mareno sino all'altezza di circa 700 metri sul *thalweg*, furono occupate dal ramo orientale del potentissimo ghiacciajo del Piave, che deversandosi sui colli trevigiani, si univa col ramo di Quero e con esso moveva all'Adriatico. Lo stesso accadeva per il ghiacciajo del Brenta.

In ulteriori ricerche lungo il versante orientale dei monti di Coltura e di Polcenigo ho potuto raccogliere dei frammenti di conglomerato quarzoso del Comelico (*Trias inferiore*, gruppo del *Servino*) e

di osservarvi dei massi della roccia stessa tra le dejezioni dei torrentelli, che scendono da quel versante calcare. L'esistenza quivi di queste rocce, di cui sono indubitate la provenienza e le condizioni di trasporto, congiunta al marcatissimo arrotondamento delle falde meridionali del gruppo calcare del M. Cavallo, sino all'altezza di quasi 700 metri, è una prova non dubbia di un deversamento verso oriente dell'immenso ghiacciajo, che presso alla pianura si allargava, si appiattiva, (perchè non sostenuto da alcun appoggio laterale), e si estendeva sino ad essere lambito dal torrente Zelline.

L'esistenza poi di un ghiacciajo isolato dal sistema dei ghiacciaj alpini nella valle di questo torrente è accusata dai gradini morenici, a materiale prettamente calcare, che si osservano sui terreni arenarei e marnosi dell'*Eocene*, nei quali è incisa la comba di Barcis. Queste tracce moreniche però, attestano il limite massimo di espansione di questo ghiacciajo, che all'epoca della lenta edificazione degli anfiteatri morenici nel versante meridionale delle Alpi era suddiviso nei suoi rami delle Zelline e della Cimolina, rintanati nei recessi dolomitici di quelle prealpi. Lo provano i vasti tratti di alluvione terrazzata, che esistono presso Claut e Cimolais ed il confronto col limite contemporaneo del più complesso ghiacciajo del Tagliamento, collegato per il passo della Mauria col sistema glaciale delle Alpi. La profonda incisione, stabilita per terrazzamento delle Zelline nell'ampia conoide che ha il vertice tra Maniago e Montereale, dimostra, alla sua volta, che il corrispondente ghiacciajo non si è avanzato fuori della gola calcare, che si apre, profonda ed impraticabile, da Montereale alla Comba di Barcis. Ed è quindi in questa gola che, all'epoca di massima espansione, trovò il suo limite di sviluppo il ghiacciajo delle Zelline.

Anche il gruppo del Cavallo, alla cui vetta si osservano tuttora delle nevi perpetue, ebbe indubbiamente i suoi ghiacciaj e le sue vedrette. Lo provano gli accumulamenti caotici sparsi nel piano del Cavallo o scaglionati ai limiti settentrionale e meridionale di questo, oppure addossati sui versanti calcari delle valli di S. Tomè e del Rugo Caltea; lo prova evidentemente il singolare arrotondamento delle rupi in quell'insenatura, per cui si guadagna la vetta del M. Cavallo, partendo dal piano dello stesso nome, e dalla quale defluiva la massa agghiacciata per espandersi nel piano stesso e per deversarsi, dividendosi in due rami per le accennate vallette. Analogamente, nel versante bellunese e sul piano del Consiglio è assai probabile che esistesse una vedretta, che può essersi congiunta al ghiacciajo del Piave nell'epoca del massimo

sviluppo. Lo studio dettagliato di questa regione però è tuttora uno dei molti desideri, che mano mano van sorgendo ed accumulandosi col progredire di queste prime esplorazioni.

Più antichi e non meno interessanti dei depositi morenici sono i lembi di *alluvione terziaria*, che sono addossati ai versanti dei dossi calcari. Ne osservai in tutti i torrenti nel versante orientale del gruppo del Cavallo e sono tutti fortemente cementati e profondamente incisi dagli attuali corsi d'acqua.

Appartengono al *pregluciale* ed a quanto pare, non vennero menomamente spostati dalla loro posizione originaria. Non sono quindi da confondersi coi conglomerati alluvionali o lacustri, che ricoprono le marne lignitiche di Caneva, di Sarone e di Budoja; poichè questi sono fortemente inclinati (generalmente verso O) ed appartengono al *Pliocene antico*. Identici ai conglomerati di Asolo e Maser nel Trevigiano, e ricoprono delle marne, le quali contengono delle conchiglie palustri (*Helix* sp) diverse dalle specie attuali. Al di quà del Tagliamento trovano riscontro nei conglomerati di Ragogna, di Susans, di Variano, di Carpenedo e del sottosuolo di Udine. Segnano il primo abbozzo della idrografia attuale, a cui però mancavano i dettagli impartiti alla nostra regione dai fenomeni posterziari.

II.

Parallelo tra la serie eocenica del Friuli e la serie isocrona dell' Istria.

Alcune escursioni posteriori alla pubblicazione della mia memoria sulla *Formazione eocenica del Friuli* (*) modificarono in alcuni particolari il rilievo da me fatto della serie di strati eocenici nella provincia e mi posere in grado di stabilire i confronti, che ora brevemente espongo, coi terreni isocroni delle regioni più orientali. Questi confronti riguardano principalmente l'Istria; regione accuratamente studiata in questi ultimi anni dal signor D.^r G. Stache, il quale, confermati i principali risultati delle osservazioni fatte in quella penisola dai signori Chiozza

(*) *Atti dell'Accademia friulana* (1870), con Tavola colorata.

e Cornalia, vi aggiunse interessantissimi e precisi dati stratigrafici, pubblicati negli Annali dell'I. R. Istituto Geologico di Vienna.

Nel Friuli e nell'Istria la formazione *arenaceo-marnosa* presenta un considerevole sviluppo superficiale ed una semplicissima disposizione stratigrafica. Le arenarie a *Fucoidi*, che si incontrano nella Comba di Barcis e nel bacino idrografico del Torrente Cosa; che quindi in sottile zona si accompagnano sino al Tagliamento e che nel Friuli orientale si sviluppano estesissime, ricompajono identiche nella comba cocenica, che parallelamente all'asse delle Alpi Giulie si estende dal golfo di Trieste al Quarnero. Gli stessi fucoidi si disegnano, quali geroglifici, sulla superficie degli strati; le stesse gradazioni di tinta accusano la progressiva ossidazione ed idratazione dei minerali che li colorano; le stesse varietà di rocce, che dal tipo marnoso (*tassetto*) passano al tipo di arenarie compatte, leggermente quarzose e micacee (*masejmo*) si alternano su tutto lo spessore, talora considerevole, della formazione cocenica. In una ragione o nell'altra si incontra quello speciale e caratteristico modo di basaltizzazione o frattura a piastre quadrangolari, che alla superficie degli strati più o meno potenti dà l'apparenza di vetusti e ciclopici lastricati oppur di minuti, pazientissimi mosaici. In una regione e nell'altra, quel frequente alternarsi delle arenarie compatte con altre più marnose e con letti di marne molto argillose, azzurrognole o gialle, che, aumentando la erodibilità della formazione, portò per conseguenza quella morbida orografia a dossi ondulati ed a valli ampie, tortuose, con fertili pendii, col dorso dei colli percorso da tortuosi viottoli, coi poggi coltivati e sparsi di ville. È la formazione del Flysch alpino, ovunque scarsissima di fossili determinabili; uniforme pel continuo ripetersi delle stesse sfumature litologiche e per quella tinta giallognola, sbiadita, che nell'Istria fa melanconico, ma non ingrato accordo col verde degli uliveti.

Nella nostra provincia si osserva una decisa prevalenza delle arenarie, in confronto all'Istria, ove prevalgono le marne; ed in queste arenarie è più comune la presenza dei granuli quarzosi. Così mancano all'Istria quelle arenarie grossolane a granuli di diaspro policromo, che nel Friuli fanno insensibile passaggio alle puddinghe quarzose. Forma litologica abbastanza importante, perchè accompagna l'orizzonte madreporico di Rosazzo, Brazzano e Cormons e lo rappresenta, ove manchi; siccome questo allineandosi cogli strati più recenti della serie cocenica.

Tale orizzonte madreporico, ricchissimo di specie di molluschi, di corallari e di foraminiferi, non venne ancora trovato nell'Istria nè dal

signor Stache nè da me. Gli strati madreporici dei dintorni di Vragna, di Albona e di Paas appartengono ad un livello certamente più basso e presentano delle specie diverse dal banco friulano.

Dissi che ulteriori escursioni hanno in alcuni particolari modificato le mie idee a proposito della serie eocenica friulana. Era appunto per decidere sulle relazioni stratigrafiche di questo banco madreporico col conglomerato a *Serpula spirulea* e *Prenaster alpinus* di Ottellio, presso Buttrio, che mi occorrevo degli argomenti di analogia, i quali supplissero alla mancanza di un nesso orografico tra le due località, ove affiorano più distintamente caratterizzati i due accennati orizzonti. Tali argomenti furono suggeriti dall'analisi della serie istriana.

Diffatti, mentre mancano all'Istria le arenarie e le puddinghe quarzose col banco madreporico e colla fauna di Rosazzo e Cormons, il conglomerato nummulitico a *Serpula spirulea* si presenta ovunque e con parecchi strati, verso la base della formazione arenaceo-marnosa. Si presenta pure nella valle del Vipacco e nei colli di Gorizia, come nel Collio e nella zona eocenica dal Natisone al Tagliamento. Costituisce quindi un'orizzonte continuo, che si ripete con più banchi o si presenta con un solo strato più potente; sempre alla base della formazione marno arenacea. L'orizzonte di Rosazzo adunque, che manca all'Istria, oppure vi è soltanto accennato da alcuni strati più recenti di arenarie ad Antignano ed a Maresego, può essere tutt'al più equivalente ai più recenti banchi di conglomerato nummulitico, ma in niun modo è da ritenersi come inferiore alla zona a *Serpula spirulea*, comune all'Istria ed al Friuli. Nell'Istria i banchi di conglomerato sono più numerosi. Se ne ponno seguire almeno quattro con una costanza meravigliosa nel territorio di Capodistria, nel seno di Isola, nel bacino di Pingente e nel tratto tra la valle del Quieto sino a Buja. Si alternano spesso con marne e di queste le inferiori sono a banchi potentissimi e prive d'ogni traccia organica. Sono poco feraci, sgretolandosi rapidamente, tanto per il sole come per la pioggia; senza che per questa loro erosione si prepari un acconcio terriccio vegetale. Le ricordano in Friuli i banchi marnosi alternati cogli strati superior delle pietre *piasentine* e col conglomerato *pseudo-cretaceo*, comuni nel gruppo delle colline di Buttrio e del Collio. Questi ultimi però sono più recenti, essendo superiori all'orizzonte madreporico.

Questi conglomerati nummulitici e le marne con essi alternate costituiscono il più sicuro anello di congiunzione fra le due serie e lo prova la comunanza di molte specie di fossili. Però l'identità non è

perfetta ed al punto delle attuali nozioni sulle due serie isocrone, noto le seguenti differenze:

a. In verun punto del Friuli furono osservati degli strati equivalenti ai banchi a grosse *Numm. nummularia?* d'Orb.

b. La fauna del banco di Buttrio, ricca di Echinidi e di foraminiferi non corrisponde a quelle di Pzum e di Nugla (presso Pinguente), nè a quelle delle arenarie e marne ad Echinidi di Pinguente, di Gherdosella e di Albona, nè a quella del M. Canus, presso Pisino, intermedia alle due prime. Quindi le analogie specifiche si limitano ad alcune specie più caratteristiche, quali la *Nerita Schmideliana*, il *Cerithium cornucopiae*, il *Prenaster alpinus*, la *Serpula spirulea* e le foraminifere.

c. Tra queste ultime, le *Alveoline (Borelis)* si conservano più ostinate nel Friuli attraverso i banchi di Buttrio e del Collio, attraverso le marne di Oleis e di Russitiz; sino al banco a corallari, nel quale pur si ritrovano, con specie mancanti ai piani eocenici dell'Istria.

Nel breve tempo scorso tra la mia gita a lo stendere queste poche linee, non ho potuto determinare le raccolte; tuttavia dal loro ordinamento mi rimase la convinzione che le due serie eoceniche desunte nelle due provincie finitime ed appartenenti allo stesso sistema orografico, sotto una quasi perfetta somiglianza litologica celano delle importanti differenze di fauna; per modo che l'una all'altra congiunte per quei nodi, che le attuali conoscenze non ponno definire e convenientemente illustrate colla descrizione delle numerose forme caratteristiche, presenteranno un quadro assai completo dei fenomeni geologici e biologici, quivi avvenuti all'aurora del Cenozoico.

Le differenze sono ancora più salienti e risguardano anche la natura litologica e la conseguente 'orografia, per le formazioni inferiori alle marne, che sono costantemente subordinate ai conglomerati nummulitici.

La formazione epicretacea del Friuli consta di tre membri assai distinti. Sono: il conglomerato pseudo-cretaceo, le brecciole dette *piasentine* e la *marna rossa scagliosa*, che riposa discordante sui calcari cretacei. La prima forma litologica è una gradazione della seconda; una roccia cioè, nella quale il cemento delle *piasentine* si è fatto più copioso e più lasso, e gli elementi calcari, provenienti dalla formazione cretacea, sono assai voluminosi. Anzi queste due rocce si alternano e gradatamente si sostituiscono.

Si alternano entrambe, ma più comunemente le *piasentine* con dei calcari marnosi bituminosi, a tracce di molluschi bivalvi. Entrambe ac-

cennano ad una formazione di costiera; potente, e varia localizzata a breve distanza da una spiaggia diruta di rupi calcari.

La *marna rossa scagliosa* è, a mio avviso, un fango vulcanico pure sottomarino. La sua formazione fu il preludio della vulcanicità cenozoica nella regione euganea e si estese a tutta l'area occupata dalle prealpi venete. Diversissima della serie cretacea sottoposta e dalla eocenica, che la ricopre, è quasi il drappo funereo della fauna cretacea, steso sulle testate degli strati del *calcare g. Rudiste* distocati alla fine dell'epoca cretacea.

Nell'area occupata dall'Istria queste formazioni non ebbero luogo. Qui vi invece andavano con vario spessore e forse in bacini distinti accumulandosi delle formazioni lacustri e di acqua salmastra, con letti di lignite e con scisti bituminosi. Sono calcari a grana finissima, zeppi di foraminifere, di *Melanie*, di *Cerithium*, con impronte di vegetali ed a volta con banchi di coralli; che dopo piccolo spessore passano a scisti con *Planoorbis* ed a banchi di combustibili, attivamente coltivati alle cave di Carpano, sotto Albona. Questi banchi alla lor volta riposano sempre sopra calcari di indole marina, zeppi di foraminifere politalamiche.

È singolare come la forma litologica sia sempre calcare; non una traccia di fango, non un granello di sabbia; al più, qualche traccia di idrocarburi, che stabiliscono l'unica analogia colle serie isocrona del Friuli. Il signor Stache distingue molto opportunamente questa formazione di acqua salmastra col nome di *liburnica* e la ritiene corrispondente al periodo, in cui la regione istro-dalmata emergeva la prima volta dal mare e presentava un vasto estuario. La potenza di questa formazione è molto varia; massima, io credo, presso Grisignana ed a S O di Albona. Ovunque è poi ricorperta da uno strato dai 30 ai 60 metri di calcare nummulitico, con alveoline, orbituliti ed operculine; i quali generi si continuano anche nei più bassi banchi di conglomerato nummulitico.

Con frequente intermezzo di banchi marnosi, sul calcare ad Alveoline riposa il banco a *Conoclypus*, col quale incominciano le analogie litologiche ed in parte paleontologiche tra le due regioni.

Comprendo nel seguente specchietto le due serie eoceniche, onde più chiaramente indicarne le possibili equivalenze.

FRIULI

ISTRIA

Creta superiore

Calcare a Rudiste (Radioliti e Caprotine)

Calcare madreporico e banchi a *Nerinea* del M. Cavallo.

Eocene inferiore

| | |
|--|---|
| Marna rossa scagliosa, | Brecce bianco-roseo, |
| Strati a Foraminifere di Borgnano, | Calcari a Foraminifere, |
| | Scisti a <i>Chara</i> , ligniti, (<i>Cosina Schichtens</i>) |
| <i>Piasentine</i> e piroscisti, | Calcari a <i>Melania</i> , |
| Conglomerato pseudocretaceo, | Calcari marini a <i>Pecten</i> , <i>Flabellum</i> , <i>Alveoline</i> e piccole Foraminifere, |
| Piasentine a piccole <i>Nummulites</i> . | Calcari a <i>Nummulites</i> ed <i>Alveolina</i> , Marne alternate coi precedenti. |

Eocene medio

| | |
|---|---|
| | <i>Tassello</i> inferiore, |
| | Banco a <i>Conoclypus</i> ed a <i>Cancer</i> , |
| | Strati a <i>Nautilus</i> di Pisino, |
| | Banchi ad <i>Echinolampas</i> , |
| Marne di Russitz ed Oleis, | |
| Banco a <i>Serpula spirulea</i> , di Buttrio, | <i>Tassello</i> (zona principale) |
| Marne prive di fossili, | Banco a grosse nummuliti, |
| Puddinghe quarzose e banchi madreporici. | Conglomerati nummulitici alternanti colle marne e colle arenarie. |

Arenarie e marne a *Fucoidi*, scarse di fossili.

Eocene superiore?

In entrambe le provincie è difficile a stabilirsi l'esistenza di un piano, che possa sicuramente essere riferito al periodo dell'*Eocene superiore*; stante le uniformità degli strati arenareo-marnosi, che chiudono la serie eocenica. Questi strati sono ricoperti, nel Friuli occidentale, dalle arenarie glauconiose a *Scutella subrotunda*, con essi discordanti. Da tale discordanza, come dalle profonde abrasioni subite dalla serie

• eocenica nell'Istria e nel Friuli si è portati a supporre un sollevamento ed una parziale e temporanea emersione della regione *giulia*, allo scorcio dell'Eocene. Nel periodo miocenico però, come cercherò dimostrare nel capitolo seguente, il mare si estendeva anche sui meno elevati altipiani dell'Istria; la stratigrafia però e l'orografia delle due regioni erano già abbozzate dall'antecedente sollevamento posteocenico e dalla consecutiva erosione.

Per quanto riguarda gli accidenti stratigrafici ed il conseguente schema orografico, sono pure a notarsi delle analogie e delle differenze importanti.

Dall'esame della Carta geologica dell'Impero austriaco ed anche solo dalla interpretazione delle carte topografiche si scorge assai facilmente che dal Tagliamento al golfo del Quarnero, a valle delle formazioni mesozoiche che formano il crinale e la massa principale delle Alpi Giulie, ondeggia una regione collinosa, limitata, per la penisola istriana da un affioramento più occidentale del calcare cretaceo, colla caratteristica orografica ad altipiano; mentre che dalla punta di Salvore al Tagliamento le sono confini il mare e la pianura, che lentamente a questo si è sostituita dal periodo miocenico in poi. E il tratto, nel quale si sviluppano i terreni suaccennati dell'*Eocene medio*, i quali, perchè poco compatti, furono profondamente erosi ed in pochi siti si elevano oltre i 500 metri sul livello marino. L'asse di sollevamento di questa grandiosa sinclinale, svasata verso N E, è precisamente parallelo alla direzione della catena. I dettagli però della stratigrafia sono variissimi, stante la flessibilità e la piccola potenza degli strati, che furono dal sollevamento e dalle concomitanti pressioni incurvati. In vicinanza alla depressione adriatica, l'elevazione della serie eocenica è ancora minore; quantunque quivi pure, per la sua inclinazione prevalente a N E e per lo affioramento della *Creta* al colle di Medea, deve continuarsi il sottostrato calcareo, che la sostiene. Diffatti gli strati di Rosazzo, che sono i più recenti della serie arenareo-marnosa, attingono soltanto i 240m sul livello marino, mentre gli strati analoghi si elevano sino oltre i 400 nei dintorni di Capodistria, ed oltre i 500 a sud di Pingente. Presso al gruppo del M. Cavallo, la formazione arenareo-marnosa si rialza, e nei colli di Maniago e di Vito d'Asio gli strati nummulitici, in essa compresi, attingono di nuovo i 500 metri. Epperò la depressione adriatica, la quale era già abbozzata nei più recenti periodi terziari, è accusata da una minore elevazione della serie eocenica anche nei punti, in cui essa emerge dai depositi alluvionali.

Dal lato N O della accennata sinclinale, ove questa si appoggia alla più sollevata serie mesozoica, hanno prevalente sviluppo e sono più sollevati i terreni appartenenti all'Eocene inferiore. Nel Friuli, sino all'Isonzo, ondeggiano con molli curve e con prevalente inclinazione a N O. Nella catena liburnica, dal golfo di Trieste al M. Maggiore, i calcari ad *Alveoline* e gli scisti di *Gosina*, nonchè i banchi nummulitici alla base della formazione arenareo-marnosa, presentano dei ribaltamenti e delle ripiegature assai singolari, che ne rendono molto complicata la disposizione stratigrafica. Il profilo a figura 6 della tavola accenna a tale disposizione, quale si osserva a levante di Pinguente e si ripete lungo il ciglione calcareo dal M. Slaunik al M. Maggiore. In un modo o nell'altro però le formazioni dell'*eocene inferiore* attingono altezze poco differenti; poichè nell'Istria si innalzano in media sino ai 1100 metri e nel Friuli si tengono intorno ai mille metri coi dossi dei monti Iauer, Iouanes e Corada e solo attingono una massima elevazione di 1642 al Matajur; al punto di massima vicinanza alle supreme vette della catena.

Però dalla diversa condizione stratigrafica, congiunta alle differenze litologiche accennate di sopra, consegue un marcatissimo contrasto di forme orografiche. Nel Friuli, i colli costituiti da *piasentine* e dai conglomerati a grossi elementi calcari, le une e gli altri alternati con letti marnosi o calcareo-marnosi, si abbassano mollemente per fondersi col morbido contorno delle colline arenareo-marnose. Una regolare idrografia irradia dalla depressione riempita dalle alluvioni e si dirama regolarmente pei molti confluenti del Torre in una miriade di torrentelli. Il fondo delle valli, i dossi, i versanti, sono abbastanza rivestiti di vegetazione. Quà e là il paesaggio è ravvivato da un gruppo di case nascoste, come usano gli slavi, tra il fitto di un pometo, e da un filo d'acqua, che scorre sicuro di essere accolto in un più considerevole recipiente.

Nella regione liburnica invece, ove le accennate formazioni calcari si torcono in molteplici curve, lasciando a volta affiorare la sottoposta formazione cretacea parimenti calcareo o dolomitica, si stendono degli ondulati altipiani, che si succedono come gigantesche gradinate; solcati da una incerta e discontinua idrografia, generalmente dovuta all'affioramento delle zone marnose, alternate coi più recenti strati di calcare nummulitico.

È una regione assai povera, ove lo slavo muoverà ancora per qualche generazione l'improvvida guerra alla scarsa vegetazione boschiva; la sola che possa efficacemente allignare lassù. È una regione, che stringerebbe amaramente il cuore del viaggiatore, se da quegli altipiani lo sguardo

non spaziasse liberamente sulla sottoposta regione arenareo-marnosa, sui più bassi altipiani dell'Istria occidentale, ricoperti dal mantello della *terra rossa* e sull'aperta marina; campo inesausto, sul quale il coraggio e l'ingegno raccolgono quanto è negato dalle meno felici condizioni di clima e di suolo.

III.

Cenni sulla formazione della Terra rossa nelle Alpi Giulie meridionali.

Gli altipiani del Carso, dalla valle della Sava al golfo del Quarnero, le isole sparse in questo golfo, una buona parte della penisola istriana ed i lidi della Dalmazia, sarebbero regioni inabitabili, veri deserti di macigni calcari, se alla loro superficie non presentassero un deposito ocreaceo di color rosso mattone, per composizione chimica e per origine diversissimo dalle rocce sottostanti. Gli abitanti di quei paesi lo distinguono col nome di *Terra rossa* e dalla sua presenza deriva l'appellativo di *rossa*, col quale i geografi antichi distinguevano l'Istria occidentale. Quivi difatti quel deposito ocreaceo è più che altrove abbondante e continuo, e forma esclusivamente il terreno agrario per la locale coltivazione a boschi cedui, ad oliveti ed a vigne; per quanto il consentono le condizioni climatologiche, abbastanza fiorenti. Lo spessore medio di questo deposito, nell'Istria, è di circa tre metri, con una massima di sei, verso la punta di Salvore. In molti punti però, ed in generale sugli altipiani del Carso, esso è appena accennato dal coloramento superficiale dello sfasciume calcareo e dalla natura chimica dello scarso terriccio vegetale, che ne ricolma gli interstizi.

La *terra rossa* fu generalmente accumulata dalle acque di pioggia in quelle numerosissime cavità imbutiformi, da cui sono cribrati gli altipiani calcari delle Giulie meridionali e che, unitamente alla forma stratigrafica di questi, vi hanno determinata quella meravigliosa circolazione sotterranea delle acque e quella incertezza e discontinuità di idrografia superficiale, per cui sono quelle alpi cotanto distinte dalle catene più occidentali.

In quelle cavità, distinte dagli italiani col nome di *foibe* (*foveae*) e dagli slavi con quello di *doli ne* (vallicole) la *terra rossa* è commista al detrito delle rocce in posto. Quando però il deposito è continuo e non rimestato, nè profondamente eroso, tale mistura non si osserva;

tutt'al più vi si trovano, a breve distanza dal calcare sottoposto, i fossili di questo caratteristici; conservatissimi e perfettamente isolati, come in nessun modo meccanico si potrebbero ottenere dalla roccia in posto. Questi fossili sono *Rudiste* o *Nummuliti*, a seconda che l'ocra ricopre il calcare cretaceo, oppure il calcare dell'eocene inferiore, quasi identico al primo. La presenza di questi fossili nella *terra rossa* è un'importantissimo indizio di una attività chimica, lentissimamente esercitata sui frammenti e sulla superficie degli strati calcari dalle acque stesse, in seno alle quali si deponessa quella terra. I fossili di Medea, presso Cormons nel Friuli e quelli di Gimino, di Sterna, di Carsette e di Predubas, nell'Istria, presentano appunto tale condizione di giacitura.

La composizione chimica della terra rossa è assai analoga ovunque. Campioni raccolti a Medea, sul Carso di Gradisca ed in vari punti dell'Istria e delle isole del Quarnero, sopra una zona di 200 chilometri di lunghezza, analizzati nel laboratorio dell'Istituto tecnico di Udine, presentarono le composizioni di un'argilla alluminosa, col 16 al 20 per 100 di sesquiossido idrato di ferro, senza alcuna traccia di carbonati. È di solito incoerente e poco plastica e soltanto in aree ristrette contiene degli arnioni e delle concrezioni oolitiche e della limonite compatta, od oolitica, o scorificata. Probabilmente torrefatta, serviva ai Romani come materiale per pavimenti; convenientemente preparata potrebbe somministrare delle buone sostanze coloranti.

Le frequenti cave di pietra, che incontransi nelle accennate regioni, e le trincee e le gallerie aperte lungo le ferrovie da Lubiana a Trieste e Gorizia, e da Fiume a Trieste ed a Carlstadt, presentano anche l'opportunità di osservare frequenti filoni ocracei e di oolite ferruginosa, che soventi impastano i frammenti del calcare incassante. La tortuosità e la ristrettezza di tali filoni, la loro compattezza, il presentare il minerale quelle superficie levigate per dislocamento, che nei filoni minerari distinguono gli *spiegelers*, rendono spesso difficile ed impossibile la spiegazione della loro origine per riempimento dall'esterno; mentre suggeriscono l'idea che le dette rocce ferruginose sieno state iniettate dal basso, se fangose, o formate per lento deposito chimico, se oolitiche. Probabilmente l'origine di questi filoni si collega cronologicamente con quella dei filoni di *sperchise*, convertita in *vitriolo*, che osservansi presso Sovignacco in Istria e trova un riscontro nella formazione del *Bohnerz* del Giura e della non discosta valle di Wochein, ai monti Pokluka. Analogie già rilevate, molti anni or sono, dal signor Morlot, nelle sue *Geologische Verhältnisse der Istrien* (1844).

Talora l'ocra rossa si alterna nelle druse colla stalactite, in strati concentrici, come nei filoni listati; ma questo osservasi soltanto nelle regioni più elevate e di rado. In generale, il grandioso fenomeno, veramente geologico, della stalomitizzazione delle sotterranee cavità di quegli altipiani, fu indipendente e certamente posteriore alla formazione della *terra rossa*. Iniziato assai prima dell'epoca pliocenica, esso continuò senza interruzione sino ad oggi e prosegue lentissimamente il misterioso e bizzarro suo lavoro.

Il deposito in discorso, mentre ricopre indifferentemente gli altipiani calcari e dolomitici della formazione cretacea, come quelli del nummulitico inferiore, manca completamente nelle regioni arenaceo-marnose, costituite dagli strati dell'*Eocene medio*; quali sono le valli del Poika e del Recca e la comba, che si distende, stratigraficamente continua, dalla chiusa del Tagliamento al golfo del Quarnero. Questa mancanza però è sufficientemente spiegata dalla somma erodibilità di quegli strati e dalla conseguente orografia a ripidi pendii ed a valli ampie, profonde, continue, che furono incise o per lo meno allargate dopo la deposizione della *terra rossa*. Basta percorrere i limiti tra la formazione arenaceo-marnosa e gli altipiani calcari, per convincersi che il deposito ocraceo deve aver ricoperto sino ad un certo livello tutta la regione delle Alpi Giulie meridionali e le falde delle Dinariche, sopra un'area certamente maggiore di 12,000 chilometri quadrati; senza calcolare la porzione sommersa sotto l'Adriatico.

Siccome la formazione arenaceo-marnosa appartiene certamente all'*Eocene medio*, come lo dimostrano i rapporti stratigrafici ed i dati paleontologici; così il deposito ocraceo non può essere avvenuto nè prima nè durante questo periodo geologico. Anzi non può nemmeno ritenersi immediatamente posteriore a questo periodo, stante la chiarissima discordanza delle due formazioni. Tra le arenarie, fortemente contorte e profondamente erose, dell'*eocene medio* ed i banchi, pressochè orizzontali, della *terra rossa*, conviene ammettere un lungo periodo di emersione e di erosione atmosferica. In questo periodo fu preparata l'orografia attuale e furono messi a nudo quegli altipiani calcari, meno elevati dei capistabili arenacci e ciononostante ricoperti dal deposito ocraceo. Quindi il periodo di questo deposito non può essere anteriore al *Miocene*.

Per definire con maggior precisione la posizione geologica della *terra rossa* (in mancanza di dati paleontologici, essendo priva di fossili propri e di relazioni stratigrafiche, essendo affatto superficiale e senza alcun addentellato colle formazioni mioceniche delle regioni circonvicine)

conviene ricorrere ad argomenti di analogia e di induzione. Conviene allargare lo sguardo al Friuli, alla Carniola, alla Croazia; dove si trovano sedimenti miocenici e si nota la graduata, importantissima transizione all'alluvione cenozoica, e quivi rintracciare le fila di una storia geologica, della quale la formazione della *terra rossa* non può essere se non che un interessante episodio. Prima però di dar valore a questi argomenti, occorre dimostrare che la detta formazione, qualunque ne sia stata la provenienza, avvenne sotto al mare.

Non un fucoide, non un coprolite, non un'incerta orma di anellide può addursi in conferma di tale asserto. D'altro canto, alcuni denti di bue, di cavallo o di montone ed alcune conchiglie terrestri o palustri, rinvenute alle superficie od a piccole profondità nella *terra rossa*, appartengono, per quel che io sappia, a specie viventi. La loro presenza è più che naturale in un deposito superficiale ed incoerente, quà e là rimestato dalle piogge e dal vento, accumulato in depressioni temporaneamente piene d'acqua, smosso per secoli dalla marra e dall'aratro del coltivatore. Quand'anche queste scarse vestigia appartenessero a specie plioceniche o glaciali, non avrebbero alcun valore per la spiegazione di un deposito, al quale sono necessariamente posteriori. Tutto al più ponno dirci che questo deposito, sin dal periodo pliocenico e dal periodo glaciale, trovavasi nelle condizioni in cui ora lo vediamo. Evidentemente, la mancanza della *terra rossa* nelle regioni arenarco-marrose ne è una prova ben più chiara e convincente. La *terra rossa* non presenta fossili di sorta e tanto meno presenta fossili marini. Ma dovremo noi per questo carattere negativo escludere la possibilità che sia stata depositata sotto il mare? Certo che no. Non credo che da alcuno si considerino, per la ragione stessa, meno sottomarini tutti quei piani geologici, nei quali una analoga prevalenza di ossidi metallici ed una simigliantissima composizione chimica si collega con una mancanza parimenti assoluta di vestigia biologiche. Ne porgono un esempio, nelle stesse Alpi orientali, le marne della *Scaglia rossa*, le marne oxfordiane, le marne rosse ed azzurrognole del Trias e gli scisti rossi, argillo-micacei del Permiano. E di tale esempio, nel caso nostro, occorre trarre il maggior profitto possibile; considerando eziandio che tutti questi piani, affatto privi di fossili, sono sempre contemporanei od a breve distanza cronologica e topografica da emersioni di lave, che sono sempre discordanti; come la *terra rossa*, dalla serie sottoposta, e che con questa non presentano alcuna analogia litologica. Il chè vuol dire: che la causa dell'inabitabilità dell'ambiente, in cui si deponavano simili strati, si ripeteva ad ogni

profondo rimutamento di orografia; ogniquivolta al placido svolgimento delle forze esogene si sostituivano o si aggiungevano con assoluta prevalenza le cause endogene, sospendendo le condizioni favorevoli alla vita. Ond'è che la mancanza di fossili, tanto per la *terra rossa*, come per gli accennati terreni, mentre non toglie la possibilità che sieno stati depositi sotto al mare, può portare valido lume nel rintracciare la loro provenienza e nel valutarne l'importanza geologica. Altri potrebbe obiettare alla nostra tesi la mancanza di compattezza e di distinta e costante stratificazione nella *terra rossa*. Ma questo dipende evidentemente dalla mancata pressione per strati superiori, la quale produsse la compattezza, non solo, ma anche quella scistosità, che, meglio di una distinta stratificazione, distingue le analoghe formazioni di sopra accennate. Altri potrebbe tentare di spiegare la *terra rossa* come deposito alluvionale, o lacustre o fluvio-glaciale. È assai probabile però, che finirebbe col concludere non poter essere nè l'una cosa nè l'altra; qualora considerasse la uniformità della medesima sopra un'area così estesa e la costante mancanza di fossili continentali, che non trova esempio, anche ammettendo il concorso di fenomeni endogeni, in alcuna formazione geologica o attuale. Altri infine potrebbe ritenere che la *terra rossa*, formatasi per cause endogene all'aria libera, fosse poi disseminata dalle correnti sull'area estesissima, che essa occupa al presente. Ma nelle condizioni orografiche ed idrografiche della regione, che in tal caso non dovrebbero essersi menomamente cangiate, tale ipotesi non è sorretta da alcuna probabilità. Tutt'al più si potrebbe dubitare che tale formazione fosse iniziata all'aperto, quindi ultimata e disseminata il prodotto in un periodo di sommersione. Ma per la massima estensione dell'area occupata dall'ocra si oppone il fatto della lentissima erosione chimica esercitata sul fondo e sui frammenti calcari, durante il deposito pure lentissimo della medesima; azione, che certamente richiede la presenza di un fluido. Ond'è che volendo considerare il fenomeno della formazione ocreacea delle Giulie meridionali in tutta la sua estensione ed in tutti i suoi più interessanti particolari, conviene anzitutto riconoscerlo come fenomeno sottomarino.

Amnesso questo punto, rimane evidente il sollevamento posteriore alla formazione della terra rossa. A questo proposito noterò soltanto che, per quanto si può dedurre dall'osservazione in quella località, ove la differente compattezza e lo alternarsi dei banchi limonitici cagionano una certa quale stratificazione del deposito, rimane la certezza che quel sollevamento avvenne senza alcuna alterazione delle condizioni strati-

grafiche e dell'altimetria relativa della regione. Potranno essere avvenuti dei salti, degli scosciamenti parziali; potrà essere stata per qualche porzione diversa la misura del sollevamento; ma in complesso si deve ammettere che i poco elevati altipiani dell'Istria e del Carso, sui quali è steso il mantello, ora più o meno logoro, della *terra rossa*, furono, nel periodo di questa formazione, estesi e poco accidentati bassifondi. Si può anche ad un dipresso argomentare quale sia stata la profondità di questo mare, continuando o meglio dirò, ritornando, all'analogia colle finitime regioni, in cui la serie cenozoica si presenta sotto altre più chiare e più comuni sembianze.

Dal Garda al Quarnero, ovunque fa difetto la *terra rossa*, sono continue le formazioni sottomarine del Miocene inferiore; alcune sedimentari, altre eruttive. Sono doleriti, basalti, tufi augitici, glauconie od arenarie riboccanti di fossili. Nel Friuli e nel Bellunese sono caratteristici di questo periodo gli strati a *Scutella subrotunda* ed a *Pyrula condita*. Nell'alta valle dell'Isonzo, presso Flysch, sono a queste equivalenti delle arenarie verdi-scuri a piccoli foraminiferi, le quali poi ricompajono nell'attiguo bacino idrografico della Sava di Wochein e si continuano nella Stiria o nella Carniola, come tufi augitici. Il limite d'altezza di queste formazioni è di circa 600 metri nel Friuli e nella Carniola, ed un centinaio di metri più alto nel Bellunese e nel Vicentino. Precisamente all'altezza media di 600 metri, nella regione meridionale delle Alpi Giulie, dal M. Spaccato, sopra Trieste, al M. Maggiore di Vela Utzka, (a N di Flanona) si osserva un terrazzo calcareo continuo, che torreggia sull'altipiano istriano; così deciso, così abrupto, che sembra scorgervi la rapina dell'onde di un mare appena jeri scomparso. Questo terrazzo appunto limita a monte lo sviluppo della *terra rossa*. Se questa si osserva anche più in alto, è localizzata a sprazzi, inclusa nelle druse e nei filoni, od accumulata nelle *doline*, più profonde e meno ampie di quelle che si osservano nell'altipiano sottostante. Nei dintorni di Danne, di Brest, di Iellovitze e di Veprinaz sono pur comuni, sull'orlo di queste cavità, le druse ed i filoni oolitici. Siccome l'accennato terrazzo non può essere prodotto che dall'erosione marina, e poichè la sua altezza corrisponde così perfettamente al limite dei depositi isocroni nel prossimo Friuli, sembrami che si possa accettare come assai probabile la profondità del mare della *terra rossa* dai 200 ai 600 metri, essendo massima per gli altipiani che ne sono ricoperti l'altezza di 400.^m Il sollevamento deve poi essere avvenuto necessariamente quando incominciò, anche per le Alpi circostanti, il periodo dei conglomerati alluvionali

della formazione *Sarmatica*. Ma la formazione di questi conglomerati non potè avvenire in una regione, in parte arenaceo-marnosa ed erodibilissima, in parte mancante di idrografia. Si formarono invece delle breccie sul pendio dirupato dei più elevati altipiani; ma scarse e ristrette, come sono scarse e ristrettissime le analoghe formazioni posterziarie. L'equivalente dei conglomerati sarmatici del *Miocene superiore* e del *Pliocene inferiore*, per queste regioni senza idrografia superficiale, è da ricercarsi nella colossale formazione stalattitica, che tappezza le più ampie e riempie le minori cavità sotterranee del Carso. Formazione, la quale non meno che i conglomerati e le breccie, accenna ad un periodo di emersione e di libero contatto coll'atmosfera.

Per le fatte considerazioni risulta: essere la *terra rossa* un deposito formatosi sotto ad un mare profondo da 200 a 600 metri, nei primi periodi del Miocene; quando nelle attigue regioni si alternavano sedimenti fossiliferi con espandimenti di basalti e di doleriti.

La mancanza di tracce biologiche, la contemporaneità agli accennati espandimenti lavici, la presenza di formazioni idrotermali, quali sono le ooliti ferruginose ed i filoni di Sovignacco, le relazioni colle *foibe* e colle cavità cilindriche del Carso, sono altrettanti fatti che dimostrano l'origine endogena della *terra rossa*; unitamente ai caratteri litologici e chimici di esse, che escludono ogni provenienza per correnti terrestri o marine. È dessa un fango ricco di ossido ferrico, essenzialmente alluminoso, privo affatto di carbonati, privo di ogni organica reliquia. Se fosse cristallizzata sarebbe una dolerite ed un basalto. Così com'è, non può essere prodotta che da *vulcani di fango*, da *salse* sottomarine.

Grazie agli studi dell'Abich ed alla loro interpretazione, data dallo Stoppani, noi possiamo, colla scorta della teoria vulcanica sostenuta dall'illustre geologo italiano, affidarci di non dare soverchia importanza a questo modo di formazione di rocce endogene sottomarine. Anzi credo che il progresso della scienza dimostrerà sempre più chiaramente come in questo fenomeno delle *salse*, specialmente sottomarine, sta la spiegazione di molti fatti sino ad ora trascurati. Stando alla questione sulla origine della *terra rossa*, l'applicazione della teoria dello Stoppani spiega ogni dettaglio di giacitura di quell'ocra, nel modo il più naturale.

Era lo scorcio dell'epoca eocenica. La regione, da lunghi secoli emersa, avea preso ad un dipresso l'aspetto attuale; essendo digià stabilite le curve stratigrafiche ed abbozzate, per l'erosione atmosferica, l'orografia e l'idrografia attuale. In quel tempo però, il substrato telurico, in cui si elaborava la *terra rossa* (forse a spese dei depositi *keu-*

periani, che primi si rinvennero nella serie stratigrafica sotto una massa di 5 o di 6 chilometri di calcari e di dolomie mesozoiche) aveva gradatamente acquistata una irresistibile forza di tensione. Qualche dislocamento, qualche scossa, determinò un primo sfogo; e la massa dei vapori e dei gas, liberandosi dal magma fangoso non ancora ridotto allo stato cristallino, per mille punti, esplose. Sotto altre condizioni stratigrafiche, si sarebbe formata una regione vulcanica più ristretta, ma lavica. Sotto la volta morbidissima degli altipiani calcarei e dolomitici la massa di vapori si disperse per mille vie ed esplodendo ha formato quelle numerosissime cavità crateriformi e cilindriche, che abbiamo accennato. Non altrimenti avvenne in epoca meno antica sull'altipiano *calcare devoniano*, nell'Eifel; ove dai pozzi similmente trapanati erutarono le lave subaeree ed i conglomerati lavici e stanno tuttora disseminati tutto all'ingiro dei centri di eruzione i massi esplosi all'apertura dei medesimi. Nel caso nostro, però, i prodotti dell'esplosione non li vediamo; come non esistono, se non eccezionalmente nei filoni, dei frantumi impastati dal fango vulcanico. Nè si può supporre sieno stati distrutti dall'erosione meteorica; imperocchè alla *terra rossa* mancano assolutamente i carbonati ed i massi divelti non si osservano in alcun punto dello spessore del deposito ocreo. Siccome però non si può supporre, che siano le foibe e le doline interamente scavate dall'erosione chimica; occorre ammettere che questo abbia semplicemente distrutti i frammenti esplosi, lasciandone talora per residuo i fossili, un poco più spatici. Siccome poi questa erosione chimica non poteva avvenire all'aperto e tutto concorda nell'affermare la condizione sottomarina della deiezione fangosa, bisogna del pari ammettere che, ammorzatosi col primo sfogo la tensione dell'attività vulcanica, la regione siasi di nuovo sommersa alla profondità anzidetta e che quivi incominciasse un'alternanza di emanazioni di acido carbonico e di placidi espandimenti fangosi; si da comunicare all'ambiente fluido l'inabitabilità, il potere solvente ed, a breve distanza dal fondo, una torbida perpetua, che lentissimamente depositava, dando luogo alla formazione siderolitica.

Forse i coralli abbondantissimi nel mare miocenico dell'Appennino si impossessarono del carbonato calcico, così preparato e disperso dalle correnti marine e lo elaborarono nelle loro meravigliose cellette stellate. Forse se ne formarono il loro guscio spatico e compatto i numerosi echinidi del piano a *Scutella*, del Vicentino, del Bellunese, del Trevigiano e del Friuli e se ne fabbricarono il loro guscio i molluschi, estremamente numerosi nelle gelaucie bellunesi.

A volta, da qualche apertura deversavasi più copiosa la dejezione fangosa e seguendo la china, lentamente raccoglievasi nelle maggiori profondità. Ond'è che il maggior spessore della terra rossa corrisponde in generale, agli altipiani meno elevati dell'Istria occidentale. In generale però questa formazione fu lenta e contemporanea in moltissimi punti, sopra un'estensione vastissima e quindi non poteva acquistare un considerevole spessore. Anche calcolando a soli 20 metri lo spessore originario di questo deposito e ritenendo di 12000 chilometri quadrati l'area che ne venne occupata, abbiamo ancora una bella massa di fango vulcanica, che può equivalere ai non molto potenti banchi sottomarini del Miocene inferiore. Accumulata da un vulcano subaereo, questa massa di materia endogena avrebbe formato approssimativamente una montagna di mille metri di altezza, sopra una base del diametro di 30 chilometri.

Esauritasi finalmente, in un periodo geologico relativamente non lungo, la fase di dejezione; spentosi questo focolare di vulcani fangosi, prima che nol fossero i due centri vulcanici, ad eruzioni laviche, del Veneto e del bacino Danubiano; acquetatosi il parossismo, o meglio, fattasi più profonda la continua attività vulcanica e la conseguente tensione, seguì l'ultimo decisivo sollevamento, tanto delle Giulie, come delle Alpi vicine. La *terra rossa* fu completamente esportata dalle regioni arenaceo-marnose, ove l'erosione atmosferica continuò il lavoro iniziato nell'Eocene superiore; mentre fu conservata sugli altipiani calcari, mancanti di idrografia e solo in piccola porzione ricondotta all'interno per quelle stesse cavità, da cui venne eruttata. Se qualche particolare del fenomeno vulcanico non ha lasciato le sue tracce, pur rimane quanto basta per determinarne l'epoca geologica e l'indole e le condizioni di sviluppo. Rimangono cioè: gli effetti dell'esplosione, nella presenza delle foibe e delle cavità cilindriche; gli effetti della dejezione, nella presenza e nella natura mineralogica della terra rossa; gli effetti della chimica attività dell'ambiente, in cui il fenomeno avveniva, nella mancanza dei prodotti dell'esplosione, nella presenza di fossili cretacei e nummulitici chimicamente isolati, nella mancanza di tracce biologiche e, probabilmente, anche in quel morbido e catteristico contorno, che presentano i dossi calcari e gli orli delle cavità crateriformi, sul Carso.

A completare l'esposizione delle tracce di questa attività vulcanica, mancherebbero i fenomeni di metamorfismo. Le osservazioni fatte finora non mi permettono di affermare che tali sieno veramente la conversione dei calcari in saccaroidi ed in dolomie, che spesso si incontra nell'Istria. Soltanto osserverò, a sostegno di tale idea che le *carqueules* cretacee

del Carso di Pingvente sono in stretto rapporto con filoni numerosissimi di terra rossa e che i tratti dolomitici, senza alcuna determinata costanza di orizzonte geologico, si osservano specialmente nell'altipiano dell'Istria occidentale, ove abbonda la *Terra rossa*.

Si potrebbero eziandio trovare le vestigia di un'attività *Geiseriana* nelle druse di sabbia quarzosa e di *quarzo leggero*, che nell'Istria serpeggiano nella massa del calcare; precisamente come a Sarone nel Friuli. Dai rapporti di questo *saldame*, colla terra rossa, studiati nei dintorni di Dignano e di Pola in Istria, e dalle relazioni e colla serie miocenica, studiate nel Friuli, risulta essere la sua formazione più antica di quella della *terra rossa* e probabilmente *eocenica*. Forse si trova in rapporto con fenomeni analoghi agli accennati, che si ripeterono sopra scala meno vasta in alcuni periodi dell'*cocene*.

Finalmente, è necessario aggiungere un'ultima analogia tra le numerose sorgenti termali nel Veneto e nel bacino Stiriano-Ungarico colle termali, che, secondo l'asse delle Giulie, si osservano presso Monfalcone, ad Isola ed a S. Lorenzo, nella valle del Quieto, con acqua acidula alla temperatura di 42°, 26° e 45° centigradi; le une e le altre come ultimo, lontanissimo ricordo della attività vulcanica miocenica.

I tre profili annessi rappresentano, forse meglio che nol faccia questo mio scritto, il concetto che mi sono formato sulla *Terra rossa*. Corrispondono: il primo, all'*eocene superiore*; il secondo, al periodo della *Terra rossa*, e il terzo al periodo attuale. Le condizioni stratigrafiche non sono ideali; ma rilevate secondo un profilo dalla spiaggia istriana presso Orsera, al crinale delle Giulie ad Est di Vodice, e questo profilo venne scelto nella direzione più opportuna per mostrare le prevalenti condizioni stratigrafiche della regione e per comprendere quelle località, ove furono realmente constatati gli accennati fenomeni. Avendo dovuto esagerare del quintuplo le altezze, rimane meno evidente la debolissima inclinazione dell'altipiano istriano, la quale continuasi, con poca variazione, anche sotto il livello dell'Adriatico.
