

STRATIGRAFIA

DELLA

SERIE PALEOZOICA NELLE ALPI CARNICHE

DEL

PROF. TORQUATO TARAMELLI

SOCIO CORR. DEL REALE ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

(Estr. dal Vol. XVIII delle Memorie dell' Istituto stesso.)



VENEZIA,
PRESSO LA SEGRETERIA DEL R. ISTITUTO
NEL PALAZZO DUCALE.

—
TIPOGRAFIA DI GIUSEPPE ANTONELLI
1874.



STRATIGRAFIA

DELLA SERIE PALEOZOICA NELLE ALPI CARNICHE

(Con una Tavola di profili.)

Sono circa nove lustri che Elia di Beaumont annunciava alla società geologica di Francia la scoperta di un giacimento importantissimo di fossili carboniferi, poco lungi da un romito villaggio della Tarantasia, a Petit-Coeur, presso Moutiers. Era la prima traccia, che ricordasse la vita nella serie proteiforme dei terreni alpini inferiori al trias; e quella traccia era per di più opportunissima per istabilire un sicuro orizzonte geologico. Le condizioni stratigrafiche del deposito, tuttora non del tutto spiegate; la novità del fatto, allora isolatissimo nel deserto paleozoico delle Alpi; la enigmatica associazione di strati a flora carbonifera con altri strati a fauna giurese, alla scoperta, già per sè stessa importantissima, impartirono quell'attrattiva, direi quasi, assorbente, che localizza ad un punto l'attenzione del mondo scientifico, e fecero di quella valle la meta prediletta di esplorazioni e di studii ed il tema di numerose pubblicazioni e di dispute infinite.

Ventisette anni dopo, narra lo Stoppani, 48 autori diversi avevano pubblicato in proposito 85 memorie; schierandosi in due partiti, dei quali pur troppo prevalse il meno ragionevole. Piuttosto che riconoscere in quella singolare associazione di strati paleozoici e mesozoici uno dei mille stranissimi accidenti stratigrafici, che fanno così complicata la geologia alpina, si preferì l'opinione di coloro, che vedevano in quella associazione un ultimo barlume di flora paleozoica in epoca giurese; opinione, che a buon diritto il nostro illustre geologo chiama un assurdo.

Se la scoperta dei fossili di Petit-Coeur fosse rimasta isolata, tuttora si dubiterebbe dai più che veramente esista nella catena alpina un orizzonte carbonifero. Fortunatamente però, il vero trapelava qua e colà; sia per la forza di logiche induzioni, sia per la scoperta di altri non meno importanti giacimenti di fossili paleozoici.

Lo Stoppani nel 1857, nei suoi *Studi geologici e paleontologici sulla Lombardia*, dimostrava doversi ricercare tutti gli orizzonti paleozoici in quella potentissima serie di terreni eruttivi, sedimentari o metamorfosati, che nel cuore delle Alpi separa l'uno dall'altro gli sparsi lembi dei terreni mesozoici e le due gambe della grandiosa anticlinale, che tutta comprende la catena alpina. Contemporaneamente i geologi dell'i. r. Istituto di Vienna riconoscevano il probabile riferimento all'epoca carbonifera della serie scistosa, che si sviluppa sulla destra del fiume Gail, in Carinzia, nelle Alpi Giulie settentrionali e nelle Caravanche; e lo Stur vi scopriva fossili paleozoici ed indicava interessantissime associazioni e discordanze di strati carboniferi, giuresi ed eocenici nelle valli di Tolmino e di Idria. Poco dopo, nel 1861, il sig. prof. G. A. Pirona confermava la esistenza di un orizzonte carbonifero nelle Alpi carniche, e nel 1863 riferiva alla medesima formazione gli argilloscisti, ai quali si appoggiano discordanti i lembi triasici del Recoarese e dell'Agordino; con ciò intravedendo quel parallelismo che più tardi venne rilevato dal sig. Suess tra le dette rocce e gli *scisti di Casanna* della Lombardia, del Tirolo meridionale e delle Caravanche. Frattanto nella Svizzera, nella Savoia e nel Tirolo la ricerca, la scoperta, l'analisi e la demarcazione delle più recenti epoche paleozoiche procedevano sicure per gli studii dei sig. Heer, Mortillet, Lory, Vallet, Gerlach, Theobald, Richthofen e Suess. In Italia, i sig. Stoppani, Curioni, Negri e Spreafico coordinavano coi risultati dei geologi esteri le loro non meno importanti scoperte nel Canton Ticino e nell'alta Lombardia. Restringendoci alle sole Alpi continentali, senza spingere lo sguardo alla penisola ed alle isole nostre, possiamo già a quest'ora fissare sicuramente, al di sotto dei più profondi strati triasici, due formazioni distinte; assai varie nei loro equivalenti, ma svolgentisi con sufficiente costanza. Queste formazioni sono:

1.° Il *Carbonifero*; cogli *scisti di Casanna*, colle amfiboliti, coi graniti e colle sieniti del Tirolo meridionale e delle Alpi Noriche; coi conglomerati quarzosi e colle arenarie e scisti a flora carbonifera; coi numerosi e poco proficui banchi di *antracite*.

2.° Il *Permiano*; colle potenti e ripetute espansioni porfiriche del Canton Ticino, dell' alto Bresciano e del Tirolo meridionale; colle arenarie e coi conglomerati porfirici associati ai porfidi.

Le puddinghe rosse o verdi, quarzoso-micacee del *Verrucano*, colle arenarie micacee variegiate del *Servino*, si riferiscono dai più, e credo con ragione, al trias inferiore.

Ma se noi ci scostiamo dagli accennati orizzonti e colla scorta dei dati attuali penetriamo nelle vastissime regioni dei colossi alpini; se alla infinita varietà di rocce, che si accumula colla potenza di chilometri per attingere quelle supreme altezze, noi domandiamo la storia delle epoche anteriori al carbonifero; ne abbiamo per risposta il racconto sconnesso di una infinità di episodii, di una serie innumerevole di fenomeni prevalentemente endogeni, e la fiaccola dei caratteri stratigrafici e paleontologici, che pure ci guida sicuri e ci rischiera nel bujo delle epoche meno antiche, manda qui luce incerta e quasi si spegne. Sicchè noi facilmente chiudiamo il libro della geologia alpina colla funebre parola di *azoico*.

Infatti, in tutta l' estensione delle Alpi troviamo soltanto nella Stiria delle dolomie, delle grovacche, dei calcari saccaroidi e degli scisti arenacei sicuramente riferiti al *Devoniano*. Al *Siluriano* poi, più per esclusione che per prove dirette, si riferiscono altri scisti ed altre grovacche del Salisburgo e dell' Austria superiore e con dubbio i quarzoscisti ed i calcoscisti del Frejus, i mica-scisti del Tirolo e tutti od in parte, i suaccennati *Gailthalerschiefer*. La scoperta di *trilobiti* nella Val-Trompia, dovuta al sig. Curioni, lascia sperare una non lontana e più precisa delimitazione dell' orizzonte siluriano.

Al punto in cui siamo, qualunque estensione di serie e di nomi locali è per lo meno immatura; anche trattandosi dei due suaccennati orizzonti del carbonifero e del permiano. Pei terreni più antichi del carbonifero può essere immaturo persino il confronto di località isolate con analoghe forme litologiche. La natura delle rocce, varia in origine e variamente modificata dal metamorfismo regionale, le incertezze della stratigrafia, la frequenza degli espandimenti lavici, la mancanza o la scarsità di fossili, sono ostacoli gravissimi, che ritarderanno la esatta definizione della serie paleozoica e protozoica delle Alpi. Ma la scienza progredisce appunto per gli ostacoli, che le imbarazzano il cammino e la costringono ad una osservazione più minuta. E la più accurata analisi occorre appunto per isciogliere questo importantissimo problema della geologia alpina.

Convieni che in regioni sempre più vicine si stabiliscano delle esatte successioni stratigrafiche; ponendo attenta osservazione alle sfumature litologiche, ai disturbi della stratificazione ed allo insensibile passaggio dalla forma lavica alla metamorfica e da questa alla sedimentare. Poscia fa d'uopo che queste serie si confrontino e si ricompongano in una o più serie isocrone.

Certamente se verrà dato di rinvenire degli avanzi organici, la loro determinazione sarà di sommo aiuto per lo scioglimento del problema. Memori però del caso di *Petit-Coeur*, non scordiamo frattanto che l'immane pila di rocce paleozoiche ha subito molteplici sollevamenti, ripetuti a lunghissimi intervalli, ciascuno dei quali sollevamenti lasciò le sue rughe, le sue fratture, lesue discordanze; che lunghe epoche di emersione e di erosione hanno forse disturbato la continuità degli orizzonti intermediarii. Ond'è che lo studio della litologia e della stratigrafia paleozoica nelle Alpi debba precedere od accompagnare lo studio delle analogie paleontologiche, che per avventura si scoprissero nelle formazioni inferiori al *Trias*.

Le Alpi carniche mi parvero assai opportune per uno studio dettagliato di siffatto genere; sia per la molteplicità dei piani; sia per la presenza già nota di località fossilifere in alcuni di questi; sia per la tenuità delle formazioni endogene, che quivi si riscontrano. Da sei anni, mi riduco per qualche giornata sulle montagne dal Comelico alla Carniola e vado rilevando le *condizioni stratigrafiche della serie paleozoica*, che ora ho l'alto onore di presentare a questo illustre Istituto. La raccolta di quasi tutti i fossili paleozoici, di cui ho disegnato le specie più determinabili nell'Atlante di 13 Tavole che vi presento, data dal 1867-68. La carta geologica, unita all'Atlante, fu disegnata due anni or sono e fu presentata nella seduta degli Alpinisti italiani in Agordo nel settembre del 1871.

Alcune località sopra Pontebba e Malborghetto vennero anche visitate dai sig. E. Tietze e G. Stache dell'i. r. Istituto geologico di Vienna, e sono ben lieto che le loro ricerche, compendiate in due note pubblicate dall'Istituto stesso negli anni 1871 e 1872, li abbiano condotti a risultati analoghi a quelli, che io ottenni dalle mie escursioni; ad ammettere cioè, che la serie fossilifera delle Alpi carniche appartenga a periodi anteriori al carbonifero. Essendo tuttora indeterminati specificamente i fossili raccolti in quell'orizzonte da me e dagli altri osservatori, saranno l'argomento di uno studio monografico, al quale mi accingerò quanto prima. Per ora mi limito ad una descrizione stratigrafica del sistema paleozoico delle Alpi carniche.

Sotto il nome di Alpi carniche intendo di parlare di quella porzione delle Alpi orientali, che si stende dalla sella di M. Croce, in Comelico (1634^m dalla valle di Padola a quella di Sexten) sino allo sbocco della Gailitza nella Gail, a NE. di Tarvis in Carintia (475^m).

Il confine orientale è segnato dalla Gailitza, dal Fella e quindi dal Tagliamento; al confine occidentale scorrono i due torrenti di Sexten e di Padola, quindi il Piave sino al Ponte delle Alpi, e più a sud si apre la chiusa lapisina, sino alle sorgenti del fiume Meschio. A settentrione della sella di Tiliach (1675^m) decorrono a ponente ed a levante per una depressione di *sollevamento* le due valli del Kartich e della Gail. Così definite, le Alpi carniche si distinguono per caratteri geologici ed orografici importantissimi dalle *giulie* e dalle *venete*; mentre trovano la loro naturale continuazione nella catena delle Caravanche. La natura litologica, la estensione ed i rapporti stratigrafici dei terreni paleozoici stabiliscono appunto uno dei più decisi caratteri delle Carniche. Poichè a queste condizioni geologiche si annette, siccome l'effetto alla causa, quel peculiare aspetto orografico, che si dispiega nelle regioni più settentrionali di questa catena.

Quivi i terreni paleozoici affiorano in un'area semiellittica, alla quale è perimetro convesso verso sud lo affioramento dei terreni triasici; mentre che l'accennata depressione di sollevamento, percorsa per la massima parte dal fiume Gail, ne segna la corda settentrionale. Al di là della Gail ricompajono i terreni triasici; appoggiati con discordanza sul protozoico, senza l'intermezzo della serie paleozoica ed elevati a meno considerevole altezza in confronto dei colossi paleozoici e triasici delle Alpi carniche.

Questi terreni paleozoici risultano da un'alternanza di scisti e di banchi più o meno continui di calcare; i primi più sviluppati dei secondi. In complesso si può loro assegnare un medio spessore di 1500 metri. In causa della prevalenza degli scisti, il paesaggio dominante nel panorama della catena è distinto per quella grandiosa e morbida ondulazione di dossi ricchi di pascoli e di foreste; per quelle valli ampie, tortuose, profondamente intaccate presso al *thalweg* dalla erosione torrenziale; per quel non so che di dolce, di calmo, di maestoso, che caratterizza le regioni nel cuore della Svizzera e del Tirolo. Gli accidenti di questo paesaggio, non meno graziosi e che anzi interrompono la monotonia, che sarebbe causata dal continuo ripetersi di curve analoghe, devonsi all'affioramento delle *creste* calcari, meno erose che gli scisti. Non hanno la

fantastica bizzarria delle vette dolomitiche; non la uniforme ondulazione dei dossi giuresi e cretacei delle Alpi più meridionali; non la desolante apparenza di antica e diuturna rovina delle vette gneisiche o granitiche delle Noriche. Sibbene hanno un aspetto maestoso; abbastanza mosso, ma non troppo frastagliato; abbastanza selvaggio, ma non inospite; abbastanza diverso dal carattere fondamentale della regione, senza però presentare con questo il vivissimo risalto, col quale, a cagione d' esempio, le nude vette dolomitiche del Cadore coronano i selvosi pendii delle sottoposte masse arenacee e porfiriche, così sviluppate e così varie in quella regione meravigliosa.

La forma delle creste calcari è però sempre marcatamente distinta da quella dei dossi scistosi. Queste sue forme si combinano e si alternano secondo linee decorrenti da ponente a levante, coll' asse stratigrafico ed orografico della catena. Spiccano singolarmente due zone calcari, delle quali la più meridionale forma il crinale della catena. Vi appartengono le vette seguenti:

- Monte Quaterna (2402^m)
- » Königswand (2449)
- » Palumbino (2383)
- » Paralba (2690)
- » Volaja (2400)
- » Croce (2405)
- » Hoertrieb (2194)
- » Germula (2130).

La zona più settentrionale comprende delle masse calcari analoghe alle prime, ma meno continue e che si congiungono alle precedenti a nord della Paralba ed al monte Germula. I punti culminanti di queste masse calcari sono:

- Monte Antola (2631)
- Sonnenstein (2262)
- Gemskofel (2113)
- Pollinig (2325)
- Zollnerhohe (1925)
- Ober und Unter Buchacher Alpe (1900?)
- Gartnerkofel (2189)
- Kotchakofel (1950)
- Poludnig (1995)
- Osternig (2185).

Presso il fondo della valle del Gail, sulla sponda destra, assume gradatamente ampiezza sempre maggiore e più considerevole elevazione una zona calcarea, ancora più settentrionale, delle altre due e da queste molto diversa per un profondo metamorfismo. Negli spazii intermediarii tra queste tre zone calcari, ed anche più a sud della più meridionale di esse, si sviluppano gli scisti, assai vari nella loro struttura litologica. La regione scistosa attinge una elevazione meno considerevole, ma più costante in confronto delle masse calcari; il punto più alto è al monte Crostis, a N. di Comeglians (2258); in corrispondenza della massima ampiezza della semiellissi paleozoica.

Là dove la più meridionale delle creste calcari venne ad infrangersi per modo da essere rimpiazzata dagli scisti; oppure fu erosa da quelle intaccature, che sono probabilmente le ultime vestigia di scomparse idrografie mesozoiche; quivi corrispondono le più facili selle, che conducono dal Comelico e dal Friuli nelle valli della Drava e della Gail. Sono: il passo di monte Santa Croce o di Padola (1635^m), il giogo di Tilliach (2093), il giogo Erler (2150), il giogo Veranis (2292), i due passi di Volaja (2100?), il giogo Iudenkofel (2270), il passo di Plecken (1332, *Via Giulia*), il Primosio (1835), il passo di Chiaula (1776), il passo di Salderia (1938), il passo di Meledis (1970), il Nassfeld (1564), il passo di Kernitza (1394), il passo di Uggebach (1419) e finalmente il passo di Bartolobach, da Tarvis a Faistriz (1187).

Da questi passi, per valli boschive, scendono al loro recipiente i confluenti della Gail; tutti perpendicolari, meno gli ultimi, nel tratto ove si sviluppa il calcare saccaroide, che, più compatto, determina una direzione convergente sotto angolo piuttosto acuto colla Gail. Verso mezzogiorno, i confluenti del Piave, del Tagliamento e del Fella presentano un decorso più accidentato. Le valli della regione carnica si allargano tutte in corrispondenza alla zona scistosa e si sprofondano in romanticissime chiuse, ove attraversano i calcari paleozoici. Quindi con graziose risvolte, con allargamenti e con restringimenti causati dalla varia natura ed erodibilità delle formazioni attraversate, incidono la serie triasica e sboccano in una depressione di *sollevamento*, parimenti parallela all'asse della catena e che decorre dal passo della Mauria alle falde del monte Canino, uno dei colossi delle Alpi giulie.

La direzione delle formazioni paleozoiche è in generale da levante a ponente; ma la inclinazione è oltremodo accidentata, come risulta dalla ispezione degli spaccati. La direzione delle formazioni triasiche, che circondano la semiell-

lissi paleozoica, è invece da NO. a SE. pel Comelico e per la Carnia occidentale, e da SO. a NE. per la Carnia orientale. Tale condizione stratigrafica spiega facilissimamente la forma semiellittica dell' affioramento paleozoico.

Prima di analizzare un po' più da vicino la serie litologica e le condizioni stratigrafiche degli scisti e dei calcari paleozoici, ed allo scopo di fissare il limite superiore della serie, mi permetto una breve digressione, per seguire lo affioramento delle più vetuste formazioni triasiche, che fanno corona alla regione paleozoica.

Ammisero generalmente i geologi, i quali si occuparono della regione in discorso, che il più basso orizzonte triasico fosse segnato dalle arenarie variegata a *Naticella costata*. Come il sig. Richthofen nel Cadore, così, con leggere differenze, rilevai nella Carnia la esistenza di piani più profondi e non meno importanti tra le dette arenarie e le discordanti formazioni paleozoiche. Nelle Alpi carniche questi piani, partendo dal paleozoico, sono: 1.° la *puddinga* rossa, quarzosa, a cemento arenaceo-micaceo, che passa sotto il nome meno esatto di *Verrucano*; 2.° gli scisti argillomicacei, rossi o verdi, sprovvoluti di fossili; 3.° la formazione *gessifera inferiore*, con dolomia carinata, calcari neri a foraminiferi, marne, gesso e solfo nativo.

Questi tre piani, in causa della forma amigdaloide dei depositi gessiferi, dell' ineguale potenza delle dolomie compatte o cariate e delle profonde contorsioni delle arenarie e degli scisti, formano una zona di vario spessore; talora persino di 500 metri. Più in alto, con somma varietà litologica e con ragguardevolissima potenza, si sviluppa la formazione delle arenarie micacee e dei calcari cloritici a *Naticella costata* ed a *Myacites fassaensis*.

Così definita, la base del trias nelle Alpi carniche corrisponde quasi perfettamente a quella rilevata recentemente dal Curioni nella Lombardia orientale, ed equivale molto probabilmente alle masse dolomitiche, gessifere, arenacee o scistose, sparse a lembi nelle regioni metamorfiche od eruttive delle Alpi.

Sul versante settentrionale della valle di *Comba* da Tarvis a Pontebba prevalgono le dolomie compatte a stratificazione poco distinta, e soltanto più a ponente, al monte Salionche, si fanno cariate e passano alla formazione gessifera del Durone. Siccome sono parimenti calcari le rocce paleozoiche quivi affioranti al contatto col trias, ne consegue che dalla Pontebbana alla Gailitza il confine tra le due formazioni non è in alcun rapporto colla orografia. Invece nella Carnia, come nel Comelico, ove sono scistose od arenacee le più antiche formazioni

triasiche ed a queste paralleli affiorano quasi costantemente gli scisti paleozoici, il limite di questi è segnato da una serie di combe e di culmine, dal passo di Padola sino a Paularo, nell'Incarrojo. Lungo queste depressioni appunto affiora la puddinga quarzosa rossa col mantello di scisti rossi argillo-micacei; questi e quella con un risalto litologico opportunissimo per istabilire il confine topografico e stratigrafico della serie paleozoica.

La generale discordanza delle più profonde rocce triasiche rispetto alle paleozoiche, anche le più recenti, quale risulta dagli spaccati, è bastevole argomento per dimostrare il valore geologico dell'accennato confine.

Ciò premesso, ecco la serie delle rocce paleozoiche delle Alpi carniche:

1.° *Miscascisti* verdognoli, con vene od arnioni di quarzite. Si sviluppano lungo il *thalweg* della Gail, che scende da 1700 a 500 metri sul livello marino. La loro stratificazione è complicata e si studia assai difficilmente, essendone l'affioramento a volta ricoperto da potenti terrazzi morenici, a volta inciso da burroni impraticabili. In generale volgono a N., o sono verticali. Sono più o meno compatti, a seconda della quantità di quarzo, che collega le pagliuzze di mica; ma l'aspetto ne è piuttosto uniforme;

2.° *Calcare saccaroide*. È bianco o roseo, e costituisce delle amigdale a stratificazione indistinta da Nostra alla foce della Gailitza. Si continua quindi nelle Caravanche e nell'ampia vallata di Klagenfurt. A sud di Rattendorf e di Egg, presenta il massimo spessore ed in quest'ultima località si alterna spesso con scisti micacei e calcari. Generalmente passa per gradi alle rocce seguenti;

3.° *Calcoscisti talcosi o micacei*, rosei, grigi o verdognoli. Comprendono in generale le amigdale di saccaroide; oppure lo rimpiazzano ove quelle si assottigliano o fanno difetto. Sono distintissime per la loro particolare venatura e ricordano delle rocce analoghe della Stiria. Non vi rinvenni alcuna traccia di fossili, e la stratificazione è sempre concordante con quella delle rocce precedenti;

4.° *Scisti tegulari*, argillomicacei, di color plumbeo. Formano una zona abbastanza continua, generalmente meridionale all'affioramento dei calcoscisti. A levante di Kircbach però si osservano anche tra i miscascisti ed il calcare saccaroide.

Piuttosto che paleozoici, questi quattro piani potrebbero considerarsi come protozoici e sono sicuramente discordanti dalle formazioni superiori. Dalla probabile equivalenza di queste al *Siluriano*, risulterebbe che non possano essi ritenersi più recenti del *Cambriano*.

5.° *Scisti argillomicacei*, neri, violetti, verdi, macchiati di giallo; con clorite e con quarzo. Hanno un considerevole sviluppo nel versante carintiano della catena e nelle aree intermediarie alle creste calcari. Sono i *Gailthaler-schiefer* propriamente detti e certamente non sono carboniferi. Presentano talora una struttura arenacea ed una forte consistenza. Sono scagliosi, erodibili, profondamente contorti. Non vi rinvenni alcuna traccia di organismi; ma pare che in questi scisti abbia il sig. Stache rinvenuto i *graptoliti*, di cui fa parola nella sua nota inserita nelle *Verhandlungen* dell' i. r. Istituto geologico (31 luglio 1872).

6.° *Puddinghe quarzose*; prima nere a cemento arenaceo, quindi più chiare ad elementi bianchi o rosei, quarzosi, ed a cemento arenaceo-micaceo. Sono assai analoghe alle puddinghe a *Calamites* dei dintorni di Lugano, ove passano a dei *gneiss* e sono inferiori alle espansioni porfiriche. Presso al contatto cogli scisti inferiori si osservano degli strati arenacei, di colorito assai chiaro, nei quali, a sud di Tropelach, raccolsi alcuni avanzi di piante, e fra queste delle piccole *Annularie* e delle *Alethopteris*. Le puddinghe ad elementi quarzosi più grossi e più chiari prevalgono nel tratto compreso tra il monte Schulterkofel e il monte Osternig, e presentano una massima potenza ai passi del Meledis e del Nassfeld. Quivi appunto si osserva il graduato ed alternato passaggio alle rocce seguenti:

7.° *Arenarie micacee*. Sono marcatamente distinte alcune arenarie ricche di mica e di ocre, che al Vogelbach ed all'Oharnach abbondano di impronte vegetali negli strati inferiori e di *Productus*, di varie specie e ben conservati, negli strati superiori. Le arenarie a vegetali, più o meno scistose e con leggeri cambiamenti di tinta, si incontrano con maggiore frequenza che non gli strati a *Productus*, all' estremo superiore della serie scistosa nel versante carintiano. Le osservai all' Osternig, al Vogelbach, a Cerkl, al Nassfeld, a Meledis, al monte Pail di Timau, nella Valentina ed a sud di Maria Luggau e di Tilliach. I generi dei vegetali sono i seguenti: *Sigillaria*, *Calamites*, *Lepidodendron*, *Annularia*, *Cordaites*, *Asplenites*, *Sphaenophillum*, *Cyatheites*, *Pecopteris*, *Alethopteris*, *Sphenopteris*, *Odontopteris*, *Cyclopteris*, *Conocarpum*. Le specie, confrontate con quelle illustrate dai sig. Ettingshausen ed Heer del carbonifero della Boemia e della Svizzera, non presentano alcuna sicura analogia, e può darsi che questi avanzi rappresentino una flora diversa e più antica delle altre sino ad ora conosciute nella serie paleozoica delle Alpi.

Questa opinione è appoggiata eziandio dalla sicura inferiorità di queste arenarie a vegetali delle Carniche, in confronto cogli strati seguenti, essi pure probabilmente anteriori al periodo carbonifero. È poi noto che la flora devoniana dei gruppi di *Chemnung* e di *Portage* assai rassomiglia a quella del Carbonifero.

All' Alpe di Cerkl (1350^m) ed a Zollnerhöhe, si osservano anche degli ammassi di antracite. Un campione, proveniente dalla prima località, fu analizzato dal sig. Alfonso Cossa e diede i seguenti risultati di composizione chimica e di poter calorifico :

Carbonio fisso . .	76.85
Ceneri	2.90
Materie volatili . .	15.60
Acqua igroscopica	4.65
	<hr/>
Totale	100.00
Calorie	6406.

La bontà del combustibile rende maggiormente deplorabile la tenuità e la incostanza degli accennati giacimenti.

8.° *Calcari neri, arenacei o micacei*, passanti a scisti micacei. Formano un altro importantissimo orizzonte fossilifero a fauna marina. Hanno una potenza non mai superiore di 5 a 6 metri. Nell' alto Incarrojo, nelle valli di Noblinga e di Kronhof e nella Valentina, gli strati si fondono in banchi calcari grigio-scuri con crinoidi e coralli abbondantissimi. I brachiopodi e gli acefali (*Avicule*, *Modiole*, *Conocardium*) e le *Fusuline*, tra i foraminiferi, sono le forme più comuni negli strati inferiori, nei quali raccolsi anche parecchi *Pigidi* di *Trilobite* (*Phillipsia?*). Negli strati superiori abbondano gli *Spirorbis*, gli *Orthoceras* e più ancora le *Fenestelle* ed i *Crinoidi*. I gasteropodi sono ugualmente frequenti in tutto lo spessore della zona fossilifera. I cefalopodi, i brachiopodi ed i polipi ricordano forme devoniane; come pure i *Bellerophon* e gli *Euomphalus* tra i gasteropi. Le *Archeocidaris* differiscono da tutte le specie descritte pel Carbonifero dal sig. Desor. Le bivalvi sono parimenti diverse da tutte le specie paleozoiche, colle quali furono sino ad ora confrontate. Coi materiali, che ebbi fino ad ora disponibili, non giunsi ad alcuna determinazione specifica e nemmeno i sig. Tietze e Stache pervennero a stabilire più sicure identità specifiche per gli esemplari da loro raccolti. Riconoscendo la necessità di un lavoro monografico, da imprendersi con sufficiente provvista di opere e di esemplari per

confronto, ho differito sino a questo punto di dedicarmi a tale studio, e dovrò attendere ancora per qualche tempo a raccoglierne i materiali. La descrizione delle specie determinate di cui risultati potrà farseguito al presente lavoro. L'unica deduzione, che mi perito di trarre dalla fisonomia generale di questa fauna, è l'analogia colle forme devoniane e l'assoluta diversità dalle forme siluriane.

9.^o *Calcari rossi mandorlati*; calcoscisti rossi o giallognoli. Questa zona, stratigraficamente importantissima, raggiunge frequentemente uno spessore di 60 a 80 metri, ed è di una singolare costanza. Serve quindi di guida sicurissima nel rilevare le curve, piuttosto complicate, assunte dalle formazioni paleozoiche delle Alpi carniche. Presenta una forte rassomiglianza coi calcari ammonitici del *Lias superiore* e coi calcari ad *Orthoceras* del gruppo *Norico* nella serie *triasica* delle Alpi orientali per quella struttura a nuclei calcari contigui, in un cemento marnoso più o meno colorato. Quivi pure abbondano gli *Orthoceras* e sono comunissime le 3 specie figurate nella tavola prima dell'atlante. Questi fossili si raccolgono in diverse località, alle falde delle due creste calcari.

10.^o *Calcare grigio marmoreo*, talora con polipaj. È la formazione delle vette più elevate; con una potenza talora di 400 metri. Occorre distinguere una massa principale assai continua, che si incurva nelle creste parallele all'asse stratigrafico della catena, ed altre masse più recenti, che affiorano esclusivamente nella Carnia, intercalate nelle superiori formazioni scistose (V. spaccati 3-6). Rinvenni dei fossili soltanto negli strati della massa principale, che sono in vicinanza agli strati di calcare rosso, e tra questi fossili, poco determinabili, abbondano i polipaj, i brachiopodi, i crinoidi ed i briozoi. Nelle masse calcari meno potenti e meno continue, e nella massa stessa dello spartiacque mancano, per quanto io sappia, le vestigia organiche. Si può anche rilevare il fatto che questo, come tutti gli orizzonti calcari paleozoici delle Carniche, non serbano alcuna traccia biologica nel tratto a ponente della valle del Degano; il qual fatto farebbe quasi sospettare un incipiente metamorfismo, subito nella regione occidentale della catena da quegli strati calcari. A questa porzione della catena, presso al contatto degli scisti col calcare grigio, ed ai calcari rossi della *Paralba*, corrisponde altresì l'orizzonte metallifero della Carnia, con filoni di *Fahlerz*, di calcopirite, di siderose e di cinabro.

11.^o *Scisti argillomicacei, arenarie micacee e quarzose*. Le formazioni calcari suaccennate separano dai veri *Gailthalerschiefer* altri scisti assai analoghi, che sono sicuramente superiori alle formazioni suddescritte. Esclusivi alla

Carnia (cioè alla regione percorsa dai confluenti del Tagliamento prima dello sbocco del fiume Fella), mancano necessariamente nel versante settentrionale della catena, ove invece si sviluppano regolarmente tutti i membri inferiori della serie paleozoica. Sono alquanto più frequenti le arenarie quarzoso-micacee; ma il colorito, la natura litologica ed il modo di associazione delle varietà di roccia sono siffattamente analoghe ai caratteri presentati dai *Gailthalerschiefer*, che, se non fossero le condizioni stratigrafiche, non si crederebbe una così perfetta ripetizione di roccia in seguito alla formazione dei potentissimi banchi calcari. Oltre però a queste chiarissime relazioni stratigrafiche, a stabilire una importante differenza geologica degli scisti inferiori compajono le seguenti rocce endogene o di immediato rimpasto; tutte a colate con stratificate con questi scisti.

12.° *Diorite, ipperite, arcose cloritica o talcosa*. La diorite con pasta amfibolica e con cristallini feldispatici si osserva soltanto a sud di Timan ed a ponente del monte Crostis. Passa per gradi ad una singolare *pietra verde*, che affiora con maggiore potenza lungo il Rio di monte Croce; e questo passaggio ricorda quanto si osserva in tutte le Alpi orientali ed anche nel Friuli tra le emersioni di porfidi amfibolici del trias medio ed i *Grünstein*, o tufi cloritici, con quelli alternati.

Le *ipperiti* con pasta amfibolico-feldispatica e con piccoli cristalli di iperstenite, si osservano nel tratto della valle del Degano da S. Giorgio di Comeglians a Rigolato, con stratificate cogli scisti; al modo stesso che quivi sono con questi scisti alternati dai banchi calcari, equivalenti o più probabilmente superiori alle masse principali di calcare grigio metallifero. Però a S. Giorgio di Comeglians, a breve distanza da una testata ipperitica, si osserva anche un filoncello reticolare di *Fahlerz*.

Le *arcose cloritiche* si osservano al monte Paularo ed allo Scarnitz, o nei calcari rossi o negli scisti a questi superiori. Constano di cristalli incompleti di feldispato, con granelli quarzosi e grande quantità di clorite, che imparte un bel colorito verde-glaucos alla roccia. Sino ad ora non ho studiato sufficientemente le condizioni stratigrafiche di questa roccia.

Altre *arcose, talcose*, affiorano sui versanti meridionale e settentrionale dei monti sopra Cercivento (monte Terzo, Croda Valanzina, monte di Cleulis), colle accennate *dioriti*. Hanno quasi l'aspetto lavico, come alcuni protogini a cristallizzazione incompleta.

Io credo assai probabile che le suaccennate rocce sieno contemporanee alle

espansioni granitiche e dioritiche, che nelle prossime aree del Tirolo meridionale e delle Caravanche si alternarono cogli scisti del periodo carbonifero (*Casanna schiefer di Theobald*) ed a questo periodo riferisco la zona di scisti, che nelle Alpi carniche sono sicuramente superiori alle masse calcari. Sopra Monajo, fu esplorato un ammasso di *grafite* e questo minerale, in piccole proporzioni, è piuttosto comune in questa formazione.

13.° *Porfido quarzoso*, rosso-bruno o rosso-vinato, leggermente micaceo.

È precisamente la varietà porfirica più comune nel Tirolo meridionale e differisce pel colorito più intenso della pasta dalle felsiti porfiriche (triasiche), della valle del Fella e dei dintorni di Raibl. Rappresenta, a mio avviso, un ultimo lembo delle gigantesche colate del Tirolo meridionale, e sarebbe assai opportuno il confrontarlo colle emersioni porfiriche indicate dalle carte geologiche nella catena delle Caravanche. Rinvenni questa roccia importante soltanto alla vetta dei monti di Terzo e Valanzina (spaccato V), a circa 2000 metri di altezza. Quivi si osservano due colate della complessiva potenza di 50 metri, leggermente inclinate a SO. e separate da banchi di conglomerato porfirico. Porfido e conglomerati, sono singolarmente divisi, alla guisa dei basalti, in masse colonnari a base romboidale e profondamente alterate dalla erosione meteorica.

La perfetta identità litologica e stratigrafica colle accennate formazioni del Tirolo e per conseguenza colla vasta formazione porfirica della valle Sabbia, della valle Trompia e dei dintorni di Lugano, rende questo isolatissimo lembo di molto interesse per la cronologia della nostra serie paleozoica. Esso la chiude, cronologicamente, con un orizzonte definito, che si può con sicurezza parallelizzare al *Permiano inferiore*.

14.° *Spiliti, arenarie cloritiche, argillosisti verdi e rossi*. È una zona non molto potente, ma assai costante di rocce svariatissime, che cambiano ad ogni passo di colorito e di struttura, sempre accusando una singolare condizione di metamorfismo. Questa zona ricopre la serie paleozoica ove è più conservata, ma è costantemente discordante da quella; mentre è quasi perfettamente parallela alla puddinga quarzosa del *servino*. Perciò sono assai dubbioso nel ritenere quest'ultimo piano siccome paleozoico. Questa però non è certamente la più importante, nè la più facilmente solubile tra le questioni, che ho proposto, piuttosto che sciolto colla esposizione della serie paleozoica delle Alpi carniche.

Esposta la serie, sarà assai facile, col sussidio degli spaccati, di rilevare le principali curve stratigrafiche, in cui quella è contorta per modo da ripetersi parecchie volte parallelamente all'asse di sollevamento delle Alpi carniche. I profili perpendicolari a questo asse furono rilevati a breve distanza; sicchè ho potuto congiungerli con sufficiente sicurezza.

In tutta la catena, dal Sonnenstein all'Osternig, decorre una sinclinale, arrovesciata sulla gamba settentrionale e profondamente erosa. Vi appartengono le masse calcari della zona più settentrionale colle vette sopra enumerate. Ai lati, affiorano naturalmente gli scisti con successione regolarmente discendente.

Più a settentrione affiorano, con costante discordanza, le rocce metamorfosate: cioè i micascisti, i calcoscisti e le ardesie color plumbeo. Il loro sviluppo cresce, abbastanza regolarmente, da ponente a levante.

Più a mezzogiorno, una seconda sinclinale, simile alla prima ma più accidentata per curve laterali e più continua (corrispondendole il crinale della catena), si accompagna dal monte Palumbino nel Comelico all'Acomitzerberg nella Carintia. Subito più a sud, nella Carnia, le formazioni paleozoiche si incurvano di nuovo; ma in una sinclinale meno chiusa, ed è quivi che compajono gli orizzonti più recenti delle accennate creste calcari. Più a levante, il mantello triasico ricopre probabilmente la continuazione della curva medesima, e nell'ultimo sprone della catena, sopra Tarvis, si osserva soltanto la sinclinale più settentrionale, alle falde del monte di Göriach.

È anche importante, come accidente stratigrafico, la presenza di due lembi di *Servino*, isolati nell'area paleozoica, a NE. di Forni Avoltri e sopra Meledis di Paularo; ed in questi lembi è chiarissima la discordanza tra il *Paleozoico* fortemente contorto, ed il *Trias* morbidamente piegato in aperte sinclinali, le quali abbracciano pressochè tutta la rimanente regione delle Carniche, sino ai dossi cretacei ed alle colline cenozoiche e moreniche del Friuli.

Questa relazione stratigrafica tra le due formazioni si conserva anche là dove dei calcari leggermente magnesiaci rappresentano la base del trias, cioè nel tratto a levante di Paularo, ed è una prova di uno spostamento subito dalla serie paleozoica, prima dell'aurora mesozoica. Questo spostamento però, può essere avvenuto senza una decisa o troppo prolungata emersione del mare e quindi non esclude punto la possibile continuità della serie cronologica.

Una discordanza analoga e forse più profonda si osserva anche tra il *Protozoico* ed il *Paleozoico*. Epperò noi abbiamo due fenomeni endogeni, due oscil-

lazioni importantissime, che delimitano l'era paleozoica, ai varii periodi della quale va certamente riferita la serie suesposta.

Nello stato attuale delle cognizioni nostre sui terreni delle Alpi carniche inferiori al trias rileviamo frattanto:

1.° Che questi terreni appartengono, in parte al *Protozoico*, in parte al *Paleozoico*;

2.° che vi trovano la loro continuazione gli orizzonti meglio definiti nella serie paleozoica alpina, cioè: il *Permiano* ed il *Carbonifero*;

3.° che una considerevole porzione dei terreni stessi, la più importante per varietà litologiche e per abbondanza di fossili, attende tuttora un sicuro parallelismo; ma che si colloca assai probabilmente tra il *Devoniano* ed il *Carbonifero*.

(Presentata il 24 marzo 1873.)

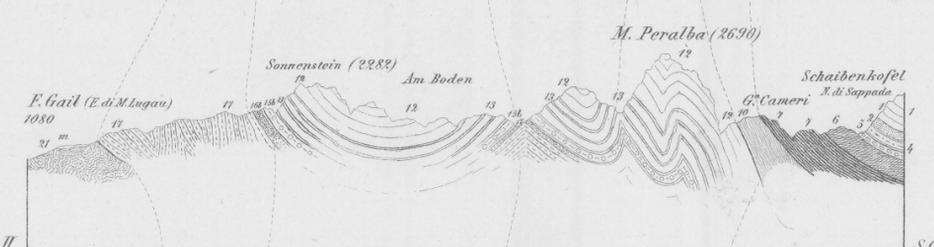
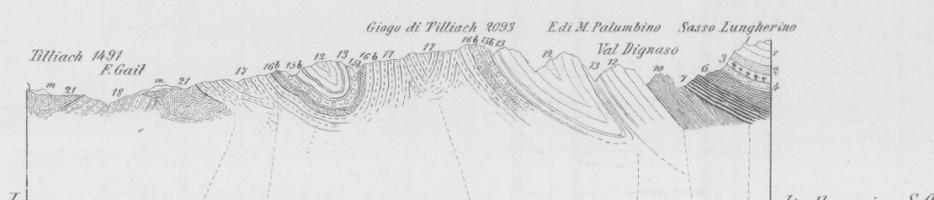
O S S E R V A Z I O N E.

Mentre era in corso di stampa questo lavoro venne pubblicata l'importante monografia dei fossili carboniferi di Bleiberg, nelle Caravanche, eseguita con tanto vantaggio della geologia alpina dall'illustre paleontologo *L. G. de Koninck* (Bruxelles-Bonn, 1873). Da un primo confronto delle specie, quivi descritte, con quelle raccolte nella regione paleozoica delle Alpi carniche, risulta come ne sieno assai analoghe e forse identiche alcune, appartenenti alla zona immediatamente inferiore ai *calcarei rossi ad Orthoceras*; mentre le specie raccolte nei calcoscisti micacei e nelle arenarie micacee presentano evidente diversità.

Stratigrafia paleozoica nelle Alpi carniche (3, 1873).

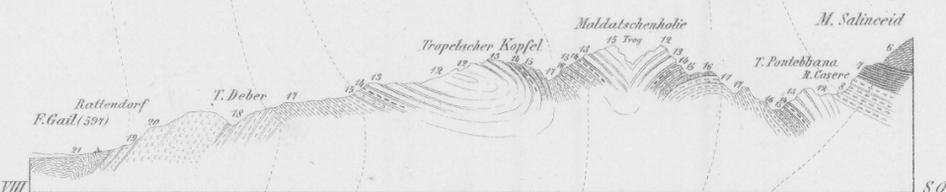
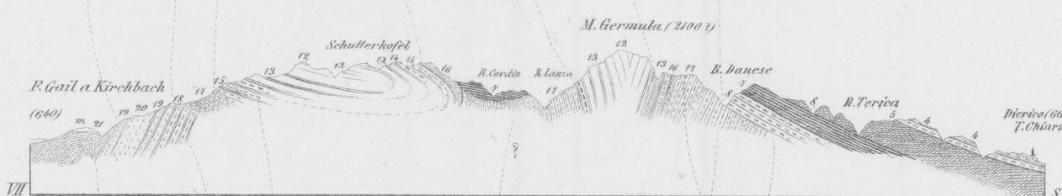
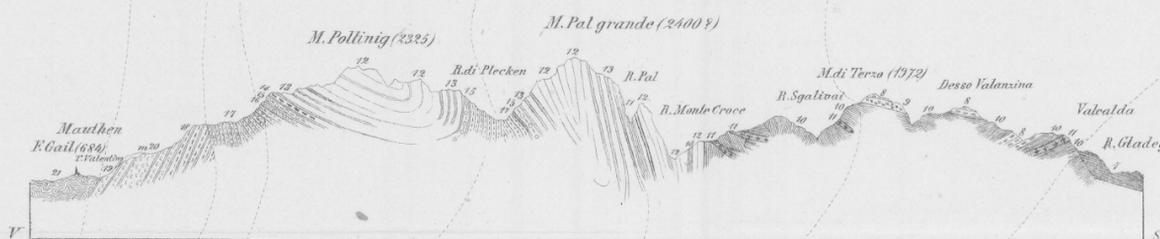
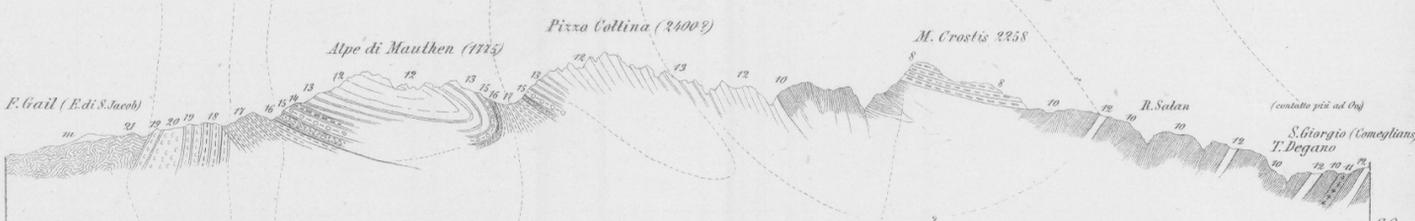
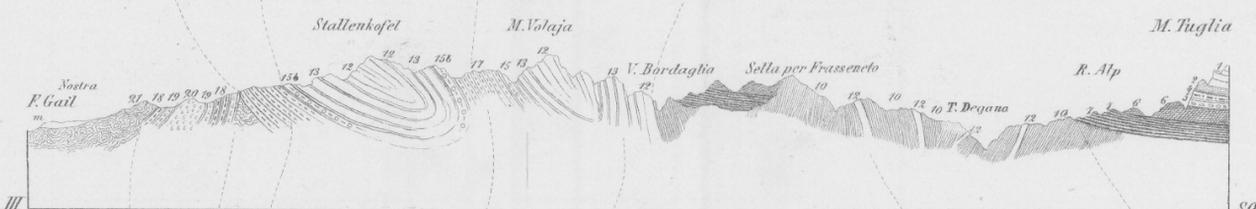
T. TARAMELLI

SERIE TRIASICA



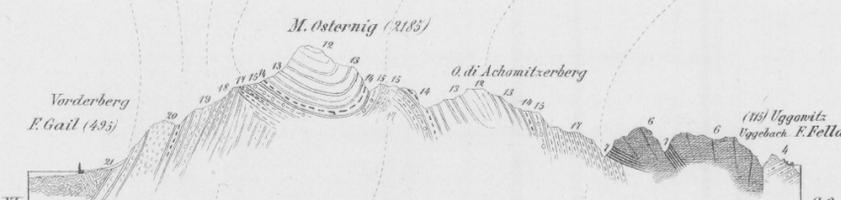
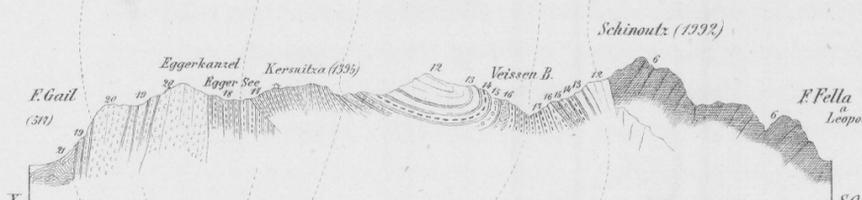
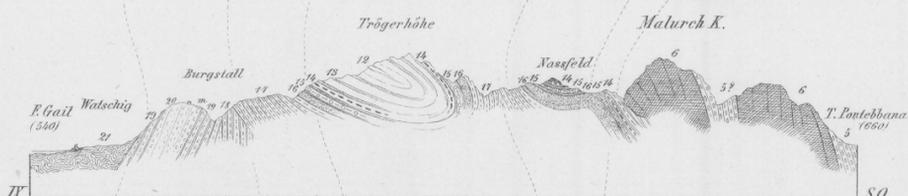
- 1. Calcari e dolomie inferiori all'orizzonte calcareo-marnoso di Raibl e Dogna. Corrispondono alla Dolomia inferiore, lombarda, ed alla Schlern-Dolomite del Tirolo. Contengono Spongiari e Cefalopodi (*Trachyceras*).
- 2. Arenarie e tuffi porfirici, comuni anche nella Carintia e nel Cadore. Contengono Antracite.
- 3. Porfidi argitici, diabasi, Porfidi felsitici.
- 4. Calcari neri o rossicci, scisti ad Halobia; breccie policrome.
- 5. Arenarie micacee, variegata e calcari cloritici, splendidi, con *Myarites Passaensis*, *Naticella costata* etc.
- 6. Formazione gessifera; Calcari magnesiaci, compatti o cariati (Valle del Fello); Calcari argillo-micacei, verdi o rossi. *Argilloscisti* rossi. *Puddinga* quarzosa (*Verrucano*).

(Segue, discordante, la Serie paleozoica)



SERIE PALEOZOICA

- 8. Spiliti, Arenarie oolitiche, breccie porfiriche, Argilloscisti verdi o rossi.
- 9. Porfidi rosso-bruni, quarziferi, leggermente micacei.
- 10. Scisti argillomicacei; arenarie micacee o quarzose.
- 11. Biorite, iperitite, arcose cloritica o talvosa.
- 12. Calcareo grigio, marmoreo, corallifero. Normalmente inferiore, talvolta alternato colli Scisti precedenti. Al contatto di queste due rocce si allinea la zona metallifera delle Alpi Carniche (*Panabase*, *Calcopirite*, *Cinabro*, *Siderose*).
- 13. Calcari rossi, mandorlati; calcoscisti rossi o gialli; zona ad *Orthoceras*.
- 14. Calcari neri, arenacei, micacei; passanti a scisti micaceo-argillosi; zona a *Conocardium* e *Fusulina*.
- 15. Arenarie micacee, ocracee, a *Productus*, a vegetali. *Pecopteris*, *Anularia*, *Sigillaria*, *Lepidodendron* etc.
- 16. *Puddinga*; a quarzosa, a cemento micaceo; a granuli di diaspro e di amfibolite, con cemento arenaceo, scuro.
- 17. Scisti neri, argillo-micacei, violetti, verdi, macchiati di giallo, con quarzite. *Gaithaler-Schiefer*.
- 18. Scisti tegulari, plumbei, argillomicacei, con *Craptoliti*.
- 19. Calcoscisti lalcosi o micacei, rossi, o grigi, o verdognoli.
- 20. Calcareo saccaroide.
- 21. Micascisti verdognoli con vene di quarzite.



Le altezze sono indicate in Metri.
Scala = 1:86400, per le altezze e per le distanze.
Taramelli dis. (1873).

NB. Gli spaccati si succedono da ponente a levante.