
Avendo pubblicato nel giornale il *Cosmos* (1) un lavoro sulle *Pieghe dell'Appennino fra Genova e Firenze*, lo ho corredato di una carta mostrante l'andamento delle pieghe, le quali costituiscono l'Appennino predetto, con una tavola di alcuni spaccati più importanti al 100 mila. Delle pieghe però fu dato solo un accenno quanto mai sommario, perchè l'indole della pubblicazione non comportava una diffusione maggiore. Al mancamento derivante da quella brevità provvedo quì, dando delle pieghe una descrizione più estesa, dolente che le ragioni economiche vietino di accompagnarla con alcune delle tavole fatte da mè, quali sarebbero necessarie. Le conclusioni riguardanti le ipotesi fattibili sull'origine delle montagne non le riporto quì perchè si possono vedere nel *Cosmos*. Nemmeno riporterò la serie de' terreni da me ammessa perchè questa si può vedere sostanzialmente in altre mie pubblicazioni (2). Accennerò solo, perchè quivi si hanno le maggiori divergenze, la serie dei terreni eocenici, che è la seguente, secondo me, a partire dalla Creta:

1. Calcari a *Nummulites sub Lamarcki*, *N. irregularis* etc. e galestri e arenarie dell'Eocene inferiore;
2. Arenarie (Macigno) e Calcari nummulitici dell'Eocene medio;
3. Calcari marnosi ad *Helminthoida* e Calcari nummulitici dell'Eocene medio;

(1) Fasc. 5°-6°, Torino, 1893.

(2) C. De Stefani, *Quadro comprensivo dei terreni che costituiscono l'Appennino settentrionale* (Atti Soc. tosc. Sc. nat., vol. V, 1881).

4. Galestri, calcari, arenarie, rocce eruttive, scarsi calcari nummulitici dell' Eocene superiore (1).

Sinclinale della Polcevera. — La valle della Polcevera, che termina nel mare ligure a Sampierdarena, insieme colla Scrivia che ne è quasi la continuazione a settentrione, verso il Po, segnano il confine tra la Riviera ligure di Levante e quella di Ponente, e fra l'Appennino Savonese costituito da rocce cristalline assai antiche e l'Appennino geologicamente molto diverso che ora esaminerò. Quelle valli percorrono un *sinclinale* compreso fra l'ultimo anticlinale cristallino del monte delle Figne e del monte Penello situato a ponente, diretto da nord a sud, ed il primo anticlinale dell'Appennino che termina a Genova, a levante, con ugual direzione. Il *sinclinale* è costituito da galestri e schisti argillosi della parte più alta dell' Eocene superiore, contenenti, nel lato occidentale, Diabasi, Gabbri e Peridotiti eruttive. Esso però è tutt'altro che rispondente ad una piega concava regolare, perchè gli strati, diretti bensì, con poche deviazioni, da nord a sud, come le valli, non serbano la pendenza regolare che dovrebbero avere al di sopra delle rocce più antiche degli *anticlinali* adiacenti, salvo in qualche

(1) Recentemente si ebbero tre pubblicazioni di qualche importanza sulla struttura dell'Appennino Ligure, cioè:

Rovereto, *Sezione geologica da Genova a Piacenza* (Atti d. Soc. ligure di Sc. nat., vol. III, 1892).

Sacco, *L'Appennino settentrionale (Parte centrale)*. (Boll. della Soc. geol. it., vol. X) 1892.

Mazzuoli, *Nuove osservazioni sulle formazioni ofiolitiche della Riviera di Levante in Liguria* Boll. Com. geol., vol. XXIII, 1892.

L'ultima è accompagnata da uno studio topografico molto accurato. Le conclusioni de' citati autori differiscono essenzialmente dalle mie, perchè, pur prescindendo dalle diverse età attribuite ai terreni, è diversa anche la successione stratigrafica stabilita pei medesimi; per es.: gli strati n. 3 son ritenuti superiori al n. 4, onde avviene che i da me creduti *anticlinali* sono da essi riguardati come *sinclinali*, e viceversa. Le cagioni di tali sostanziali differenze derivano da ciò che io nel considerar que' terreni mi sono partito dall'Appennino toscano dove la serie de' terreni è fossilifera, completa e ben chiara a stabilirsi; i citati autori invece sono partiti dall'Appennino Ligure dove tali circostanze mai si verificano. È evidente che dove si hanno frequenti rovesciamenti e dove mancano i fossili mancano anche i criteri per istabilire una esatta successione dei terreni.

tratto, per es. a destra della Polcevera. Essi invece sono spesso verticali e quasi sempre pendenti, di 70° o meno, ad est, perciò a ridosso dell'anticlinale che termina a Genova; sono quindi in parte rovesciati ed apparentemente sottostanti a rocce più antiche.

Piega di Genova. — Il primo *anticlinale* che troviamo a levante della Polcevera è quella del calcare marnoso (Eocene medio) che probabilmente racchiude un lembo cretaceo indicato dal Pareto a Sant'Olcese.

Esso comincia sotto i terreni miocenici di Savignone e Casella, traversa la Scrivia, indi la Sardonella e il Bisagno a valle di Struppa, e scende al mare nelle vicinanze di Sampierdarena e in Genova nel monte della Guardia, e a S. Benigno. La sua lunghezza visibile è di 18 chilometri. La direzione è con molta regolarità da nord a sud, e la disposizione *anticlinale* è ben manifesta lungo il torrente Sardonella. Nel lato occidentale della piega i calcari, come gli schisti sovrastanti del sinclinale della Polcevera, sono rovesciati, quasi generalmente pendendo verso est, anche in Genova, come si può vedere al monte della Guardia. Nel lato orientale le pendenze sono comunemente regolari: vi sono però, anco da questa parte, delle inversioni, fin di 40° ad ovest o sud-ovest nel monte Montanasco sul Bisagno, a Quezzi, a S. Gottardo, e vi sono fortissimi contorcimenti nel monte Crovo, alla Croce di San Siro, presso Staglieno e altrove. Fra questa piega e l'altra più orientale intercede un *sinclinale* (1-2), assai ampio e regolare, ad onta dei numerosi scontorcimenti, diretto anch'esso da nord a sud, da Rocchetta Ligure al mare presso la Sturla. Alcuni di quelli scontorcimenti, a S. Olcese e Montoggio, presso Struppa e Molassana, ricoprono anche pieghe secondarie e limitate dei calcari marnosi ad *Helminthoida* del lato orientale della piega descritta. Il sinclinale è occupato dalla parte più alta dell'Eocene superiore, cioè da argille schistose con poche arenarie, calcari compatti e diaspri, con pezzetti di rame nativo, talora epigenici di denti di squalo. Queste argille, pella loro facile corrosione, formano una lunga bassura in mezzo ai calcari più resistenti. Il Pareto e l'Issel le seguirono in gran parte dalla Sella e dalla Serra di Bavari a Maro e S. Eusebio, a Molassana e pel Rio omonimo sulla vetta della collina detta il Castelluzzo sopra l'Olmo, sulla Colla della Sisa, sempre nella valle

del Bisagno, poi, passato lo spartiacque, in valle della Scrivia a Montoggio, alla Casella, nei monti di Salato. Tanto a levante quanto a ponente mi parve evidente la sovrapposizione ai calcari marnosi.

Piega del monte Antola (2). — A levante, il detto sinclinale è chiuso da una piega convessa di calcari marnosi, con qualche banco d'arenaria e con estesi banchi di *lavagne*, piega più ragguardevole dell'antecedente, lunga almeno 26 chilometri, poichè da levante di Rocchetta ligure si estende quasi regolarmente, diretta essa pure da nord a sud, con lievi e parziali deviazioni da nord-nord-est a sud-sud-ovest nella metà del suo percorso, fino al litorale marino, fra la Sturla e Recco. Di essa fa parte il monte Antòla (1598 m.). A sud dell'Antola il vertice della piega scende presso a poco pei monti Duso (1456 m.) e Prela, pel monte Candelozzo (1034) e pei monti minori che separano il Bisagno dalla Lavagna.

La disposizione anticlinale degli strati esteriori è evidente quasi in ogni punto, giacchè i rovesciamenti sono assai meno generali che nel lato occidentale della piega di Genova. Il Bisagno traversa tutta la piega, e lungo esso, perciò, meglio che altrove, ne rimangono schiarite le circostanze.

Le contorsioni e le ondulazioni secondarie sono molto frequenti e potenti nell'Antola, nel monte Lago (1943 m.), nella Sisa (979 m.), nel Pian di Croce, nelle pendici del monte Prete, ecc., Ma forse in niun luogo la distinzione fra quelle ondulazioni o pieghe secondarie si nota così evidente come lungo il Bisagno.

Una di queste ondulazioni, la maggiore e più occidentale, con infinite contorsioni parziali, si estende sotto il monte Prete fra Noceto e Cavassolo; l'asse dell'anticlinale passa circa sotto Pie' di Rosso, diretto da nord a sud; il lato occidentale di questa piega secondaria pende talora di 70° e più ad ovest.

La piega più occidentale, minore assai, comparisce fra Cavassolo e Prato, e l'asse del sinclinale intermedio, diretto pur esso quasi regolarmente da nord a sud, si manifesta appunto a mezzogiorno di Cavassolo.

Nel sinclinale (2-3) che segue la piega dell'Antola ad oriente si manifestano i galestri scuri della zona eocenica più recente, ma non in tutta la sua lunghezza, bensì come mandorla o come lente,

la quale cominciando a nord nel Comune di Propata, nell'alta valle del Brugneto, che è l'origine principale e più importante della Trebbia, scende a sud, traversando lo spartiacque del Trebbia nei dintorni di Garaventa, e lungo il torrente Laccio termina alla Scofera sullo spartiacque del Bisagno, nè più ricomparisce verso il mare, se non forse parzialmente a ridosso dell'anticlinale più orientale che or ora esamineremo, dove questo s'incurva a sud-ovest nel monte di Portofino.

Questo sinclinale dunque, diretto prima irregolarmente da nord a sud, nella sua estremità meridionale sembra deviare, come tante altre pieghe più orientali, verso sud-ovest, parallelamente al Tirreno, e rimanere interrotto da questo mare. Coi galestri sono scarsamente arenarie, calcari, diaspri, brecciole con foraminifere, e sottili conglomerati di serpentino enstatitico e di diabase, i quali segnano l'avvicinarsi delle eruzioni basiche tanto estese più ad oriente.

Piega del monte Lesima (3). — Seguitando il nostro cammino a levante ritroviamo l'anticlinale formato per lo più dai calcari ad *Helminthoïda*, il più ragguardevole di tutto l'Apennino settentrionale per lunghezza e talora anche per ampiezza.

Esso ha il nucleo formato per lo più, nella parte settentrionale, da calcari ad *Helminthoïda*, nella parte meridionale dall'arenaria dell'eocene medio: è quasi affatto parallelo ai precedenti e diretto perciò presso a poco da nord a sud, salvo alcune deviazioni talora fortissime, ma brevi; però nell'estremità meridionale, lungo il Tirreno, devia debolmente a sud-sud-est, e corre parallelamente alla spiaggia. Comincia a settentrione sotto i terreni miocenici del Castellaro e della Cella di Bobbio, si alza nel monte Bogleglio (1490 m.) cingendo poi di due elevate file di montagne la parte alta della valle di Staffora fino al monte Lésima (1727 m.) che è la cima più alta della piega.

L'anticlinale costeggia quindi la sinistra del Trebbia, passando sulla destra solo un minimo lembo de' calcari a monte di Ponte Organasco. La Trebbia lo traversa poi in tutta la sua ampiezza fra Loco e Trebbiola, e ne mette bene in chiaro l'andamento. Lungo la Trebbia sono i monti Lesimina (1446 m.), e più a ponente il Cavalmurone (1671 m.), il monte Alfè (1651 m.), ed a ponente il monte Legno (1670 m.), e il Carmo (1642 m.); indi il monte Zu-

chello (1422 m.), la Costalta (1328 m.), la Fracellana (1135 m.). Mentre a nord della Trebbia dominavano quasi esclusivamente i calcari marnosi ad *Helminthoïda*, talora un poco schistosi, intorno al fiume che appunto ne traversa la parte centrale, fra il Pianazzo e Trebbiola, sotto il monte Fogliata e intorno ai paesi Dondieri, Costazza, Fascinetta, S. Brilla, Cornà ed un poco più a sud, appaiono strati formanti quasi una cupola distinta, che io credo i più antichi di quella parte della piega e facenti passaggio all'arenaria sottostante. Sono straterelli di schisti arenacei scuri, di calcare arenaceo o marnoso, e di arenaria non però in banchi alti. A sud della Trebbia, avvicinandosi il mare, i monti sono assai meno alti che a nord; la piega traversa la valle della Lavagna e, stando all'andamento degli strati, devia come dissi verso sud-sud-est, lungo la spiaggia marina, raggiungendola da Camogli fino quasi a Setta fra Deiva e Framura. Siccome però la spiaggia è alquanto obliqua sulla direzione della piega e volge maggiormente a sud-est, così essa la traversa e ne mette a giorno le rocce, che credo le più antiche, cioè le arenarie dell'Eocene medio di Cavi, Sestri, Moneglia e Deiva snudate appunto dalla parte del mare, facenti passaggio con strati intermedi verso terra al calcare ad *Helminthoïda*, ridotto però ad altezza minore assai che nel tratto settentrionale.

La piega così ha una lunghezza di circa 70 chilometri ed è abbastanza regolare nella sua direzione; però, a differenza degli anticlinali più occidentali, non lo è altrettanto nella sua sezione trasversale. Il suo lato occidentale bensì pende regolarmente verso ovest, ma non sempre, come si disse, viene separato dall'*anticlinale* dell'Antola mediante un *sinclinale* di schisti argillosi litologicamente diversi; pure, anco a mezzogiorno della Scoffera il *sinclinale* fra le due pieghe è sufficientemente aperto per modo da potersi discernere i calcari marnosi spettanti all'una e quelli spettanti all'altra.

Lungo mare la piega è come dimezzata, ed il lato di sud-sud-ovest, almeno al disopra della superficie del mare, è stato portato via quasi completamente dalle onde. Il lato rivolto ad oriente ed a nord-nord-est, quasi generalmente, tanto lungo la parte della Staffora quanto lungo la Trebbia e in parte verso il mare, salvo fra Cavi e Sestri dove le arenarie serbano le pendenze regolari, è rovesciato contro levante, cioè contrariamente al rovesciamento del lato occi-

dentale della piega di Genova, e pendente pur esso verso nord, per lo più con rapida pendenza, talora anche solo di 45°.

Questo rovesciamento fece credere a molti che i calcari ad *Helminthoida*, come le arenarie di Moneglia e di Deiva, stessero sopra ai galestri ed alla zona delle Peridotiti, opinione contraddetta dall'ordine, evidentemente invertito, secondo il quale le arenarie si succedono, e dalla regolarità quasi generale altrove. Del resto lungo la Lavagna e lungo il Trebbia si può osservare materialmente la disposizione anticlinale degli strati; nell'ultimo fiume l'asse dell'anticlinale può notarsi sotto il monte Fogliata e i Ravinelli, quasi rimpetto al Rio Finale.

Prima di passare ai *sinclinali* più orientali esamineremo varie pieghe convesse che succedono da quella parte.

Piega del Promontorio occidentale della Spezia (4). — Fra la destra della Trebbia, fra Traschio e Ottone, e la sinistra dell'Aveto, comparisce una piccola piega d'arenaria dell'Eocene medio, a strati sottili, cinta poi dai calcari ad *Helminthoida*, i quali appaiono estesamente coll'arenaria tutto lungo l'alta valle dell'Aveto, senza passare a settentrione della foce di questo torrente nella Trebbia. Questa piega, la quale principia molto più a mezzogiorno dell'anticlinale del monte Lesima, si dirige pur essa da nord a sud.

Mi sembra probabile che questa piega, seguitando a mezzogiorno, devii leggermente a sud-sud-est parallelamente all'estremità meridionale delle altre pieghe più occidentali, e sotto la copertura delle rocce dell'Eocene superiore comparisca nelle arenarie e ne' calcari ad *Helminthoida* del monte Ghiffi e del monte Zatta traversando la parte più alta della valle del Taro. Nella predetta regione restano però ancora molte incertezze.

Certo nell'immediato prolungamento della piega di monte Zatta, con direzione da nord-nord-est a sud-sud-est, comparisce il lungo anticlinale del promontorio occidentale della Spezia, che potrebbe essere l'estrema continuazione della piega dell'Aveto. Il nucleo formato dall'arenaria dell'Eocene medio comparisce tra il mare e la Vara nei dintorni di Carrodano e Cassana, nei monti Migianese, Malpertuso (820 m.), Capri (780 m.), Verugoli (740 m.), Bramapane (673 m.) ecc. In mezzo all'arenaria, a sud di Cassana, per lunghezza di 25 chilom., compare successivamente tutta la serie

delle roccie più antiche fino all'Infralias. Queste roccie, e tutte quelle più recenti, nella parte settentrionale, fino circa al vallone di Riccò, sono disposte ad anticlinale regolare sur ambedue le parti. Il lato orientale, dove l'Infralias rimane direttamente scoperto sotto roccie assai recenti, seguita con pendenze regolari anche a mezzogiorno, e se ne vedono delle traccie sul mare al Forte di santa Maria ed al Pezzino: presso il ponte della Ciappa, sulla strada Spezia-Genova, sono alcune leggere pieghe secondarie, dalla qual locale apparenza, lo Zaccagna dedusse l'esistenza di due anticlinali invece che d'uno (1). Nel lato occidentale invece la serie dei terreni è completa; ed esso, a mezzogiorno del vallone di Riccò, poco a poco, procedendo a sud, si rovescia completamente contro ponente, e descrivendo un'elicoide si sdraia con pendenza non più a sud-ovest ma a nord-est, cioè contrariamente al rovesciamento del lato orientale della piega del Lesima; per modo che l'Infralias, cioè la roccia più antica, per la lunghezza di circa 8 chilometri, rimane altimetricamente sovrapposto ai terreni più recenti, cosa che ingannò per lungo tempo molti geologi. Questo rovesciamento fu riconosciuto dal Pareto, in un tempo nel quale la regolare sovrapposizione degli strati nell'interno delle montagne formava assai più d'ora uno dei canoni della geologia (2). Il rovesciamento, dal terreno infraliassico più antico, si propaga fino ai terreni eocenici più recenti. L'arenaria dell'Eocene medio, nel lato occidentale, lungo mare, principia ed essere in parte rovesciata già fra Corniglio e Riomaggiore: da Riomaggiore alla punta Castagna gli strati arenacei sono ordinariamente verticali, e di qui alla marina del Persico sono rovesciati.

Piega del monte Penice (5) ed altre pieghe minori di Val di Staffora. — Poco dopo il termine settentrionale della piega di Traschio e dell'Aveto, ultimo probabile prolungamento di quella del promontorio occidentale, s'incontra la piega che dal suo monte più alto dirò piega del Penice. Essa, avendo per nucleo i calcari

(1) M. Canavari, *Contribuzione alla fauna del Lias inferiore di Spezia*, 1888, fig. 7, 8, p. 144 e seg.

(2) G. Guidoni e L. Pareto, *Sulle montagne del Golfo della Spezia e sopra le Alpi Apuane*. Biblioteca italiana, t. XLVII, Milano, 1832.

marnosi ad *Helminthoida*, comincia a nord, probabilmente nell'alta Val Tidone, diretta a principio da nord a sud parallelamente alla piega del Lesima: passa al monte d'Alpe (1252 m.) ed al monte Penice (1462 m.) il più alto di tutto l'anticlinale, e sollecitamente cambia alquanto direzione, deviando a sud-est parallelamente alla piega del Promontorio occidentale. La vetta dei Ginepri bruciati (1030 m.) è ancora formata dai calcari ad *Helminthoida*; ma a sud sulla Trebbia, sotto ai calcari, comparisce, per la lunghezza di poco più che tre chilometri, il nucleo d'arenaria dell'Eocene medio. La Trebbia lo traversa fra i Renai o Renati di Bobbio e Marsaglia. Verosimilmente la piega, con nucleo di calcari marnosi, seguita ad est pel monte Cagno e pel monte Rudella almeno fino a Farini d'Olmo sulla Nure, e pel monte S. Franca fino a Morfasso sulla Lubiana. È molto probabile che questa piega, deviando poi verso sud-est sia quella stessa la quale, con nucleo di calcari ad *Helminthoida*, si estende dal Ceno, pei monti Dosso, Albareto, Pareto, a Solignano sul Taro, dove la disposizione anticlinale è assai visibile, fino a monte Cassio (1022 m.), a monte Croce, e a Calestano sulla Baganza. Questa piega, come le più occidentali, è regolare ad ambedue i lati, salvo lievi inversioni.

Lungo la Staffora, fra il monte Penice e la piega occidentale del Lesima, in mezzo al *sinclinale* degli schisti argillosi della zona eocenica successiva, appaiono una o due pieghette aventi per *nucleo* terreni cretacei, cinte pur esse da poco alto strato di calcare ad *Helminthoida*; ma sono talmente limitate che non turbano l'andamento del *sinclinale* piuttosto grandioso del quale poi si dirà.

Sinclinale 3-4,5. — Prima di andare oltre esaminiamo il *sinclinale* esistente fra le già descritte pieghe del Lesima da una parte, del Promontorio occidentale e del Penice dall'altra. Essendo rovesciato, come si vide, contro levante, il lato orientale della piega del Lesima, ne viene che pure il *sinclinale* è rovesciato e che le pendenze di esso sono uniformi a sud-ovest od ovest-sud-ovest. Di questo rovesciamento ebbe da molto tempo qualche sospetto il Mazzuoli ⁽¹⁾; esso si manifesta a chiunque percorra la regione perpendicolarmente agli strati ed è chiarito dalla successione invertita delle

(1) L. Mazzuoli, *Sul giacimento cuprifero della Gallinaria*. Boll. Com. geol., 1885, p. 195,

roccie. Partendo, sia dal litorale di Deiva e Moneglia verso oriente, sia dalla Spezia verso ponente, pel litorale, o pei torrenti Deiva o Mezema, pel Bisagno, per la strada del Bracco, pel Bargonasco o pel Gromolo, incontriamo successivamente; 1 Calcari marnosi ad *Helminthoida*; 2 Strati arenacei, schistoso-argillosi e calcarei dell'Eocene superiore; 3 Gabbro; 4 Peridotiti con Bastite e con Enstatite alternanti coi Gabbri; 5 Diabasi o Basalti poco o punto olivinici che formano il mezzo del *sinclinale*. Seguitando si ripete in ordine inverso la medesima successione di roccie 4, 3, 2, 1. In qualche tratto, naturalmente, manca l'una o l'altra serie. Lungo il mare, nel promontorio fra Levanto e monte Rosso, la serie invertita arriva fino alle roccie della zona n. 2 dell'Eocene superiore le quali appunto formano tutta la spiaggia fra la Caserma delle guardie doganali di Levanto ed il lato sud-ovest del Mesco. Questo brano di roccie sedimentarie, benchè direttamente sovrapposto alle Diabasi, ritengo non rappresenti il terreno più recente del Promontorio, bensì il più antico, e credo risponda alla zona degli schisti argillosi rovesciati sopra il *sinclinale* delle roccie eruttive e rappresentanti là, come un isolato rimasuglio, il lato orientale della piega del Lesima in continuazione degli schisti argillosi situati più a nord-ovest, dentro terra, nel monte Serra tra Framura e Déiva. S'intende che non faccio menzione di numerosi ripiegamenti secondari che turbano il *sinclinale*.

A settentrione di Carrodano le Peridotiti, i Gabbri e le roccie dell'Eocene superiore coprono tutte le roccie anteriori dell'*anticlinale* del Promontorio occidentale. Queste ricompariscono a nord nel monte Zatta, poi di nuovo nella valle dell'Aveto. Tra il monte Zatta e l'Aveto, le rocce eruttive le quali coprono l'anticlinale arrivano alle maggiori altezze dell'Appennino nei monti Aiona (1700 m.), Nero (1681 m.), Penna (1735 m.) ed in altri monti vicini. Cessata la piega del Promontorio occidentale le roccie dell'Eocene superiore seguitano a nord fra la piega del Lésima e quella del Pénice; il relativo *sinclinale* (3-5) è tuttora rovesciato con pendenze prevalenti ad ovest-sud-ovest, come il lato orientale della piega del Lésima.

Piega dei Quadrelli (6) ed altre pieghe minori di Val di Trebbia. — Altre pieghe minori aventi per *nucleo* quasi unicamente calcari marnosi ad *Helminthoida*, assai friabili pei movimenti cui

vennero soggetti, seguitano più a nord-est lungo il Trebbia e il Nure con direzione presso a poco da nord-ovest a sud-est, quasi regolarmente parallele fra loro, e parallele anche al confine dell'Apennino dalla pianura padana, fatto a mio credere di molta importanza per l'orografia dell'Apennino. Esse furono soggette a maggiori rovesciamenti delle pieghe precedenti.

Scendendo la Trebbia, a nord-est del monte Penice, dopo ragguardevole estensione di schisti argillosi e di rocce eruttive, apparisce un piccolo anticlinale di calcari marnosi a *Helminthoida*, sulla riva sinistra del fiume, sotto la Pietra Parcellara, fra Consensio e Rondanera. Non sale a più di 125 m. sul fiume ed ha poco più di mezzo chilometro d'ampiezza. Quantunque ben distinto, ha strati alquanto contorti e nel lato orientale alquanto rovesciati e pendenti a sud-ovest. La destra del fiume è coperta da altissime frane e solo in certi punti vi apparisce qualche brano di calcari in posto. Il grosso masso serpentinoso del casale a levante di Ponte, quasi sul fiume, apparentemente nel posto de' calcari marnosi, trarrebbe in inganno intorno alla sua posizione, se un attento esame non persuadesse che è uno dei massi franati dall'alto, dal monte Armelio.

Più a levante presso il Perino, poco più di 150 m. a monte dell'osteria della Posta, lungo la strada Nazionale, s'incontra altro piccolissimo e regolare anticlinale in cui apparisce la Creta superiore, in strati verticali, per l'estensione di 8 o 10 mq. appena, discordanti nel modo più evidente sotto strati alti 3 o 4 m. al più di calcari marnosi. È verosimile che altre pieghette di questi, forse molto ristrette e compresse, appaiano in molti altri punti; ma sembrano poco possibile distinguerle sempre dai casi di pure e semplici alternanze.

Nondimeno, scendendo ancora la Trebbia, troviamo ai Quadrelli, sulla destra del fiume, una intercalazione più ragguardevole dei detti calcari in mezzo agli schisti. Ivi gli strati pendono tutti uniformemente ad ovest-sud-ovest; ammessa dunque, come dirò ora, l'esistenza di una piega distinta, bisogna anche ammettere il suo rovesciamento che avrebbe avuto luogo nello stesso verso della piega del Lesima, cioè contro nord-est, contro la valle Padana. I calcari seguitano a sud-est pel monte Viserano e pei Cassinari al monte s. Anna e sotto Missano fino al Nure. Sulla sinistra del torrente, appunto sotto Missano, fra C. Murlo e Lugazzano, i cal-

cari appaiono, non più come semplice intercalazione, ma come vero anticlinale, nel quale la curva degli strati più interni, sebbene molto scontorti, è assai visibile. Sulla destra del Nure seguitano fra il Rio Cassino e il Rio dei Cornaletti, per lo meno sotto Castelnardo verso il torrente Riglio, ed è quasi certamente questa piega, che ricomparisce rovesciata e come *uniclinale* pendente a sud-ovest ne' calcari ad *Helminthoida* di Montechiuso e del Castello di Montechino sul Riglio, ai cui due lati, dalle argille scagliose dell'Eocene superiore, viene estratto con pozzi il petrolio.

Piega di Rivergaro (7). — Prescindendo da parecchie altre pieghe minori che probabilmente si manifestano in ispecie sul Nure, un anticlinale dei calcari ad *Helminthoida*, molto più ragguardevole e regolare, si manifesta all'uscita dei torrenti Riglio, Nure, Trebbia, Luretta e termina col lato nord est parzialmente scompleto verso la pianura, interrotto da terreni quaternari e pliocenici: dal principal comune ch'esso traversa lo chiamo piega od *anticlinale* di Rivergaro. Dal monte Bissago (579 m.) sulla Luretta, passa al monte Pillerone (594 m.) sul Trebbia, che traversa la piega fra il torrente Guardalabbia e i borghi di Statto e Savignano. Sulla destra della Trebbia passa al monte Dinavolo (700 m.), al Colle Castagnolo e al Colle Merlera e scende al Nure che lo traversa da Carmiano fin poco a monte di Albarola. Sulla destra del Nure si alza alla Costa di Monte e va al Riglio ed al Chero. Lungo il Trebbia l'andamento degli strati è sufficientemente regolare, verso sud-ovest da una parte, verso nord-est dall'altra, e la divaricazione sembra manifestarsi presso a poco sotto Cisiano. Anche lungo il Nure, ad onta di parziali inversioni, le stratificazioni sono sufficientemente regolari, e circa sotto Ustiano sembra passare l'asse della piega. In questi luoghi, come già notò il Taramelli, gli strati eocenici si avvicinano il più alla pianura padana.

Sinclinali 4, 5 — 6, 7, 8. — Fra le pieghe del Promontorio occidentale e del Penice, quelle dei calcari marnosi dei Quadrelli e di Rivergaro e le altre del monte Molinatico e di Val di Magra che vedremo or ora, le rocce dell'Eocene superiore si dispongono in sinclinale assai ampio nell'alto delle valli del Taro, del Ceno, del Nure e sul Trebbia fra Bobbio e i Quadrelli. Le rocce sudette, sedimentarie ed eruttive, collegano insieme tutti gli anticli-

nali predetti, i quali spuntano fuori dalle medesime a guisa di bottoni dall'occhiello.

Nelle valli del Nure e della Trebbia il sinclinale (5-6) è a volte tanto ampio che gli schisti argillosi ed i calcari ad *Helminthoida* costituiscono il fondo delle valli, coprendo anche gli *anticlinali* minori, come quelli dei calcari marnosi di Confiente e quelli della Creta di Perino e dei Bruzzi, mentre le Peridotiti formano la sommità di parecchi monti. L'ampiezza del sinclinale non esclude però l'esistenza di ribaltamenti spesso ragguardevoli. La serie delle Peridotiti, giacchè si tratta quasi solo di questa specie di rocce eruttive, la quale da nord-ovest di Bobbio, da Romagnese nell'alta valle del Tidone, va a Pietra di Corvo, Sassi neri, al Groppo, monte Pradegna, Degara, Grotta di San Colombano, monte Barbarino, monte Gavi, monte Materano, monte Castello, Tre Abati, Costa della Capra, monte S. Agostino a levante di Coli, ed accenna ai lembi che si trovano a ponente di Farini l'Olmo ed alle Ferriere, questa serie è situata nell'asse o fondo del *sinclinale* 5-6 e mentre copre con molta regolarità a sud-ovest gli schisti argillosi o marne salate addossati alla piega del Penice, e talora, nei dintorni di Bobbio, orizzontali o quasi, a nord-est invece è coperta dagli stessi schisti formanti il lato orientale del *sinclinale* ed occidentale della piega convessa 6, la quale dai Quadrelli sul Trebbia va a Farini d'Olmo sul Nure. Questi schisti perciò sono rovesciati, e parrebbero più recenti delle Peridotiti del monte Barbarino e di S. Colombano. Ma a poco per volta si raddrizzano, e lungo il Trebbia fra Cadonica e Cassola già hanno assunto la debita pendenza a sud-ovest e la conservano per tutta la lunghezza di quella e delle contigue valli fino all'*anticlinale* più esterno (7) de' calcari marnosi. Quella pendenza a sud-ovest si conserva anche nel lato nord-est del piccolo *anticlinale* di Perino nel quale la Creta ed i calcari marnosi ad *Helminthoida* sono disposti regolarmente, mentre gli schisti argillosi dell'Eocene superiore, in quel lato nord-est, salvo gli strati immediatamente adiacenti ai calcari, hanno pendenza invertita fino di 17° e più verso ovest o sud-ovest, apparentemente sottostante alle rocce più antiche, come del resto sono rovesciati contro la pianura padana, e pendenti tutti a sud-ovest gli strati dell'*anticlinale* dai Quadrelli al Nure. In Val di Trebbia dunque si ha da una parte, verso Bobbio, un parziale ro-

rovesciamento dell'Eocene superiore contro l'Appennino, dall'altra parte opposta, verso l'uscita in piano, un rovesciamento più esteso contro la valle del Po.

Nelle valli del Ceno e del Taro il sinclinale fra le pieghe del monte Zatta, cioè del Promontorio occidentale (4), di Solignano, probabile continuazione della piega del Penice (5), e quelle che ora vedremo del Cornoviglio (11), del Molinatico (12) e di Pontremoli (13) si estende, da Borgotaro a Bardi, un ampio e regolare sinclinale occupato da rocce del Miocene il più antico, alquanto lignitifere.

Piega del Promontorio orientale della Spezia (8). — Il Promontorio orientale della Spezia, per quanto riguarda i terreni eocenici, formava probabilmente in origine una sola piega diretta da nord-ovest a sud-est, parallelamente al Promontorio occidentale, sul cui termine settentrionale non sono ben certo; però nell'interno di essa compaiono gli strati schistosi più antichi dell'Appennino, in parte forse paleozoici, e questi, come quasi sempre accade nell'interno delle pieghe maggiori, sono disposti in pieghe secondarie. Gli schisti antichi predetti formano il nucleo di due di tali pieghe, una situata poco a nord-ovest dell'altra, che insieme costituiscono il Promontorio orientale. Nella piega nord-ovest gli schisti, e più propriamente la quarzite colla quale essi terminano, cominciano intorno a Migliarina e seguitano a sud lungo la spiaggia occidentale del Promontorio, terminando in strati orizzontali od appena ondulati al Castello di Lerici. La pendenza degli strati intorno a Pitelli, dove raggiungono la maggiore estensione, è verso nord nord-est e nord-est: non emerge dunque se non il lato orientale della piega, che è interrotto ad ovest sul Golfo. Gli strati più antichi sul mare, nel monte Fornolo, pendono circa di 40°, ma a levante via via si raddrizzano, ed i più recenti e più orientali, nel monte Cerri, pendono già di 70°, avviandosi così a quel parziale rovesciamento che si manifesta poi chiaramente in più tratti nelle rocce del Lias inferiore e del Titoniano.

Nei dintorni di Arcola diaspri e schisti Titoniani stanno ordinariamente sopra l'Infralias con grande salto d'età ma senza apparente discordanza stratigrafica; i loro strati inferiori, a nord del Canale Quercio, principiano già ad essere rovesciati e più lo sono i superiori, i quali pendono già di 27° ad ovest 24 sud e rico-

prono terreni eocenici più recenti. Questi terreni e gli altri cretacei dei dintorni di Vezzano, fra la Durasca e la Ressora, per circa 8 chilometri, sono rovesciati a nord-est contro la Magra, ed in senso contrario al rovesciamento del Promontorio occidentale, con questa differenza, che nel Promontorio occidentale è regolare l'estremità nord e rovesciata quella sud, mentre nell'orientale accade l'opposto. I rovesciamenti hanno luogo come se divergessero dalla regione del Golfo. Nell'estremità meridionale della stessa piega, da Barcola alla Punta di Treggiano, i calcari del Lias inferiore costituiscono il fondo del *sinclinale* che separa la detta piega dall'altra situata più a sud-est, e pendendo essi costantemente circa di 50° a sud-ovest ne avviene che il *sinclinale* è rovesciato contro la Magra nello stesso senso de' terreni titoniani, cretacei ed eocenici più settentrionali.

Nella piega sud-est, lunga circa 8 chilometri, che per un certo tratto a nord va parallela alla precedente, gli strati schistosi inferiori si trovano sul mare, nel tratto estremo, e formano una dolcissima vòlta, verso il fiume Magra, in parte scoperta ad est, in parte cinta ad est e ad ovest dal calcare infraliassico. La quarzite più recente ricomparisce presso il termine settentrionale della piega, per brevissimo tratto nel fondo del torrentello sulla via al primo bivio della strada rotabile che provenendo da Pitelli va a Pugliola. Le altre rocce stanno attorno con regolarità.

Lo spazio compreso tra le pieghe del Promontorio occidentale (4) e di quello orientale (8), cioè il Golfo ed il Piano di Spezia che prosegue nella valle di Riccò, risponde ad un ampio *sinclinale* (4-8), evidente, quantunque gli strati degli anticlinali adiacenti siano in parte scompolti pella erosione prodotta dal mare. L'Issel scrive: « noi crediamo col Zaccagna che le stratificazioni dei due promontori della Spezia costituiscano i resti di un anticlinale coricato ad ovest, il quale negli ultimi tempi dell'era terziaria avrebbe perduto la vòlta e sarebbe stato lungo il suo asse profondamente incavato dalla erosione, generandosi così la valle sottomarina di cui risulta il Golfo (1) ». Però ne' Promontori della Spezia esistono, come si è già visto, almeno tre anticlinali ben di-

(1) A. Issel, *Il terremoto del 1887 in Liguria*. Boll. Com. geol., 1888, pag. 41.

stinti con separazione perfetta di quello del Promontorio occidentale dagli altri.

Un sinclinale molto ampio, rispondente alla Val di Vara ed alla parte inferiore della Val di Magra, separa le pieghe del Promontorio orientale da quella successiva del monte Cornoviglio e delle Alpi Apuane (11). Il sinclinale (8-9, 11), formato da rocce dell' Eocene superiore, pella prima volta lo troviamo riempito, nella parte inferiore di Val di Magra, da terreni del Miocene superiore e da strati orizzontali del Pliocene.

Piega di Castelnuovo Magra (9). — Le pieghe che seguiremo ad incontrare nell'Appennino più a levante diversificano da quelle esaminate fin qui, perchè, pur prescindendo dalle pieghe con rocce molto antiche delle Alpi Apuane, le altre hanno per lo più per *nucleo* l'arenaria dell' Eocene medio.

A levante del Promontorio orientale e parallele a questo succedono le numerose pieghe delle Alpi Apuane, le quali preoccupano quasi solo le rocce più antiche e più interne sottostanti alla copertura de' terreni eocenici. Però la prima piega che s'incontra ha per nucleo l'arenaria dell' Eocene medio ed è in certo modo indipendente dalle altre più orientali. Essa è regolare e si dirige da nord-ovest a sud-est, circa dalla Magra, per la Calcandola, per Castelnuovo Magra (1), Nicola, il Castellaro (2) fino alla destra del torrente Carrione dove la disposizione anticlinale degli strati è ben visibile. Un sinclinale di calcari ad *Elminthoïda* e di schisti dell' Eocene superiore, molto contorti e talora quasi verticali, separa la detta piega dalla regione centrale delle Alpi Apuane e dalla principale piega convessa che dà origine a queste.

Piega di Camaiore (10). — Assai più a mezzogiorno nel prolungamento ideale della detta piega (9), sempre nel lato tirreno, e addossato al termine meridionale della regione centrale delle Alpi Apuane che sopravanza di poco a sud, è altro anticlinale indipen-

(1) D. Zuccagna, *Una escursione nella regione marmifera del Carrarese*. Boll. Com. geol., 1881, p. 481, sez. 3.

(2) B. Lotti, *La doppia piega d'Arni e la sezione trasversule delle Alpi Apuane*. Boll. Com. geol., 1881, sez. 1.

dente, che da Val di Castello si estende a Camaioire ed a Montramito, da nord-nord-ovest a sud-sud-est, con lunghezza di circa 8.500 m., con nucleo di schisti triassici e di calcari cretacei, in parte dimezzato nel lato occidentale lungo la pianura ed il mare. La piega, coperta nel lato orientale dall'arenaria, seguita certo lungo la pianura, benchè la denudazione l'abbia fatta superficialmente scomparire, e dubito che dalla immediata continuazione dell'arenaria del predetto lato abbia a sorgere il colletto arenaceo isolato nella pianura fra il cimitero di Massarosa e la Vincentella. Un sinclinale di rocce dell'Eocene superiore separa le dette zone d'arenaria dagli anticlinali più orientali, ma desso finisce poco a nord di Massarosa, dove i lembi laterali di arenaria delle due pieghe contigue si riuniscono. Però nell'arenaria ad est della parte meridionale della piega di Camaioire si nota qualche piega molto secondaria, come nei colli di Bargecchia.

Piega del Cornoviglio e della regione centrale delle Alpi Apuane (11). — La piega principalissima comprendente la regione centrale delle Alpi Apuane si eleva ad est delle pieghe precedenti e del Promontorio orientale, ed ha principio assai oltre nell'Appennino. A partire dalle origini del Taro e dalle sorgenti della Vara tutta la sinistra parte di questo fiume è costeggiata da una elevata cresta diretta da nord-ovest a sud-est, la quale, partendo dal monte Zuccone, dal Gottero (1639 m.), uno dei più alti dell'Appennino, seguita pei monti Antessio (1161 m.), Picchiara (1158 m.), Tondo (1207 m.), Cornoviglio (1163 m.), Alpicella (825 m.) fino alla Magra, dove l'intima struttura degli strati è chiaramente scoperta.

Alla cresta predetta risponde un anticlinale regolare, diretto da nord-ovest a sud-est, parallelamente alle pieghe della Spezia ed all'estremità meridionale della piega del Lésima, dove l'arenaria eocenica apparisce come *nucleo*: ivi principia la gran piega di rocce eoceniche la quale seguita sulla sinistra della Magra chiudendo e ricoprendo tutte le pieghe a nucleo paleozoico della regione centrale delle Alpi Apuane e finisce sul Serchio rimpetto al monte Pisano. La sua importanza è dunque di gran lunga maggiore a quella delle altre pieghe fin qui esaminate: dessa prova di per se come in sostanza le Alpi Apuane non appartengano oggigiorno ad un sistema orografico e geografico diverso da quello dell'Appennino.

Piega del monte Molinatico (12). — Ad est della piega del Promontorio occidentale ed a nord-est del Gottero, separata da ampia estensione di rocce dell'Eocene superiore, si manifesta l'ellissoide quasi regolare con nucleo d'arenaria eocenica, la quale principiando sulla sinistra del Taro, rimpetto a Borgotaro sulla destra del fiume, sale al monte Molinatico (1549 m.) ed alla Montagna pelata (1427 m.) e quivi cessa confinata a levante dall'Eocene superiore della Cisa.

Gli strati sono d'ogn'intorno quasi perfettamente regolari e la lunghezza massima del nucleo è di circa 10 chil. da est-nord-est ad ovest-sud-ovest.

In questa piega si ha il primo esempio, fra tutti quelli esaminati, di una disposizione degli strati, non già ad ellissoide molto allungata, con assi assai differenti, ma quasi a cupola con assi poco diversi.

Piega di Pontremoli (13). — Ancora a levante del Gottero ma a mezzogiorno della piega di monte Molinatico, separata da questa mediante regolare sinclinale di rocce dell'Eocene superiore lungo la sinistra del Verde e nei dintorni di Grondola e Montelungo, sta questa ampia ma bassa cupola d'arenaria dell'Eocene medio, avente per *nucleo* terreni cretacei e titoniani a Giaredo sulla Gordana, a circonferenza sufficientemente regolare, il cui centro risponde quasi a Pontremoli.

Le valli del Caprio, della Magriola, del Verde, della Betigna della Gordana, del Teglia, tutte fluenti alla Magra la attraversano nella loro parte inferiore.

Sono notevoli la regolarità e l'ampiezza di queste cupole arenacee di monte Molinatico e di Pontremoli, sebbene si trovino quasi nella parte centrale dell'Appennino ed in mezzo ad altre pieghe fortemente contorte e rovesciate.

Piega della Bandita di Fivizzano (14). — Ancora a sud, anzi a sud-est e direttamente a levante della piega del Cornoviglio (?), si manifesta un piccolo anticlinale regolare d'arenaria.

Sorge poco a sud-est di Fivizzano, nel monte Bandita, e scendendo all'Aulella fra Casola e Codiponte, dopo appena 4 chilom.

passa alle Alpi Apuane, coprendo le rocce infraliassiche e liassiche formanti un *nucleo* sufficientemente distinto dalle altre pieghe apuane lungo la Tassonara. La direzione è sul principio precisamente da nord a sud, perciò parallela alle pieghe di Genova, dell'Antola ed alla prima parte del Lesima; bensì devia poi alquanto a sud-ovest come tutte le altre pieghe meridionali. Anche mediante questa piega le Alpi Apuane si trovano intimamente annesse al rimamente Apennino di cui fanno parte.

Pieghe interne della regione centrale delle Alpi Apuane (11-14). — Il sinclinale (11-14) situato fra la detta piega di Fivizzano e quella del Cornoviglio è occupato da rocce appartenenti all'Eocene superiore, e cessa irregolarmente incuneato nelle Alpi Apuane, lungo il Lucido e nel monte d'Ugliancaldo, dove cessa l'arenaria eocenica formante da quella parte uno de' giri esterni delle Alpi Apuane. L'arenaria formante il lato occidentale della piega del Cornoviglio seguita ad occidente delle Alpi Apuane, lungo il mare, fino ai dintorni di Massa. D'altra parte l'arenaria del lato orientale della piega della Bandita di Fivizzano, cinge estesamente, frastagliata da qualche piega molto secondaria, tutto il lato orientale della regione centrale delle Alpi Apuane, costeggiando la destra del Serchio fino alla Torrite di Gallicano.

Di qui, deviando a sud-ovest, con strati poco inclinati, cinge la regione centrale a mezzogiorno, ne' monti Albano, Bicocca, Baldoria, Poraglio, nell'Alpe della Pescaglia, passa ai colli di Fondagno, Partigliano, Tempagnano fino alla Vinciola, alla Freddana e al Serchio; poi si estende a mezzogiorno della Freddana fino ai poggi di Fibbialla, e di Valpromaro ed al monte Ghilardona, ai colli di Pedona, e Stiava, tornando a sinistra della Freddana ne' poggi di Gombitelli e di Nocchi. Quivi l'arenaria interrompe il suo giro attorno Alle Alpi Apuane dalla parte del mare Tirreno e non lo riprende che nei dintorni di Massa. A levante, dalla Torrite di Gallicano in poi, essa stessa forma il sinclinale che separa la regione centrale dalla piega più orientale di Torrite Cava; nell'estremità meridionale del suo ampio giro forma il sinclinale fra la detta regione e la piega di monte Bozzapila (15).

Non istarò a ripetere la descrizione di tutte le pieghe le quali turbarono gli strati più antichi della regione centrale delle Alpi Apuane.

Ne feci altrove uno studio particolareggiato (1); però un breve cenno mostrerà le differenze non piccole che passano fra le medesime ed il rimanente dell'Appennino. La regione è fra le più disturbate e per ora è una fra quelle donde si possono ricavare i più importanti ammaestramenti intorno alla disposizione delle pieghe ed all'origine delle montagne.

Dalla piega principale Frigido-Versilia (A), diretta da nord-nord-ovest a sud-sud-est, si parte ad oriente l'altra piega — Versilia-Valle di Gramolazzo (B) — diretta da nord a sud.

Da quest'ultima ha origine ad oriente la piega di Mosceta o C, la quale descrive un semicerchio convesso ad ovest, a metà circa del quale si parte l'altra piega D verso settentrione. Comprese fra le pieghe B, C, D, altre se ne trovano, concentriche fra loro, curvate a ferro di cavallo, colla convessità a mezzogiorno e l'apertura a settentrione, tutte disposte attorno al monte Sombra, che è come il pernio attorno al quale le pieghe hanno girato; esse sono uniformemente rovesciate verso l'interno. Il giro di queste pieghe attorno al monte Sombra costituisce uno dei fenomeni stratigrafici più notevoli fra quelli che sono finora conosciuti. Altre piccole pieghe si trovano a levante, e fra queste sono notevoli alcune, ne' dintorni d'Ugliancaldo e di Corfigliano, nelle quali i calcari nummulitici dell'eocene medio si trovano strettamente impigliati in mezzo ai terreni triassici.

Ciò prova che le pieghe interne delle Alpi Apuane, sebbene abbiano avuto principio in età antiche, pur durarono a formarsi in tempi molto recenti insieme con tutte quelle del restante Appennino.

Fra le altre pieghe d'importanza minore che si trovano a levante della regione centrale sono anche a ricordarsi quelle tre o quattro della Pania secca, e delle sue pendici verso la Torrite, brevi, dirette da ovest-sud-ovest ad est-nord-est, e rovesciate tutte con pendenza verso nord-ovest. Non le descrissi nel mio citato lavoro, non avendone sceverato tutte le circostanze, e solo le accennai più tardi (2).

(1) C. De Stefani, *Le pieghe delle Alpi Apuane*. Firenze, Le Monnier, 1889.

(2) C. De Stefani, *Gli antichi ghiacciai delle Alpi Apuane*. Bull. del Club alp. it., 1891, p. 7.

Ad est troviamo ancora le piccole pieghe con nucleo infraliasico di presso Deccio sulla Tórrite Secca e di sotto Calomini sulla Tórrite di Gallicano, situate forse anche in continuazione l'una dell'altra, dirette circa da nord-nord-ovest a sud-sud-est, regolare la prima, formata da strati molto contorti ed in parte rovesciati la seconda. Fra questa e le pieghe A, B, C è ancora la piega del Forno Volasco, avente per nucleo schisti triassici, regolare, a curva assai ampia, coll'asse maggiore diretto circa da nord-est a sud-ovest.

Altre minori pieghe, in parte completamente rovesciate, si trovano alquanto più a mezzogiorno. Principale fra queste è quella con nucleo infraliasico, che dalle Capanne di Pascoso giunge a Torcigliano sul Lucese, diretta circa da nord a sud, a guisa di ampio semicerchio convesso verso levante, esempio che per solito non è dato dalle altre pieghe delle Alpi Apuane, irregolarmente rovesciata, parte a levante, parte a ponente, cioè non sempre verso la parte interna della curva, esempio che pure non ci è offerto dalle altre pieghe.

Fra la detta piega e l'altra della Torrite Cava che si esaminerà poi, è quella più breve, che dall'Ajola giunge alla Pedogna, in parte rovesciata con pendenza ad ovest.

Piega di monte Bozzapila (15). — A sud della cintura arenacea che chiude la regione centrale delle Alpi Apuane ed a sud-est della piega più esterna di Camaiore (10), quella giogaia si restringe molto e, salvo lievissime ondulazioni di terreni eocenici, è costituita da pieghe uniche e brevi. Prima comparisce la piega regolare di monte Bozzapila, con nucleo di diaspri giuresi più volte contorti e ripiegati, lungo circa 4 chilometri e circondata quasi pell'intero da terreni eocenici ne' quali si manifestano brevi ondulazioni minori. La direzione torna da capo ad essere da nord a sud come le pieghe più settentrionali dell'Appennino genovese.

Piega delle Avane (16). — Sorge appena più a ponente della terminazione meridionale della piega precedente ed è l'ultimo termine delle Alpi Apuane. Anche questa è diretta da nord a sud, ma con leggera convessità a nord-est: è lunga circa 6,500 m. All'opposto della piega di Camaiore (10) è completa solo dalla parte del

mare, mostrando essa gli strati interni fino all'Infralias, a sud e specialmente ad est, lungo il Serchio che la interrompe. In origine proseguiva certamente lungo la pianura, parallelamente al monte Pisano, e probabilmente è tutta rovesciata contro est con pendenza regolare ad ovest, come la successiva piega delle Mulina nel monte Pisano. Questi eventuali rovesciamenti non potevano aver luogo senza un'alta copertura di rocce sovrastanti delle quali oggi non è rimasta alcuna traccia.

Piega del monte Pisano (17). — All'estremità meridionale delle Alpi Apuane e nella loro apparente continuazione succede il monte Pisano, le cui pieghe, principale o secondaria, sono però affatto indipendenti. Un sinclinale profondissimo (16-17) di arenarie eoceniche separa le due regioni ed è trasversato dal Serchio prima di gettarsi in mare. Gli attuali lavori pel nuovo emissario del Palude di Bientina, parallelo al Serchio, hanno dato occasione ad amplissimi scavi fino al disotto dell'alveo del fiume ed hanno messo allo scoperto il sottosuolo argilloso e sabbioso, anteriore al passaggio del Serchio per quelle parti, e quasi certamente pliocenico, riconfermando così che la valle di Ripafratta è una valle antica di sinclinale, e non affatto recente e di erosione.

I terreni eocenici coprivano verosimilmente, una volta, tutto il monte Pisano, formandovi attorno una sola piega abbastanza ragguardevole: oggi se ne trovano scarsi lembi solo nel lato occidentale lungo il Serchio ed a nord-est nella collina di S. Leonardo.

Nelle rocce antiche, le quali formano il monte, sono a distinguere due pieghe, di disuguale importanza. Ad est della piega delle Avane e parallela a questa ed al Serchio, nell'estremità nord-ovest del monte, è la piega delle Mulina, lunga circa 5 chilometri, avente *nucleo* triassico, rovesciata contro est, diretta da nord a sud con leggera convessità ad ovest.

A sud-est succede la piega principale, avente per *nucleo* terreni paleozoici, la quale costituisce un'ellissoide molto ampia ad assi quasi uguali; l'asse maggiore è diretto da nord-ovest a sud-est.

Col monte Pisano si arriva al termine meridionale della regione che abbiamo impresso ad esaminare, cioè al parallelo di Firenze; ma in rispondenza ad esso l'Apennino raggiunge un'ampiezza

trasversale già molto ragguardevole e gran numero di pieghe s'incontrano ancora più a levante.

Piega di Diecimo (18). — Si è visto come mediante le pieghe del Cornoviglio (11) e della Bandita di Fivizzano (14) le Alpi Apuane facciano parte integrante dell'Appennino. Questo fatto importante ci è riconfermato da altre pieghe.

Finora nelle Alpi Apuane non si è ripetuto il caso ordinario dell'Appennino genovese, di pieghe dirette prima più o meno secondo il meridiano e deviate nella loro estremità meridionale verso est o sud-est. Questo caso si manifesta in alcune pieghe laterali non ancora esaminate, le quali pure, originate nelle Alpi Apuane, deviano ed entrano a far parte dell'Appennino, connettendo strettamente questo con quelle.

Già in addietro non abbiamo escluso che le estreme pieghe a levante della regione centrale lungo il Serchio, di presso Deccio sulla Torrite Secca e di sotto Calómini sulla Torrite di Gallicano, dirette circa da nord-nord-ovest a sud-sud-est, siano il prolungamento l'una dell'altra. Più probabile, al di sotto dell'estesissima cintura d'arenaria eocenica, è il collegamento fra l'ultima piega e quella che si manifesta più a sud a partire dal monte Palódina, nella parte inferiore della valle della Tórrite Cava, parallelamente ed a levante dell'estremità meridionale della principal piega A della regione centrale apuana, e separata da questa mediante esteso sinclinale d'arenaria entro il quale si manifestano pieghe piccole e secondarie.

Il *nucleo* più antico, che apparisce lungo la Tórrite Cava, è costituito da rocce del sistema liassico, alle quali, a sud e sud-est, subentrano rocce via via più recenti. La piega è una delle più grandi delle Alpi Apuane, ampia e nell'insieme molto regolare, quantunque i singoli strati siano sovente assai turbati e scontorti. A principio ha direzione da nord-nord-ovest a sud-sud-est e si dilunga, sempre facendo parte delle Alpi Apuane, dal monte Palodina, fino ad Aquilea sul Serchio per circa 13.500 m.; però a sud del Borgo a Mozzano e di Diecimo essa devia da ovest ad est e seguita come parte dell'Appennino: ivi appunto il Serchio, come la Magra più a nord, forma una vallata di erosione, in fondo alla quale si scoprono terreni giuresi, e confina le Alpi Apuane, cui

rimane la parte di piega che è sulla destra, dall'Appennino nel quale seguita la piega a sinistra. Entrata nell'Appennino la piega continua per circa 23 km. fino alla Niévole e probabilmente alla pianura Pistoiese, parallelamente ad altre pieghe più settentrionali che poi esamineremo. A principio, sul Serchio, per un centro tratto serba il *nucleo* di rocce cretacee e titoniane assai contorte. Nell'estremità orientale, sotto l'estremo lembo della piega verso la pianura, nei dintorni di Montecatini di val di Nievole, come alla Forra- buia ed al Mulino di Vico sulla Nievole, ricomparisce il *nucleo* delle rocce più antiche titoniane e liassiche, non forse come ininterrotta continuazione del *nucleo* esistente lungo il Serchio, ma certo nel proseguimento dell'asse del medesimo, o parallelo ad esso: anche quel nucleo è diretto da ovest ad est o da sud-ovest a nord-est. L'ing. Zaccagna lo ritenne diretto da nord a sud perpendicolarmente al piano (¹), ciò che non si accorda colle pendenze del poggio di Montecatini.

Il lungo tratto intermedio fra i due nuclei del Serchio e di Montecatini è interamente formato dall'arenaria eocenica, e siccome il sinclinale che separa la piega dalle altre più settentrionali non è costituito da rocce eterogenee ma dalla stessa arenaria, e non è palesato da alcun tratto geografico, così l'esistenza dell'anticlinale si può dedurre solo attentamente studiando la pendenza degli strati. Questi, nel lato meridionale della piega, pendono uniformemente e costantemente a sud o sud-ovest verso la pianura di Lucca e la Val di Nievole. L'anticlinale dunque risponde alle vette che separano la detta regione dalla Val di Lima.

Pieghe del monte Albano (19). — Fatto singolare a notarsi è questo, che in rispondenza all'estremità orientale della piega predetta e quasi perpendicolarmente ad essa si dilunga la piccola e stretta giogaia del monte Albano la quale riacquista la solita direzione appenninica nord-ovest a sud-est, perciò parallela al più occidentale monte Pisano. Non è fuori d'ogni probabilità che essa sia una semplice ulteriore deviazione della piega di Diecimo: è costituita da molte piccole pieghe aventi tutte per nucleo terreni cretacei o più

(¹) D. Zaccagna, *I terreni della Val di Nievole fra Monsummano e Montecatini*. Boll. Com. geol., 1882, p. 237.

antichi. Alcune sono assai ampie e poco meno che circolari, come le pieghe di Pontremoli e del monte Molinatico in Val di Magra, attestando la non ragguardevole intensità dei movimenti che le produssero; non mancano però i rovesciamenti.

Nell'estremità settentrionale del monte Albano, lungo la pianura della Nievole, è la stretta piega da nord-ovest a sud-est, con nucleo liassico, di Monsummano, per limitatissimi tratti rovesciata contro est; parallela a levante, è la piega formante almeno in parte la principal vetta del monte, il cui nucleo cretaceo, disposto ad anticlinale, si vede bene presso il Poggiolo verso Serravalle.

Nell'estremità meridionale, sull'Arno, che la traversa, è altra breve piega ellissoidale alquanto irregolare, con nucleo cretaceo, il cui asse maggiore è diretto circa da levante a ponente, quindi trasversalmente alla direzione del monte Albano. Il suo lato sud-est è parzialmente rovesciato con pendenze ripidissime a nord e nord-ovest.

Piega di Mosciano (20). — Poco a sud-est, e lasciando la piccola piega irregolarmente circolare di s. Romolo, come ultima prosecuzione del monte Albano sulla sinistra dell'Arno, si manifesta la piega che dirò di Mosciano, con nucleo cretaceo, lunga circa 9 km., da Marliano a Montebuoni, diretta ancora da nord-ovest a sud-est e nel lato nord-est parzialmente rovesciata contro la pianura fiorentina.

A sud-est seguirebbero altre pieghe, non nel prolungamento di quelle descritte, ma in rapporti più complicati con esse. Si uscirebbe però dal parallelo di Firenze e dai limiti che mi sono tracciati, per cui non ne parlerò.

Dalla piega di Diecimo (18) a quelle del monte Albano (19) varie circostanze rimangono ancora incerte; però da tutto l'andamento degli strati risulta in modo superiore ad ogni dubbio che la regione rispondente al piano di Lucca, alla Val di Nievole, a tutte le piccole colline circostanti ed alla bassa Val di Pesa, non venne formata da subbissamenti o da corrosione de' monti circostanti ma da naturale loro disposizione orogenica, e corrisponde in una parola ad un'amplissima conca sinclinale (15-17-18-19-20) la quale fu riempita da strati pliocenici quasi orizzontali.

Piega del Barghigiano (21). — Ripigliando il cammino, ad est e nord-est della piega di Diecimo, adiacente e parallela a questa ed alla regione centrale delle Alpi Apuane (11-14), incontriamo la piega del Barghigiano, che sorge nel monte Perpoli in Garfagnana, e che pure, sebbene per brevissimo tratto, rientra nei limiti geografici della giogaia apuana sulla destra del Serchio, passando poi subito alla sinistra del fiume e all'Appennino: Si dirige prima da nord-ovest a sud-est, per circa 17 km.; traversata la Val di Lima passa forse da ovest ad est come la piega di Diecimo ad essa parallela; però io non ne ho riconosciuto le tracce. A settentrione la regolare disposizione anticlinale degli strati arenacei, scendenti con debolissima pendenza lungo la valle del Silico ed il monte Perpoli, è molto evidente: essi chiudono da quella parte la conca pliocenica di Castelnuovo. La disposizione anticlinale si conserva ancora evidentissima per tutto il tratto lungo il quale la piega ha direzione a sud-est, ed è rivelata pure dal nucleo dei calcari nummulitici lungo il Serchio e nel Barghigiano, e dei calcari cretacei nella valletta del Segone intorno Gromignana. Se a nord la separazione dell'*anticlinale* è assai palese, non lo è altrettanto ad ovest, sul principio, nel monte Perpoli, dove l'arenaria, in strati forse parzialmente addossati e rovesciati, separa i calcari nummulitici dell'anticlinale Barghigiano (21) da quelli delle Alpi Apuane (11-14); però probabilmente poco più a sud rispondono al *sinclinale* i terreni dell'Eocene superiore di Campo e di Cascio. Ad ogni modo, passato quel tratto settentrionale, il *sinclinale* ((11,14), 18-21) si fa ben chiaro ed ampio, originando la conca di Barga situata fra le Alpi Apuane e l'Appennino e riempita da strati lacustri pliocenici orizzontali. A mezzogiorno della conca di Barga, al Ponte a Calavorno, la piega del Barghigiano torna anche superficialmente contigua a quella di Diecimo, e nel *sinclinale* (18-21) d'arenaria eocenica che le separa gli strati sono reciprocamente addossati per modo da non potersi segnare con esattezza l'asse del *sinclinale*. Per questa medesima impossibilità e per l'uniformità dei caratteri dell'arenaria rimane incerta pure l'ulteriore deviazione della piega a levante lungo la Val di Lima.

Piega centrale (22). — Ripigliamo il cammino, tornando alle pieghe più settentrionali situate ad est di quelle del monte Moli-

natico (12) e di Pontremoli (13), nel cui prolungamento si ampliavano le pieghe delle Alpi Apuane fin qui esaminate.

A oriente dunque di quelle predette e del Cornoviglio (11), ne sorge una delle più importanti dell'Appennino, perchè segue lo spartiacque, talchè l'ho appellata *centrale*, e per l'altezza dei monti che la formano. Essa è costituita interamente dall'arenaria eocenica, ed è assai allungata, con direzione regolarissima da nord-ovest a sud-est, parallelamente alle pieghe più occidentali. La sottoposizione dell'arenaria alle rocce dell'Eocene superiore è sempre ben palese. La piega comincia nel monte Cavallo (1171 m.) sulla sinistra del Rio di Gravagna fluente alla Magra, sale subito allo spartiacque fra Tirreno e Adriatico e forma successivamente i monti Borgognone, Orsaro (1830 m.), Marmagna (1851 m.), Sillara (1861 m.), Bocco (1805 m.), per lunghezza di circa 17 chilom.

Interrotto dalle rocce dell'Eocene superiore, al Passo di Linari, delle quali non ho ancora potuto determinare la disposizione stratigrafica, l'anticlinale d'arenaria continua colla stessa direzione, altissimo ed ampio, per circa 5 chilom., nella cresta elevata del monte Acuto (1927 m.), e nel monte Succiso (2017 m.). È singolare che il monte Succiso, il più alto di tutto l'Appennino esaminato fin qui, non si trova sullo spartiacque, ma ad oriente, nel versante Tirreno, fatto che vedremo ripetersi altrove.

Avanti al passo del Cerreto, fra le valli del Rosaro e della Secchia, la piega è parzialmente interrotta da un sinclinale dell'Eocene superiore trasversale alla direzione della piega e dell'Appennino.

A nord-est di questo sembra esista una breve deviazione dell'anticlinale arenaceo verso i monti Spiaggia Bella (1786 m.) e Scalucchia (1411 m.) nel versante adriatico. Però ad ovest, nel versante della val di Magra, la piega dell'arenaria seguita più basso dello spartiacque, colla stessa direzione da nord-ovest a sud-est, rialzandosi tosto di nuovo alle cime principali della catena ed ampliandosi assai, anche per la suddivisione in ondulazioni distinte, benchè secondarie, la più orientale delle quali vedesi benissimo sotto il colle Cerretta rimpetto al Riarbero. L'anticlinale seguita così nella val di Serchio.

L'ampiezza trasversale della piega, in alcuni punti, da Ligonchio nel Reggiano al colle di Tea in provincia di Massa, è

di più che 12 chilometri, dalla Lama Lite nel Reggiano alle Verucole sul Serchio è di quasi 11 chilometri. Vi spuntano in mezzo, di solito in fondo alle valli, e quasi sempre nel versante tirreno, le rocce più antiche di tutto il principal crinale Appenninico, come alla Spezia e nelle Alpi Apuane, in cupole ellissoidali semplici, talora regolarissime ed ampie, successive a moto di catena.

Queste cupole sono quelle di Camporaghena con rocce triasiche o paleozoiche, di Sassalbo e Mommio con rocce infraliassiche, in val di Magra, della Maccagnina in val di Secchia con rocce neocomiane, le più antiche di tutto il versante adriatico, del monte Ischia con rocce cretacee, di Soraggio, di Corfino in val di Serchio, pur con rocce infraliassiche, dell'Isola nel torrente di Castiglione con calcari nummulitici.

La cintura arenacea intorno a queste rocce antiche è piuttosto limitata a sud-ovest lungo la Magra e il Serchio; ma è più alta superiormente e nel lato nord-est, dove forma, come nel primo tratto, i monti più alti lungo lo spartiacque, cioè il Caval Bianco (1854 m.), la Nuda (1895 m.), monte Belfiore (1810 m.), monte Sillano (1875 m.), monte Prado (1064 m) il più alto lungo lo spartiacque di tutto l'Appennino settentrionale, gli Scaloni (1981 m.), Bacco di Scala. (1850 m.), le Forbici (1818 m.), fino alla Foce o Passo delle Radici.

Mentre nel lato sud-ovest e nel mezzo le pendenze sono regolari e talora gli strati sono orizzontali, questi, nel lato nord-est sul crinale, a partire dal monte Sillano, sono per lungo tratto rovesciati contro la valle del Pò, di guisa che l'arenaria sembra più recente dell'Eocene superiore delle valli dell'Ozola e del Dolo. La pendenza invertita, a ponente del Giovarello, giunge a 50° verso sud-ovest od ovest-sud-ovest. Al massimo rovesciamento corrisponde una variazione, però di poca durata, nella roccia costituente il crinale, la quale, nella maggior depressione di questo, intorno alla Foce delle Radici (1528 m.), non è più l'arenaria, ma il terreno dell'Eocene superiore sottostante ad essa per via del rovesciamento. A settentrione della Foce si verifica pure un fatto, già noto nelle Alpi Apuane, ma unico per ora nel vero Appennino; vale a dire la vetta dell'Alpicella delle Radici, per non breve tratto, è formata da un lembo isolato di arenaria sovrastante ai calcari ed ai galestri dell'Eocene superiore, per modo che sembrerebbe la roccia più recente,

se non fosse che le pendenze accennano ad altro lembo, pure isolato, il quale sta ad est, più basso, lungo la strada nazionale, e poi a tutte le masse circostanti.

A sud-est delle Radici il crinale seguita per l'Alpe di S. Pellegrino ed oltre, formato di nuovo dall'arenaria, tuttora rovesciata a nord-est debolmente pendente e quasi orizzontale a sud-ovest verso il Serchio.

Ivi, nella valle del Sillico e sullo spartiacque fra questo torrente e quello di Castiglione, fluenti ambedue al Serchio, nell'arenaria così dolcemente declive si manifesta una debolissima ondulazione sinclinale che separa questa piega da quella del Barghigiano (21) nel suo principio.

La piega centrale seguita amplissima, parallela a quella del Barghigiano, mal distinta da essa nel suo lato sud-ovest, pell'uniformità dell'arenaria.

Sullo spartiacque forma ancora i monti Romecchio, dell'Omo (1859 m.), Giovo (1991 m.) e Rondinaio (1964 m.).

Nel lato nord-est, fino al Giovo, essa è rovesciata sopra le rocce più recenti delle valli del Dragone e della Scoltenna; nelle cime di Romecchio, per via del rovesciamento, l'arenaria pende fin di 20° a sud-ovest, e fra quelle e la Cima dell'Omo il rovesciamento è accompagnato da contorsioni, per le quali, nella foce della Porticiola, uno strettissimo lembo di Eocene superiore si spinge fino nel versante del Serchio. Dopo il Giovo il rovesciamento cessa, e le pendenze degli strati tornano regolari come erano a nord-est del monte Sillano.

In rispondenza al monte Rondinaio ed a Vitiana, dopo un regolare andamento a sud-est mantenuto per circa 65 chilometri, parallelamente a quasi tutte le pieghe appenniniche più occidentali, essa devia, però brevemente, a levante, come la piega di Decimo (18) e probabilmente quella del Barghigiano (21), ma poi torna a sud, indi a sud-est. Anche lo spartiacque acquista la direzione ad est, fino alle Tre Potenze (1940 m.); ma questo seguendo verso l'Abetone una direzione perpendicolare agli strati, abbandona la nostra piega che d'allora in poi rimane interamente nel versante tirreno della valle del Serchio.

Colla deviazione ad est la piega diventa maggiormente ampia: infatti la sua larghezza trasversale fra Controne in val di Lima

e il Ponte di Picchiasassi sotto l'Abetone nel modenese, supera i 15 chilometri. In quel tratto, in mezzo all'arenaria, si manifesta di nuovo, come più a nord, amplissimo *nucleo*, lungo fin 10 chil., di rocce liassiche, coperto da alti calcari cretacei⁽¹⁾; però, se in alcuni punti queste rocce sono orizzontali, altrove formano ripiegamenti pe' quali appaiono fin verticali e che ne fanno parere la massa molto più grande che non sia. Nel lato occidentale, nella bassa val di Lima, gli strati sono anche parzialmente rovesciati sopra l'arenaria pendente perciò a nord-est. L'arenaria del lato occidentale è per lungo tratto regolare, e dallo spartiacque fino a Pupiglio sulla Lima forma una cresta elevata (Poggione 1771 m., Uccelliera 1656 m., Piastra 1400 m.).

Sulla sinistra della Lima la piega seguita ancora a sud-est, in parte verticale, in parte leggermente rovesciata al solito contro oriente, e finisce nel piano di Pistoia, circa tra il Vincio di Vincio ed il Vincio di Brandeglio, dopo un percorso di circa 95 chilometri, dopo aver formato le più elevate cime dello spartiacque fra Adriatico e Tirreno, dopo aver toccato le provincie di Parma, Reggio, Modena, Massa, Lucca, Firenze.

Il sinclinale (12, 13, 9, 14, 21, 18? — 22) che separa questa piega dalle altre più occidentali descritte a suo tempo è molto variato. Nella parte settentrionale, fino all'incontro della piega del Barghigiano (21), vi sono di mezzo costantemente terreni dell'Eocene superiore disposti quasi generalmente con regolarità. Il sinclinale, ristretto verso il monte Molinatico (12), principia a farsi più aperto verso la piega di Pontremoli (13) e diventa amplissimo in rispondenza alla piega del Cornoviglio (9) che sbarra la val di Magra, tanto che gli strati eocenici che ne formano il fondo sono in molti punti orizzontali o quasi: questo spazio, rispondente all'alta val di Magra, era occupato, durante il Pliocene, da un gran lago ed è ora riempito da strati argillosi e sabbiosi di quell'età, orizzontali.

(1) B. Lotti, *Sezioni geologiche nei dintorni dei Bagni di Lucca*. Boll. Com. geol., vol. XVII, 1886.

Il sinclinale si restringe, serbandosi però regolare, in rispondenza alla piega di Fivizzano (14); ma torna poi ad amplificarsi in val di Serchio, parallelamente alla regione centrale delle Alpi Apuane, dove forma un altro bacino che fu lacustre durante il Pliocene, riempito da strati di questa età, il bacino di Garfagnana. Il fondo di esso è occupato da strati eocenici in parte orizzontali, in parte conformati a piccolissime pieghe pure parzialmente rovesciate.

Il bacino è chiuso a sud-est dalla ondulazione sinclinale ad amplissimo raggio che segna il principio settentrionale della piega del Barghigiano (21) accosto a quella Centrale, e che separa pur l'una dall'altra. Più a mezzogiorno le due pieghe seguitano parallele; però, mancando nel sinclinale intermedio ogni roccia eterogenea, e trovandosi ad immediato contatto l'arenaria dei lembi esteriori delle due pieghe, non si può segnare il confine preciso fra una e l'altra.

Solo, probabilmente nell'estremità meridionale, in rispondenza alla bassa val di Lima, si ha traccia di questo sinclinale in certi strati di calcari e galestri nel monte Calvario fra i Bagni di Lucca e Controne.

Pella medesima uniformità delle rocce non potrei dire con sicurezza se la piega del Barghigiano (21) seguiti deviando ad est come quella di Decimo (18) e la piega Centrale (22); perciò non saprei per ora se nell'arenaria esistente fra queste due pieghe, sicuramente ben distinte, esista un unico sinclinale, che potrebbe essere rappresentato da certi alberesi di Castelvecchio, oppure se di mezzo sia anche un altro anticlinale (18); quest'ultima opinione mi sembra meno verosimile.

Certo è che la piega Centrale termina sulla pianura pistoiese, non con brusca interruzione, ma con strati i quali pendono regolarmente verso e sotto la medesima.

Piega del monte Ventasso (23). — Ad oriente della piega centrale, nel Parmense, si hanno tracce di una piega che dalla destra della Parma, pel monte Caio (1589 m.), va alla Cedra e probabilmente all'Enza, coprendo il lembo cretaceo di Selvanizza, indi termina bruscamente sulla Secchia nel monte Ventasso (1727 m.) dove l'arenaria eocenica copre estesa superficie. L'Eocene superiore

all'intorno è molto esteso. Questa regione è per ora la meno conosciuta di tutto l'Appennino settentrionale, per cui molte circostanze sull'esistenza e sull'andamento delle pieghe rimangono ignorate.

Piega del Cusna (24). — A sud-est del monte Ventasso, nel suo diretto prolungamento, traversata la Secchia, una nuova piega d'arenaria, lunga appena 11 chilometri, ma pur ragguardevole, si alza sopra Casalino e diretta al solito a sud-est, parallelamente alla piega centrale ed alle altre più occidentali, dal monte Cisa (1701 m.) pei monti Cusna (2121 m.), Piella (2071 m.), Vallestrina (1905 m.), Ravino (1882 m.), va, sempre nel versante adriatico, al Dolo, dove finisce. Anche qui, come pel Succiso, si verifica che la cima più alta di quel tratto di giojaia, anzi la più alta fra quelle esaminate fin ora, sta interamente nel versante padano a levante dello spartiacque. Gli strati sono quasi orizzontali nell'alto Cusna e presso che verticali sul Dolo; l'esistenza dell'anticlinale, oltre che dalla natura delle rocce contigue, è attestata dalla stessa disposizione a cupola, lungo il Dolo, dalla loro sovrapposizione regolare a nord-est e nel mezzo.

La valle dell'Ozola e l'alto Dolo seguono il sinclinale (22-24) di rocce dell'Eocene superiore, con conglomerati serpentinosi, che separa la presente piega da quella centrale e che è in gran parte rovesciato, con pendenza a sud-ovest, come il lato orientale di questa.

Piega del Cimone (25). — Più a sud, dopo non breve interruzione, ma quasi diretta continuazione della piega del Cusna, ad est della piega Centrale e parallelo a questa, si alza altro importante anticlinale che, dalla cima più alta, dirò del monte Cimone. Il suo andamento è più del solito irregolare.

Lungo la fiumara di S. Anna fluente alla sinistra della Scoltenna, a valle dei Caprili, si manifesta una piccola piega di arenaria, regolare ed evidente, diretta da ovest ad est, che sulla sinistra del torrente dà luogo a dirupi ragguardevoli, e per mezzo di strati più schistosi, che si rimane incerti a qual piano attribuire,

fa passaggio al terreno sovrastante. Ma ben tosto l'arenaria si alza e si dilunga sulla destra e forma il monte sopra le Tagliole (Nuda, 1775 m. e Costa del Paradiso 1710 m.). Qui la piega devia leggermente a nord-est, come il tratto della piega centrale che è ad essa contiguo al Giovo ed al Rondinaio. Nello stesso tempo essa, non più regolare, si rovescia pell'intero contro sud, con pendenza a nord, vale a dire in senso contrario al rovesciamento che ha pure in quel tratto la piega centrale (22). Così diretta e rovesciata seguita a traverso il Rio delle Tagliole nel monte Modino (1559 m.), quindi a traverso il Rio delle Pozze nell'Alpicella (1738 m.); ma quivi, dopo avere assunto temporaneamente direzione quasi da sud a nord, bruscamente si rivolta e devia ancora, secondo la direzione predominante dell'Appennino, verso sud-est, alzandosi nella più elevata cima dell'Appennino settentrionale, nel Cimone di Fanano (2165 m.), ripetendo così, come pel Succiso e pel Cusna, il fatto che la più alta cima si trovi fuori del crinale principale e tutta nel versante adriatico. Gli strati del Cimone sono ancora in parte rovesciati e pendenti verso ovest e nord-est.

Dalla vetta del Cimone la piega di arenaria devia a sud, e pel monte Lagoni (1861 m.) arriva allo spartiacque nel Libro Aperto (1957 m.), e lungo lo spartiacque seguita con direzione da nord-ovest a sud-est, sebbene la massa principale si conservi sempre nel versante adriatico, formandovi altissimi e dirupati contrafforti; anzi tra la cima dei Tauffi (1799 m.) e lo Spigolino (1827 m.) lo spartiacque è formato dall'Eocene superiore del sinclinale adiacente (22-25). A sud-est dello Spigolino il lato occidentale dell'anticlinale seguita pel Cupolino (1853 m.) e pel Cornaccio (1881 m.), mentre uno sperone elevatissimo d'arenaria, rispondente alla vetta dell'anticlinale, si parte dal Cornaccio verso nord e nord-est formando l'elevato Corno alle scale (1945 m.), situato al solito nel versante adriatico, il Balzo all'Oro (1939 m.) e la Nuda (1827 m.).

A sud-est del Cornaccio l'arenaria seguita sullo spartiacque pell'Uccelliera (1814 m.) e pel Poggio delle Ignude (1732 m.), emettendo ancora alti contrafforti ad oriente ma stendendosi pur molto nel versante tirreno, con declivio lentissimo.

In rispondenza al Limestone, affluente della Lima ed all'alto Reno, in mezzo all'arenaria, si manifesta regolarmente il nucleo di calcari e schisti dell'Eocene inferiore, poi di rocce della creta su-

periore, che si dirige da nord-ovest a sud-est, da S. Marcello a Pistoia, fino al termine della piega, sormontando quindi lo spartiacque dell'Appennino per entrare nel versante Adriatico e tornare poi in quello Tirreno. I passi dell'Oppio fra Reno e Limestre e del Fornello fra Reno e Ombrone sono incisi in questo *nucleo*. La pendenza occidentale dell'arenaria, traversando pur essa l'alta Val di Reno pel monte Balza (851 m.) e pel Sasso di Cireglio (839 m.), finisce diretta circa da nord a sud, sulla destra dell'Ombrone, interrotta dalla pianura Pistoiese, senza chiudere le rocce nummulitiche e cretacee più antiche. Anche il lembo orientale della piega, dal Poggio dei Malandrini a sud del Poggio delle Ignude, continua lungo la sinistra dell'Orsigna affluente al Reno, traversa questo fiume a monte di Pracchia, indi l'Ombrone a monte di Piteccio, e limitato allora quasi solo al versante Tirreno finisce interrotto dalla pianura fra Pistoia e Prato. Il percorso tortuoso della piega è in tutto di poco sopra 40 chilometri.

Il sinclinale intermedio fra questa piega e quella centrale (22-25), formato sempre da rocce dell'Eocene superiore, segue le vicende dei lembi attigui dei due anticlinali. Sul principio, quasi in rispondenza al Giovo ed al Lago Santo, esso si trova ad ambedue le parti sottostante ai due anticlinali rovesciati, come si è detto, in senso contrario, per modo che quegli il quale lo osservasse soltanto in quel tratto crederebbe aver che fare con un anticlinale e con una roccia più antica dell'arenaria. Più a sud-est, mentre l'anticlinale della piega centrale (22) si raddrizza, l'altro del Cimone (25) si mantiene rovesciato, per la qual cosa il sinclinale intermedio seguita, fra il Balzo alla Rosa e monte Modino, fra il ponte di Picchiasassi e Fiumalbo, col lembo orientale rovesciato e con pendenza generale, in quel tratto, verso nord. Dopo, esso devia, come gli anticlinali contigui, a sud e forma il passo dell'Abetone e tutta l'alta Val di Lima, mentre diventano regolari anche l'anticlinale del Cimone (25) e con esso il nostro sinclinale, che si trova perciò ampio vari chilometri assai più che in ogni altro luogo, e che sormonta regolarmente le arenarie ad ambedue i lati. Se non che a sud del monte Caligi e della Piastra, il sinclinale diventa verticale ed assai ristretto, per modo che sulla Lima, a Pupiglio, chi l'osservasse solo in quel luogo, lo prenderebbe per un interstrato nell'arenaria; passata la Lima, ampliandosi di poco, con direzione a

sud-est, passa a Naffrico e presso Prunetta, donde scende all'alto Reno poi verso la pianura Pistoiese.

Piegia di Rocca Corneta (26). — A levante delle descritte pieghe, verso la valle padana si incontrano parecchie altre ondulazioni apparentemente molto secondarie. Molto vicina a quella del Cimone (25) ne sorge un'altra, per ora poco studiata, forse meno ampia trasversalmente ma egualmente lunga e quasi affatto parallela. Il nucleo è formato ordinariamente dall'arenaria eocenica e si dirige come il solito circa da nord-ovest a sud-est. Comincia sul Panaro fra Magrignana e Monte Creto; passa verosimilmente al monte Cervarola ed alla Calvanella, traversa parecchi contrafforti che provengono dallo spartiacque principale, dal monte Lancio e dallo Spigolino, formando monti ancora elevati e scendendo alla Dardagna a sud-ovest di Rocca Corneta; quivi intorno probabilmente, come nucleo, appaiono strati della creta media; e può essere che vi siano complicazioni per ora ignote.

Oltre la Dardagna la piega d'arenaria forma i monti Castellina (1277 m.), Grande (1531 m.), Cocomero, Toccacielo e Gragnagione, traversando il Reno fra Pracchia ed il casello 60 della ferrovia sotto il Borgo Capanne. Gli strati esteriormente sono spesso verticali e talora rovesciati con pendenza sud-ovest. Passando il Reno traversa le due Limentre e va verso il Bisenzio ma non ne conosco il termine.

Del sinclinale (25-26) che sta verso la piega del Cimone, non conosco l'intero percorso, ma solo numerose tracce, a traverso gli scabrosissimi contrafforti solcati da esso, tra il Fellicarolo e il Reno, sulle pendici ad ovest del monte Grande nella Nuda e nel balzo di Fabuino fra la Dardagna e il Sella, ad ovest del monte Rotondo tra il Sella e la Randaragna, tra i monti Orsigna e Cocomero, lungo il Reno intorno Pracchia, dove gli strati sono pochi e serrati fra l'arenaria, e probabilmente sul Rio Vincigliata in val d'Ombone. Non ne conosco più oltre.

A nord-est le rocce dell'Eocene superiore sono estesissime, e talora, verso la pianura padana, ne spuntano lievi ondulazioni con nucleo cretaceo.

Nei sinclinali di tutte le pieghe esaminate fin qui non compaiono rocce più recenti dell'Eocene superiore: però in qualche

sinclinale molto secondario, situato a nord-est della piega di Rocca Corneta (26) appaiono strettamente pigiati ed anche rovesciati strati del Miocene, fatto che è poi dei più distinti dell'Appennino Forlivese e Marchigiano. Un simile esempio si riscontra nell'arenaria miocenica di Porretta, chiusa in mezzo all'Eocene superiore in uno stretto sinclinale rovesciato contro nord-est, in istrati pendenti a sud-ovest presso alla verticale. Le altre complicate supposizioni fatte per spiegare la situazione di quell'arenaria non mi paiono esatte; del resto il fatto, ripeto, è comunissimo altrove.

Piega di Fiesole (27). — Un certo tratto più a levante, nel versante tirreno, con direzione quasi perpendicolare allo spartiacque, che ivi, poco oltre, comincia ad essere formato da terreni miocenici, apparisce una piega anticlinale nella breve giogaia della Calvana che separa la valle del Bisenzio da val di Sieve e da val di Marina. Il nucleo è regolare e formato dai calcari marnosi ad *Helminthoïda*, come le pieghe intorno Genova, e si dirige per circa 15 chilometri presso a poco da nord a sud. Giunto quasi alla pianura di Prato e Firenze devia parallelamente a questa con direzione da nord-ovest a sud-est, pei colli della Lastra e di Fiesole fino a incontrare l'Arno. In questo nuovo tratto, e per quasi tutta la sua lunghezza di almeno altri 15 chilometri, il nucleo è formato da rocce cretacee, spesso molto contorte ed in parte alquanto rovesciate contro la pianura di Firenze, con pendenza a nord-est.

Nel sinclinale (26-27) che separa questa piega dalle altre occidentali del Pistoiese, nel tratto che si dirige da nord a sud, si trovano le rocce sedimentarie ed eruttive dell'Eocene superiore di val di Bisenzio. Il tratto che devia a sud-est confina, come si è detto, la pianura fiorentina percorsa dall'Arno, superficialmente riempita da terreni alluvionali e pliocenici; e gli strati ne scendono sotto la medesima, come vi scendono regolarmente gli strati di tutte le altre pieghe circostanti (26?, 25, 22, 19, 20) cioè quelle del Cimone, la piega Centrale, le pieghe del Montalbano e di Mo-sciano, cui si potrebbe aggiungere la piega di val d'Ema, con nucleo cretaceo, diretta da ovest ad est, che ho lasciato fuori della descrizione e che chiude la pianura a sud di Firenze. La vallata di Firenze è adunque un grande sinclinale riempito da terreni pliocenici, simile alla vallata di Lucca e della Nievole, cinto da non minore

numero di anticlinali, ed un po' meno simile ai bacini pliocenici lacustri della val di Taro, della val di Magra inferiore, di val di Magra superiore, di Garfagnana e di Barga situati in mezzo a due od a tre soli anticlinali. Fra i fenomeni speciali alla vallata sinclinale di Firenze sono il parziale rovesciamento verso di essa degli strati esterni della piega di Mosciano (20), la terminazione regolare ma in tronco delle pieghe centrale e del Cimone (25, 22) e qualche fenomeno della piega di Fiesole che ora accennerò. In questa piega, dopo la sua deviazione lungo il piano, nel lato sud-ovest, vanno man mano scomparendo i terreni più recenti, per modo che nei colli di Fiesole, tra il Mugnone e l'Arno, non si vede a giorno nemmeno la metà sud-ovest del *nucleo* cretaceo, il quale, così dimezzato, scende sotto il pliocene e le alluvioni del piano. In questo, scavando a poche decine di metri, s'incontrano i calcari ed i galestri dell'Eocene inferiore e medio, non già i sovrastanti calcari marnosi ad *Helminthoïda* che formano il nucleo della piega nella Calvana: ciò vuol dire dunque: 1° che questi mancano in mezzo alla creta nel sinclinale corrente fra la piega di Fiesole e quella di val d'Ema, sul quale sinclinale risiede Firenze; 2° che dessi si arrestano sotto il piano alquanto più ad ovest di Firenze; 3° che finalmente il bacino di Pistoia e di Firenze, nella parte attigua a questa città, benchè qui pure disposto a sinclinale, è stato amplificato dall'erosione.

Nel lato concavo od interno della piega di Fiesole, cioè ad est e a nord di essa, gli strati succedono ordinariamente regolarissimi, in serie completa, perciò molto estesi, talchè lontano dal nucleo cretaceo di Fiesole si apre l'ampio e regolare bacino sinclinale di val di Sieve, il più esteso fra quelli interni all'Appennino fin qui esaminati, riempito da terreni pliocenici lacustri, al solito orizzontali. Esso è diretto da nord a sud-est ed è chiuso a nord-est da pieghe che io non accennerò e nelle quali, per la prima volta, prendono parte grandissima terreni miocenici.

Piega di Pontassieve (28). — Per terminare l'elenco delle pieghe del nostro Apennino ricorderò più a levante quella che costeggia la Sieve, parallelamente verso la sua foce in Arno. Essa va da nord-nord-est a sud-sud-ovest, con direzione diversa da quelle fin qui esaminate, descrivendo una leggera curva convessa a

nord ovest. Il suo nucleo è formato da arenarie cretacee le quali costeggiano la parte sinistra della Sieve (1). Quasi certamente questo nucleo cretaceo seguita a mezzogiorno costeggiando la destra dell'Arno, come verso la stessa parte, fino a Volognano, Rignano ed oltre, seguita la piega, che verso Rignano appunto è per largo tratto rovesciata, essendo che i calcari da cemento ed i calcari nummulitici eocenici pendano verso levante e scendano sotto l'arenaria cretacea.

Il sinclinale fra questa piega e quella di Fiesole è piuttosto ampio e regolare. A levante, seguitano altre pieghe che non descriverò per ora.

(1) Nella tavola del *Cosmos* l'asse di questa piega è leggerissimamente spostato sulla destra della Sieve ed è interrotto sull'Arno.

