

# SAGGIO

SULLA

# COSTITUZIONE GEOLOGICA

DELLA PROVINCIA DI GROSSETO

DEL

**PROF. CAV. GIUSEPPE MENEHINI.**



FIRENZE.

TIPOGRAFIA DI G. BARBÈRA.

—  
1865.

---

Questo abbozzo di carta geologica della provincia Grossetana non è che un primo tentativo, destinato prevalentemente a porre in evidenza i molti fatti geologici che si possono in essa osservare e ch' esigono tuttora lunghi e pazienti studi per essere completamente conosciuti e convenientemente interpretati. Esso infatti non è che la riproduzione della relativa porzione della carta geologica della Toscana dal Senatore Prof. Cav. Paolo Savi e da me presentata all' Esposizione italiana di Firenze. E la stessa ragione che in allora ci persuadeva a non dare maggiore pubblicità a quello incompleto lavoro, cioè il sentito bisogno di ulteriori e più particolari studi, sussiste in gran parte anche oggidì, mancandoci tuttora molte locali osservazioni relative specialmente agli esatti confini fra le varie formazioni, ed a tutti quei particolari che non possono essere esattamente determinati ed indicati che su di una esatta carta a grandi dimensioni. Ma intanto esso Paolo Savi faceva servire ad abbozzo della carta geologica della provincia di Pisa quella topografica pubblicata nella scala di 1 : 200,000 a corredo della statistica della provincia stessa. Ora questa della provincia di Grosseto si può dire essere la continuazione di quella, e se, annuendo al desiderio del sig. Consigliere Cav. D. Carlotti, io oso pubblicarla così qual è tuttora incompletissima, e colla speranza superiormente accennata che serva di eccitamento ad ulteriori studi, è perchè vi sono confortato dall' esempio e dalla benevola cooperazione di esso mio venerato maestro e collega.

E come la carta geologica della provincia Grossetana è la continuazione di quella della provincia Pisana, così parimenti, nei cenni che qui aggiungo per illustrarla, intendo solamente di continuare la esposizione della descrizione di quella, ad essa intieramente riferendomi per ciò che riguarda le generalità.

## 1. — Orografia ed idrografia.

I differenti sistemi orografici che, oltre a quello della catena Apenninica e sue dipendenze, concorrono a rendere prevalentemente montuose le altre parti della Toscana, tutti egualmente si riscontrano anche nella provincia di Grosseto, la quale, quantunque s'intitoli delle Maremme che comprende nelle pianure alluviali dei suoi fiumi, può dirsi essa pure prevalentemente montuosa, perchè alle sue pianure si interpongono lunghe catene di monti, e gruppi isolati di colline qua e là si elevano, con varietà grandissima di contorni, mentre alcuni centri di maggiore sollevamento dominano la contrada ed estendono più o meno da lungi il rilievo del circostante suolo. Ma essi sistemi non vi sono così distinti come altrove, perchè gli effetti dei vari avvenimenti geologici spesso si accumularono sui punti medesimi, o così largamente estesero l'azione loro da render difficile a determinarne la circoscrizione.

Alla catena metallifera devonsi certamente ascrivere per la maggior parte i monti della Maremma, ma non per questo devono tutti ad essa catena riferirsi i movimenti di suolo della zona compresa tra la cresta dell'Apennino ed il lido tirreno. Le eruzioni serpentinosi e le feldspatiche vi hanno parte notevole ed estesissima, e spesso intimamente collegata a quella dei sollevamenti ellissoidali della suddetta catena. Isolatamente poi la eruzione delle trachiti ha suo centro grandissimo e superbo nel monte Amiata, che solo in parte rimane compreso nella provincia. E fenomeni e prodotti vulcanici d'altra natura e di altra epoca si presentano nella regione di Pitigliano, Sorano ec., quasi a precursori di quelli che su larga scala predominano poi nel limitrofo Stato Pontificio. Finalmente, in questo novero generale dei fatti geologici della Maremma, devonsi pure menzionare quelle eruzioni idroplutoniche che, sorgendo da profondi spacchi allineati in parallele direzioni, originarono le dighe quarzose e spatiche cui sono direttamente connessi i filoni metalliferi listati del Massetano, e quelle di calcare cavernoso, di carniolo e di svariati amalgami calcari, spesso anche metalliferi, alle quali frequentemente si associano per parallelismo le dighe ferree.

Il primo e più importante gruppo montuoso della provincia è quello di Gerfal-

co, che, presso a poco intermedio a quelli di Campiglia all' O. e della montagnuola Senese al N.E., pure indipendentemente da essi costituisce una delle distinte ellissoidi dalle quali risulta formata la catena metallifera.

Succede il gruppo di Rocca Tederighi, Sasso Forte e Rocca Strada, e qui prevalgono invece gli altri due ordini di fenomeni geologici, cioè le eruzioni delle rocce serpentinosi e delle feldspatiche. E poichè le prime in parte precedettero alle seconde e certamente contribuirono al primo rilievo della penisola, così esso gruppo può ascrivarsi alla serie degli ofiolitici, quantunque non così esclusivamente come avviene per molti di quelli della provincia Pisana.

Le stesse eruzioni feldspatiche, che in quel secondo gruppo complicano gli effetti delle serpentinosi, si spiegano possentemente nel terzo, quello cioè di Gavorrano, ma interessando invece e potentemente sollevando quegli stessi terreni che sogliono costituire le ellissoidi della catena metallifera.

Interposta a quei tre gruppi montuosi è la regione del Massetano, quella appunto nella quale il suolo è attraversato dalle grandi ed estese dighe silicee, calcari e ferree, e dalle diramazioni quarzose e spatiche delle prime, che si possono denominare veri filoni metalliferi listati, paragonabili a quelli dell' Europa settentrionale. Ma quel suolo è incomparabilmente più recente che colà, nè vi appaiono che raramente i terreni secondari delle precedenti ellissoidi.

I terreni secondari non solo, ma i paleozoici pure, come rappresentati dalla serie delle formazioni che comprendiamo sotto al nome convenzionale di verrucano, compariscono sollevati ed in parte denudati nei quattro gruppi che si succedono procedendo dal settentrione al mezzogiorno. Primo di essi è quello di Monte Orsaio, che comprende i monti di Sticciano e di Batignano, colle annesse masse calcari di Monte Pescali, di Rosselle e di Moscona.

Il gruppo litorale dell' Uccellina costituisce pure una ellissoide ben definita, quantunque incompleta dalla parte del mare, e che, coi terreni che ne dipendono si estende al nord verso il colle di Alberese, il quale per altro ne rimane affatto distinto ed indipendente, ed all' est ed al sud-est fino al corso dell' Osa. Concorrono le eruzioni serpentinosi, come quella che sovrasta al padule di Alberese, insieme colle dighe quarzoso-metallifere, quale quella antimonifera di Pereta, a costituire il rilievo montuoso di Montiano, che si connette a quelli di Scansano e Roccalbegna nella catena che sparte le acque fra i due bacini dell' Ombrone e dell' Albegna.

Come isola nel mare si eleva il Monte Argentario, connesso al continente per le recenti formazioni del tombolo e della feniglia. E mentre in esso prevale la consueta struttura di ben definita ellissoide, vi si presentano associate, e con fatti geologici importantissimi, le eruzioni serpentinosi. La vicina isola del Giglio prevalentemente

granitica ha forse la stessa connessione geologica col Monte Argentario che ha l'isola d'Elba coi monti di Campiglia e di Populonia.

Ultima finalmente, e meno ben definita delle altre, è l'ellissoide di Capalbio; e nei terreni da essa dipendenti la diga antimonifera di Monte Auto ripete i fatti di Pereta, mostrando tuttora attivo il sotterraneo processo delle metalliche sublimazioni. Orograficamente più che geologicamente ad essa connessa, si protende quasi direttamente al nord la catena di Mamiano a dividere il bacino della Fiora da quello dell'Albegna, pari a quella che divide quest'ultimo dall'altro dell'Ombrone, e viene con essa ad unirsi nel gran Monte Labro, collegato al Monte Amiata per un dosso che parte le acque tra la Fiora da una parte e la Zancona cogli altri affluenti dell'Orcia dall'altro.

La molteplicità e la complicazione dei fenomeni che concorsero a dare l'attuale suo rilievo a questa parte d'Italia, ne rendono la orografia sommamente intralciata, apparentemente confusa e difficile ad esprimersi in poche e concise generalità. Mentre infatti vi predomina il generale andamento delle catene secondarie normali alla grande catena Apenninica, che determinano la prevalente direzione dei fiumi Cornia, Bruna, Ombrone, Albegna e Fiora, ognuno poi dei parziali sollevamenti impresse qualche carattere speciale ai circostanti bacini idrografici. Così il sollevamento della gran massa montuosa di Gerfalco e di Montieri risulta anche idrograficamente espresso nel bacino superiore della Cecina e nella sua direzione al N.N.E. Ed è parimenti dalla gran massa di origine comparativamente recente di monte Amiata che si vedono discendere in ogni direzione gli affluenti della Fiora e della Paglia a mezzogiorno e ad oriente, quelli dell'Ente all'occidente ed al settentrione.

Nè la lunga serie di movimenti caratterizzati dalla comparsa delle varie rocce eruttive ignee ed idroplutoniche, nella successione dei periodi terziari, è sufficiente a render conto della attuale configurazione della superficie. Anche posteriormente al periodo pliocenico vi fu un gran movimento nel suolo della Toscana, che grandemente contribuì a compartirgli la presente sua condizione (Savi: *De' movimenti avvenuti dopo la deposizione del terreno pliocenico nel suolo della Toscana*: Nuovo Cimento; aprile e maggio 1863). La linea flessuosa che segna il livello culminante di quel sollevamento e n'esprime quindi la direzione dal sud-ovest al nord-est, non interessa nella nostra provincia che il gruppo di Gerfalco e Montieri; ma, coi cambiamenti indotti nella così detta Montagnuola Senese, certamente influì sul corso della Merse e su quello in generale degli affluenti occidentali dell'Ombrone. Quale effetto di esso sollevamento al settentrione della nostra provincia, si può citare la discesa al mezzogiorno dei depositi diluviali, come quello di blocchi e di detriti trachitici sulla pendice meridionale di Rocca Tederighi, e l'altro di detriti

serpentinosi su quella di Monte Massi (vedi taglio M—N. 2 e 3). Ed a quel movimento si connette forse anche l'attuale posizione di una parte dei travertini del Massetano.

Ma cambiamenti importantissimi sono pure a riferirsi ad epoca ancor più recente, a quella cioè che, sia o no compresa nella storia, come caratterizzata dalla presenza dell'uomo, sogliamo contrassegnare convenzionalmente col nome di attuale. Oltre in fatti ai grandi mutamenti dovuti all'opera alluviale dei fiumi ed a quella concomitante delle correnti e degli altri movimenti del mare, la formazione quindi delle pianure e delle paludi di Grosseto e di Orbetello, la protrazione incessante del delta dell'Ombrone (vedi in proposito Pilla; *Trattato di Geologia*, Pisa 1847, I, pag. 160-166) e la formazione dello stagno d'Orbetello, sono pure evidenti notevoli movimenti recentemente avvenuti nel Monte Argentario e nella vicina regione continentale. Le rovine delle antiche costruzioni romane a Santa Liberata attestano, colla loro sommersione nelle acque del mare, un abbassamento del suolo; ed all'opposto i fori di molluschi litofaghi ad oltre un metro sopra il massimo livello al quale giunge la marea alla base del monte di Ansedonia, in rispondenza alla feniglia! (Savi, *Atti della prima Riunione degli Scienziati Italiani*, p. 74), attestano un sollevamento, forse contemporaneo alla produzione del famoso Spacco della Regina.

Finalmente come attestazioni della incessante attività sotterranea, oltre alle putizze, come quelle connesse alle già citate miniere di Antimonio, sono pure a menzionare anche nella provincia di Grosseto alcuni dei soffioni boraciferi, che, insieme a quelli del Senese, fan parte dello stesso gruppo o sistema che rimane prevalentemente compreso nella provincia Pisana.

## 2. — Formazioni geologiche.

### a. — SEDIMENTARI.

La formazione geologica più antica riscontrasi nelle quattro ellissoidi superiormente accennate di Monte Orsaio, Uccellina, Monte Argentario e Capalbio. Essa è costituita dagli schisti cristallini e nodulosi, micacei e talcosi, dalle quarziti, dalle psammiti quarzose e dalle anageniti che si comprendono generalmente sotto al nome di verrucano. Questa formazione, sottostante a tutti i terreni secondari più antichi, include nella sua porzione superiore una ricca fauna ed una ricchissima flora dell'epoca carbonifera. E quantunque questa preziosa ricchezza paleontologica non si sia finora appalesata che in un solo punto della Toscana ad Jano, in molti

altri luoghi (Marina di Rio, Levigliani, Valle del Frigido presso le bocche del Cartaro) gli straterelli di antracite e gli schisti neri grafitici rivelano quell'orizzonte geologico. I soli caratteri litologici e stratigrafici inducono a riguardare come appartenenti al verrucano i suindicati terreni nella nostra provincia. Essi offrono un interessantissimo campo di belle ricerche, ed attendono tuttora chi convenientemente li illustri. Il solo promontorio Argentario attirò frequentemente l'attenzione dei geologi ed è su di esso particolarmente a citarsi la interessantissima memoria del signor Coquand. (*Notice sur un gisement de gypse au promontoire Argentario. Bul. de la Soc. géol. de Fr., 2<sup>o</sup> S.<sup>e</sup>, III, 302.*) Ivi, più chiaramente che altrove, vedonsi strati di calcare alternanti cogli schisti talcosi nella parte superiore della formazione. Esso calcare ha tessitura compatta e colorazione nerastra, ma non fu dato finora rinvenirvi alcun fossile. Solamente per l'analogia della posizione stratigrafica esso fu conguagliato a quello di grana salina e di candore marmoreo che si vede alla punta bianca alla estremità del promontorio orientale del golfo della Spezia, e fra Rio e Longone nell'isola d'Elba (*Considerazioni sulla geologia stratigrafica della Toscana in seguito alla traduzione della memoria di Murchison sulle Alpi, gli Apennini ed i Carpazi, p. 284*; ove era pure citato un esempio nel monte della Brugiana, presso Massa di Carrara, che fu poi riconosciuto doversi invece riferire alla grande massa dei calcari marmorei superiori al verrucano, appartenendo alla serie degli schisti varicolori quelli che ivi ricoprono esso calcare). Nel promontorio Argentario esso calcare compatto nero vedesi chiaramente interstratificato agli schisti talcosi ed anagenitici, principalmente presso Santo Stefano, e ricomparisce pure nell'isola Argentario, all'occidente del promontorio fra Calagrande e Calamoresca, ove l'azione incessante dei flutti marini ha indotto sulle superficie che vi sono maggiormente esposte una singolare modificazione osservata e descritta dal Santi: « ove lo scoglio è esposto all'urto dell'onde (esso calcare) era » smaltato di una patina nera formatavi appoco appoco dai flutti. Sarebbe difficile » l'indovinar l'origine di quella patina non avendola veduta sul luogo stesso. » Questo intonaco è sottile, lucido, levigatissimo, spesso globuloso, ed in apparenza affatto simile ad uno smalto. » (*Viaggio secondo per le due provincie Senesi. Pisa 1798, p. 163.*) L'analisi non rileva punto maggior proporzione di silice nè di ossidi metallici nella parte smaltata in confronto della sottoposta.

Ma la più importante metamorfosi di esso calcare è quella che lo ha convertito in gesso, fra Calamoresca e Calapiatti, per opera delle eruzioni ofiolitiche effettuate attraverso il verrucano ed il calcare in esso interstratificato. Ecco come la descrive il Coquand.

« La strada che da Orbetello conduce a Santo Stefano, oltrepassato lo stagno,

» si apre s'una pianura di alluvione dovuta ai depositi dello stagno stesso e rag-  
» giunge, dopo breve tratto, un calcare nerastro disposto in grandi strati, incro-  
» stati di carnirole, e tale esso si presenta su tutta la porzione orientale del pro-  
» montorio. La sua frattura è concoidale, con una tendenza alla tessitura saccaroide:  
» di più esso è attraversato da numerose vene spatiche il cui candore fa maggior-  
» mente spiccare la cupa tinta della massa. Nelle parti superiori (quelle almeno  
» che io ho visitato) non ammette alcuno strato subordinato di marne od argille,  
» com'è frequente osservare nelle grandi formazioni calcari. La stessa dolomia,  
» quantunque vi si mostri in grande abbondanza, non vi costituisce giammai  
» banchi stratificati: essa vi esiste allo stato di concrezioni cariose, d'incrosta-  
» menti brecciformi, vere carnirole, nelle quali sono inclusi frammenti angolosi del  
» calcare nerastro; esse si appiccicano alla superficie degli strati, oppure s'infil-  
» trano nelle giunture di separazione, senza giammai penetrare nell'interno delle  
» masse; si direbbe una trasudazione di carbonato di calce e di magnesia attra-  
» verso gl'interstizi della roccia. La facilità colla quale quella sostanza spongiosa  
» lascia passare le acque dà luogo ad una precipitazione assai abbondante di car-  
» bonato di calce stalattitico, che ostruisce le cavità o tappezza le pareti loro di  
» cristalli romboedrici.

» Dalla estremità della diga fino all'altezza della torre Trenatale, il terreno non  
» presenta alcun altro accidente; ma nelle vicinanze di quel segnale si vedono i  
» calcari alternare nelle loro parti inferiori con delle marne varicolori, delle filladi  
» rasate violette e dei conglomerati quarzosi in istrati potenti ed irregolari: queste  
» alternanze si continuano costantemente fino all'ufficio di Sanità di Santo Ste-  
» fano, e vi palesano la più rigorosa concordanza fra i calcari neri ed il sistema  
» delle marne e dei conglomerati. La composizione di questi ultimi non offre altre  
» variazioni che nel volume degli elementi costitutivi: sono delle anageniti con  
» ciottoli di quarzo rubiginoso e di lidiana rilegati da un cemento selcioso cri-  
» stallino, ovvero delle quarziti granulari cogli stessi ciottoli, ma ridotti dalla tri-  
» turazione ad una forma granulare. Le marne, la cui colorazione dominante tira  
» al violetto od al rosso ematoide, passano per tutte le gradazioni immaginabili a  
» delle filladi pieghettate, a degli schisti lucenti coticolari ed a degli schisti gros-  
» solani. Esse sono traversate, del pari che i conglomerati, da dei filoni di quarzo  
» amorfo che non ho giammai veduto penetrare nei calcari nerastrati sovrapposti.  
» Come rocce subordinate, devo menzionare nel sistema inferiore dei banchi di  
» un calcare sfoglioso, che fa abitualmente passaggio ad un calcischisto o ad un  
» cipollino e riveste d'ordinario l'aspetto delle marne che lo includono. Più pro-  
» fondamente, i conglomerati scompaiono, sostituendosi l'alta serie degli schisti

» argillosi e degli steaschisti, la cui potenza è manifesta nelle scogliere vicine alla  
» torre Lividonia.

» Ma lo spazio compreso tra la torre Calamoresca e la torre Calapiatti rac-  
» chiude soggetti di studio di molto maggiore interesse. Vi si può pervenire se-  
» guendo la strada del litorale; ma è meglio preferire il sentiero della montagna,  
» che tracciato a sciarpa sulle due chinate degli affioramenti culminanti, ritaglia  
» tutti gli strati del promontorio e permette di rilevarne le correlazioni. Fino di  
» faccia all'antica torre Argentaria, mai si abbandonano i calcari nerastri già men-  
» zionati; solamente verso la linea della partizione delle acque, cominciano a spun-  
» tare le marne violette, ed in faccia di Calagrande esse invadono, insieme ai  
» conglomerati, tutta la porzione occidentale del Monte Argentario.

» Tra Calagrande e Calamoresca, il sentiero è sbarrato da un filone di eufotide  
» di circa un metro di potenza, che dirigendosi verso Calagrande s'insinua nel  
» mezzo delle marne varicolori sotto la forma di filone-strato. Questa eufotide, che  
» per la sua composizione fa risovvenire di certe ofiti dei Pirenei, non ha alcuna  
» somiglianza cogli altri prodotti ofiolitici della Toscana. Il fondo della roccia è una  
» saussurite verdastra, compatta, più o meno intensamente colorata, a frattura scheg-  
» giosa, nella quale stanno disseminate delle corte lamine di un diallagio verde cupo  
» e qualche cristallo di un minerale laminoso di aspetto amfibolico. Questa roccia ma-  
» gnesiaca ricomparisce all'ôrto di Surdini sopra Calagrande, e più al mezzogiorno  
» verso la torre Calapiatti, ove essa sembra limitare la formazione gessosa. Essa  
» costituisce piuttosto delle dighe ramificate di quello che dalle masse potenti ed in-  
» dipendenti, com'è tanto frequente nelle formazioni serpentinosi del continente.

» L'intervallo compreso fra le linee occupate dai filoni d'eufotide racchiude un  
» giacimento assai curioso di gesso. Il torrente di Calamoresca ne presenta un be-  
» taglio, permettendo il letto profondamente scavato di esso ruscello di studiarne  
» tutti gli accidenti colla più grande facilità. Dal sentiero della montagna fino alla  
» riva del mare si vedono alternare ripetutamente dei calcischisti, delle marne fan-  
» gose, dei gessi, dei conglomerati quarzosi e delle filladi. Sono evidentemente i banchi  
» calcari che hanno dato luogo per epigenia alla formazione dei gessi. Nulla può es-  
» servi di più anormale e di più capriccioso che la posizione di quest'ultima roccia  
» Talvolta il calcare ha subito una trasformazione completa sopra una certa estensione,  
» non conservando alcuno dei suoi caratteri primitivi; altre volte invece, l'influenza  
» metamorfica, non essendosi esercitata che su punti limitati, non ha convertito il cal-  
» care in gesso che solamente in essi punti, di modo che uno stesso strato non è  
» stato convertito in solfato di calce che nel suo centro, avendone le due parti este-  
» riori conservato la condizione di carbonato calcareo..... Vi ho raccolto una serie di

» esemplari molto curiosi ed istruttivi, nei quali si mostrano i passaggi i più gra-  
 » duati dal calcare compatto al gesso : vi si possono constatare, passo a passo, le  
 » conquiste progressive dell'acido solforico sul carbonato di calce, poichè le tracce  
 » estreme dell'invasione sono nettamente indicate da delle reticolazioni gessose, che  
 » penetrano nella massa in tutti i sensi ed imprigionano delle porzioni calcaree, le  
 » quali non isfuggirono all'azione metamorfica se non che in quanto non furono da  
 » essa arrivate.

» Il colore del gesso è generalmente di un bianco sudicio, assai analogo a quello  
 » del gesso di Montmartre ; la sua grana è lamellare, un poco scagliosa : pure le  
 » varietà bianche e saccaroidi non vi sono punto rare. Frammezzo alle masse gessose  
 » sono inclusi dei noccioli di karstenite turchinicia, di un aspetto pietroso, che,  
 » nelle parti esposte al contatto dell'aria, passano insensibilmente al solfato idrato,  
 » in seguito alla combinazione coll'acqua che hanno sottratto all'atmosfera. Non è  
 » raro osservare pure fra le laminette del gesso un intonaco talcoso o delle pa-  
 » gliette di talco argentino, quali si trovano egualmente nei calcischisti e nei ci-  
 » pollini delle vicinanze che non hanno subito quella alterazione.

» Un'altra particolarità che merita di essere notata è quella della presenza da  
 » me avvertita nell'interno dei conglomerati quarzosi che alternano coi gessi, di  
 » numerose macchiuzze di rame carbonato turchino e verde, che impregnano for-  
 » temente certi strati. Essi carbonati provengono dalla decomposizione di piccoli  
 » noduli di rame grigio di cui sono riuscito a raccogliere qualche saggio . . . . »  
 (Coquand, *l. c.* p. 302-306.)

Questa esatta descrizione ha tanto maggior valore ed importanza in quantochè,  
 dettata venti anni or sono, dimostra come la geologia del nostro paese assuma un  
 posto distinto anche nella storia della scienza.

Altri esempi di gesso della stessa origine e dello stesso piano geologico, li ab-  
 biamo presso Capo d'Omo nel promontorio dell'Uccellina, ed alla punta delle Sa-  
 line nell'isola del Giglio.

Se il calcare compatto nero del promontorio Argentale è in parte a riferirsi a  
 quel membro tuttora indeterminato della serie geologica, che, in mancanza assoluta  
 di dati paleontologici, siamo costretti dagli argomenti puramente stratigrafici a la-  
 sciar tuttora connesso alla grande formazione del verrucano, della quale non co-  
 nosciamo che un solo membro decisamente spettante al periodo carbonifero, non  
 per questo è a dedursene che ad esso si debba egualmente riferire tutto il calcare  
 parimenti compatto e nero e possentemente invaso dalle carniole che costituisce il  
 poggio sul quale sta il Forte di San Filippo, ed il monte del vicino continente, co-  
 ronato dalle rovine dell'antica Ansedonia, non che le vicine isole Gianutri e le

Formiche di Grosseto. Sembra invece doversi esso calcare ravvicinare a quello che anche sul Monte Pisano sta sovrapposto a tutta la formazione del verrucano e sottoposto alla grande massa dei marmi bianchi, e che nei monti di Campiglia, come nelle Alpi Apuane, trovasi convertito in isvariati e bellissimi marmi bardigli, e che anche nella nostra provincia vediamo ricomparire a Ravi, nel taglio da Gavorrano a Caldana (vedi taglio E-F) nella medesima posizione stratigrafica, benchè oscurata dalla interposta massa di calcare cavernoso. Gli scarsi ed incerti dati paleontologici, che esso calcare presenta nel Monte Pisano, hanno fatto supporre che lo si potesse ascrivere al sistema triassico, ma conviene confessare che la scarsezza e la grande imperfezione dei fossili rendono quei dati molto incerti.

Dobbiamo del pari fare una qualche avvertenza riguardo al valore stratigrafico che taluno potrebbe essere indotto ad attribuire alle più volte menzionate carnirole. Il calcare cavernoso e le carnirole che lo accompagnano invadono le stratificazioni del preesistente calcare, come egregiamente descrive il Coquand; ma bisogna anche notare che frequentemente assumono così grande prevalenza da rendere intieramente indistinta la stratificazione, e far nascere anzi l'idea ch'essa non abbia giammai esistito in talune di quelle masse. E quantunque nel promontorio Argentale non sia ancora stato avvertito alcun punto ove il fatto della forma eruttiva del calcare cavernoso sia reso evidente (benchè anche colà vedansi frequentemente i frammenti del verrucano inclusi nella carniola), esso fatto è in tutta la sua evidenza manifesto nel Monte Pisano, ove le dighe di calcare cavernoso e di carniola attraversano gli strati del verrucano riversandosi anche su di essi in decise collate. Vedremo successivamente altri calcari cavernosi ed altre formazioni analoghe venire parimenti a complicare la struttura geologica dei vari gruppi montuosi, attraversando ed interponendosi a formazioni di varia età, e mentendo talora qualche membro stratigrafico della serie, mentre la spiegazione di quella apparente complicazione è a ricercarsi nella origine idro-plutonica di esso calcare e nella sua ripetuta produzione in epoche diverse.

Il calcare marmoreo salino bianco, immediatamente sottoposto al calcare rosso ammonitifero di Gerfalco, è certamente quello stesso di Monte Calvi. Il suo limite inferiore per altro è ben difficile a definirsi, perchè, nell'assoluta mancanza di dati paleontologici, fanno spesso difetto anche i litologici ed i stratigrafici. Non sappiamo che a Gerfalco si possa rilevare alcun membro geologico distinto nella gran massa marmorea, la cui stratificazione è così poco palese, e così abbondantemente attraversata da possenti dighe di dolomia, di calcari cavernosi e di carnirole. La fluorina, della quale il monte di Gerfalco vanta un famoso giacimento, sta appunto inclusa in esse carnirole. Parimenti con esse dighe sono connesse le caverne, le cui pareti

offrono le belle incrostazioni stalattitiche di arragonite tinta in verdognolo od in cilestro, e talvolta fluorifera. A Caldana di Ravi invece il calcare marmoreo bianco ha poca potenza e si appoggia direttamente sul calcare cavernoso, in mezzo al quale spuntano a Ravi le contorte stratificazioni del calcare nero superiormente menzionato. È perciò che ripetiamo non potersi per ora assegnare un limite inferiore alla formazione della quale parliamo, e non possiamo quindi neppure escludere il dubbio che siano in parte a riferirvisi le masse calcaree di Monte Argentario, dei monti di Ansedonia e di Capalbio, di quelli dell'Uccellina e di Monte Pescali, come certamente è a riferirvisi quella di Moscona.

Riguardo però al suo limite superiore, a Gerfalco ed a Caldana di Ravi, al pari che a Campiglia, abbondano gli argomenti paleontologici, litologici e stratigrafici. A pochi lembi in gran parte sconnessi è ridotto dalla denudazione il calcare rosso ammonitifero sulla chinata E.N.E. della Cornata, che guarda alle Carline e che segue quindi esattamente il piano delle concordanti stratificazioni. La connessione dei due calcari si effettua con intermedie gradazioni di struttura più o meno cristallina e di colorazione più o meno rossa. La maggior parte degli abbondantissimi, ma mal conservati esemplari di Ammoniti vi si raccoglie e vi fu raccolta da tutti i collettori allo stato di frammenti erratici, e mentre sono d'ordinario modelli od impronte nel calcare rosso, talvolta lo sono invece nel calcare bianco ed anche di aspetto dolomitico. Nello stesso taglio dalla Cornata alle Carline, come in quello da Gavorrano a Caldana, è facile rilevare che dovette essere anche originariamente di poca potenza la serie degli strati della calcarea ammonitifera rossa o bianca che fosse. Nè sotto ad esso piano ammonitifero ci è dato precisare paleontologicamente alcun altro piano distinto. I fossili scarsissimi ed incompletissimi che finora vi furono osservati (*Pecten Nardii* Mgh. *Pecten. sp. etc.*; *Nuovi fossili*, 1853, p. 8 e 26) non consentono alcuna precisa determinazione. Non rimane quindi che studiare colla più grande accuratezza le specie delle Ammoniti, per poter determinare almeno un orizzonte geologico.

Fra i moltissimi frammenti ed esemplari più o meno mal conservati, che evidentemente spettano al gruppo degli Arieti, e che costituiscono la grandissima maggioranza, la maggior parte sembra doversi riferire all'*A. Conybeari* Sow.. Una seconda forma, che dopo la precedente prevale sulle altre, sembra spettare all'*A. ceras* Gieb.. Alcuni esemplari convengono molto bene coll'*A. tardecrescens* H.. Certissima è la determinazione dell'*A. stellaris* Sow.. Incerta invece quella delle specie: *A. Hungaricus* H., *A. Nodotianus* d'Orb., *A. multicosatus* Sow., *A. Bucklandi* Sow.. Dei Falciferi non si può indicare che una forma corrispondente all'*A. Normanianus* d'Orb., escludendo le specie: *A. comensis* v.B., *A. complanatus* Brug.,

*A. bifrons* Brug. altre volte (*Nuovi fossili* etc.) indicate sull'appoggio di determinazioni troppo incerte od assolutamente errònee. Molti esemplari appartengono al gruppo degli Eterofilli, ma fra questi non si possono determinare con certezza che due specie: *A. cylindricus* Sow., in dimensioni enormemente maggiori delle consuete alla Spezia ed a Hierlatz; ed *A. Mimatensis* d' Orb., in numerosi ed anche ben conservati esemplari, che non ammettono dubbio riguardo alla determinazione. Il bellissimo e ben deciso *A. margaritatus* Mntf. rappresenta il gruppo degli Amaltei. E ad esso gruppo riferiamo (con Giebel) l' *A. angulatus* Schl., la cui determinazione per altro non offre sicurezza parimente assoluta. Il tipo dei Fimbriati è rappresentato da una forma che sembra potersi credere il vero *A. fimbriatus* Sow. od almeno ad esso sommamente somigliante. Finalmente ai Capricorni, oltre un grosso frammento che abbiamo creduto poter paragonare piuttosto che ravvicinare all' *A. Birchii* Sow., appartiene una nuova bellissima specie che intitoliamo al signor Vittorio Pecchioli, tanto benemerito della paleontologia toscana, il quale ce ne favorì gli esemplari.<sup>1</sup> Omesse quindi tutte le determinazioni incerte, restano come specie soddisfacentemente determinate solo le seguenti:

<i>A. Conybeari</i> Sow.	<i>A. Mimatensis</i> d' Orb.
<i>A. ceras</i> Gieb.	<i>A. margaritatus</i> Mntf.
<i>A. tardecrescens</i> H.	<i>A. angulatus</i> Schl.
<i>A. stellaris</i> Sow.	<i>A. fimbriatus</i> Sow.
<i>A. Normanianus</i> d' Orb.	<i>A. Pecchioli</i> n. sp.
<i>A. cylindricus</i> Sow.	

Ben sei delle undici specie sono comuni agli strati di Adneth e quindi, del pari che altre due di esse (*A. Conybeari*, *A. angulatus*), generalmente riguardate come liassiche inferiori; mentre due apparterrebbero al liasse medio (*A. margaritatus*, *A. Normanianus*).

Siamo dunque autorizzati a riguardare come liassico inferiore questo prezioso orizzonte paleontologico. Ma se, a partire da esso, noi percorriamo in senso ascendente tutta la successiva serie dei terreni, non troviamo alcun altro piano ricono-

<sup>1</sup> *Ammonites Pecchiolii* Mgh. Capricorno a spira perfettamente evoluta, a lento accrescimento (sette giri ad 8" diam.), a sezione dell'ultimo giro egualmente alta e larga ( $\frac{21-23}{100}$ ), subquadrangolare per leggero appiattimento dei fianchi e del dorso, ornato di costicine minute, semplici, continue, uniformemente distribuite; se non che ad ogni  $\frac{1}{3}$  circa di giro sostituite da tre o quattro grandi coste egualmente semplici e continue, ma sporgenti, acute e separate da larghi solchi. Nei  $\frac{1}{3}$  interposti le costicine minori sommano a 36 o 40. Non si vedono che incompletamente due lobi laterali, il secondo dei quali molto obliquo e separato dal superiore mercè ampia sella imparifogliata.

scibile per caratteri paleontologici fino al Nummulitico. E dove manchi il criterio paleontologico della presenza delle Nummuliti e degli altri fossili che sogliono accompagnarle, come frequentemente avviene, ed è anzi il caso generale, l'incertezza e l'arbitrarietà delle apprezzazioni geologiche si estende fino alla base del miocene. Le forme abituali degli schisti varicolori, che altrove stanno direttamente sovrapposti ai calcari liassici, si trovano nel Massetano (vedi taglio A-B da Lecetta a Brenna) ed a Boccheggiano. Più frequentemente invece gli schisti varicolori ed i galestrini non offrono nè i caratteri litologici che sogliono distinguerli, nè l'abituale distinzione stratigrafica, mancando il calcare grigio cupo con selce, che nel Monte Pisano e nelle Alpi Apuane è fra essi interposto. In molti luoghi resta quindi impossibile a fissare il limite reciproco, e bene spesso risulta anche difficile il definire se si tratti dell'uno o dell'altro di quei due piani schistososi.

Nella stessa posizione stratigrafica del sunnominato calcare grigio cupo con selce del Monte Pisano, interposto cioè fra gli schisti varicolori ed i galestrini inferiori, si presenta un importantissimo terreno calcareo nel taglio di Gerfalco, fra la Cornata e le Carline (vedi taglio C-D). È un calcare bianco, compatto o ceroidale, che passa talvolta a struttura minutamente cristallina, tutto fratturato da piani molteplici di divisione e spesso interrotto da spacchi e cavità tappezzate di cristallizzazioni spatiche. Rilegature e venuzze spatiche sembrano irregolarmente attraversarlo con capriccioso andamento anche nell'interno, ed è solamente sulle superficie che rimasero lungamente esposte all'azione degli agenti esteriori che, in rispondenza a quelle interne rilegature spatiche, appaiono de' rilievi i quali si vedono allora rappresentare incomplete e frammentarie sezioni di conchiglie e di altri fossili. Non fu dato ancora trovare alcuno di quei resti sicuramente riconoscibile, ma molti sembrano potersi con verosimiglianza riferire ad Acteonelle, ad Ippuriti ed a Radioliti.

Altre masse calcari restano geologicamente indefinite per la varietà e la poca significazione dei caratteri litologici, per la oscurità delle correlazioni stratigrafiche, e, più che tutto, per l'assoluta mancanza di caratteri paleontologici. Tali sono, per la massima parte, quelle che comprendiamo convenzionalmente sotto al nome di Alberese e schisti galestrini inferiori (N° 11), che si possono riguardare come spettanti al piano della Pietra forte dei contorni di Firenze.

E qui pure nuovamente si affaccia l'argomento dei calcari cavernosi e delle carniolate, che abbiamo veduto complicare le correlazioni dei terreni più antichi, e vedremo dipoi complicare egualmente quelle dei più recenti. Nel Massetano (vedi taglio A-B), il calcare cavernoso costituisce un potente sistema di stratificazioni, o più spesso un grande ammasso irregolarmente fratturato, fra gli schisti varicolori

sopra menzionati e l'alta serie dei calcari alberesi, pietra colombina e relativi schisti galestrini. Dove la stratificazione n'è palese, sembra trovarsi concordante e coi primi e coi secondi ed, egualmente ad essi, attraversato dalle dighe quarzoso-metallifere.

Il calcare nummulitico offre un prezioso orizzonte geologico, essendo ormai generalmente riconosciuto doversi riferire all'epoca terziaria quanto, inclusivamente ad esso, gli fa seguito nella serie ascendente. Fatalmente, come si avvertiva, è solo in pochi punti della nostra provincia che ne fu finora avvertita la presenza, come fra l'Elmo ed il Casone nel Pitiglianese, a Manciano ed a Castellazzara. Ecco come il signor Caillaux lo descrive in questa ultima località: « Il calcare » nummulitico, con arnioni di selce, si presenta sotto forma di strati della spes- » sezza di due metri al più, ma generalmente di un piede. Esso è grigio fosco » nella parte superiore, e lamelloso o di aspetto cristallino, qualche volta di tinta » più chiara e granulare, duro e sonoro, e presenta nella frattura una infinità di » punti spatici. La selce non si trova negli strati superiori, ma ad una certa pro- » fondità nella densità del terreno, ove forma dei nuclei allungati, ellissoidali, » schiacciati parallelamente al piano di stratificazione, di forme molto irregolari. I » banchi superiori... alternano con degli strati schistosi, sottili, rossastri e verda- » stri... e gli strati calcarei stessi sono coperti di un intonaco verde bottiglia in » certa guisa caratteristico. Al di sotto della parte che contiene la silice, gli strati » sono più possenti, e più avvicinati gli uni contro gli altri. Qualche volta essi » prendono l'apparenza di un'arenaria calcarea, o di una breccia a piccoli fram- » menti, e racchiudente piccoli nuclei quarzosi, e piccoli frammenti angolosi cal- » carei e di uno schisto talcoso verdastro, che io ho trovato in questo terreno » ovunque esso si presenti. . . . . Le nummuliti che racchiude sono in generale » piccole, e la più grande, che io vi abbia visto, aveva al più un centimetro. Tro- » vansi abbondantemente nella parte superiore del calcare, e i nuclei silicei ne » sono pieni zeppi. Tutti i punti spatici non sono altro che frammenti di nummu- » liti. Gli schisti intercalati racchiudono gran numero di fucoidi, frammenti di ino- » cerami, di encriniti, di radioli, di echinidi e di innumerevoli organismi micro- » scopici. . . . . Al di sotto del calcare precedente apparisce un calcare grigio e » sonoro, di apparenza dolomitica, sulla cui superficie vedesi una moltitudine di » punti irregolari che mi sembrano essere dovuti alla presenza di corpi organiz- » zati... forse frammenti di ippuriti... I due calcari costituiscono una sola massa » culminante e inclinata da 60° a 70° verso il nord. Sopra di essi si appoggiano » i galestri, qualche volta screziati, del macigno e le arenarie con impressioni car- » bonose, ed i calcari marnosi a fucoidi. Al di sotto sono gli strati seguenti d'alto

» in basso : banco di argille schistose rosso di vino, piene di una infinità di frammenti microscopici, di 16 a 20 metri di potenza; masso ffanitico, di 5 a 6 metri; schisti turchinici e verdastri, di 10 metri; calcare dendritico con selce a grani fini e compatti; calcare grigio.» (*Lettera al signor professore G. Bianconi, sopra un terreno nummulitico scoperto in Toscana. Annali delle Sc. Nat. di Bologna. Maggio e giugno 1850*).

A Manciano, il calcare nummulitico è compreso fra l'arenaria macigno, che costituisce la maggior parte di quel poggio, e gli schisti galestrini superiori che concordemente vi succedono, inclinando al N.N.E., ricoperti alla lor volta da possenti strati di conglomerati e gonfoliti probabilmente mioceniche, che s'immergono sotto ai tufi vulcanici. Procedendo dal N.N.E. al S.S.O. verso la Marsiliana, il calcare nummulitico ricomparisce e sembra, insieme agli schisti che gli succedono, sottostare al macigno, ma un nuovo ripiegamento degli strati spiega quella locale inversione, sollevando fino alla superficie il calcare alberese sottostante al macigno.

Nel Pitiglianese, in un taglio condotto dal monte Elmo al fosso Casone, da N.O. a S.E., il calcare nummulitico comparisce immediatamente sovrapposto ad un calcare grigio bituminoso, e coperto dagli schisti galestrini, che s'immergono sotto ai tufi vulcanici, i quali rendono sommamente oscura la connessione di quel lembo col successivo calcare alberese e schisti del poggio Bindi, cui viene ad appoggiarsi il deposito di svariatissime rocce vulcaniche frammentarie, che lungo il corso del Casone sta sottoposto ai consueti tufi vulcanici. Ed anche non lungi da Sovana, nella direzione di Santa Fiora, comparisce il calcare nummulitico, fra gli schisti galestrini ed il calcare alberese sollevato ed intersecato da dighe serpentine.

Ovunque manca il calcare nummulitico, manca pure il dato positivo per distinguere i calcari alberesi superiori (come quello della Valle Tiberina che include i frammenti di Ofiolite), colle arenarie e cogli schisti galestrini che li accompagnano, e che complessivamente rappresentano la grande zona delle argille scagliose della chinata settentrionale ed orientale dell'Apennino, dai calcari inferiori, che comprendono il nummulitico, nè tampoco da quelli che, essendo inferiori ad esso piano, si giudicano essere cretacei.

Dei terreni miocenici maremmani e dei numerosi e ricchi depositi di combustibili fossili che includono è diffusamente parlato nella descrizione geologica della provincia di Pisa, ed esso soggetto fu già argomento ad importanti lavori speciali ed altri ulteriori ne attende; cosicchè basteranno qui su di esso pochi cenni. Come formazione miocenica inferiore, di origine marina, deve citarsi la molassa di Perolla (*Consid. sulla geolog. Stratigraf. della Toscana. Nota del C.º A. Spada alla p. 306, p. 450*). E quantunque priva, per quanto finora si conosca, di fossili, crediamo

dovervisi pure riferire quella che si escava alla Pescia Fiorentina. Sotto forma litologica affatto diversa, quella cioè di argilla mattaionosa, comparisce un lembo di terreno di formazione marina, certamente miocenico per i fossili che include (*Ostrea longirostris*, Lk., *Astrea italica* Dfr.) presso a monte Bartolo fra Sorano e Sovana. Procedendo dal primo di essi paesi, cioè dal N.E. al S.O., dopo terminati i tufi vulcanici, e salendo il suddetto monte, s'incontrano successivamente: il calcare alberese, gli schisti galestrini, la sunnominata argilla miocenica e, per ultimo, il basalto, che costituisce il nucleo del monte. I potenti strati di calcari bituminosi, colle ligniti e coi numerosi resti vegetali ed animali che includono e che tuttora attendono una generale e completa descrizione, rappresentano a Monte Bamboli (vedi sez. K-L), a Monte Massi (vedi sez. M-N), ed in tanti altri luoghi della provincia, la formazione miocenica media o d'acqua dolce. Il calcare grossolano di Capalbio, a grandi clipeastri, ed i conglomerati ofiolitici, che a Monte Bamboli ricoprono il terreno lignitifero, rappresentano la nostra formazione miocenica marina superiore. Ma, oltre a questa generica classificazione dei tre piani miocenici localmente caratterizzati dall'alternata sommersione ed emersione dal mare, molte altre distinzioni sono a farsi, così riguardo alla molteplicità delle forme litologiche e dei caratteri paleontologici, che nelle singole località attestano anche più volte ripetuti quei movimenti del suolo, come riguardo alle locali cause sotterranee che vi contribuirono, ed alle eruzioni delle due categorie di rocce, le serpentinosi e le feldspatiche, le quali vi esercitarono ed accumularono l'azione loro metamorfica.

Come nel rimanente della Toscana, i terreni pliocenici sono, anche nella nostra provincia, rappresentati dalle consuete argille turchine e dalle sabbie gialle; e la vallata dell'Albegna, con quella superiore della Fiora, non che quella degli affluenti orientali dell'Ombrone, ne presentano vasto campo di studio. Esistono molto verosimilmente dei depositi locali d'acqua dolce o minerale contemporanei alle formazioni marine plioceniche, ma il più delle volte è ben difficile il decidere se debbano ascriversi a quel periodo od al susseguente, o talvolta anche al precedente. Esiste, a modo d'esempio, a Magliano, nel luogo detto ai Grottini, un calcare di aspetto cretaceo tutto pieno di minute *Planorbis* e di operculi di paludine, che si escava sotto al nome così frequentemente e così vagamente impiegato di *tufo*, per uso di materiale da costruzione ed anche come pietra da taglio, prestandosi esso egregiamente a quell'oggetto, perchè, molle e facile a lavorarsi appena estratto dalla cava, consegue poi durezza e resistenza agli agenti esteriori, non che solida presa ai cementi. Non abbiamo dati sufficienti per giudicare se al miocene superiore od al pliocene od al pleistocene sia a riferirsi.

I travertini del Massetano possono invece venir giudicati con criterio paleonto-

logico, e sono lieto di riportare esso giudizio quale veniva pronunciato da autorevoli osservatori: « La città di Massa Marittima è fabbricata sopra una possente » serie di stratificazioni di travertino perfettamente orizzontali e che si estendono » nella direzione di Prata per lo spazio di un miglio e mezzo; esso travertino » include delle impronte di piante dicotiledoni e numerosi ciottoli calcari. Dalla » parte opposta, cioè da quella del mare, si allarga maggiormente, e lo si vede » ricomparire di quando a quando nelle colline e nei burroni scavati dalle acque. » I travertini del Massetano riposano generalmente sulle argille schistose alternanti » col calcare compatto, ossia sulla parte inferiore della formazione del macigno, e » sono considerati come antichi dal Targioni, il quale dice avervi osservati de' te- » stacei marini. Nelle vicinanze di Massa, il calcare concrezionato ricomparisce » presso i giacimenti di rame di Rigo all'Oro, a Poggio-al-Montone, alla Mandria » della Lecetta, al molino del Vescovo; poi, procedendo al mezzogiorno lungo la » catena metallifera, se ne incontrano altri a Batignano, Roselle, Talamone e Sa- » turnia. » (Strozzi, *Contributions à la flore fossile Italienne*, 3<sup>me</sup> *Mém.*, Zurich, 1859, p. 4-5.) Ed il Gaudin, dopo accurato studio comparativo delle specie, deduceva: » « I travertini di Massa Marittima sono dovuti a sorgenti calcarifere che hanno » sgorgato alla fine del periodo pliocenico, e probabilmente al seguito delle eru- » zioni vulcaniche riacolitiche della Maremma. Si sono depositati nelle acque salate » (forse in parte) come sembrano indicarlo il sal marino, che talvolta racchiudono » ed i resti di un crostaceo. Furono verosimilmente recati all'attuale loro livello » nel periodo pleistocenico. Essi racchiudono un miscuglio di vegetali esotici e » di indigeni. Dei generi, insieme agli europei, ve n'ha degli stranieri. Delle specie, » insieme a molte che coincidono per i caratteri colle attualmente indigene in Ita- » lia, ve n'ha di estinte ed altre che hanno analogia grandissima con delle specie » americane. La florula di Massa è posteriore a quella delle sabbie gialle inferiori » di Montaione ed a quella dei depositi di Val d'Arno, le quali non hanno finora » dato alcuna specie vivente. Essa sembra invece contemporanea di quella dei tra- » vertini di Jano, che giacciono sopra le sabbie gialle. Essa è anteriore alla vege- » tazione attuale ec. ec. » (Gaudin, *ibid.* p. 48.) E lo stesso autore nuovamente confermava più tardi (4<sup>me</sup> *Mém.*, Zurich, 1860) le medesime conclusioni, dopo nuovi e ripetuti studi su più copiosi materiali, che gli consentivano di dare un quadro comparativo della flora diluviana di molte località toscane e di alcune provenzali.

Il famoso deposito della così detta Terra di Siena, a Castel del Piano, originato da acque minerali ferruginose e silicifere, come evidentemente connesso alla eruzione delle trachiti e ad esse posteriore, va qui annoverato, insieme alla farina fossile ed alle perle silicee o lagrime di Santa Fiora.

È pure come geologicamente recentissima, cioè pleistocenica e forse anche post-pliocenica, è da registrarsi la panchina che abbonda lungo tutto il litorale, formando ora scogliere nel mare a breve distanza dal lido attuale, ora invece l'ossatura di colline e rilievi, al lido stesso paralleli, più o meno addentro nella terra. La quale disposizione attesta i movimenti del suolo effettuati dopo la deposizione di quella formazione litorale.

Contemporanea ad essa formazione, ossia posteriore al pliocene, è, a giudizio del Pareto, la deposizione dei tufi vulcanici di Pitigliano, che figurano nella nostra provincia solamente come appendice dell'area vastissima che occupano nel vicino Stato Pontificio. Anche in quella porzione per altro si presentano importantissimi fatti ad osservare: la sovrapposizione degli strati orizzontali di essi tufi a quelli sollevati ed inclinati delle argille plioceniche, sul poggio presso San Giovanni alle Contee; la elevata posizione di alcuni lembi loro al S.S.O. di Manciano; le svariate correlazioni di posizione colle lave tefriniche e colle rocce basaltiche, che ricoprono (per esempio lungo il fosso di Onano), od alle quali sottostanno (per esempio lungo quello di Montorio); quelle ancor più complicate che sembrano avere colle rocce ofiolitiche (per esempio nel monte Rosso, lungo il fosso della Picciolana, fra poggio Bartolo e Sovana), in causa dei movimenti di gran lunga posteriori alla emersione di esse masse ofiolitiche, da esse subiti e comunicati alle masse sopraggiacenti nei tempi postpliocenici; finalmente i travertini più o meno recenti che vi sono connessi e che anche attualmente vi si accumulano.

La breccia ossifera della grotta dei Santi è costituita da abbondanti frammenti di ossa inclusi nel solito cemento ocraceo, come quella di Oliveto, Vecchiano ec. nel Monte Pisano e di tutti i consimili giacimenti mediterranei. Fatalmente negli esemplari che ne possediamo non è alcun dente, nè alcuna estremità articolare, che consenta una qualche determinazione paleontologica. È quindi solamente dai caratteri litologici e dalla giacitura che siamo indotti a riguardarla come contemporanea a quella delle citate località. Trovasi essa grotta alla base S.E. dell'Argentario, alle falde del monte ch'è fra la Stella e l'Avoltorre; vi si penetra non senza difficoltà e talora con pericolo, e solamente a bassa marea, accedendovi da Port'Ercole per via di mare. È ricca di stalattiti, ed è sotto ad uno strato stalagmitico che vi si trova la breccia ossifera.

Di affatto diversa natura è il deposito di altra caverna pure nello stesso Monte Argentario, e che venne spesso confusa colla precedente. È la grotta dell'Ugazzi al piede N. E. del monte, alla Punta degli Stretti sulla strada da Orbetello a Santo Stefano. Essa è pure ricca di bellissime stalattiti; ma è in un deposito affatto superficiale di terriccio che vi si rinvennero ossa umane, punte di frecce in selce

ed altri strumenti in grossolana terra cotta, insieme ad ossa di cinghiale, di lepore, di bove e di pecora.

A questo medesimo periodo, che convenzionalmente puossi chiamare attuale, e che da taluni viene denominato posterziario o dell'epoca quaternaria, sono ad ascrivere le formazioni che si effettuano anche nell'attualità o che si effettuarono contemporaneamente all'esistenza dell'uomo. Tali sono le alluviali, che nella nostra provincia hanno sotto ogni aspetto così grande importanza. Tali pure le litorali, come le dune o tomboli, che offrono importantissimo argomento di studio ed utile ammaestramento; ed i depositi litorali lapidei, che possono riguardarsi come continuazione della formazione della panchina pleistocenica, e che, nella feniglia e nell'istmo che unisce Orbetello al continente, assumono una particolare forma concrezionaria, dovuta all'azione agglutinativa delle onde frante presso al lido e degli spruzzi e schizzi loro, che segnarono nei successivi tempi, o nelle mutate condizioni, il limite superiore dell'azione delle maree e delle tempeste.

#### b. — FORMAZIONI ERUTTIVE.

La serie delle rocce eruttive della nostra provincia, anche per chi si restringa a darne una semplice enumerazione, riesce ben lunga ed importante, perchè comprende tutte quelle delle altre provincie di Toscana, e con tale complicazione di fenomeni da renderne vasto ed interessantissimo lo studio.

Le isole del Giglio e di Monte Cristo ci offrono, al pari di quella dell'Elba, le due specie di granito, dell'uno de' quali è ignota l'antichità, mentre la relativa modernità dell'altro, ossia del tormalinifero, è attestata dalle modificazioni ch'esso ha indotto nelle masse serpentinosi che lo precedettero. L'ofiolite, là nell'isola del Giglio, non attraversa che il verrucano ed i calcari marmorei sovrapposti; ed i gessi interposti od associati ai due terreni vi occupano lo stesso posto geologico come al Monte Argentario e nel gruppo dell'Uccellina. (Vedi March. L. Pareto, *Sulla costituzione geologica delle isole di Pianosa, Giglio, Giannutri, Monte Cristo e Formiche di Grosseto; Annali delle Università Toscane*, Pisa, 1846, p. 341 e seg.)

La Ofiolite, la Eufotide e la Ofite ebbero eruzioni successive, come lo dimostrano le costanti correlazioni di giacitura; ma quei tempi, per quanto forse lunghi, sono geologicamente compresi nello stesso periodo eocenico. Solamente possiamo in modo generale asserire che la prima di quelle tre rocce ebbe in Toscana sua eruzione durante una prima porzione di esso periodo, e si trova quindi attraversare e modificare esclusivamente i terreni inferiori di esso, mentre le altre

due eruppero allorchè erano già depositati tutti i terreni eocenici, che ne sono quindi nella loro totalità attraversati e modificati. Intorno a tutto ciò la nostra provincia, fra i molti bellissimi esempi, come più istruttivo di ogni altro, offre quello di Rocca Tederighi, che intitoleremo anzi tipo classico, perchè fu lo studio di esso che svelò al Savi la cronologia relativa delle eruzioni serpentinosi.

Ma durante il periodo miocenico ebbe luogo tutta una nuova serie di eruzioni ofiolitiche, con forme litologiche così svariate e con tanta varietà nella prevalenza dell'uno o dell'altro fra gli elementi idroplutonici, materiali, dinamici e chimici della eruzione stessa, che difficilmente potrebbe giungere a formarsene idea chi non avesse esaminati e paragonati fra loro gl'istruttivi esempi che ad ogni passo ce ne offre la Toscana. Il taglio di Monte Bamboli (K-L) e quello di Sasso Forte, Rocca Tederighi e Monte Massi (M-N), nei quali si vedono sollevati dalle eruzioni serpentinosi i terreni miocenici ligniferi, pongono in evidenza l'azione dinamica delle eruzioni serpentinosi che convenzionalmente comprendiamo coi nomi di amalgama ofiolitico, di oficalce, di ofisilice, di serpentina ed eufotide di seconda eruzione.

La connessione mineralogica di tutte le nostre rocce feldspatiche, dal granito tormalinifero, che nell'isola del Giglio offre, per la distribuzione irraggiata della tormalina, il bellissimo esempio di struttura orbicolare o variolitica, al granito parimenti tormalinifero di Gavorrano, alla trachite di Sasso Forte ed a quella di Monte Amiata, non è certamente prova sufficiente di contemporaneità geologica. Ma nel caso della nostra provincia, abbondano i fatti a dimostrare sussistente quella connessione cronologica, se non di contemporaneità almeno di immediata successione.

Riguardo al granito di Gavorrano sussistono gli stessi argomenti che all'Elba per dichiararne la eruzione posteriore a quella delle nostre rocce ofiolitiche antiche, e quindi posteriore a tutto il periodo eocenico, le cui formazioni sono realmente tutte interessate da quel sollevamento.

Le masse trachitiche di Sasso Forte, Rocca Tederighi e Rocca Strada « hanno » tagliato, a modo di grandi filoni, le rocce sedimentarie, e con loro le serpentine, » eufotidi ed ofiti, e seco portando in alto, non senza inclinarne alcun poco gli » strati, certi terreni terziari d'acqua dolce con *Unio*, *Anodonta* e *Paludina*, e com- » posti di marne bituminose con puddinghe e frammenti di lignite, che degni di » speciale attenzione s'incontrano sulla cresta che va da Sasso Fortino a Rocca- » strada. Formano queste trachiti altissime scogliere, le quali talvolta si confor- » mano anche a foggia di cupole, frastagliate in masse prismatiche. Queste trachiti » hanno prodotto colassù, al loro apparire, delle gessaie, cambiando in solfato e » rendendo porose quali *rauchkalk* le calcaree di quei luoghi, associate a schisti

» e ad arenarie, che quasi diresti appartenere piuttosto al verrucano che alla formazione del macigno. » (March. L. Pareto. *Osservazioni geologiche dal Monte Amiata a Roma*; Giorn. Arcadico, luglio 1844.)

Quella infine di Monte Amiata ebbe sua eruzione allo stato pastoso ed in terreno eocenico già da lungo tempo emerso, dopo la deposizione delle argille e delle sabbie gialle plioceniche, non che delle ghiaie che frequentemente le ricoprono, ed anche dei travertini che consolidavansi nelle valli meno profonde, contemporaneamente a quei depositi marini. Tale è la conclusione alla quale giunge il citato March. Pareto (l. c., p. 51), dopo aver dato, in un precedente lavoro, la descrizione del Monte Amiata che qui riportiamo.

« La base del monte, che può dirsi limitata o circoscritta dal torrente Formone a levante, dall'Orcia a tramontana, dall'Ente all'ocaso, da un ramo della Fiora e dall'altro della Paglia a mezzogiorno, è principalmente formata da calcaree alberesi e d'arenaria macigno, gli strati delle quali rocce sono molto sconvolti, ed in qualche punto alterati. Dalla parte de' bagni di San Filippo la calcarea divenuta quasi cristallina, è notevole per certe cavità infundibuliformi, al fondo delle quali hanno luogo delle emanazioni, costituite per la massima parte da acido carbonico. Questo gas sviluppa poi abbondantemente ai famosi bagni sunnominati, ove le acque sopraccariche di carbonato calcareo, depositano quel bellissimo travertino da tutti conosciuto. Di questo travertino vedesi un grande ammasso anche ai bagni a Vignone presso l'Orcia. Il terreno terziario mostrasi non lungi da Ricorsi e segue quindi a formare le crete Sanesi. La massa secondaria ed eocenica è qua e là, come già si disse, traversata da qualche piccola eruzione ofiolitica, e l'alto del monte è solo occupato dalle rocce trachitiche.

» Seguendo la strada da Castiglione d'Orcia a Castel del Piano, non si comincia ad incontrare la trachite se non che dopo Seggiano, presso le Ferriere. Essa è quivi abbondantissima di feldspato vitreo, è alterata e contiene lamine di mica nero; qualche volta questo mica radunasi in piccolissimi e sottilissimi letti, che danno alla roccia un aspetto stratificato, e quasi la fanno somigliare al gneis. Non lungi di là esiste un'altra varietà a pasta nera, a cristalli di feldspato biancastro, che pare quasi un porfido; ne è rara una varietà rossiccia colla pasta alquanto più compatta, la quale mostrasi in molte parti del monte e soprattutto verso le alture. Talvolta contiene nella sua pasta, ordinariamente omogenea, dei pezzi di altre rocce e segnatamente di tefrina rossiccia alquanto cellulosa.

» La massa della trachite continua dalle Ferriere a Castel del Piano, oltre il qual paese si estende alcun poco, poi si vede presso Arcidosso, sulla destra del

» fiume che passa sotto questo paese, ed al colle presso l'Aiole e sulla parte a  
 » levante della strada. Non lungi da questo punto, la trachite, che si vede rico-  
 » prire le roccie di sedimento, ha tramutato l'argilla del macigno in una roccia  
 » argillosa rossa, assai dura, la quale somiglia il mattone. Quivi la trachite è molto  
 » vitrea, ma frammentaria, e contiene frequenti noduli di altre roccie ignee. An-  
 » dando dal Colle a Santa Fiora si cammina sempre sulla trachite, e forse su qual-  
 » che conglomerato, ma è ben difficile distinguerne le relazioni, ed accertarne la  
 » esistenza. Santa Fiora è sopra una rupe trachitica, la quale è divisa in masse  
 » verticali, e che contiene dei piccoli vacui.

» Da questo paese a Pian Castagnaio, ed alla Badia San Salvatore, la strada per-  
 » corre ora la formazione trachitica, che però non si avvanza molto più al sud di  
 » questi due borghi, ora trovasi sul lembo ed al contatto dei due terreni. Quello di  
 » trachite può distinguersi in generale anche da lontano per i bellissimi castagni che  
 » vi vegetano sopra, ed i quali scompaiono tosto che si arriva alla formazione  
 » del macigno e della calcarea.

» La cima principale del Monte Amiata sovrasta alla Badia dalla parte dell' O. N. O. ;  
 » ha la forma di una gran cupola, da cui ne sta non distantissima un'altra, ma mi-  
 » nore, più verso Santa Fiora. È tutta formata da enormi blocchi della trachite ros-  
 » siccia o violacea, con parti decomposte. In un luogo detto la Conca, si vede la  
 » trachite in cui sono segnate delle divisioni dai piccoli letticiuoli di mica, formare  
 » delle specie di banchi, ora alquanto arcuati, ora orizzontali. Intorno alla gran cu-  
 » pola del Monte Amiata si vedono de' piani come a gradinate od a terrazze, per le  
 » quali si ascende alla medesima. Quelle terrazze hanno la loro periferia alquanto  
 » frastagliata e sinuosa. Un primo di questi piani trachitici è quello di Pian Casta-  
 » gnaio e la Badia ; poi al di sopra si alza una specie di gradino sul quale è un al-  
 » tro ripiano, quello di Pozzeroni, il quale ricoperto dai castagneti sul fianco, è nudo  
 » sulla superficie superiore, in cui si può quasi osservare una specie di contropendio  
 » verso il monte principale. Esso è intaccato dalle parti dell' Abbazia, ove la cupola  
 » trachitica si alza direttamente dal piano medesimo, sul quale è questo paese. Più  
 » sopra al piano già mentovato di Pozzeroni, evvi un altro gradino più piccolo, e  
 » quindi sorge la massa terminale, in cui non è quasi possibile distinguere come si  
 » comporti la trachite, tutto essendo ricoperto o da massi distaccati o da una foltis-  
 » sima selva di faggi. » (*Atti della terza riunione degli Scienziati Italiani tenuta in  
 Firenze, 1844, p. 175 e seg.*)

Il signor professore G. de Rath di Bonna (autore del recente rinomato lavoro sulla trachite degli Euganei) sta pubblicando una estesa Monografia sul Monte Amiata, nella quale sono descritte mineralogicamente e geologicamente le molteplici varietà

che essa roccia presenta in questa classica montagna. Dobbiamo ad esso professore la importante osservazione che i noduli vetrosi della nostra trachite, i quali erano stati giudicati per lo addietro quarzosi, sono invece di ossidiana.

L'intima connessione e la immediata successione di origine delle masse ferree e del granito tormalinifero si appalesa nel fondo della Cala dell' Allume e lungo il suo fianco orientale nell' isola del Giglio, al pari che all' Elba, ove la compenetrazione della massa granitica nella ferrea e l'associazione che ne risulta dei cristalli di feldispato ortose e di ferro oligisto concorre colle condizioni di giacitura a dimostrare quella successione, tanto manifesta riguardo ai porfidi quarziferi e le masse ferreo-anfiboliche da essi compenstrate nei monti di Campiglia. A Gavorrano la diga ferrea è pure attraversata alla sua base dalla massa granitica; e quella sua parte eruttiva non è a confondersi con un deposito ferruginoso di origine sedimentare e molto più recente, ma a quello materialmente connesso per la sorgente dell' acqua minerale che lo generò. A Val Castrucci abbiamo un bell' esempio dalle compenetrazioni anfiboliche metallifere in connessione alle eruzioni ferree, che in proporzioni tanto maggiori si spiegano a Capo Calamita nell' isola dell' Elba e nei monti di Campiglia. Ma il paragone delle tre località riesce sommamente istruttivo per l' età diversa dei terreni calcari compenestrati e metamorfosati da quell' azione. Le dighe d' idrossido di ferro del Massetano, di Prata, di Boccheggiano, di Gerfalco e di Caldana di Ravi sono invece intimamente connesse per prossimità ed immediato legame, o per parallelismo, colle dighe quarzoso-metallifere.

Alle dighe quarzoso-metallifere del Massetano, dirette N.20°E. — S.20°O., ed ai filoni quarzoso-spatici ad esse trasversali ed in generale diretti N.O. — S.E., che con disposizione listata contengono i vari solfuri metallici, si collegano per contemporaneità di origine, al pari che per uniformità di condizioni geologiche, le altre numerose dighe quarzose e filoni metalliferi nel rimanente della provincia. Un esatto rilievo dei loro affioramenti e delle sotterranee loro condizioni, quali dagli antichi e dai moderni lavori vennero svelate, esteso a tutta la provincia, così come il Savi lo eseguiva per le vicinanze di Massa Marittima (*Cimento*, An. V., marzo, aprile 1847), presenterebbe sotto all' aspetto scientifico, così come sotto all' industriale, il più grande interesse.

Due specie di esse dighe quarzoso-metallifere si distinguono particolarmente dalle altre per le qualità dei metalli che racchiudono e per i singolari fenomeni che le accompagnano: le cinabrifere e le antimonifere. Sono le prime nelle vicinanze di Monte Amiata, a Pian Castagnaio, a Castellazzara, a Selvena e lungo il Siele. (Vedi Caillaux: *Sulle miniere di cinabro della Toscana*; Bologna 1850.) Più lontanamente distribuite s' incontrano le seconde a Brenna presso il torrente Noni, ed a

Prata nel Massetano, a Pereta ed a Montauto nella valle del Tafone presso ai confini Pontificii. (Vedi Coquand : *Déscription des solfatares, des alunières et des lagoni de la Toscane* ; *Bullet. de le Soc. géol. de France*, 2.<sup>o</sup>S.<sup>o</sup> VI, p. 91 e seg.) Ed abbiamo già più volte menzionate le solfatare che vi sono connesse e che attestano la continuazione attuale dei fenomeni sotterranei che vi originarono le sublimazioni metalliche. A connettere finalmente le due specie di metallici giacimenti, abbiamo al Morticino della Capita, a 5 miglia da Capalbio, sulla strada che da Manciano conduce alla Pescia Fiorentina, una diga quarzosa che è insieme antimonifera e cinabrifera.

Se la forma eruttiva, ossia l'origine idro-plutonica, dei calcari cavernosi e delle carnioli è anche altrove riconosciuta ed ammessa (vedi Puggard : *Sur les calcaires plutonisés des Alpes Apuénnes et du Mont Pisano* ; *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1859-60, p. 199 e seg.), difficilmente potrebbesi trovare una regione ove essa sia, come nella nostra provincia, così chiaramente manifesta ed associata a fatti di tanta importanza. Le dighe calcari di Val d'Aspra, di Rocca Strada e di Montieri hanno importanza industriale per i minerali metallici che albergano, ed offrono per quella condizione un termine sommamente istruttivo di confronto colle dighe impastate ofiolitiche, alle quali poi ancor più direttamente le connette quella calcarea ed ofiolitica di Sassa nel Campigliese, ricca di bellissima blenda. La provenienza meccanica di quei frammenti di filoni listati metalliferi, incontrati per via dalla eruzione idro-plutonica calcare, attesta la sua posteriorità, indipendentemente dai mutamenti che per l'azione idrica stessa subirono anche i minerali metallici. Non meno evidente è la origine eruttiva della carniola che accompagna il granito di Gavorrano, nella quale gli elementi granitici sono intimamente associati ai calcari, fra i quali riscontransi talvolta anche frammenti di calcare nummulitico. Finalmente basterà qui accennare, senza inutili ripetizioni, che le carnioli si presentano nella nostra provincia in forme decisamente eruttive ; che lo stesso è a dirsi molte volte del calcare cavernoso con esse connesso, mentre in altri casi la sua giacitura stratificata e quindi la sua origine sedimentare, e la sua metamorfosi operatasi in posto, rimangono più o meno palesi ; che la eruzione idroplutonica delle une e la metamorfosi delle altre sono effetti dello stesso ordine di fenomeni geologici, ma non perciò necessariamente contemporanei, avendo potuto quell'azione stessa o continuarsi attraverso la successione di più periodi od anche di epoche geologiche diverse, o ripetersi in indefinita successione di tempi ; che finalmente dalle considerazioni medesime chiaramente deriva potersi sotto essa forma metamorfica di calcari cavernosi presentare i terreni di periodi e di epoche geologiche distintissime. E, quale conclusione a questo paragrafo, aggiungeremo che una monografia su tale argomento

sarebbe accolta con grande interesse da quanti si occupano di questi studi, e che la nostra provincia ne offre materiale copioso e sommamente istruttivo.

### 3. — Prodotti Minerarii.

#### a. — METALLI.

##### *Rame, Zinco e Piombo argentifero.*

I solfuri di questi metalli, ed anche altri minerali metallici, sono associati nelle dighe quarzose e nei filoni quarzoso-spatici che ne dipendono nel Massetano, e quindi anche l'industria metallurgica relativa spesso si riferisce ed agli uni ed agli altri. Nel poggio di Scabbiano e nel rilievo di Serrabottini, che ne fa parte, si manifesta una diga di circa 24 metri di potenza, formata nella parte sua inferiore o del letto di ferro idrossidato e di ocra gialla e rossa, e nella parte superiore o del tetto di quarzo celluloso, le cui cellule sono ripiene o di ocra, o di rame carbonato verde ed azzurro, o di pirite di rame e di ferro. È diretta pressochè N. — S., inclinando circa 45° all'E., e taglia la stratificazione delle rocce circostanti, le quali dal lato del tetto sono costituite dalle solite alternanze di calcaria compatta e di schisti argillosi e galestrini, e dalla parte del muro, da una calcaria grigia cavernosa. Tanto le rocce sottoposte, quanto le sovrapposte alla diga sono per ogni dove attraversate da vene di poca potenza ma ricche di sostanze metalliche, cioè di galena argentifera, rame carbonato, blenda ed antimonio solforato. La miniera di Serrabottini del Vescovo (num. 8 nella carta), ripresa a coltivare nel 1850 per conto particolare del Granduca, fu nuovamente abbandonata nel 1859. Alla base del poggio di Sarcoli, presso forte Maniente, sulla vecchia via di Massa a Grosseto, si presenta altra grossissima diga quarzosa metallifera, diretta N. 20° E. — S. 20° O. che forma la testata orientale del poggio delle Capanne Vecchie, traversa il fosso di Val Pozzoia, penetra nel Poggio Bindo, l'oltrepassa e ricomparisce alla così detta Mandria del Lombardo, nella giogana occidentale del fosso di Carpignone ed in prossimità al Lago dell' Accesa. La miniera di Carpignone coltivò la diga metallifera in un punto ove essa è meno inclinata che altrove ed ha minore potenza (circa 10<sup>m</sup>). La pasta o ganga è di quarzo celluloso ed anche mammellonato, entro il quale veggonsi delle zone e sezioni di sfere concentriche, alcune delle quali risultano da cristalli di monte un poco ametistini, altre da sostanza calcedoniosa, ed altre infine da quarzo amorfo racchiudente maggiore o minor quantità di galena, blenda e pirite di rame e di ferro. Il primo di questi minerali è il più abbondante, quello di rame il più scarso; ed essi riscontransi ancora nei grossi filoni

secondari, che dipartendosi dalla diga penetrano nelle rocce del muro e del tetto. Il lavoro del pozzo Savi, ad un quarto di miglio più al nord verso il crinale di Poggio Bindo, incontrò maggior grossezza e maggior inclinazione nella diga, ivi pure costituita di quarzo o cristallizzato od amorfo, a zone ondulate e concentriche, e di calcedonio, tutto pieno di straterelli o di piccole masse di galena, di blenda e raramente di pirite cuprica. La stessa diga fu argomento alle lavorazioni della Galleria Teodora e di Forni (n. 9), presso al lago dell'Accesa. La gran diga delle Capanne Vecchie e di Poggio Bindo (n. 7) ha una sezione orizzontale di quasi 30", ed è formata di quarzo ialino o lattiginoso, tutto forato da cellule irregolari, angolose, di ogni grandezza, da minime e discernibili solo colla lente fino a grandissime, vuote nelle parti esposte all'esterno e foderate di cristalli di monte e di pirite di rame e di ferro, ma nell'interno della massa ripiene di ocre e d'ossidi metallici costituenti una polvere nera o cenerina che include cristalli di pirite, od occupate da ammassi di rame piritoso compatto, di bel color giallo, a frattura scagliosa. In vicinanza al pozzo Rovis, il rame nativo cristallizzato dendritico, in lamine retiformi e con disposizione filiciforme od in gruppi e mazzetti subsferici, sta incluso nelle fenditure o nelle cavità delle rocce schistose alterate incassanti la diga. Ivi pure un grosso filone secondario, a 5<sup>m</sup> di distanza, corre parallelamente alla diga stessa nelle rocce del tetto, costituito da quarzo impregnato di bellissima pirite cuprica aurifera. In alcune parti di esso filone, alla matrice quarzosa si associa la spatia, ed alla pirite di rame si unisce la marziale, ed ambedue si espandono nelle rocce incassanti, specialmente dalla parte del tetto, iniettandosi negli spacchi degli schisti ed impregnandone la sostanza, insieme a piccoli depositi e sottili vene di rame ossidulato rosso o ziguelina in ottaedri e cubi od in forma capillare. Nel monte di Brenna, fra il botro de' Noni e quello di Val Castrucci, alla base meridionale dell'alto Poggio alle Velette, sono vari filoni diretti da S.E. a N.O., quarzoso-spatici, contenenti ossidi di rame, rame carbonato verde ed azzurro, calcopirite, blenda, galena e stibina. Altro consimile e parimente quasi verticale fu argomento ad antiche escavazioni nella continuazione del Poggio di Brenna, ma dal suo lato N.O., cioè verso il botro di Val Castrucci. Lo stesso è a dirsi di altro fascio di filoncelli sopra al varco della via del Gorgo ai Frati, sul fosso di Val Castrucci, nel luogo detto Poggio alla Birba, che con ripetuti affioramenti va a congiungersi a quelli del botro del Donzellino. Molti altri affioramenti, in parte almeno, continuazione dei precedenti, si avvertono nell'alto della vallata di Val Castrucci al Campo ai Diavoli, nel botro alle Tane, in quello del Donzellino ed al Poggio alle Velette. Meritano fra questi speciale menzione due dal botro del Donzellino, presso la sua congiunzione col botro alle Tane. Il primo di circa 60" di potenza, dirigesì da N. 40° O. a S. 40° E. ;

il secondo, che volge un poco più ad occidente (N.50°O.), fu soggetto per gli antichi di quelle lavorazioni, dette del Rigo all' Oro, delle quali parlarono il Targioni ed il Santi nei loro viaggi. È un filone listato costituito da straterelli più o meno interrotti, paralleli alle pareti, di quarzo, di spato calcareo, di galena e di pirite di rame. Il quarzo è all' esterno, mentre la ganga media è spatica. Tali filoni non solo tagliano decisamente la stratificazione delle rocce che attraversano, avendo queste direzione E.N.E., ed inclinazione N.N.O., di circa 60°, ed i filoni essendo diretti N.50°O., ed inclinati circa 40° N. E., ma presentano inoltre un ben caratterizzato tetto e muro, ed includono nelle salbande frammenti delle circostanti rocce schistose e calcaree. (Vedi Savi. *Sulle miniere delle vicinanze di Massa Marittima; Cimento*, marzo e aprile 1847.)

Al N. O. della Castellaccia, al di là di Poggio al Montone affiorano i quattro gruppi o fasci di filoni paralleli, sui quali si concentrarono tanti lavori degli antichi. La Società Metallo-tecnica di Firenze intraprese fino dal 1843, sotto alla direzione del benemerito e compianto ingegnere Rovis, ad attraversare i diversi filoni con una galleria che partiva dal vallone dello Zanca, e già percorsa, a raggiungere i primi lavori antichi, quasi 1000 metri. All' entrata della galleria, attraverso il torrente, affiora un filone di 10 a 12<sup>m</sup> di potenza, che si nasconde verso ponente, sotto il colle sul quale sta la Castellaccia e s' inoltra verso levante nel colle del Poggio al Montone. A 500<sup>m</sup> dall' apertura, la galleria attraversò un secondo filone di soli 30<sup>m</sup> di potenza ma produttivo, diretto E.20°S. — O.20°N., che inclina al N. E. di 65° a 70°. A 614<sup>m</sup> incontrò altro filone sufficientemente ricco e parallelo al suddescritto. Quindi un terzo a 731<sup>m</sup>, e infine, a pochi metri da quest' ultimo, il primo filone stato coltivato dagli antichi, al di là del Poggio al Montone. Dal livello della galleria, che in quel punto è a circa 150<sup>m</sup> dagli affioramenti, si rimontò nel filone, andando in traccia dei lavori antichi, i quali vennero appunto incontrati a 90<sup>m</sup> circa dalla superficie. La galena è più abbondante ed accompagnata da maggior proporzione di quarzo e di ocre gialla procedendo verso levante; prevale invece la blenda, e la ganga è maggiormente argillosa e calcareo verso ponente. Avanzando la galleria Rovis ancora di 480<sup>m</sup> verso il nord, giungerebbe sotto il secondo centro importante degli antichi lavori, e dopo altri 420<sup>m</sup> sotto al terzo. (Vedi *Esposizione Italiana 1861; Industria mineraria e metallurgica; Relaz. dei Giurati*. Londra p. 16.)

Alla stessa classe di filoni listati dipendenti dalle descritte dighe quarzoso-spatiche, oltre a molti altri affioramenti nel Massetano, appartengono pure i filoncelli ramiferi che si citano alla Vignola del Pievano sotto Gerfalco, e quello di Poggio Mutti (n. 3) alle falde del monte stesso. Egualmente i copiosi giacimenti, argomento dei molteplici lavori di Guado alla Toppa, della Troia, di Carbonaia sul fosso di Cagnana

e di Bagnuola nelle vicinanze di Montieri (n. 4). Fra questi merita speciale menzione quello avvertito dal signor consigliere Teodoro Haupt, all'imboccatura della galleria Santa Barbera, costituito di quarzo e spato calcareo magnesifero, includente, insieme a galena e pirite di rame, abbondante rame grigio, 100 libbre del quale dettero all'analisi dell'ingegnere Costantino Haupt fino 21 oncia d'argento e 20 libbre di rame. (Haupt; *Annali di Miniere*, Firenze, 1851, p. 23.)

I giacimenti metalliferi di Montieri non sono per altro tutti da ascrivere allo stesso sistema di dighe quarzose e di filoni listati, appartenendo essi invece in parte a quello delle dighe di calcare cavernoso metallifero, come quella di Val d'Aspra. Anche il filone di piombo argentifero di Boccheggiano (n. 5), di proprietà del signor Haenner; quello ramifero di Batignano (n. 33), nel gruppo di Monte Orsaio e quello di Arcidosso (n. 34), nel vallone detto dell'Aquilaia, sembrano doversi riferire al sistema dei filoni listati.

Una bella diga quarzoso-metallifera, colla consueta direzione N.-S., vedesi sotto Monte Labro, sul crinale che divide le acque dell'Albegna da quelle del Trasubio, presso Santa Caterina, dirimpetto a Vallerona. (Vedi Caillaux, *Sopra i depositi di rame ec.*, Bologna 1850, p. 39.)

Distinto invece dagli altri giacimenti metalliferi del Massetano, per le sue condizioni geologiche è quello di Val Castrucci (6). Presso all'unione del fosso di quel nome coll'altro denominato Salerno, trovasi, sulla linea di continuazione della diga quarzosa delle Capanne, una notevole massa d'idrossido di ferro accompagnato da quarzo. Risalendo ulteriormente nell'angusta valle e passata di poco la foce del botro al Cucule, che scende dalla pendice orientale del poggio di Brenna, cominciansi a vedere vene di rame piritoso framezzo ai banchi calcarei e schistosi, che ivi sono diretti E.-O., con inclinazione al N. di 20° a 35°. In vicinanza alle dette vene metalliche, le rocce hanno maggiore compattezza e tenacità; più oltre, una roccia verdastra, tenacissima, di aspetto dioritico, che passa ad anfibolo radiato, accompagna le vene metalliche e penetra negli schisti e nella calcaria, colorandola in verdognolo e dandole ancor maggior consistenza. La roccia anfibolica è spesso iniettata fra gli strati calcarei e schistosi, rompe talvolta uno o due strati e li attraversa, continuandosi poi framezzo ad altri strati successivi. Il quarzo accompagna più o meno abbondantemente l'anfibolo; i cristalli di galena e di blenda sono disseminati nella massa, e bellissimo rame piritoso, intensamente giallo, compatto, a frattura scaglioso-concoide, è concentrato in noccioli subsferici nell'interno delle irradiazioni anfiboliche o negli spazi compresi fra l'una e l'altra di esse. (Vedi Savi l. c.)

La diga di calcare cavernoso e di carniola metallifera di Val d'Aspra, fra Massa

e Prata, corre pure dal N. al S., con inclinazione ad O., e parallelamente ad una contigua ampia diga ferrea. La ganga calcarea è tutta compenetrata ed ha piene le sue cavità di argilla calcarifera ferruginosa (le ferrine). I noccioli di roccia quarzosa o spatica più o meno ricca di solfuri metallici, evidentemente frammenti dei consueti filoni, vi sono inclusi abbondantemente, e fu alla ricerca loro che furono diretti dagli antichi i numerosi e profondi lavori nella Valle dello Stregaio, riaperti ed estesi dal Rovis per conto della Società metallo-tecnica. È in essi antichi lavori che si trovarono e gli antichi strumenti da minatore, ed i minerali di nuova origine (buratite, gesso ec.), come in quelli di Campiglia. In prossimità ad essi, sotto al poggio ai Gorgoni, si coltiva dalla stessa Società un filone spatico metallifero diretto E.15°N. — O.15°S., e che inclina E.15°S. Altri esempi di dighe di calcare cavernoso metallifero abbiamo pure nella nostra provincia ed a Rocca Strada ed a Montieri.

La miniera di Rocca Tederighi (n. 14) porge, anche nella nostra provincia, un bello ed istruttivo esempio di filone impastato che attraversa le antiche rocce serpentinosi, e segue poi la linea di contatto di esse colla roccia metamorfica (gabbro rosso). « Il torrente Pescolino, per quella parte che scorre alla linea di contatto » della serpentina col gabbro rosso, mise a nudo le mostre di un filone cuprifero, » il quale venne molto lavorato dagli antichi e dai moderni, estraendone minerale » in abbondanza, ricco in rame del 25 al 30 per cento. Sulla estensione di 800<sup>m</sup> la » galleria di scolo, aperta ad 80<sup>m</sup> sotto i lavori più alti, mostra che il filone si » mantiene colla serpentina al riposo, ed il gabbro rosso al tetto, seguendo tutte » le ondulazioni della linea di contatto di queste due rocce.<sup>1</sup> La sua direzione è » quasi N.S., inclina di 35° a 40° all'E., cioè nel senso inverso dell'inclinazione » del monte. Il minerale vi si trova il più sovente sotto forma di noccioli impa- » stati entro la serpentina tenera e l'argilla steatitosa bianca, accompagnata da » altri noccioli di serpentina oppure di gabbro rosso, colla superficie lustrata e » striata. I noccioli di minerale (calcopirite, erubescite e calcosina) sono sovente » molto voluminosi; alcune volte invece si trovano ridotti in piccoli grani dissemi- » nati nell'argilla. Raramente il filone è affatto sterile, tuttavia il minerale più ab- » bondante assume la disposizione per colonne regolari, le quali s'approfondano » secondo la linea di massima pendenza del filone, conservando sempre una ric- » chezza straordinaria sopra una estensione di 12<sup>m</sup> a 15<sup>m</sup> in direzione. Di siffatte » colonne già tre vennero riconosciute, e si compongono di una somma di noccioli

<sup>1</sup> Nella parte inferiore esso filone attraversa la massa dell'ofite. (Vedi SAVI, *Delle roccefolitiche della Toscana*, 1838, pag. 23, tav. 2, fig. 6.)

» cupriferi più o meno voluminosi, disposti gli uni accanto agli altri ed avvolti  
 » nell'argilla steatitosa; oppure di lastre di 10 a 15 ed anche 20 centimetri di  
 » grossezza di minerale affatto puro. Fin' ora non vi si rinvenne alcuna sostanza  
 » cristallizzata, nè s'incontrarono vene dirette nella roccia del tetto oppure in quella  
 » del riposo. » (Peruzzi, *Intorno ai giacimenti cupriferi contenuti nei monti serpentinosi dell'Italia centrale*; Torino 1864, p. 19.)

Il giacimento di Pari, ricco di rame nativo ed ossidulato (ziguelina), appartiene pure alla classe dei serpentinosi, ma le condizioni geologiche non ne furono peranche studiate.

### *Antimonio.*

La Stibina è, come vedemmo, uno dei minerali metallici che frequentemente trovansi associati nelle dighe quarzose metallifere; e come tali citansi particolarmente quella di Brenna presso il torrente Noni e quella di Prata nel Massetano. Anche nel monte Argentale si cita un giacimento d'antimonio. Ma i due più giustamente famosi sono quelli di Pereta (n. 35) e di Monte Auto (n. 27). La diga quarzoso-calconiosa di Pereta è, come le altre, diretta N. — S., e taglia verticalmente le stratificazioni di calcare alberese e di macigno, che hanno ivi la direzione N.O. — S.E., mandando fra esse delle ramificazioni, che talvolta si estendono anche molto lungi dalla massa principale. La sua potenza supera talvolta i 45<sup>m</sup>, tal altra invece si riduce a soli 5<sup>m</sup>. Le cavità della ganga sono tappezzate di cristalli di quarzo, e l'antimonio solforato vi è più o meno accumulato in tasche o geodi d'infinita varietà di dimensioni, fino a contenere una sola di esse 40,000 chilogrammi di minerale. Si cita una irradiazione di giganteschi cristalli di 3<sup>m</sup> di diametro. A Monte Auto la diga è parimente diretta N. — S., e qui pure attraversa normalmente le stratificazioni, ma la profonda alterazione e la silicizzazione delle rocce incassanti, le diramazioni della massa eruttiva per entro ad esse e le estese compenetrazioni sulfuree e metalliche, anche fino a grande distanza dalla diga, ne rendono bene spesso difficili ad assegnarsi i confini. A Poggio-Fuoco nel comune di Manciano, a metà circa appunto della distanza fra Pereta e Monte Auto, è pure una enorme diga quarzosa antimonifera, che si asserisce avere 80<sup>m</sup> di potenza, il cui affioramento corre per lungo tratto parallelo a quello delle sorelle. (Vedi Coquand, *Description des solfatares, des alunières et des lagoni de la Toscane*; *Bullet. de la Soc. géol. de France*. 2<sup>e</sup> S. VI, p. 91 e seg.)

*Mercurio.*

Le miniere del Siele a Castellazzara, di Pian Castagnaio, di Selvena (n. 47) e dell'Abbadia di San Salvatore sono aperte su un giacimento che può riguardarsi come tutto continuo, benchè sommamente variabile per la ricchezza, ed esteso per 42 a 44 miglia nella direzione N. — S. Molti per altro degli indizi cinabiferi e dei materiali più o meno ricchi di minerali di mercurio trovansi largamente dispersi e disseminati, per opera delle cause alluviali, nei valloncelli della Selvena, del Siele e della Senna e nei ruscelli tributari della Paglia, che attraversano i contorni dell'Abbadia di San Salvatore. Esso giacimento può essere considerato come un ammasso di vene e di filoni più o meno potenti, più o meno regolari, che s'intersecano in vari sensi, ed attraversano gli schisti inferiori del macigno, i calcari nummulitici, le staniti e gli schisti subordinati ed un calcare inferiore più antico. Il cinabro si trova in seno a tali terreni, d'ordinario associato a rocce quarzose compatte, talora in contatto di una roccia di apparenza dioritica, tal'altra infine fra i calcari e gli schisti bituminosi, senza apparenza di forma eruttiva. (Vedi Caillaux, *Mem. sopra li depositi di Rame e sopra alcune miniere di cinabro della Toscana*; Bologna, 1850, e *Rapport sur les mines du Mont Amiata*; Livorno, 1852.)

Come al Morticino della Capita presso Capalbio, anche lungo il torrente Canala, nella miniera di Selvena, la stibina accompagna il cinabro nell'interno di potenti masse di quarzo, che sembrano irregolarmente attraversare i calcari alterati e le argille bituminose nere, esse stesse copiosamente impregnate dei due minerali metallici.

*Manganese.*

Dei molti luoghi nei quali il mescolgio dei vari ossidi di manganese si presenta più o meno abbondante, il solo che meriti menzione nella nostra provincia è quello delle vicinanze di Arcidosso (n. 36), benchè esso pure dovesse essere abbandonato dalla speculazione, in seguito a poco fruttuosi tentativi. Escavavasi in noccioli disseminati nelle rocce sedimentari, e nei quali era associato ai minerali di rame. Consimili noccioli trovansi pure verso Rocca Albegna e particolarmente sotto il poggio di Noceto, con fioriture di rame. (Vedi Caillaux l. c.)

*Ferro.*

Il giacimento di ferro oligisto all'isola del Giglio, nella Cala dell'Allume (31), paragonabile a quelli dell'isola d'Elba, e sommamente istruttivo per le condizioni

sue geologiche, non è coltivato, ma potrebbe anche industrialmente divenire di grande importanza.

Il filone d'idrossido di ferro (limonite) ed il deposito ferruginoso lacustre che lo accompagna a Gavorrano (29), sarebbero pure certamente utilizzati, se fossero in paese ove scarseggiasse il prezioso metallo ed abbondassero i combustibili.

Esiste un filone di limonite sotto Gerfalco sulla strada di Massa. Altro presso Ravi, fra Ravi e Caldana (30). Quello di Boccheggiano fu lavorato un tempo, ma senza frutto e quindi abbandonato.

Delle numerose dighe ferree che attraversano il Massetano, merita speciale menzione solamente quella di Val d'Aspra, che, oltre al consueto idrossido, contiene pure ferro oligisto. — « I proprietari conti Pietro e Luigi fratelli Guicciardini di » Firenze vi aprirono recentemente una trincea, da cui potè estrarsi il minerale a » cava aperta, spingendola ad una profondità di 40 piedi: si notò che la diga si » conservava sempre della stessa natura: il minerale estratto in tale circostanza, » per oltre 100 tonnellate, fu ridotto parte a Follonica e parte a Colle, ed il ferro » ottenuto riuscì dotato di una duttilità e d'una malleabilità senza pari, e rese » il 50 per cento. » (Prof. I. Cocchi: *Espos. internaz. del 1862, Cat. descritt. pubbl. per cura del R. Comit. Ital. 1, Miniere e Saline; Torino 1862, p. 14-15.*)

#### b. — LIGNITE.

Il classico bacino lignitifero di Val di Pecora, nel quale è aperta la celebre miniera di Monte Bamboli (n. 42), dottamente descritto dal Savi (*Sopra i carboni fossili dei terreni mioceni delle Maremme Toscane; Pisa, 1843*) e dal Pilla (*Notizie sopra il carbon fossile trovato in Maremma; Firenze, 1843*), e dove i lavori minerarii furono diretti da esperti e celebri ingegneri, quali sono il Pitiot, il Bignon, il Simonin ed il Jennar, giace ora quasi in abbandono. E senza occuparci qui della luttuosa storia di quella intrapresa, esprimiamo il voto che la coltivazione ne sia con più fausti auspicii riattivata, ed insieme il convincimento del prospero successo che attende una tale speculazione industriale, purchè saggiamente fondata e diretta.

Il piano miocenico superiore, di origine marina, che ivi ricopre la formazione lignitifera, e che fu in buona parte attraversato dai pozzi N° 3 e N° 8, ha oltre 120<sup>m</sup> di potenza, ed è costituito da conglomerati ciottolosi, da breccie calcari, da arenarie e da argille più volte alternanti e più o meno ricche di fossili marini. Vi succede, con perfetta concordanza di stratificazione, con inclinazione di circa 32°, il piano delle argille gessose, di circa 58<sup>m</sup> di potenza, denominate localmente mat-taioni, ricche di svariate specie di *Unio* e d'altri bellissimi fossili d'acqua dolce,

non che di copiose impronte vegetali. Le inferiori di esse argille fanno passaggio ai calcari fetidi, alternati ad arenarie, spesso ricchissimi di Dreissene, di Paludine e d'altre conchiglie lacustri e di resti di piante, che formano il tetto al primo strato di lignite, con una potenza di 25<sup>m</sup>. Uno strato calcareo, la cui massima potenza è di 6<sup>m</sup>, 30, pure includente Dreissene ed impronte di piante, s'interpone fra i due strati di lignite, la cui potenza si trovò varia da 0<sup>m</sup>,50 a 2<sup>m</sup>,50, nei pozzi N.° 1, 2, 4 e 5. Una breccia argillosa, che passa a conglomerato grossolano, di 5<sup>m</sup> a 10<sup>m</sup> di potenza, forma il letto del secondo strato e riposa direttamente sugli schisti galestrini e sul calcare alberese fucitico, ma sconvolti e senza palese stratificazione regolare.

Il vasto bacino lignitifero della Bruna e dei suoi confluenti Cassia, Confiente e Noni è attualmente il campo delle attive e fruttuose escavazioni (Casteani sotto Tatti (28), Poggio Moretto, Casa Papi, ec. N.° 13) del Sig. Cav. Ferrari Corbelli, sotto alla direzione del benemerito Ingegnere Costantino Haupt. Nel taglio di quel giacimento condotto da N. a S., quale lo riporta il Pilla (l. c.), vedonsi indicate in ordine ascendente: una potente serie di calcare fetido lacustre, uno strato di conglomerato ofiolitico, un primo strato di carbone, altro strato di conglomerato ofiolitico interposto fra il primo ed il secondo strato di carbone, strato di calcare bituminoso, alta serie di strati di argilla indurita e di arenaria, straterello di carbone impuro, argilla, altri terreni coperti dall'alluvione. Nel taglio del Savi (l. c.) diretto da N.N.E. a S.S.O., che riproduciamo (M-N), vedonsi chiaramente distinti i due giacimenti del Fonte al Tamburino e del Poggio Moretto, il secondo de' quali fu solo attraversato dal famoso pozzo di 289<sup>m</sup> di profondità sotto al livello del mare. Esso affioramento di Poggio Moretto si presenta incluso nella molassa (l. c. Tav. 1.<sup>a</sup> fig. 3). Quello della Fonte al Tamburino invece (ibid. fig. 5) presenta il grosso strato di carbone (1<sup>m</sup>, 20) racchiuso fra i banchi di conglomerato ofiolitico, il superiore de' quali è ricoperto da sottili strati di calcare fetido ricco d'impronte vegetali, fra i quali ricomparisce qualche straterello di conglomerato ofiolitico. Al Vado all'Orto lo stesso giacimento inferiore si presenta colle testate di due distinti strati, l'inferiore e più possente dei quali è compreso fra i banchi del conglomerato ofiolitico, mentre tetto al superiore è il calcare conchigliifero fetido (l. c. fig. 4). I progrediti lavori e gli ulteriori studi del Sig. Ing. Costantino Haupt gli consentono di distinguere con ancor maggiore precisione le due formazioni carbonifere di Monte Massi, le quali, oltre alla differente importanza industriale, offrono argomento anche sotto al lato scientifico ad importanti considerazioni. Il piano superiore, quale fu attraversato dal pozzo alla Follonica, prevalentemente argilloso, racchiude due strati carboniosi, che furono quelli finora prevalentemente escavati. Il

superiore apparisce di una potenza ragguardevole, cioè di 5<sup>m</sup> ed anche 6<sup>m</sup>; ma in realtà è suddiviso da almeno cinque straterelli argillosi di vario spessore. Lo strato inferiore invece non ha che 4<sup>m</sup>, 20 di potenza, ma è tutto continuo. Le argille indurate, cupe di tinta e distintamente stratificate, che includono i due strati di carbone e che vi s'interpongono, sono di origine marina (od almeno di estuario), come lo attestano le ostriche e le altre conchiglie che racchiudono. Superiormente invece ad esse, per circa 10<sup>m</sup> di spessore, succedono, con piccole interstratificazioni arenacee, nella parte più alta, delle argille cinerine con abbondanti impronte di piante dicotiledoni. Ed inferiormente sono pure argille biancastre, includenti denti ed ossa di mammiferi, le quali nel pozzo Ribella si vedono passare all'arenaria ed al conglomerato, che trovasi alla base della formazione superiore. Lo strato di carbone, di qualità superiore al precedente, di 4<sup>m</sup>, 50 di spessore, incontrato col pozzo Sant'Andrea, appartiene alla formazione inferiore ed ha per letto il conglomerato ofiolitico. A tetto invece gli sovrasta il calcare conchigliifero bituminoso. Sotto al conglomerato ofiolitico sono altre molasse od argille, che riposano sugli schisti galestrini ed i calcari alberesi.

In prossimità di Rocca Strada, al luogo detto le Franate (N.º 38), è un piccolo lembo di terreno terziario includente una lignite torbosa, che il Santi (*Viaggio terzo* ec. p. 96) chiama piligno. Le conchigliette in esso incluse non sono punto marine (come dice il Santi), ma lacustri: planorbi, paludine ec. Al di sotto per altro di esso piligno, è un'argilla includente cardii ed altre conchiglie di estuario. Questo lembo è quello descritto dal Pareto, come sollevato dalla eruzione tra-chitica.

All'oriente ed al settentrione del gruppo montuoso di Rocca Strada e Sasso Forte si continua pure il terreno miocenico lignitifero, e se ne cita il bacino dell'Acqua nera, affluente della Farna (N.º 15), ch'è pure di proprietà del Sig. Cav. Ferrari Corbelli. Ivi il conglomerato ofiolitico ricopre immediatamente lo strato di lignite.

Nella valle d'Ombrone, fra Paganico e Campagnatico, e precisamente nei possesi della signora Palmira Rigati ne' Rossi (N.º 25), è pure un giacimento di lignite, le cui condizioni geologiche non furono peranco studiate, ma della quale fu instituita l'analisi.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Il combustibile appartiene alle così dette ligniti secche; esso è nero, molto fragile e si riduce facilmente in minuzzoli col semplice riscaldamento, ed è pure alquanto piritoso. Ripetuti saggi dimostrarono contenersi in 100 parti: 45, 12 di carbonio fisso; 5, 57 di ceneri e 49, 31 di materie volatili, che per 31, 93 sono combustibili e per 17, 38 vapor acqueo eliminato ai 120°. La distillazione ha fornito pochi prodotti bituminosi ed una massa gassosa in gran parte costituita di ossido di carbonio

Sotto Stribugliano, in luogo detto Val di Becco, nei terreni del marchese La Grera, e verso la Cava (o la Pigna), lungo il fosso detto dei Diaccini, nei terreni del Fabbri, si asseriscono esistere giacimenti di una lignite, che brucia facilmente spandendo odore fortemente bituminoso. Il primo di essi giacimenti si estende per la lunghezza di circa un miglio, il secondo poco meno; e fra l'uno e l'altro ci è uno stacco di un miglio e mezzo. Sì nell'una che nell'altra località, il combustibile fossile è compreso fra strati di argilla includente conchiglie d'acqua dolce. Anche lungo il torrente Ansidonia, al di là di Seggiano, esistono vasti depositi di una lignite, della quale il signor ingegnere Gio. Battista Basili di Arcidosso presentava alcuni saggi alla Esposizione Toscana del 1850 di Firenze (N.º 3461 del catalogo).

Molte altre località della provincia (la Marsigliana, Pietra, i Palazzi, la Carpella, Perolla e Riopiastrello nel Massetano, Cinigiano, Cava, Monte Buono presso Pitigliano ec.), sono citate come carbonifere, ed attendono tuttora chi ne faccia argomento di esatto studio comparativo, che, oltre all'interesse scientifico, potrebbe anche riuscire di guida a fruttuose speculazioni industriali.

### c. — SOLFO.

Le molte ed estese escavazioni di Solfo, alla Cava bianca, al Monte-Cavallo ec., in prossimità di Pereta (N.º 24), sono esattamente descritte nella più volte citata memoria del Coquand, il quale ne trasse argomento ad illustrare la intima connessione di esso giacimento con quello dell'antimonio, la genesi dello zolfo e delle numerose sostanze minerali che vi si trovano associate, ed i bellissimi fatti geologici che là si presentano a studiare. E quella dottissima esposizione riesce tanto più preziosa, in quanto che, essendo oggidì già da gran tempo abbandonate quelle escavazioni, manca la opportunità di ripetere molte di esse osservazioni. Anche la solfatara di Selvena (N.º 17) e l'annesso giacimento di vetriolo (all'Edificio) sono dipendenze di dighe quarzoso-metallifere e prevalentemente antimonifere. E quantunque la doppia industria fosse già cessata all'epoca della visita del Coquand (*l. c.*), la sua descrizione è di grande importanza scientifica e vale a provare quanto sia istruttivo lo studio del nostro paese. Solfatara parimente produttiva, ma non coltivata, è quella di Monte Auto; ed in molti altri punti della provincia (Monte Labro, Valle

---

e d'idrogeno proto-carburato; il residuo è polverulento. Inoltre un grammo d'essa lignite, al saggio col litargirio, diede gr. 19, 546 di piombo ridotto, dal che sembra doversi desumere che il suo potere calorifero si possa calcolare a 3393 calor. (Relaz. del sig. Cauda, V. Direttore del laboratorio chimico ec. Torino, 22 gennaio 1864.)

d'Albegna sotto Scansano, Rocca Strada ec.), si cita la presenza dello zolfo, ma non in quantità nè in condizioni opportune per somministrare argomento all'industria mineraria.

d. — SOSTANZE SALINE.

*Allume.*

La celebre Allumiera di Montioni (N.º 11) è solamente in parte compresa nella nostra provincia, trovandosi precisamente nel confine della provincia Pisana. Devesi, anche riguardo ad essa, citare la memoria del Coquand, nella quale ne sono descritte le condizioni geologiche, come pure vi sono spiegate le ragioni della purezza del prodotto, che, come per quello della Tolfa, ne costituiva esclusivo pregio, prima che s'imparasse ad ottenerlo anche direttamente scevro di ossido ferrico, onde oggidì è generalmente caduta quell'industria, un tempo fiorente nella nostra provincia. La così detta Pozzolana di Maremma, che incompletamente sostituisce quella di Roma, non è che lo spurgo delle antiche Allumiere del Frasino in Val di Cornia (N.º 37), di Monte Rotondo, dei Cavoni presso l'Accesa ed i tanti altri luoghi del Massetano (come del vicino Campigliese), ove l'Alunite è uno dei consueti prodotti della metamorfosi operata dalle dighe e dai filoni quarzoso-metaliferi sulle rocce del muro. (Vedi Savi, *Sulle miniere di Massa Marittima*, ec.) Parimente a Pereta, a Monte Auto, a Selvena ec., la genesi dell'Alunite, dell'Alunogene, del Pissofane, ec., offre al naturalista stupendo argomento di studio.

*Acido borico*

I soffioni che si sprigionano dal fondo del Lago sulfureo (N.º 4), ne rendono boracifere le acque, che, ristrette a molto più angusto perimetro di quello che avessero precedentemente, deviando i confluenti ed allacciando in una fossa di circonvallazione le acque che discendono dai circostanti poggi, furono dal signor ingegnere Durval ridotte a contenere il 2 per mille di acido borico. Mercè fori artesiani opportunamente praticati, secondo l'originario concetto del professor Gazzeri e gli studi del professor Manteri e specialmente secondo la pratica, conseguita mercè ripetuti e non tutti felici tentativi, lo stesso signor Durval ottenne poi, non solamente il mezzo di concentrare ed evaporare coi consueti processi quelle acque, ma anche nuove fonti del prezioso materiale. (Vedi Bechi, *Studi sulla formazione dei soffioni boraciferi* ec.; Firenze, 1858.) Oltre agli stabilimenti del signor Durval, è, alla parte

N.O. dello stesso lago sulfureo, un piccolo stabilimento del signor conte Larderel, denominato la Collacchia, ove le acque del lago vengono evaporate mercè l'azione di un potente soffione naturale. Ivi presso è pure lo stabilimento di San Federigo, ove il conte Larderel ha applicato col più felice successo la perforazione artificiale del suolo. Ed in contiguità ad esso, anche il signor Clouet esercita utilmente quella industria.

A Monte Rotondo (N.º 2) è un altro dei nove grandi stabilimenti del conte Larderel per la produzione dell'acido borico, ed esso è fra tutti pregevolissimo per l'abbondanza e la qualità del prodotto, non che per le singolari e bellissime condizioni fisiche, nelle quali vi si manifesta l'imponente fenomeno della sotterranea attività.

### *Fluorina.*

Benchè irregolarissimo e non abbondante, il giacimento di spato fluore di Gerafalco, merita di essere qui annoverato, in quanto che di quella sostanza si fa utile impiego nei laboratori chimici ed in alcune industrie. Essa vi si trova, spoglia di quelle vive e svariate colorazioni che altrove la adornano, in grossi cristalli inclusi nel calcare cavernoso, come già fu superiormente notato. In eguali condizioni trovansi pure a Montieri.

### e. — TERRE COLORANTI.

« In vari luoghi delle vicinanze di Castel del Piano, ma specialmente in quel » tratto chiamato le Mazzarelle (N.º 16), a ponente del Castello, nello scendere » verso il torrente Lente, se si scava il suolo, sotto la terra vegetabile s'incontra uno » strato più o meno alto di una terra alquanto tenace, quando è fresca, e di un bel color » giallo. Proseguendo lo scavo, trovansi sotto a questa una terra bolare anche più tenace, » di color epatico brunissimo, finchè ella è in zolle o grumi, ma di color giallo bruno » quando si riduce in polvere. Chiamasi la prima, Terra bolare gialla (o Terra di » Siena), l'ultima, Terra d'ombra. » (Santi, *Viaggio al Monte Amiata* p. 93.) — « Proven- » gono da deposito d'acque che fluivano in epoche remotissime, le quali racco- » gliendosi in piccoli bacini, depositarono sul loro fondo il ferro che avevano di- » sciolto, e l'argilla che tenevano sospesa. » (Savi, *Rapporto della pubblica esposi- » zione ec. in Firenze nel 1850*, p. 27.) I giacimenti di queste terre coloranti, che costituiscono un importante articolo di commercio (300 chilogrammi all'anno), furono diligentemente studiati dal signor Clemente Santi di Montalcino, il quale ot-

tenne pure pregevoli sostanze coloranti preparate colla Farina fossile, che si escava parimente nelle vicinanze di Castel del Piano, ed è volgarmente chiamata nel paese Latte di Luna.

Ocre di svariati colori abbondano ovunque nei nostri giacimenti metalliferi e loro dipendenze, e se ne citano rilevanti depositi a Gavorrano, a Ravi ec., ma non sono in alcun luogo utilizzate.

### *f.* — ACQUE MINERALI.

Le copiose e rinomate sorgenti minerali delle vicinanze di Monte Amiata appartengono alla provincia Senese. Abbiamo soltanto nella nostra l'acqua purgativa di Santa Fiora.

Le terme sulfuree di Saturnia e le acque termali di Roselle hanno oggidì perduto, per la insalubrità dei luoghi, l'antica rinomanza. Lo stesso motivo rende pressochè infruttuose le sorgenti sulfuree che si trovano sulla sponda destra del fiume Osa, nel luogo detto i Bagnacci, alla base dei poggi di Fonte-Blanda, alle quali, perchè efficacissime, accorrono molti malati, sebbene vi manchi ogni comodità, mentre alcuni ruderi dimostrano esservi esistite antiche terme.

La sorgente termale sulfurea di Montioni, oltre all'efficacia medicinale, offre pure interessante argomento di studio per la sua connessione colla massa delle aluniti, al cui piede si vede sgorgare.

### *g.* — MATERIALI DI ORNAMENTO E DI COSTRUZIONE.

Il marmo rosso ammonitifero di Gerfalco fu dagli antichi frequentemente impiegato ad uso decorativo: il celebre tempietto della Madonna della Spina in Pisa ed il pavimento di Santa Croce in Firenze ne porgono esempio. Quello rosso cupo e di tinta uniforme, poichè generalmente spoglio di fossili, che si escava a Caldana di Ravi e che egregiamente si presta ad ogni uso ornamentale, fu opportunamente impiegato a decorare la facciata del Duomo di Grosseto, in associazione al bellissimo alabastro calcare, del quale è formato il colle di Alberese (N.º 18). Pure a Caldana sono le cave del famoso marmo Porta Santa, che meriterebbe anche adesso il frequente impiego che sapevano farne artisticamente gli antichi.

Alcune varietà del calcare alberese possono anche impiegarsi ad oggetto decorativo, e fra gli altri puossi citare quello di Manciano.

Il calcare liassico di Moscona (N.º 22) si escava abbondantemente per inbreciare le strade, appunto come quello di Oliveto nel Monte Pisano, al quale geologicamente e litologicamente corrisponde.

Oltrechè come pietra da costruzione ed anche da taglio, come presso Arcidosso (N.º 16 *bis*) e presso Scansano (N.º 21), i vari calcari alberesi si escavano abbondantemente come pietra da calcina. Quello di Capalbio è tra gli altri rinomatissimo. Varie cave sono aperte nei poggi della Valentina, presso Talamone, e se ne estrae pietra da calcina forte ed anche idraulica, come lo provano le opere di bonificazione eseguite nel Talamonese, presso l'Osa, Saline ec., ove fu impiegata. Per calce ordinaria si escava l'alberese nei poggi di Fonte Nuova, sulla via nazionale Aurelia presso Fonte Blanda. (Notizie avute dal signor Ing. G. Dotti di Orbetello, al pari della maggior parte di quelle che seguono.) La pietra da calce idraulica che si escava a Rocca Tederighi, merita di essere menzionata come esempio di metamorfosi operata dal contatto dei giacimenti metalliferi.

Il calcare grossolano (miocenico), che si escava nel poggio di Capalbiaccio, viene impiegato anche come materiale decorativo, ma più spesso come pietra da costruzione e da taglio, perchè si lavora con facilità e non è deteriorato dalle intemperie. Le cave ne sono attivate da tempo antichissimo, trovandosene il materiale impiegato nelle opere e nei ruderi Romani.

Gli abbondantissimi travertini offrono in molte parti della provincia ottimo materiale da costruzione di facile escavazione, e talvolta « di grana sì fina, che sembrano veri marmi, come a Samprugnano, ove ne sono altissime saldezze. » (Santi, *Viaggio secondo* ec. p. 32.) Oltre le cave della Ferriera (N.º 10) e tante altre del Massetano, si possono citare quelle dei bagni di Moscona (N.º 23).

Il calcare tufaceo (simile nell'aspetto alla creta), di origine lacustre, che si escava a Magliano, nel luogo detto ai Grottini, si taglia facilmente appena escavato ed indurisce all'azione dell'aria. Esso s'impiega perciò molto utilmente come materiale di costruzione ed anche per volte e per decorazioni.

L'arenaria macigno o pietra serena si escava a Monteorgiali (N.º 19), presso Scansano (N.º 20), ed in molti altri luoghi. Quella di Magliano, sul fosso Patrignone, somministrò il materiale ad alcuni dei lastrici delle strade di Orbetello.

Dell'arenaria molassa (miocenica) di Perolla sono lastricate le strade della città di Massa Marittima. E di una molassa consimile è, fino dal 1830, attivata una cava alla Pescia Fiorentina, per decorarne quella fabbrica della Dogana e l'altra del Chiarone. Impiegasi pure, in sostituzione al macigno, nel riparare il lastricato delle strade di Orbetello. Anticamente il materiale impiegato a quell'uso era la quarzite schistosa (del verrucano), che si escavava sotto il Forte Stella, presso Port' Ercole.

Del granito di Rocca Strada è costruito il magnifico ponte della ferrovia sull'Ombrone. E quel granito, al pari di quello di Gavorrano, e le trachiti fra Rocca

Strada e Sasso Fortino (N.º 25), di Sassoforte e di Monte Amiata, si escavano per uso di pietra refrattaria. Anche gli schisti giurassici di Boccheggiano si escavano allo stesso uso.

Infinitamente svariati sono i giacimenti del gesso nella nostra provincia. Quello proveniente dalla metamorfosi degli strati calcari, alternanti cogli schisti e coi conglomerati del verrucano, od a questi immediatamente sovrapposti, si trova alla punta delle Saline nell'isola del Giglio, al Capo d'Omo nei poggi di Talamone ed alla Cala Moresca nel Monte Argentario. Le cave, in queste due ultime località, ne sono molto attive, non solo per gli usi del paese, ma anche come articolo di esportazione per lo Stato Pontificio e per Roma stessa. Il gesso che si escava presso Cutignolo, di qualità inferiore di fronte al precedente, sembra provenire da un giacimento miocenico. Lo stesso è a dirsi del gesso da murare e dell'alabastro « od alabastrite nitido, bianchissimo, compatto e di grana finissima, che per la grossezza del suo banco potrebbe servire ad ogni sorte di lavoro, a statue ancora ed a colonne » (Santi, *Viaggio secondo ec.*, p. 102), appiè del colle di Capalbio. Sono invece dovuti all'azione metamorfica delle dighe e filoni metalliferi e tuttora in attualità di formazione, i gessi di Pereta, di Selvena ec., accompagnati da carstenite (anidrite) e da tanti altri minerali. (Vedi Coquand, l. c.) Connessi finalmente alle eruzioni delle rocce feldspatiche e delle ofiolitiche sono i gessi ed i bellissimi alabastri di Sasso Fortino.

Delle cave e delle manifatture di argille figuline, ci contenteremo di annoverare come principali quelle dell'Orbetellano e suoi contorni: cava con fornace da mattoni al lago Acquato, presso alla strada da Capalbio a Manciano; varie cave nel piano a sinistra del fiume Albegna, con parecchie fornaci, che danno prodotti molto stimati e largamente impiegati, tanto per le opere di bonificazione, quanto per quelle della ferrovia; altre cave alla destra dello stesso fiume presso le Saline; cava, con fornace costruita nel 1860, presso il Collecchio; cava, con fornace addetta, nel piano di Cala Sgalera, sotto il Monte Filippo nell'Argentario, che somministrò anticamente i materiali per la costruzione del Forte Filippo, ed in questi ultimi anni alle opere di bonificazione ed a quelle della ferrovia.

Come terra da mattoni refrattari galleggianti, quali con molta lode li presentavano alla esposizione internazionale del 1861 i signori Anghirelli, Becchini, Moggi e Santi, dobbiamo nuovamente menzionare la famosa farina fossile di Santa Fiora, tanto pregiata per l'uso di polire i metalli, e tanto giustamente ammirata e frequentemente esaminata al microscopio dai naturalisti per la meravigliosa eleganza di singolarissime forme che presentano i gusci silicei delle diatomee, de'quali essa è interamente costituita. Si cita pure una terra da mattoni refrattarii a Torniella, ma ci mancano intorno ad essa precise notizie.

Oltre ai sumenzionati spurghi delle antiche allumiere, e con maggiore effetto, si sostituiscono alla pozzolana di Roma, come materiale di cemento idraulico, alcuni dei tufi vulcanici rossi e neri del Pitigliese e del Monte Amiata.

#### 4. — Descrizione dei tagli geologici.

A-B. Taglio del Massetano (Savi, *Delle rocce ofiolitiche e delle masse metalliche* ec., Pisa, 1839, tav. 2, fig. 4) da S.O. a N.E., e quindi normale alla direzione delle dighe quarzoso-metallifere, che passa per Lecceta, Serra Bottini, Capanne Vecchie e Brenna, nel quale si vede il calcare cavernoso (n. 13), interposto con generale concordanza di stratificazione fra gli schisti varicolori (n. 14) ed il terreno eocenico (n. 9), rappresentato dal calcare alberese superiore e dagli schisti galestrini. Le dighe quarzoso-metallifere (n. 22) si vedono attraversare tutti tre i terreni.

C-D. Taglio di Gerfalco, che, essendo diretto O.S.O.-E.N.E., comprende il poggio Mutti, la Cornata e le Carline. La gran massa del calcare salino (n. 16) non è ricoperta, alla sua sommità, che da pochi lembi di calcare rosso ammonitifero (n. 15). Alla sua base orientale succedono concordantemente al suddetto calcare rosso ammonitifero, gli schisti varicolori (n. 14), il calcare bianco con indizi di fossili che lo fanno sospettare ippuritico (n. 12), il calcare nummulitico e macigno inferiore (n. 10) ed il calcare alberese e schisti galestrini superiori (n. 9). Alla parte opposta, cioè al poggio Mutti, gli schisti varicolori (n. 14) si appoggiano discordantemente, per effetto di faglia, al calcare salino, e sono in parte ricoperti da terreno alluvionale (n. 1).

E-F. Il taglio condotto per Gavorrano e Caldana, da N.N.O. a S.S.E., presenta la massa granitica (n. 19) fiancheggiata da una carniola (n. 13), la cui forma eruttiva è delle più manifeste ed istruttive. I frammenti in essa carniola inclusi ed amalgamati sono in parte granitici ed in parte calcari, e fra i vari calcari che in essi si possono riconoscere merita speciale menzione il calcare nummulitico, che basterebbe ad attestare l'epoca recente di quella eruzione idroplutonica. Ad essa carniola fa seguito, verso il S., il calcare cavernoso (pure indicato col n. 13), rimanendo ben difficile segnare il limite ove le due consimili forme litologiche abbiano reciproco confine. A Ravi compariscono alcune tormentate stratificazioni di calcare nero (indicate, al pari di tutte le serie infraliassica, col n. 16); e, procedendo verso Caldana, vedesi succedere al calcare cavernoso tutta la consueta serie, a principiare dal calcare salino (n. 16). Il calcare rosso ammonitifero (n. 15) vi somministra i rinomati marmi Rosso e Porta Santa. Gli schisti varicolori (n. 14) e

gli schisti galestrini inferiori (n. 11) vi si confondono stratigraficamente e litologicamente, come a Campiglia. Vi succede il calcare nummulitico, col macigno e colle altre consuete forme del terreno eocenico inferiore (n. 10).

*G-H.* Il taglio dell' isola del Giglio (Pareto, *Annali delle Università toscane*, Pisa, 1846) da oriente in occidente, in modo da comprendervi il promontorio detto il Franco, mostra la posizione dei terreni stratificati rispetto al granito (n. 19) ed alle altre masse eruttive, cioè le rocce ofiolitiche (n. 18) e le dighe ferree (n. 21). Non solamente sono da esse attraversate le stratificazioni del calcare salino (n. 16) e quelle del verrucano (n. 17), ma nel contatto dei due terreni, ed in prossimità alla eruzione ofiolitica, compariscono i gessi (n. 20).

*K-L.* Il taglio di Monte Bamboli (Savi, *Sopra i carboni fossili*, ec., Pisa, 1843, tavola 1, fig. 2), diretto da N. E. a S. O., attraversa Rio Piastrello, ove si presenta alla superficie la congiunzione dei due terreni, quello sottoposto dell'alberese e degli schisti galestrini superiori (n. 9) e l'altro sconcordantemente sovrapposto dei calcari bituminosi fetidi (n. 7) includenti il carbone, e dei conglomerati superiori di origine marina (n. 6).

*M-N.* Il taglio che diretto N.N.E.-S.S.O. (Savi, *l. c.* fig. 4), comprende, non precisamente nello stesso piano, ma in piani paralleli e vicinissimi, Sasso Forte, Rocca Tederighi e Monte Massi, presenta serie numerosa di fatti geologici importantissimi: la ofiolite antica (colle eufotidi e colle ofiti che l'attraversano e la compenetrano) di Rocca Tederighi (n. 18), che ha sollevato e modificato il terreno dell'alberese e degli schisti galestrini superiori (n. 9); la serpentina di seconda eruzione di Monte Massi (indicata collo stesso n. 18), che ha inoltre interessato nel sollevamento anche i calcari fetidi carboniferi (n. 7), coi sovrapposti conglomerati ofiolitici (n. 6). A Sasso Forte la trachite (n. 19) si mostra evidentemente posteriore a quei medesimi calcari fetidi miocenici (n. 7), mentre a Rocca Tederighi il taglio non la mostra che attraversante l'eocene superiore (n. 9), ricoperto poi dai detriti e dai blocchi diluviali (n. 2) provenienti dal disfacimento di essa trachite di Rocca Tederighi: mentre a Monte Massi consimile terreno diluviale detritico, ma costituito di elementi serpentinosi (n. 3), scende sulla pendice meridionale a ricoprire i calcari miocenici (n. 7).

