

SUL
TERRENO ALLUVIALE ANTICO

DELLA

PROVINCIA DI VERONA

SULLE COLLINE ALLUVIALI

CHE SORGONO INTORNO

AL LAGO DI GARDA

E SULLA FORMAZIONE DI QUESTO LAGO

OSSERVAZIONI

DI

ANTONIO MANGANOTTI



VERONA

Tipografia Vicentini e Franchini Impr.

1865.

Io credo sentenza inoppugnabile quella, che quando i fenomeni naturali antichi ed i fatti geologici possano spiegarsi col confronto degli attuali fenomeni e dei fatti che avveransi sotto degli occhi nostri, non debbano ricercarsi per la loro spiegazione nè immaginarsi lontane cagioni, che hanno sovente il lor fondamento soltanto sopra di ipotesi, le quali, sebbene anche talora assai probabili, possono nondimeno andar soggette a molte obbiezioni, e richiedono non di rado il sussidio di nuove ipotesi per rimanerne comprovate.

Uno di questi fatti geologici di molta importanza e di assai grande estensione nella Provincia di Verona è quello del Terreno Alluviale antico, designato anche col nome di *Terreno Erratico*, e che corrisponderebbe al *Diluvium* di Bukland. Quantunque tale terreno, che, costituito di materiali più o men grossolani, ricopre oltre ad una terza parte della Provincia, sia stato esaminato da alcuni Geologi riputatissimi, e segnatamente dall' illustre Professore Cav. Catullo (1), parmi forse non affatto inutile portarvi intorno qualche considerazione, sopra tutto rispetto alla applicabilità allo stesso di alcune recenti teorie, le quali si riferiscono ai fenomeni dell'epoca denominata glaciale.

Principiata la formazione di tali depositi nell'epoca immediatamente successiva al periodo plioceno, cioè cominciando l'epoca quadernaria, vi ebbe allora un enorme sviluppo, in causa di forze che or più non esistono; ma pure osservando ciò che avviene anche oggidì sembra ad evidenza che quella cagione che lo produsse, affievolita bensì sommamente di forza, pure proseguiva nei suoi effetti estremamente impiccioliti, ma riproducendo tuttavia, direi quasi in imagine, i grandi fenomeni dell'epoca antica.

(1) Trattato sopra la costituzione geognostico-fisica dei terreni alluviali o postdiluviani delle Provincie Venete. — Padova 1844.

Io non mi dilungherò a descrivere tale terreno assai bene prefinito dal Professore Catullo. Accennerò soltanto che, entrando esso nella Provincia veronese per la valle dell'Adige, rinchiuso ad occidente dalle falde del Montebaldo, e ad oriente da quelle dei monti Lessini, e del monte Pastello, il quale stendesì coll'estremo piede fino al villaggio di *Duemigliara*; quivi spiegasi assai largamente lungo la attuale sponda sinistra dell'Adige toccando gli sbocchi di tutte le valli interposte alle colline, estreme diramazioni delle Alpi; coprendo anche talora le falde di queste per una certa altezza, e giungendo fino a 12 chilometri all'incirca oltre della città di Verona. Assai più largamente spargesi sulla destra sponda del fiume fra l'Adige ed il Benaco, stendendosi al piede ed anche fino a notevole altezza coprendo le colline calcaree, ultimi piedi del Montebaldo; diffondendosi quindi ampiamente dalla famosa terra di *Rivoli* sino all'altra di *Castelnuovo*, e finisce, nella Provincia veronese disegnando una curva sinuosa pei circondari di *Valleggio*, *Villafranca*, *Povegliano*, *Castel d'Azzano*, *Buttapietra*, *Zevio*, sino alla destra sponda dell'Adige rimpetto alla terra di *Caldiero*.

Inferiormente a questa vasta estensione, al di fuori della predetta curva sinuosa, la alluvione di grandi massi, di ciottoli e ghiaje più o men grossolane, mutasi in una ampia zona di sabbie miste ad argille, per cedere il luogo più inferiormente a queste ultime, che stendonsi sulla più depressa parte della Provincia sino quasi alla sinistra riva del Po.

Estranei del tutto alle rocce dei monti esistenti nella Provincia sono i materiali di tale alluvione, allorchè dalle gole delle montagne tirolesi entrano nella nostra Provincia; ma a mano a mano che stendonsi alla imboccatura delle valli interposte ai monti e colli che occupano tutta la parte settentrionale della Provincia stessa, necessariamente vi si mescolano i materiali della moderna alluvione, trasportati dai torrenti che discendono dalle valli montane e che solcano la antica: onde il terreno dimostra una mescolanza, e della alluvione primitiva, e di quella portata dai torrenti nell'epoca attuale.

L'illustre sovraccennato Professore Catullo portò un esame sulla natura mineralogico-geognostica dei ciottoli che trovansi nell'alveo attuale dell'Adige, e che vengono tuttora trasportati dalla corrente, soprattutto nei tempi di piena, e ne annoverò 26 fra specie distinte e varietà (1), quasi tutte appartenenti a rocce cristalline o di fusione: quelle stesse che formano le montagne fra le quali apresi l'attuale

(1) Catullo l. c.

alveo del fiume e de' suoi influenti, prima di entrare nella Provincia veronese: e queste rocce medesime sono pur quelle che, in maggiori massi bensì, ma pure formano quasi per intero l' antica alluvione.

Di qui egli è impossibile il non attribuire ai materiali di questa la medesima origine di quelli che tuttodì vengono trasportati dal fiume, e ne spicca vivamente agli occhi di qualsiasi anche non geologo la piena evidenza. La grande difficoltà che trovasi però in tale argomento si è il rinvenire una causa cotanto possente che sia stata capace di operare fenomeni alluviali di tale grandezza ed estensione. Egli sarebbe assurdo attribuire simil fenomeno alle cause operanti oggidì; le quali per certo nemmeno in un lasso di secoli innumerabili avrebbero potuto agire con tanta energia da produrre effetti così giganteschi. Ma se queste forze, per cause esistenti nel periodo quadernario e non al presente, fossero state allora, benchè della stessa natura, le cento, le mille volte più poderose di quello che or sono, non avrebbero esse potuto operare i grandiosi fenomeni di quell'epoca, dei quali, come osservossi, ci rimane ora quasi un simulacro in ciò che operasi dalle forze attuali? Egli è intorno a ciò che io da lungo tempo portai qualche studio, specialmente nelle molte escursioni botaniche effettuate sulle alte montagne della nostra e delle conterminanti Provincie, e parmi non molto difficile porgere spiegazione di tale fenomeno all' appoggio soltanto degli attuali, e di quelli che dovettero precedere immediatamente l' epoca delle antiche alluvioni.

Che i massi, anche di notevole grandezza (non minore di mezzo metro cubico e ben anco di sovente maggiori), non meno che i ciottoli di decrescenti dimensioni fino alle ghiaje, sieno stati colà trasportati per forza di rotolamento, ne è prova evidente la loro forma tendente alla sferoidale con tutti gli angoli e spigoli pienamente smussati e rotondati: onde anzi, avuta considerazione alla natura delle rocce durissime di che per lo più si compongono (Graniti, Porfidi, Gneiss, Micaschisti, Quarziti, Arenarie ecc.) evidentemente emerge che lunghissimo debbe essere stato il rotolamento e violentissima la forza che lo produsse, capace di imprimere in essi assai grande velocità, onde maggiori gli urti e gli attriti. Dovette essere adunque tal causa una rapidissima corrente e profonda; giacchè le correnti fangose immaginate dal celebre De Buch, involupando questi materiali di materie poltacee e trasportandoli quasi a galla, non avrebbero potuto produrre l' effetto dello smussamento delle parti rilevate, il quale non può dipendere che da rotolamento e da attrito contro altri corpi di non minore durezza.

Lo stesso può dirsi delle enormi masse di ghiaccio messe in campo pel trasporto dei massi erratici, e la ragione ne è così manifesta che non abbisogna di dimostrazioni e di prove.

Resta adunque che il trasporto abbia avuto luogo per forza di enormi masse di acque torrentizie e fluviali, che discendendo da alte regioni con molta pendenza del fondo potessero trasportare così grande quantità di simili materiali quali son quelli che compongono la grande alluvione Veronese.

Ma di dove saranno derivate tali enormi masse di acque torrentizie e fluviali? Quale cammino avranno esse percorso?

Fino dall'anno 1845 in alcuni scritti che furono pubblicati nelle Memorie della Accademia di Agricoltura, Commercio ed Arti di Verona (1), io esposi una mia opinione sulla formazione della valle dell'Adige; opinione, che, per quanto io mi sappia, non era stata esposta da alcuno e che forse arriverebbe a spiegare chiaramente il fenomeno.

Quella superficie della nostra Provincia che appellasi comunemente Valle dell'Adige, comincia alla stretta gola che trovasi all'ingresso della Provincia veronese presso al villaggio di *Borghetto*, fra la costa orientale del Montebaldo e le falde occidentali dei monti Lesini: si allarga quindi per certo tratto fra le terre di *Brentino*, *Dolcè*, *Preabocco* ecc. e viene novellamente a rinserrarsi allo stretto della *Chiusa* fra i monti denominati *Bibalo* ad occidente e *Pastello* ad oriente, con una lunghezza di chilometri 15 all'incirca.

Chiusa e fiancheggiata questa valle ad occidente dal Montebaldo che si eleva dal suo fondo alla guisa di muraglia verticale per più centinaia di metri, dal lato orientale trovasi chiusa e fiancheggiata da altra quasi muraglia verticale del monte Pastello. Chè se su questo secondo fianco della valle lo scoscendimento verticale non appare in ogni luogo pure in molti può evidentemente osservarsi, e la inclinazione generale degli strati è sempre nella direzione da occidente in oriente, ripiegando un poco verso del mezzogiorno; mentre all'opposto la inclinazione degli strati del Montebaldo è sempre da oriente in occidente, ripiegando parimenti un poco verso del mezzodì. Questo, dopo avere formate le valli subalpine in cui siedono i varî casali che formano il villaggio della *Ferrara*, i *Coltri*, gli *Spiazzi*, i *Crosatti*, torna a sorgere rapidamente per l'altezza di oltre 1200 metri formando le ultime creste della montagna, di dove con costante inclinazione di-

(1) Sulla più conveniente ed utile coltivazione da applicarsi ai varî terreni della Provincia Veronese. Mem. della Accademia di Agric. ecc. Vol. XXII. Verona. 1848.

scende verso occidente sino a bagnarsi, nella parte più settentrionale, nelle acque del Benaco, o formandosi al piede alcune colline coi materiali discesi dall'alto della montagna.

La configurazione di questa valle, la inclinazione degli strati delle montagne circondanti dai lati opposti, danno a conoscere avere una forza sollevatrice agito nel centro della medesima e quindi e quindi rovesciati gli strati avere formata la valle nel senso longitudinale delle catene dei monti dai quali è fiancheggiata: in breve, viene dimostrato essere una di quelle valli che diconsi di sollevamento, o delle montagne, parallele alle catene fra quali furono aperte.

Io non penso che il sollevamento delle Alpi debba ammettersi avvenuto tutto ad un tratto quasi per incanto, ma ad epoche diverse ed anche assai lontane le une dalle altre. Di ciò fanno fede le rocce eruttive che scorgonsi in varî luoghi di queste montagne, anche ad assai notabili altezze, come nel Montebaldo il Basalto al di sopra delle *Acque negre* a metri 1500 sopra il livello del mare; le quali forse furono pure esse innalzate dai sollevamenti successivi: ma nemmeno mi pare possa essere effetto di un lento e continuo sollevamento comparabile a quello delle coste della Svezia, del Chili ed altri luoghi. La forza sollevatrice sembra avere agito bensì in varî periodi, ma la azione debbe essere stata ad ogni volta violenta, sebbene anche continuata per qualche spazio di tempo lungo più o meno.

E che la azione sia stata, se non subitanea, almeno assai rapida e violenta, ed abbia agito sopra strati ancor molli è dimostrato dal contorcimento degli strati medesimi. E qui per verità non sembrami giusta la opposta deduzione che da questo fatto ricava il chiarissimo geologo Sig. Gabriele di Mortillet, che, cioè, il sollevamento sia stato lentissimo e gli strati completamente solidificati, *senza di che*, soggiunge, *avrebbe formato un impasto ove tutto sarebbe stato confuso* (1). Che gli strati all'atto del loro sollevamento avessero un certo grado di solidità, come hanno anche gli attuali strati sottomarini, debbe ammettersi senza dubbio; ma ancora dovevano essere abbastanza molli e flessibili alquanto; perocchè se fossero stati al tutto asciutti e rigidi, un lento e continuo sollevamento, come quello delle coste di Svezia, non sarebbe stato capace di curvarli e contorcerli in varie guise, ed invece uno rapido e violento li avrebbe spezzati. Ma in quella vece dalla osservazione apparisce che prima di spezzarsi gli

1) L' époque quaternaire dans la vallée du Po. Extrait du Bulletin de la Société géologique de France.

strati abbiano sostenute delle curvature, che non sono difficili a riscontrarsi in molti luoghi delle Alpi, ed anche negli spaccati delle montagne che fiancheggiano la via dal villaggio di *Mori* a quello di *Nago* nel Tirolo italiano. Oltre a ciò poi le impronte dei piedi di uccelli che veggonsi sopra parecchie rocce dimostrano che tali rocce molli ancora doveano essere all'atto della loro emersione dalle acque, tanto da ricevere e conservare le impressioni di corpi dotati anche di peso non assai grave.

Ma fosse pure rapido il sollevamento o effettuatosi con maggiore o minore lentezza, egli è certo tuttavia che simili valli sono contemporanee al sollevamento delle montagne ed alla configurazione definitiva delle catene principali delle medesime; assai anteriori alle valli di erosione che formaronsi in appresso. Egli è perciò che il più delle volte per queste valli discesero da principio grandi masse di acque, e vi scorrono ancora i fiumi maggiori: perocchè le acque discendenti da vasta superficie dei versanti delle montagne, non trovando aperta altra via, doveano necessariamente scaricarsi per quella unica che erasi aperta contemporaneamente al sollevamento delle stesse montagne.

Ciò è quanto io penso debba essere appunto avvenuto nella valle dell'Adige, tosto dopo il grande ultimo sollevamento delle Alpi, che mise a nudo i depositi pliocenici, immediatamente prima dell'epoca alluviale. Una enorme massa di acque discendenti dal versante meridionale delle alpi retiche, prima che si aprissero le valli laterali, dovette precipitarsi allora in quella dell'Adige, e trovando sbarrato il cammino dalle rupi della Chiusa, dovette riempierla fino ad una grande altezza formandone una specie di lago. Il soverchio delle acque piegando allora sulla pianura ove siede Rivoli, anche questa per una grande altezza colmò di alluvione, che venne addossandosi ai colli calcarei preesistenti, coprendone le falde tanto lungo la riva destra del fiume attuale che verso il Benaco, che allora forse ancora non esisteva, estendendosi nel suo cammino verso oriente e mezzogiorno ed occupando quella vasta superficie che si è più addietro accennata. Quantunque però questa prima grande alluvione dovesse coprire tutto il piano sino alla radice del Baldo, in tali luoghi venne in seguito ricoperta dalle recenti alluvioni della montagna. Tuttavia tanto sull'alto dei colli preesistenti, ove non poterono giungere le moderne alluvioni, quale è quello di *Costermano*, e dove apronsi valli profonde, come è quella detta *dei molini* fra *Costermano* e *Garda*; se ne trovano costantemente le tracce nei massi e ciottoli granitici, porfi-

rici ecc. che vi si veggono disseminati, nè possono quivi essere pervenuti se non per la antica alluvione.

Potrebbe parere questa forza non così energica nè capace di produrre fenomeni di cotanta estensione e potenza; ma la meraviglia cesserebbe ben tosto in chi portasse il piede nella profondità della valle *dei molini*, poc' anzi citata, dove i fenomeni delle recenti alluvioni, evidentemente derivate dalle valli del Montebaldo, emulano e ripetono direi quasi, sopra scala pur gigantesca i fenomeni delle antiche. Nella più bassa parte dei fianchi di questa valle e sul fondo della medesima sono disseminati ciottoli ed anche grandi massi della antica alluvione ricoperti per una altezza non minore di forse metri 60 dalla alluvione, posteriore, costituita dai materiali delle sovrastanti montagne. Gli spaccati grandiosi dei fianchi di questa valle dimostrano nella loro stratificazione torrentizia, ora di grossi ciottoli, ora di ghiaje, ora di sabbie sottili ed anche di marne e gesso, fra loro parecchie volte alternanti; i diversi periodi di violenza e tranquillità. Nè vi mancano nella parte superiore le puddinghe alluviali, al tutto simili, eccetto che nella natura dei materiali, a quelle della antica alluvione. Esaminando anzi l' amplissimo letto dell' attuale torrente, nelle parti meno esposte alla violenza delle acque, sono a vedersi di simili puddinghe costituite di ciottoli calcarei, pure impastate da cemento calcareo, in via di formazione; e gli alberi delle adiacenti campagne, ivi di recente sepolti nella alluvione d' ogni maniera per la altezza di qualche metro, dimostrano ancora la smisurata potenza di questa causa operante anche oggidì e che produsse nei remotissimi secoli fenomeni così giganteschi e maravigliosi.

Ed anche osservando i piccioli torrenti delle nostre montagne, del corso non maggiore forse di qualche chilometro e colla profondità poco maggiore di un metro, non vi veggiamo trasportati massi di enorme grandezza, colle parti salienti rotondate, testimoni del loro rotolamento? Con tali osservazioni non ci sarà punto difficile ammettere il trasporto di sì grande quantità di materiali anche di considerabil grandezza, operato da quella imponente massa di acqua che dovea rovesciarsi nel solo varco che aveale aperto innanzi natura.

Dopo che in lungo lasso di secoli si disseminarono così ampiamente i materiali della antica alluvione per una altezza in parecchi luoghi maggiore di metri 100, dovette giungere un' epoca in cui ebbe luogo uno sprofondamento od una rottura alla diga meridionale della valle dell' Adige e precisamente al luogo che venne poscia denominato la *Chiusa*.

Che il monte ora denominato *Bibalo* sulla destra dell' Adige fosse congiunto col monte *Pastello* che giace in sulla sinistra del fiume, viene dimostrato non solo dalla assoluta eguaglianza della roccia calcarea di cui ambedue sono costituiti, ma ancora dalla perfetta uniformità degli strati dell' uno e dell' altro monte: nel primo posti a nudo dallo stesso scoscendimento, nel secondo da questa causa non meno che dalla mano dell' uomo, il quale volle aprirsi un cammino per quella strettissima gola dalle ragioni settentrionali alla vasta pianura della valle del Po. Esaminando poi questi strati sull' uno e sull' altro fianco del fiume, è assai facile scorgere come allo stretto maggiore tanto sull' uno che sull' altro fianco dei due monti improvvisamente e di conserva si abbassino fino ad un punto, di dove parimenti rialzansi di conserva mantenendo costantemente la perfetta uniformità di inclinazione e di direzione sopra ambedue le alte pareti che quivi rinchiudono l' Adige in alveo assai più angusto e di grandissima profondità.

In questo punto con tutto buon dritto può ritenersi che sia avvenuto lo sprofondamento o la rottura della diga predetta, ed anzi se si ponga mente alle antichissime tradizioni di quei luoghi, pare che quivi grandi massi di roccia ingombrassero l' alveo del fiume, i quali, parte per forza della corrente vennero poscia infranti e trascinati più in basso, ed in parte anche lo furono per la mano dell' uomo, il quale cercò di rendere per qualche guisa navigabile il fiume, almeno a poche travi connesse od alle piccole barche, le quali da principio doveano costruirsi colla escavazione dei grossi tronchi degli alberi, onde vestivansi e vestonsi tuttavia i fianchi di questa valle.

Quantunque al di sotto di questa diga, prima della sua rottura dovesse estendersi la antica alluvione, nondimeno dovette essere questa a più basso livello di quella che formò il terreno fra l' Adige ed il Benaco, ove era il massimo corso delle acque, ed anzi forse in causa della natural diga che formavano a questo i monti *Bibalo* e *Castello* dovettero quivi le acque espandersi come in un seno rientrante, trasportandovi perciò materiali meno poderosi di quelli che disseminarono sul lor diretto cammino. Rotta però la diga della Chiusa dovettero le acque, se non in tutto all' istante, almeno nella massima parte mutare di corso, precipitandosi per la nuova apertura, e quivi formare un corso novello. Imponente ancora tuttavia dovette essere la massa delle acque che scaricossi in quella epoca pel varco novellamente aperto, giacchè le tracce evidenti delle sue sponde esistono fra il grande argine sulla destra del fiume sopra cui siede il villaggio di

Bussolengo, e quello della sinistra esistente dal colle detto *Montindon* presso la terra di *Duemigliara*, fino quasi all' altra di *Parona* per lunghezza non minore di chilometri sette, distando gli argini l' uno dall' altro per lo spazio di chilometri quattro. Questo spazio dovette essere in quel primo tempo tutto riempito dalle acque, offerendo così, più che l' aspetto di un vasto fiume, quello di un lago. Impedite poi tali acque nel loro corso dai colli che prolungansi fino entro a *Verona*, dovettero allora piegare alla destra formando quel vasto bacino che appellasi la *Spianata*, circoscritto dai colli medesimi e da quell' argine naturale che appellasi la *Costa*, la quale prolungasi ben anco nella attuale città formando una lingua d'argine ghiaioso sopra cui giaciono le contrade di *Portanuova* sino oltre a *Piazza Brà*, e quella della *SS. Trinità*. Retrocede poi questo argine novellamente rimpetto al colle di *S. Felice* in città, forma il rialzo sopra cui siede la terra di *Tomba*, e fiancheggia costantemente, più o meno lontano, il corso del fiume attuale fino sotto a *S. Giovanni Lupatoto*, alla distanza di oltre a chilometri nove al di sotto della città di *Verona*.

Fu questa l'ultima fase del corso di tali acque, le quali viepiù sempre diminuendo della lor massa per la successiva apertura delle valli di erosione sopra i grandi fianchi della principale catena delle Alpi, o per lo scoscendimento di qualche monte che mutò il corso di alcuno (di che abbiamo avuti esempi anche a' dì nostri), oppure forse anco per la formazione più tardi avvenuta del lago di *Garda*; si ridussero a quel tanto che ora sono: ben poco per certo e direi quasi un nonnulla verso di quello che dovettero essere al tempo della grande antica alluvione, che così ampiamente si estende sulla destra dell' *Adige* ed al sud del *Benaco*, sino a confondersi con quella che discende dalle altre valli delle Alpi che mettono, più verso occidente, sui piani di *Lombardia*.

Come però non mi sembra difficile dare per tal guisa spiegazione al trasporto ed anche alla grande estensione dei terreni alluviali della nostra Provincia, non pare a primo aspetto parimenti sì agevole il dare spiegazione alla formazione delle colline costituite di terreno alluviale che sorgono qua e là sparse senza ordine apparente sulla vasta superficie coperta dalla alluvione, se non si porti un esame assai accurato e topografico sopra quei luoghi.

Che le acque che trasportarono il terreno alluviale si elevassero tanto da superare l' altezza delle colline ivi attualmente esistenti, e che quindi tali rialzi e le corrispondenti depressioni fossero effetto del gran corso dell' acqua, come sopra piccola scala vediamo accadere nei

torrenti e nei fiumi, particolarmente nei tempi di grandi piene; sarebbe assai difficile provarlo, e forse anche impossibile. E difatti quantunque la grande massa dell'acqua avesse potuto produrre effetti così rilevanti, nondimeno non si saprebbero rinvenire ovunque le sponde fra le quali dovesse scorrere un fiume sì vasto e di così grande profondità. È ben vero che tutto lungo la sponda destra dell'Adige attuale, cominciando dal monte Bibalo e procedendo verso del sud fino al villaggio di *Bussolengo*, e quindi di *Sona* e *Sommacampagna*, elevasi quasi una specie di argine appoggiato al monte predetto ed altri calcarei a questo congiunti. Egli è ad osservarsi altresì che anche dal lato occidentale di questo spazio, cioè lungo la spiaggia orientale del Benaco, vedesi parimenti una specie di argine addossato dapprima ai colli calcarei che formano le estreme radici meridionali del Montebaldo, e quindi agli altri colli calcarei di Garda ed a quello denominato *Moscal*, prolungandosi in una serie di colli che fiancheggiano il Benaco fino oltre a Peschiera. È ancora ad avvertirsi che fra questi due argini di colli stendesi una vasta pianura sopra la quale sorgono a quando a quando dei bassi cumuli in direzione longitudinale alla corrente, rassomigliantissimi a quelli che, sopra scala di gran lunga più piccola, formansi sul letto dei nostri fiumi. Nondimeno ancora queste barriere, già in parte preesistenti ed in parte formatesi per la stessa alluvione, non avrebbero potuto contenere una massa di acqua di tale altezza. A fine di spiegare il fenomeno è forza por mente ad un fatto, però assai comune, e che veggiamo avverarsi tanto sulle spiagge dei mari e dei laghi, come anche sulle sponde dei fiumi; quando questi precipuamente presentino notabile larghezza di alveo e corrispondente profondità.

Questo fatto consiste in ciò che le onde battendo sopra di una riva o di una spiaggia, gittano i materiali che trasportano assai più da lunge di quello che arrivino le onde istesse, e però nel loro ritirarsi non possono trascinare novellamente indietro i materiali che vi hanno gittati; i quali poi formano delle accumulazioni più o meno elevate, a misura dell'urto che hanno ricevuto dalla forza della corrente, e del loro peso. È questa la prima origine di quelle colline che assai sovente coronano le spiagge dei mari, cioè delle *Dune*; quantunque poi queste ricevano talora differenti configurazioni in causa dei venti.

Per questo fatto parmi che possa spiegarsi la formazione delle colline sorgenti sul terreno alluviale, e che sono costituite dei materiali medesimi (sebbene più minuti) della antica alluvione. E difatti

quella enorme massa di acqua scorrendo con più o men di violenza nei diversi periodi; incontrando anche sovente degli ostacoli sul suo cammino e da essi le acque respinte; doveano necessariamente perdere di forza e formare delle accumulazioni dei materiali che trasportavano, e questi più sempre aumentando, formare una specie di Dune alluviali. Doveano queste configurarsi secondo la direzione della corrente, e così può spiegarsi assai chiaro la esistenza di quel semicerchio di colline alluviali che circondano dal lato occidentale la pianura di *Rivoli*. E di fatti le acque sboccanti sovra questa pianura, respinte nel loro corso diretto dai monti calcarei preesistenti, cioè il *Gazo*, quella diramazione del Montebaldo che va da ultimo a formare l'attuale promontorio di San Vigilio, i monti di Garda ed il Moscal; doveano retrocedere bruscamente, ed incontrandosi nel mezzo della pianura predetta colle acque sorvegnenti, rallentare il corso di queste, le quali quivi naturalmente depositavano i grossi materiali, sopra dei quali venne poscia innalzandosi quel semicerchio di colline.

Tutte poi queste acque presero insieme il corso verso del mezzogiorno fra i due grandi argini sovraccennati, cioè lungo la attuale riva destra dell' Adige e la sponda orientale del Benaco e formarono le colline inferiori presso a poco nella direzione della corrente, come osservasi nel maggior numero di esse. Ma inoltre le acque, interrotte dai diversi ostacoli nel loro corso, doveano prendere anche altre direzioni laterali, e da ciò può spiegarsi come differenti direzioni presentino alcune colline sparse principalmente sull' estremo lembo di questa grande alluvione, al di sotto dei villaggi di *Castelnuovo* e *Palazzolo* fino sulla pianura di *Villafranca*.

Che le acque della antica alluvione, venendo dalla catena delle Alpi, prima di entrare nella valle dell' Adige, scendessero da grandi altezze è evidentemente dimostrato dai ciottoli granitici e porfirici rotondati, anche talora di considerabil grandezza, che trovansi sui monti che fiancheggiano la valle per cui queste acque discesero; ma superate le strette gole per le quali erano passate, ampiamente allargandosi, doveano perdere molta della loro prima inclinazione e quindi della velocità e forza di trasporto. Questa però ad intervalli, nei periodi violentissimi delle piene, doveva accrescersi ancora tanto da trasportare sul piano e depositare anche nei cumuli delle colline che andavan formandosi dei massi assai grandi; sempre però cogli angoli e spigoli rotondati, a testificare apertamente la origine dalla quale erano derivati.

Nei tempi poi di violenza minore, minori ben anco di mole erano i materiali ciottolosi misti a sabbia ed argilla che le acque medesime trasportavano, e questi per la loro leggerezza doveano salire a maggiori altezze e diffondersi ben anco a maggiori distanze. Di qui ebbe luogo la formazione delle puddinghe alluviali, e sopra tutto poi di quella specie di sabbie argillose che formano la parte più elevata di queste colline e di quelle che sorgono a mezzogiorno del Benaco; oltre alle quali stendesi alquanto ancora la alluvione ciottolosa e ghiajosa, per poi convertirsi più sotto in alluvione di semplice sabbia ed argilla.

Per simil guisa, senza ricorrere a forze di diversa natura, ma solo concedendo una maggiore potenza a quelle che esistono pure oggidì, e che su scala assai più tenue, è vero, ma pure producono i medesimi effetti; non è difficile a creder mio, spiegare i fenomeni della antica alluvione veronese: e questa potenza enormemente maggiore può assai agevolmente rilevarsi coll' esame dei luoghi sui quali simili forze spiegarono la loro azione.

Egli è assai noto che per dare spiegazione a siffatti fenomeni si ebbe ricorso per Geologi rinomatissimi alla azione di smisurati ghiacciai, riconoscendo da questi la formazione di molti terreni, e particolarmente delle colline alluviali che trovansi alla imboccatura delle valli del versante meridionale delle Alpi da quella della Stura a quella del Tagliamento (1). Io non intendo di contrappormi alla loro opinione per tutte le altre località, delle quali io non presi particolare cognizione, rammentando solo che per ognuna di queste valli discendono torrenti o fiumi maggiori o minori, dai quali forse avrebbero potuto originarsi fenomeni analoghi a quelli della valle dell' Adige. Io intendo soltanto di occuparmi della alluvione di questa, e parmi che relativamente ai fenomeni glaciali possano farsi alcune osservazioni.

Che in certa epoca, ritenuta generalmente posteriore al periodo plioceno, cioè dopo l' ultimo grande sollevamento delle Alpi, e quindi durante l' epoca quadernaria (2), siensi verificati fenomeni glaciali,

(1) Carte des anciens glaciers du versant italien des Alpes, par Gabriel de Mortillet. Atti della Società italiana di scienze naturali. Vol. III.

(2) In uno scritto (Sulla descrizione dei pesci e crostacei fossili del Piemonte del Prof. cav. Eugenio Sismonda) già pubblicato sino dal 1849 nel volume XXIII delle Memorie di questa Accademia di Agricoltura Commercio ed Arti, io aveva esposto il dubbio non forse il trasporto dei grandi massi erratici delle Alpi potesse essere anteriore all' epoca quadernaria cioè effettuatosi nell' ultimo periodo dei depositi terziari, in causa di grandi masse di ghiaccio che, nuotanti sopra il mare plioceno, il quale dovea battere contro i fianchi già sollevati del Jura e dell' Apennino, non

sebbene estremamente arduo riesca il dare spiegazione del formarsi di sì enormi masse di ghiaccio, e siensi perciò immaginate diverse ipotesi più o meno ammissibili; pure non può certamente negarsene l'esistenza quali furono immaginati dapprima dai celebri Charpentier ed Agassiz; ma sembrami che la loro azione debba limitarsi ad alcuni fenomeni soltanto, cioè al trasporto dei Massi erratici come vollero pure gli inventori di tale teoria.

Colla denominazione di Massi erratici parmi che debbano essere distinti soltanto quelli che trovansi sparsi sopra un terreno affatto estraneo ad essi. Tali sono veramente i massi granitici che rinvengonsi sparsi sui fianchi del Jura, e quelli pur anco, citati generalmente dai Geologi, esistenti sul monte S. Primo sul lago di Como; e come sono pur quelli calcarei che veggonsi disseminati talora sui nostri monti, i quali appariscono generalmente di epoca più antica, e sono poi di formazione affatto diversa della roccia sovra cui giacciono, e talvolta somministrano ancora bellissimi marmi che si utilizzano per qualche uso. Carattere essenzialissimo di questi massi si è quello di portare i loro angoli e spigoli intatti; onde è evidente che il loro trasporto non ebbe luogo in forza di rotolamento. È ancora ad osservarsi che simili massi giacciono spesso isolati o accompagnati da pochi soltanto della loro specie, o formando piccole accumulazioni, onde per tal motivo, e per essere estranei alle località sovra cui riposano, furono dai Geologi di oltralpe denominati Trovanti (1).

chè delle vette alpine riferibili all'epoca del Jura ed alle anteriori; venissero poi ad arrestarsi ed a fondersi sui fianchi di quelle montagne ove tali massi trovansi disseminati.

A ciò veramente si oppone la opinione generalmente ricevuta, che ammette i trasporti glaciali posteriori all'epoca terziaria. Tuttavia, nè la considerazione della natura mineralogico-chimica dei Massi erratici, per la quale questi si mostrano di formazione assai più antica dei terreni plioceni quindi a questi preesistenti: nè i fatti paleontologici possono farvi seria opposizione: imperocchè questi massi erratici propriamente non portano tracce paleontologiche per le quali debbano ascrivarsi al periodo quadernario; non dovendosi confondere il trasporto di questi massi con quello delle caverne ossifere e delle breccie ossee, che potrebbero assai bene ascrivarsi piuttosto alle antiche alluvioni acquose che a trasporti glaciali. Questo non è che un dubbio, contro del quale però non mi sembra che si possano addurre prove dirette e decisive; nè sarebbe il primo caso in cui potesse modificarsi una opinione anche comunemente ricevuta: come avviene oggidì in rapporto alla antichità dell'uomo. Certo che il trasporto dei veri massi erratici a tali altezze si spiegherebbe assai meglio ammettendo masse di ghiaccio che staccandosi dalle somme vette delle montagne, navigassero poscia per tratto più o men lungo sovra il mare plioceno, come fanno oggidì i massi natanti sul mare del nord; di quello che ammettendo enormi ghiacciai quale ad esempio sarebbe quello che in data epoca avesse ricoperta tutta la Svizzera collo spessore forse di oltre ad un migliajo di metri.

(1) Veramente questa denominazione nella nostra lingua sembrami affatto impropria; migliore sembrami quella di Massi erratici.

Il cercare pel trasporto di questi massi altra forza eccetto quella di antichi ghiacciai condurrebbe ad ipotesi più improbabili che non è questa ed è appunto perciò che dessa fu ricevuta siccome un fatto nella Geologia. A misura che simili masse di ghiaccio dalla sommità delle montagne scendevano a valle, doveano, fondendosi, deporre in quei luoghi i massi che trasportavano in seno; come accade al presente sovra piccola scala coi ghiacciai delle Alpi che lentamente procedendo nel lor cammino, a mano a mano che si sciogliono lasciano indietro i materiali che trasportano formando anche certe accumulazioni dei medesimi che furono dai Geologi denominati *Morene*.

Ma questo fatto delle *Morene* glaciali venne negli ultimi tempi applicato anche alla formazione delle colline alluviali che trovansi in varii luoghi sulla alta pianura della grande valle del Po ed a quelle pur anco che esistono nella nostra Provincia e delle quali si è accennato pur ora. Questa dottrina si spinse anzi tanto oltre che non annoverasi quasi accumulazione di pietre in qualsiasi località che non si attribuisca a trasporto di ghiacci, avvisandole tutte sotto il nome di *Terreno glaciale*.

Una di simili accumulazioni è pur quella che scorgesi sulla via del Tirolo poco lungi dal villaggio di *Mori*, da tempo immemorabile denominata gli *Slavini di Marco*, dal nome di una picciola terra che vi giace al piede. Io non saprei veramente come un geologo distintissimo, il sig. di Mortillet, abbia potuto attribuire questo fatto a trasporto glaciale (1). La sola denominazione tradizionale di *Slavini* che corrisponde a *scoscendimenti* o *sdruciolamenti*, avrebbe dovuto metterlo in sull'avviso per non precipitare un giudizio, a mio credere, al tutto insussistente. Chi infatti con animo privo di preoccupazioni e con occhio veracemente osservatore si conduca in quel luogo, non già vedendo dalla scorrente locomotiva, ma osservando attentamente il fenomeno dall'alto del monte fino sulla pianura, dee convincersi pienamente essere quello un puro scoscendimento del monte, come avea già avvisato all'epoca di cinque secoli e mezzo addietro il divino Allighieri, allorchè nel Canto XII dell' *Inferno* (luogo pure accennato dal predetto chiarissimo geologo) avverte dovere essere accaduto:

O per tremuoto, o per sostegno manco.

(1) Mortillet l. c.

Ed in vero chiunque si ponga anche soltanto dalla sottoposta pianura ad osservare la struttura del monte, se non sia anche geologo, scorge a tutta evidenza le tracce dello scoscendimento per cui si accumularono i massi sulla sottostante pianura. Quivi gli strati del monte inclinano costantemente dall'Est all'Ovest e tutto al di sopra della ruina osservansi denudati per guisa che dimostrano evidentemente la base su cui sdruciolarono gli strati superiori. Assai vasti e parecchi sono gli strati così denudati, ed a ciascuno di essi corrisponde una accumulazione di ruina sulla pianura nella medesima direzione nella quale cadrebbe un grave che si facesse sdruciolare sopra di quegli strati inclinati. Quando poi si ascenda sopra del monte, ancora più evidente si dimostra il fenomeno, avvegnachè le roccie ruinate sul piano siano della identica natura di quelle che costituiscono il monte fino alla vetta, e molti massi si trovino in via di discendere, arrestatisi per qualche ostacolo a mezzo il cammino.

Come mai può egli darsi che un ghiacciajo formatosi, non si saprebbe per qual guisa, sull'alto di quel monte, che non sorpassa forse i 600 metri sopra del livello del mare; siane poi disceso trasportando massi di notabil grandezza talvolta di 20, 30 ed anche 60 ed 80 metri cubi, e siasi così arrestato a piede del monte istesso formando degli ammassi che si estendono nella loro maggiore lunghezza, nella direzione della Ferrovia tirolese, per poco più di un chilometro, e per poco più di mezzo nella larghezza? Chè se si volesse inferire la discesa di un ghiacciajo dalla lisciatura degli strati sottoposti e dalle piccole scanalature meandriformi che si manifestano sulla superficie, converrebbe credere che chi ciò asserisce non abbia mai veduta la azione che esercitano le acque di pioggia, e segnatamente di neve, sulle roccie calcaree, siccome è questa; mentre tali strie e scanalature osservansi sopra tutte quelle che, almeno per qualche tempo, sieno state sottoposte alla azione di queste acque, le quali tenendo in soluzione buona quantità di acido carbonico sciolgono la roccia calcarea formando un bicarbonato solubile; e danno origine poscia alle stallatiti che incrostarono e incrostano tuttavia le vòlte, e coprirono ben anco di una crosta cristallina il pavimento delle antiche caverne montane.

Vuolsi attribuire a trasporto glaciale perchè alcuni massi veggonsi in posizione assai ardita tanto che appena ne sieno adempiute le leggi dell'equilibrio; ma questo è un fenomeno troppo comune a tutti coloro che abbiano visitate le montagne calcaree e le valli profonde che le frastagliano, particolarmente le alpine. Una tale posizione deriva il più delle volte del successivo lavoro delle acque che dilavarono il

terreno circostante, onde tali massi restarono per lunghissimi secoli in simile posizione, potendo svilupparsi e crescere anche nei loro crepacci degli arbusti di notevole grandezza; fino a che mancando loro il sostegno non di rado ruinarono a valle (1). E che di simili posizioni ardite ritrovisi fra i massi accumulati sul piano è un effetto naturalissimo della caduta dei medesimi confusamente gli uni sugli altri; di che non credo che sieno necessarie prove essendo la spiegazione di tal fatto di per se troppo evidente. Parmi anzi che assai maggiore regolarità dovrebbe rinvenire in un deposito di massi formatosi per trasporto glaciale, perchè il ghiaccio doveva imprigionarli togliendoli sulle montagne alle loro naturali posizioni che ivi occupavano, ed abbandonati sul piano pel lento squagliarsi del ghiaccio istesso, più facilmente avrebbero potuto adagiarsi e più regolarmente gli uni sugli altri, seguendo la eterna legge dell'equilibrio dei corpi.

La esistenza adunque di questa,

. ruina che nel fianco
Di qua da Trento l'Adice percosse,

se colpì l'immaginazione del divino Poeta tanto da introdurre qualche cosa di simile fra la sesta e la settima bolgia del suo Inferno, venne anche da lui spiegata, per quanto parmi, assai meglio di quello che non lo sia dal Sig. di Mortillet: e ciò perchè ne vide egli, come tutti i successivi osservatori geologi e non geologi la vera naturale cagione, senza andarne a cercare una colla fantasia, che, per essere applicata richiede uno sforzo novello di immaginazione e l'ammissione di ipotesi che, come riescono pochissimo probabili, riescono altrettanto inutili per porgerne spiegazione.

E questa ci viene anche presentata da fatti posteriori avvenuti nelle epoche storiche di ruine per isdruciolamento di montagne calcaree in varii luoghi del Tirolo ed alcuna anche a memoria nostra (2) come una più antica se ne osserva non lungi dal villaggio di *Nago*,

(1) Sul Montebaldo, nel luogo ove discende il ruscello delle *Acque negre* e si precipita per la altezza di qualche centinaio di metri sulla sottoposta valle del torrente *Aviana*, sul ciglione della valle, e pendente sul precipizio, giace mirabilmente un masso di enorme grandezza caduto dall'alto della montagna, e fra' crepacci del quale, fra molti arbusti cresce anche un Pino Mugo che attinse già notevole grandezza. Facciansi or le ragioni da quanto tempo quel masso debba trovarsi in tal posizione. Molti massi rovinati giacciono sul fondo della valle.

(2) Nel 1823 nella valle di Primiero nel Tirolo per lo scoscendimento di un monte denominato *Rebrut* ne rimase sbarrato il torrente di egual nome, che si scaricava nel torrente *Cismone* onde le sue acque formarono un lago di tutta la valle distruggendo interamente il villaggio di

che sopra, più piccola scala, rappresenta il fatto degli *Slavini di Marco*, ed ove pure verificansi le medesime circostanze sul dorso della soprastante montagna.

Ma lasciando da parte questi fenomeni detti parziali, che sarebbero pigmei, verso dei giganteschi ai quali attribuisconsi le colline alluviali, e più ancora la escavazione dei laghi dell' Italia settentrionale, e fra questi pur anco di quello di Garda; io non posso a meno di arrestarmi un poco sul cammino del grande ghiacciajo dell' Adige quale viene esposto dal Sig. di Mortillet (1).

« Ces glaces, così egli si esprime, accumulées dans le territoire » de Trente, ne pouvant pas continuer par la vallée de l' Adige qui, » audessous de Roveredo devient fort étroite, se sont jetées a l' ouest » et sont venues remplir l' immense bassin du lac de Garda. » E spiegandone altrove più chiaramente il cammino aggiunge: « les glaciers » avaient une énorme difficulté à penetrer dans les gorges trop étroites. Aussi quand le glacier de l' Adige est arrivé audessous de Roveredo aux gorges de la Chiusa, les glaces n' ont pu s' y engager, » elles se sont accumulées dans le territoire de Trento, et franchissant » les croupes moins élevées, elles se sont jetées dans la vallée de la » Sarca et du lac de Garda par le passage de Vezzano et du petit lac » Doblino, et par le passage de Mori et du petit lac Loppio. » Lo che conferma da ultimo con queste parole: « Le glacier de l' Adige » s' est jeté dans le bassin lateral du lac de Garda, parce que arrivé » à Mori il à été arrêté par les gorges trop étroites à parois trop élevées da la Chiusa dans lesquelles s' engage la rivière. »

È qui nettamente designato il cammino di questo grande ghiacciajo, che è poi anche più evidentemente indicato sopra la Carta di cui la Memoria è una illustrazione.

Io non mi fermerò a ragionare della sua deviazione a Trento per iscaricarsi nella valle della Sarca, sebbene veramente non saprei quali tracce si rinvenissero in questa valle del passaggio di un tale ghiacciajo: ma ancora più arduo mi sembra il secondo cammino percorso più a mezzogiorno, ripiegando al villaggio di Mori per superare le montagne di Nago, e gittarsi nel bacino del lago di Garda.

Canal S. Bovo sebbene collocato sopra di un altipiano; e disertando interamente tutta la valle che era popolata da meglio che 5000 abitanti.

Altro scoscendimento ebbe luogo nel 1839 nelle vicinanze di Nago per cui ne fu distrutto il così detto Maso Chieseno.

Altri di simili fatti si potrebbero citare descritti dall' illustre Prof. Catullo (l. c.) avvenuti particolarmente nel Cadorino, che perciò credo inutile di qui riferire.

(1) Carte des anciens glaciers du versant italien des Alpes.

E primieramente, ammessa anche nei giacci una certa plasticità, non mi è molto facile concepire la flessibilità quasi serpentina di cui doveva essere fornita quella enorme massa di ghiaccio per ripiegarsi repentinamente ad angolo retto verso dell' ovest abbandonando il primo cammino; ma mi è ancora più arduo l'intenderne la cagione, cioè le gole troppo strette ed a pareti troppo elevate tosto sotto di Mori; e nemmeno come egli le denomini *la Chiusa*, mentre questa località propriamente detta, e veramente a gola strettissima ed a pareti minacciosamente verticali, trovasi al di sotto di quel punto, da essolui designato alla deviazione del ghiacciajo, non meno che per 30 chilometri, e chiude la valle dell' Adige, aprendone, come più sopra si disse, lo sbocco sulla pianura. È ben vero che tutto questo tratto percorresi colla locomotiva nello spazio poco più che di un' ora, ma la distanza fra tali due punti non è minore di quella testè indicata.

D' altra parte, se io non mi inganni, non parmi veramente che la gola tosto al di sotto di Mori e fino sotto alla città di Ala ed anzi fino al villaggio di Borghetto, sia punto più stretta nè a pareti più elevate di quello che sia il passaggio di Mori. Questo anzi, per le osservazioni che possono farsi ad ogni momento, sorpassata quella prima valle non più lunga di un chilometro avanti giungere al villaggio di Mori, della quale il suolo è coperto interamente di antica alluvione; sembrami di gran lunga più ristretta e più malagevole al passaggio di un così potente ghiacciajo, specialmente ove apresi il picciolo lago di Loppio, ed assai più difficile il passaggio della montagna di Nago, prima di giungere alla estremità settentrionale del Benaco nel quale aveva lo sbocco. Discendendo per la valle dell' Adige il ghiacciajo non avrebbe avuto a superare montagne frapposte, ma anzi, sebbene serrato fra strette gole, non però mai più strette fino alla Chiusa di quella fra Mori e Nago; avrebbe avuto sempre cammino sovra un piano inclinato e quindi di gran lunga più facile di quello accennato dal Sig. di Mortillet e molto più naturale; perocchè non avrebbe dovuto sostenere contorsioni non troppo facili a spiegarsi nel cammino di una enorme massa di ghiaccio, quale doveva esser quella dalla quale sarebbe stato poscia escavato il lago di Garda.

Egli è poi ancora a richiedere: quali tracce ha egli lasciato questo ghiacciajo del suo nuovo cammino? Esaminando il fondo di quella picciola valle che stendesi dal villaggio di Mori al paesello di S. Biagio sul lato opposto e che viene a sboccare alla riva destra dell' Adige, esso è tutto coperto della ordinaria alluvione mista soltanto a maggiore quantità di materiali calcarei discendenti dai monti

circostanti e trasportati da un picciolo torrente. Per tutta poi la stretta gola che si interna fra' monti fino alla altura di Nago, compariscono a quando a quando i ciottoli granitici e porfirici appartenenti alla stessa alluvione atesina la quale naturalmente scendendo dall'alto, e nei tempi precipuamente delle piene, doveva diffondersi nell'interno delle valli laterali fino a che potea consentirlo il livello dell'acqua. Ciò osservasi anche in parecchi luoghi sul fianco orientale della valle e segnatamente in quella gola che più sotto rimpetto al villaggio di Avio, apresi in direzione di N. N. E a S. S. O, ed internandosi nel monte, ascende, pel casale denominato *la Sega*, sui monti Lessini, ove i ciottoli alluviali trovansi disseminati lungo il sentiero ad altezza non minore di metri 200 sul piano presente della valle. A questi più facilmente potrebbesi attribuire un trasporto glaciale se la loro forma rotondeggiante non attestasse rotolamento, e se questo, anche a quella altezza, non potesse essere spiegato per la forza di quella enorme corrente che occasionò la nostra antica alluvione.

Esaminando poi i fianchi della valle per la quale avrebbe dovuto passare il ghiacciajo assai difficile sarebbe il rinvenirne le tracce, nè per quanto io abbia osservato non mi parve di scorgerne in alcun luogo.

Apresi questa valle dall'Est all'Ovest ed il suo fianco dal lato di Nord è quasi dovunque tagliato a piombo, dimostrando la inclinazione degli strati maggiore o minore dall'Est all'Ovest e questi in alcuni luoghi presentano notabili contorcimenti. Ora, nessuna scansalatura, nessun solco mi venne fatto di ravvisare che potesse indicare il passaggio di così potente ghiacciajo, nemmeno là dove gli strati contorti, per essere in varie guise ripiegati dovrebbero, più che in altri luoghi dimostrarne le tracce.

Qual cosa adunque ci autorizza a credere al passaggio di questo enorme ghiacciajo per quella gola? Io per certo non saprei rinvenirne, e sembrami anco assai difficile che altri, accuratamente esaminando quei luoghi, possa convenire nella opinione del Sig. Gabriele di Mortillet.

Ma il passaggio di tale massa di ghiaccio per questa gola, e più sopra per quella da Trento a Vezzano, era necessario al predetto geologo per far pervenire il ghiacciajo nel bacino ove poi dal medesimo, a suo parere, fu escavato il lago di Garda; perocchè questo lago non trovasi sull'asse della grande valle dell'Adige, come trovansi sull'asse delle valli alpine alcuni altri laghi dell'Italia settentrionale. Per la escavazione poi del lago di Garda avrebbero avuto origine, a

suo avviso, le colline (Morene) che fiancheggiano il lago stesso ad oriente fino alla attuale riva destra dell' Adige, e che estendonsi al sud del gran bacino del lago stesso, formando l'anfiteatro morenico descritto dal chiarissimo geologo Dott. B. Gastaldi di Torino (1). Mi si permettano su tale argomento alcune osservazioni.

E innanzi tratto è necessario premettere qualche considerazione sulla configurazione del bacino di questo lago. La sua maggiore lunghezza da Riva a Peschiera può calcolarsi di chilometri 45 all'incirca. Rinserrato in una gola formata da alte montagne, cioè il Montebaldo ad oriente, e ad occidente le montagne bresciane per lo spazio all'incirca di chilometri 30, apresi quindi in un largo bacino fiancheggiato pure ad occidente dai monti di Brescia, e circoscritto ad oriente dal terreno alluviale veronese dal quale sorgono i colli calcarei, già accennati, di Garda, che si congiungono coll'altro denominato *Moscal* al di sopra della terra di *Affi* e di *Cavajon*. Al suo principio fra Riva e Torbole la sua larghezza non è maggiore di chilometri 4, ma viene poi sempre allargandosi, cosicchè fra il villaggio di Torri e l'opposta sponda arriva a chilometri 6, e quindi la sua maggiore larghezza nel grande bacino da Garda a Salò non è minore di chilometri 15. La sua maggiore profondità, secondo il Pollini (2) sarebbe poco lungi da Campione sulla riviera bresciana sotto la Madonna di Monte Castello e giugnerebbe a metri 180, e secondo il Conte Bettoni fra Castelletto e Gargnano arriverebbe a metri 584. In altri luoghi essa è estremamente variabile osservandosi in alcune parti dei bassi fondi che nel tempo di acqua magra restano anche scoperti, e variando del resto, fuori delle spiagge, dai metri 50, 80, 100 ed anche fino ai 130.

Queste profondità maggiori a piede delle alte rocce tagliate a piombo nella stretta gola settentrionale del lago potrebbero facilmente accennare ad un qualche sprofondamento avvenuto in quei luoghi, lo che sarebbe anche comprovato dalla inclinazione irregolare e fratturamento che osservasi in molti punti di quelle rocce. La identità della roccia di cui si compongono le montagne fra le quali apresi questa gola del lago, potrebbe essere una prova della loro antichissima congiunzione, e la loro attuale configurazione una testimonianza di quella grande catastrofe per la quale questa gola si aprì: per avven-

(1) Sulla escavazione (*affouillement*) dei bacini lacustri compresi negli anfiteatri morenici. Lettera del Dott. B. Gastaldi al Sig. di Mortillet. Atti della Società italiana di scienze naturali Vol. V.

(2) Viaggio al Lago di Garda ed al Montebaldo. Verona 1816.

tura in quel torno di tempo in cui si ruppe la diga della Chiusa, onde forse gran parte di quella imponente massa di acqua che formò la antica alluvione, (quella scorrente più verso dell'ovest), potè scariarsi nella nuova apertura lasciando a nudo il terreno che dapprima copriva, e trasportando, direi quasi, il bacino del lago anteriore dalla valle dell'Adige in quella posteriormente apertasi del Benaco.

Una opinione consimile è pure espressa relativamente al lago di Ginevra dal chiarissimo geologo Sig. Alfonso Favre in una lettera diretta all'illustre Murchison (1), nella quale sono dimostrate insussistenti le opinioni del Sig. di Mortillet e di altri distinti geologi relativamente alla formazione di quel lago per forza di escavazione dei ghiacciai delle Alpi.

Nè, tornando all'argomento del lago di Garda, parmi molto difficile riconoscere come le acque della valle che fu poi della Sarca, deviate forse superiormente per la avvenuta catastrofe, precipitandosi nella nuova gola, assai ristretta, e molto profonda, della lunghezza presso a poco di 30 chilometri, da Torbole al promontorio di S. Vigilio e da Riva a Maderno dall'altro lato, abbiano coadiuvato ad escavare il bacino del lago istesso nella alluvione, lasciando intatte le rocce dell'isola Lecchi, degli altri piccoli scogli sorgenti dal lago e della penisola di Sermione; sopra delle quali non poterono aver tanta forza da esercitare la loro azione distruggitrice.

Questa azione poteva essere anzi validamente afforzata da qualche fenomeno vulcanico verificatosi in quell'epoca nello stesso grande bacino del lago, di cui potrebbonsi riconoscere ancora le tracce in alcune polle di acqua calda e solforosa che sorgono dal fondo del lago poco lungi dalla penisola di Sermione (2).

A questa antica azione vulcanica potrebbesi ben anco riferire una accidentale e forse non sola emanazione di acido carbonico dalle stesse acque del lago, verificatasi non ha molti anni nel lago istesso poco lungi dalla spiaggia di Lazise, e rimpetto al punto ove scaturiscono le acque minerali predette, che poco mancò non togliesse la vita a parecchi pescatori che in tre battelli attraversarono quella colonna

(1) Bibliothèque universelle et Revue suisse. LXX année. Nouvelle période. T. XXII Avril 1865.

(2) Queste polle di acqua termale solforosa sono pure attribuite dal Prof. Catullo (l. c.) ad una azione vulcanica. Riporta egli inoltre alcune osservazioni del Conte Giovanelli Podestà di Trento dalle quali apparirebbe che in epoca remotissima dall'emissario del Mincio si scaricasse una massa di acqua di gran lunga maggiore di quella che vi si scarica al presente. Ciò tutto affermerebbe la opinione che alla escavazione del grande bacino del lago avessero per lo meno concorso validamente le correnti alluviali.

d'aria letale e caddero in asfissia; nè si riebbbero se prima il vento non li portò, privi dei sensi nell'aria pura (1). Ora egli è noto venire ammesso generalmente dai geologi e fisici essere l'acido carbonico l'ultima delle emanazioni gassose dei cratéri dei vulcani estinti: quale ritiensi essere la celebre grotta del cane e la spaventevole Guevo-Upas dell'isola di Java.

Queste due forze unite e contemporaneamente operanti, alle quali potrebbesi aggiungere quella pur anco dei venti, che doveano agire con una grande violenza sopra quella vasta superficie di acqua, come la spiegano anche oggidì, tanto che ispirarono all'immortale mantovano quel celebre verso

Fluctibus, et fremitu assurgens, Benace, marino (2):

queste forze poteano dare origine al grande bacino del lago di Garda senza intervento alcuno di ghiacciai che nulla traccia lasciarono del loro passaggio, nè sulle estreme radici del Montebaldo che con declivio più o meno rapido ed anche con una successione di colli calcarei, presso Albisano e Torri, discendono a bagnarsi nel lago; nè sulla opposta sponda della riviera bresciana ove torreggiano le roccie tagliate a piombo, e che pure avrebber dovuto esser corrose e solcate dall'enorme ghiacciajo.

Anzi nessun argomento impedirebbe di credere che le spiagge del grande bacino del lago si estendessero in quel primo tempo assai più oltre dal lato del mezzogiorno fino anco a *Castiglione* e *Volta*, formando ivi le acque impetuosissime quella serie di Dune alluviali

(1) Ecco come il Sig. Giovanni Fontana farmacista, il quale allora dimorava a Lazise, testimonio quasi di vista, in una sua lettera mi descrive questo fenomeno.

« Erano tre battelli intenti ad una pesca comune; quello che era più avanti, (precisamente » di facciata alla villa del Co. Bagatta fra Lazise e Pacengo) fu il primo ad entrare nella atmosfera del gas mefitico, e come vi fu entrato i pescatori caddero in asfissia. I pescatori del secondo » battello avendo veduto in qualche lontananza che i loro colleghi avevano abbandonato il lavoro » della pesca, non solo, ma che non si vedevano più sorgere dalle sponde del battello, si indirizarono verso quella volta, onde vedere che cosa fosse succeduto; ma appena che si avvicinarono a » quella colonna fatale dovettero subire la medesima sorte dei primi. Frattanto una leggiera brezza » spingeva il primo battello fuori della predetta colonna e quindi nell'aria di salvamento: lo che » avvenne anche in seguito al secondo battello. Alla sua volta poi anche il terzo battello accorso » alle grida di quelli del secondo si condusse sopra luogo, ed ancor questo dovette subire la sorte » degli altri due finchè raggiunta da tutti e tre l'aria salutare si trovarono quasi stupiditi senza » essere capaci di rendere la ragione di quanto era loro avvenuto. »

Di questo fatto fu data contezza sulla Gazzetta di Verona e ne fu data spiegazione dal Sig. Francesco Fontana, padre, farmacista di Lazise.

(2) Virgil. Georgic. Lib. II.

che costituiscono l'anfiteatro morenico del Gastaldi. Di questa maggiore antichissima estensione del lago si avrebbe forse ancora una traccia nel laghetto tuttavia esistente di S. Cristina; ed anche nel terreno torboso di Lugana che vi giace interposto, e che dimostra dovere essere stato anticamente un basso fondo rimasto poi a nudo pel successivo ritirarsi delle acque. Egli è affatto probabile che queste poi ritirandosi, in un lunghissimo lasso di secoli abbiano continuato nel modo medesimo formando i rialzi da cui attualmente il lago è circondato dalla parte di mezzogiorno fra Desenzano e Peschiera.

Questo ritirarsi delle acque dei grandi bacini da una spiaggia estendendosi talora verso di un'altra è comprovato da una moltitudine di fatti dell'epoca storica anche recente, e ne abbiamo l'esempio in Italia nostra nella città di Ravenna che quando, nell'anno 729, dai Veneziani condotti dal Doge Orso, fu tolta per forza d'armi ai Longobardi e restituita all'Esarca Paolo, dovea necessariamente toccare il mare pel quale vi giunsero i Veneziani, mentre ora ne dista per oltre due miglia. Anzi se vogliamo prestar fede ed antiche tradizioni, ed anche a qualche passo di Strabone, parrebbe che Antenore fuggendo da Troja incendiata giungesse per mare sino a quel luogo ove poscia Padova fu fabbricata.

Ma lasciando tale questione e tornando alla escavazione del Garda, in primo luogo non parmi spiegabile assai facilmente come un enorme ghiacciajo sboccando per la valle della Sarca, veramente assai ristretta fra la montagna di Nago e quelle di Riva, e quivi incontratosi con quello che per la valle di Mori aveva attraversata la montagna di Nago, entrassero poi di conserva per quella stretta gola nel bacino settentrionale del lago e quindi venissero, con uno spessore di molte centinaia di metri sempre più allargandosi, come farebbe una colata di lava, fino a coprire tutto il largo bacino che apresi da Maderno e Desenzano e da S. Vigilio a Peschiera. La conformazione dei ghiacciai tuttora esistenti sulle più elevate sommità delle Alpi, per quanto parmi, non ci autorizza ad ammettere questa progressiva estensione di superficie di un ghiacciajo, dalla sua origine allo sbocco: veggendo ora come i ghiacciai che rivestono le vette delle montagne oltre al limite delle nevi perpetue, vengano diminuendo, e non accrescendosi, a misura che discendono per le valli. Questo invece avrebbe dovuto tenere un modo del tutto inverso; cioè, ristrettissimo al suo principio, avrebbe dovuto venire poi sempre più dilatandosi, arrivando da ultimo a coprire con una enorme grossezza la superficie fra la attuale corrente dell'Adige e la opposta sponda bresciana e fino a quei luo-

ghi ove sorgono i colli di *Solferino* e di *Volta*. Questo modo di agire in quella vece è proprio affatto delle acque scorrenti, nè occorre punto provarlo giacchè i torrenti tutti ed i fiumi che solcano la superficie del globo, ristretti alla loro origine, vanno successivamente più sempre allargandosi fino allo sbocco.

Ma inoltre, perchè mai quella enorme massa di ghiaccio che, calcolata la profondità, nella parte più stretta del lago avrebbe dovuto raggiungere l'altezza di oltre a metri 600, perchè mai questa con un peso sì esorbitante, escavando il bacino del lago risparmiò essa quei piccoli scogli che sorgono di fronte a Malcesine e Castelletto, la isola Lecchi e la penisola di Sermione, che certo non avrebbero potuto resistere all'urto di un peso sì grave, capace di approfondarsi così altamente nella alluvione da spingerne innanzi e dai lati i materiali sino a formare le morene laterali e frontali intorno del lago? Confrontata questa azione colle attuali parmi che veramente ci presenti quella delle acque, le quali, trovato sul loro corso un ostacolo insormontabile lo circondano, ed anzi lo stesso istmo di Sermione, formato per gran parte della alluvione, ci proverebbe come questa, riparata sulla fronte dal colle calcareo, come da una specie di baluardo, sia stata nella parte posteriore, rispettata dalle acque, e soltanto escavata alquanto da ambi i lati, e vi esista ancora oggidì.

Secondo la teoria del Sig. di Mortillet il ghiacciajo scavando nella alluvione il fondo del lago, avrebbe spinta innanzi di se l'alluvione istessa, mista ad una materia fangosa, proveniente dall'attrito del ghiaccio contro dei sottoposti materiali di alluvione, che egli denomina fango o limo glaciale (*boue glaciale*) formando così le morene che costeggiano il lago, non meno che l'anfiteatro morenico (1). A ciò parmi che possano muoversi alcune obiezioni.

Primieramente, ciò stando, la maggiore azione del ghiacciajo e quindi la maggiore estensione e potenza delle morene dovrebbe trovarsi in direzione dell'asse longitudinale del lago, ove anche, per quanto sembra, dovrebbe esistere la maggiore profondità. Ora, uno sguardo che portisi sulla configurazione di questo lago fa vedere che la direzione del suo asse principale è presso a poco da N. N. E. a S. S. O. che è quanto dire dal punto centrale della spiaggia fra Riva e Torbole a Desenzano. Ora egli è appunto nei contorni del lago posti in tal direzione che, o non esistono, o piccolissime sorgono le pretese morene; le quali invece prendono un grande sviluppo in diversa di-

(1) Mortillet. *Carte des anciens glaciers* ecc.

rezione, cioè in quella di Sud e Sud-est; affatto fuori dell'asse principale del lago. Inoltre egli è appunto nel grande bacino verso la sponda bresciana che trovansi alcuni bassi fondi: prova evidente che ivi più debole che in altri luoghi, cioè fuori dell'asse principale del lago, sarebbe manifestatasi la azione escavatrice del grande ghiacciajo.

Ma àvvi qualche altra osservazione a farsi. Fiancheggianti la spiaggia orientale del grande bacino del lago, sorgono, come si disse, dei colli calcarei, i quali al loro piede, da quella parte precipuamente che prospetta il lago, dovrebbero essere coperti fino ad una certa altezza del terreno alluviale escavato dal lago, misto a limo glaciale; dovrebbe cioè, osservarsi il fatto che più addietro accennai verificarsi a piede di quella collina calcarea che sorge dalla alluvione presso la terra di Duemigliara e che appellasi *Montindon*, coperta dal lato meridionale dalla grande alluvione fino alla maggiore altezza a cui questa colà sia pervenuta.

Questo fatto non si avvera menomamente per le colline benacensi le quali invece sono coperte fino a notevole altezza della antica alluvione dal lato posteriore, non sopra quello che guarda il lago e questo non presenta se non materiali calcarei provenienti dall'alto delle stesse colline. Potrebbe dirsi che il terreno morenico quivi accumulato dal ghiacciajo sia stato in seguito smantellato, e sia da quel lato scomparso. Ma se ciò poteva anche accadere per quella parte delle colline delle quali le rupi si elevano rapidamente e quasi a piombo sopra del lago, non può trovarsi cagione perchè ciò sia avvenuto nelle parti più interne e più riparate, ove anzi le colline fra Garda e Bardolino formano un seno rientrante verso del lago; essendosi in quella vece conservata nella parte opposta che trovasi veramente sul corso delle antiche acque alluviali. Queste, come più addietro si disse, per la valle dell'Adige, sboccando sul piano di Rivoli, doveano battere necessariamente contro' di quelle colline che in quella parte lasciarono coperte di alluvione fino, presso a poco, alla medesima altezza alla quale si elevano le colline interposte; conducendo soltanto dei ciottoli alluviali fino sopra il villaggio di Bardolino, per la *Valle sorda*, che apresi fra la pianura di Rivoli e la spiaggia del lago, misti a grande quantità di ciottoli, ghiaje e sabbie della moderna alluvione.

A distinguere i terreni di alluvione dalle morene formate dai ghiacciai il Sig. di Mortillet porge alcuni caratteri degli uni e delle altre (1) i quali sebbene sotto certi aspetti sieno abbastanza spiccati,

(1) Carte des anciens glaciers ec.

non mi sembrano tuttavia segnare una linea affatto distinta, e trovansi frequentemente confusi fra il nostro terreno definitivamente di alluvione, siccome tale ammesso pur anco dal predetto geologo, e le colline da essolui designate per Morene glaciali.

Uno di questi caratteri, ed assai distinto, sarebbe quello della presenza del fango o limo glaciale. Che però i materiali fangosi e quindi più leggieri trovinsi nelle parti più elevate e verso il ciglio estremo della alluvione, ciò non è altro che un effetto della leggerezza dei materiali stessi, che dovettero quindi restare più a lungo in sospensione nell'acqua ed essere trasportati più lontani dalle correnti anche di minor forza; e se vi si veggono mescolati senza ordine alcuni massi ad angoli e spigoli rotondati, sparsi qua e là, ciò si spiega colla preesistenza sui luoghi dei massi medesimi, che poi vi furono coperti ed involuppati dai sopravvegnenti materiali fangosi.

Nè questo è un fatto proprio soltanto delle pretese morene, ma che riscontrasi in tutto il terreno decisamente alluviale e che dimostra i diversi periodi di violenza ora maggiore ed ora minore delle acque. I frequenti spaccati della antica alluvione che fiancheggia e forma le alte ripe lungo la attuale corrente dell'Adige al di sopra e al di sotto di Verona, ne offrono ad ogni istante esempî palpabili, non punto diversi da quelli che osservansi negli spaccati delle predette morene.

La formazione stessa delle puddinghe alluviali che tanto evidentemente si manifestano in queste alte ripe e segnatamente a qualche miglio sopra e sotto della città, e che riscontransi ancora sovente a maggiori o minori profondità al di sotto del terreno coltivabile, dagli agricoltori appellate *tovo* (tufo?), di una estrema durezza tanto quasi da emulare il marmo; la formazione stessa di queste puddinghe dinota ad evidenza periodi di assai lunga tranquillità, nei quali appena minutissime particelle calcareo-selciose venivano trasportate dalle correnti che cementarono le ghiaje e ciottoli trasportati dapprima nei periodi di maggiore violenza, o che sopraggiunsero dappoi e si immero profondamente e rimasero cementati nella materia fangosa.

Questi materiali differenti trasportati in diverse epoche sono quelli che formano le stratificazioni, non già regolari e parallele le une alle altre siccome avviene nei terreni di sedimento; ma irregolari e flessuose, cioè di struttura torrentizia, come osserviamo negli spaccati delle moderne alluvioni. Secondo i caratteri attribuiti dal precitato distintissimo geologo per le morene, quello pure àvvi della mancanza di stratificazioni; e così appunto dovrebbe essere all'appoggio della sua dottrina e nei trasporti veramente glaciali; ma una attenta osser-

vazione che facciasi passo passo sulle spaccature delle pretese morene fa vedere quasi ad ogni luogo evidentemente la traccia di stratificazioni torrentizie, che forse non riusciranno cotanto spiccate, perchè i materiali di questi ultimi trasporti furono assai più minuti, e presentano poca differenza fra l'uno e l'altro periodo alluviale, ma che pure sono assai bene discernibili in ognuna di tali colline, ove per caso o per arte siasi aperta qualche fenditura che presenti una certa estensione.

Altro carattere delle morene glaciali sarebbe la giacitura dei ciottoli in posizione sovente contraria alle leggi dello stabile equilibrio dei corpi solidi, osservandosi talora giacenti non sulla loro superficie maggiore, come richiederebbesi per tali leggi. Mi si permetta però di osservare che questa legge debbe indeclinabilmente verificarsi in quei depositi che si formano sotto di un'acqua dotata di moto ondulatorio, siccome son quelle dei mari e dei laghi. Trattandosi poi di materiali trasportati da un corso di torrente o di fiume più o meno impetuoso, i materiali rotolando sul fondo si fermano colà ove, o cessa la forza della corrente che li trasporta, o incontrano un ostacolo che non possono superare. In tal caso si arrestano anche in posizione che non sia quella del loro stabile equilibrio, come accade di una moneta che trovando un ostacolo può fermarsi appoggiata sul suo contorno invece che sull'una o sull'altra delle sue faccie, come richiederebbe la legge dell'equilibrio. Perciò anche nei terreni di trasporto come sono le brecchie ossee, nessun geologo ha mai preteso di rinvenire le ossa e le conchiglie che vi sono impastate nella posizione di equilibrio stabile, come deggiono necessariamente ritrovarsi nei terreni di sedimento marino o lacustre.

L'estendersi ampiamente di questo terreno glaciale intorno alle sponde meridionale ed orientale del lago di Garda, dovea necessariamente, per essere posteriore, coprire il vero terreno alluviale, e quindi far sì che questo scomparisse interamente di mezzo alle precipitate morene. Ciò è in fatto quello che viene asserito dai chiarissimi signori Gastaldi e Mortillet⁽¹⁾. Potrà egli dirsi però che questo fatto annunciato siccome caratteristico del terreno di trasporto glaciale si verifichi costantemente? Di quello che avvenga in altri anfiteatri morenici io non asserisco, giacchè non potrei parlare per mie proprie ripetute osservazioni; ma in quanto al così detto anfiteatro che sten-

(1) Sur l'affouillement des anciens glaciers Réponse de M. Gabriel de Mortillet à M. Bartolomeo Gastaldi. — Atti della Soc. it. di sc. nat. Vol. V.

desi al sud del lago di Garda certo questo fatto non si avvera menomamente. Qualunque occhio, anche non di geologo potrebbe assicurarsi che, ad esempio, fra i villaggi di Pozzolengo e Monzambano, compresi nell'anfiteatro predetto, quasi dovunque il terreno è coperto di quella stessa alluvione che copre il suolo posteriormente agli ultimi rialzi di tale anfiteatro, sulla campagna di Villafranca fino tutto intorno a Verona, ed anche dopo di questa città fino sull'ultimo ciglio della grossa alluvione. I medesimi ciottoli rotondati, il medesimo materiale minuto, le medesime stratificazioni torrentizie, ove a caso apresi qualche fenditura o sia stato praticato qualche escavo per estrazione di ghiaja; nulla infine che, tanto alla superficie, come al di sotto per la profondità di alcuni metri, possa dare a conoscere una differenza fra il terreno di alluvione e quello denominato glaciale.

E facendo anche qualche altra considerazione di ordine fisico, egli è ben certo che una così grande estensione dei ghiacciai, che circondava ed anche in gran parte copriva la superficie della gran valle del Po; doveva apportare, con un grandissimo abbassamento di temperatura, grandi cangiamenti, ed anche la distruzione della fauna e della flora esistenti durante il periodo quadernario fino agli ultimi tempi di esso. Avvenuta la escavazione dei laghi verso la fine di questo lunghissimo periodo e precedente il moderno, come potevano i laghi stessi porgere abitazione all'uomo dell'epoca della selce, ammesso dagli Etnopaleontologi contemporaneo all'Orso, alla Tigre delle caverne ed ai ruminanti di quella epoca istessa, gli avanzi dei quali trovaronsi insieme a quelli dell'uomo nelle stazioni lacustri? (1) Egli sarebbe pur forza, o di ammettere la esistenza di simili animali nel periodo attuale, lo che è negato generalmente dai Paleontologi; o concludere che la escavazione dei laghi non deriva da simili giganteschi fenomeni glaciali.

Questi, infatti, non avrebbero permessa la contemporanea esistenza di simili animali in quei luoghi, e se stato ciò fosse non saprebbe conoscere come nel seguente periodo, che più non presenta tracce, se non parziali, di grandissima violenza, ed anzi accennerebbe ad un successivo innalzamento di temperatura, di cui non troverebbesi la cagione; fossero da questi luoghi onninamente scomparsi, lasciandovi i loro avanzi soltanto.

(1) Le abitazioni lacustri della età della pietra nel Vicentino del Dott. Paolo Liroy. — Vicenza 1865.

Ben più facilmente a mio credere il fenomeno di tale scomparsa spiegasi, in parte, per la influenza del violentissimo periodo delle alluvioni; e più ancora pel progressivo abbassamento di temperatura che doveva accadere per la irradiazione continua del calore terrestre dal centro alla superficie della terra. Dottrine sono queste veramente più antiche, ma che, a quanto mi sembra, assai meglio quadrano alla spiegazione dei fenomeni che ci offre l'epoca quadernaria: avverandosi di sovente che le prime idee che presentansi alla mente per la spiegazione di un fenomeno, sono bene spesso le più naturali e, per conseguenza, le vere.

Da quello che fino a qui venni esponendo, parmi che si possa conchiudere:

1) La valle detta dell'Adige essere di sollevamento, contemporanea perciò all'ultimo cataclisma che diede alla grande catena delle Alpi principali la sua attuale configurazione;

2) Le acque discendenti dal versante meridionale delle alpi retiche, di cui centro è il Brenner, scaricaronsi da principio in una massa enorme per questa valle, trasportando i massi e ciottoli alluviali che coprono tutta l'alta pianura Veronese;

3) Nei diversi periodi di piene, tali acque deposero l'alluvione fino ad una certa altezza a piede dei colli e monti calcarei che trovarono sul loro cammino formandovi rialzi, argini e colli a somiglianza delle Dune;

4) Ad una certa epoca avvenne sprofondamento o rottura della diga della valle dell'Adige alla Chiusa, onde le acque presero un nuovo cammino formando in seguito l'alveo del fiume attuale;

5) I fenomeni glaciali doversi circoscrivere al trasporto dei veri massi erratici, che trovansi disseminati talora sui dossi montani anche della nostra Provincia, di natura mineralogica differente da quelli della alluvione e dei diversi terreni di sedimento sopra cui giacciono;

6) L'accumulazione di grandi massi di roccia calcarea che osservasi poco sotto della città di Rovereto presso il villaggio di Mori, detta gli *Slavini di Marco*, non derivare da trasporto glaciale ma doversi ascrivere a sdruciolamento del monte istesso, e tale pur essere un analogo fenomeno che riscontrasi nella montagna di Nago;

7) Non esistere alcuna traccia del passaggio di un ghiacciajo per la gola che si apre fra i villaggi di Mori e Nago, nella quale trovansi vestigia della antica alluvione della valle dell'Adige, come ri-

scontransi sul fianco opposto della valle istessa anche a notevole altezza, specialmente nelle valli che hanno la loro apertura rivolta a settentrione e ponente;

8. La struttura dei fianchi del bacino settentrionale del lago di Garda e la sua profondità in quei luoghi, indurre nella opinione che sia accaduto ivi uno sprofondamento, nel quale precipitaronsi in gran parte le acque discendenti dal versante meridionale delle Alpi, a diminuzione della massa d'acqua discendente per la valle dell'Adige, ridotta a poco a poco alla corrente del fiume attuale, formando un nuovo bacino di lago all'occidente del primo;

9) La escavazione del grande bacino del lago potere essere accaduta per azione delle correnti alluviali procedenti dal bacino settentrionale, simultaneamente a qualche azione vulcanica di cui si hanno le tracce;

10) La esistenza di varii scogli ed isole e della penisola di Sermione, ed i bassi fondi esistenti nel grande bacino del lago specialmente dal lato della riviera bresciana rendere, per lo meno, assai improbabile la escavazione del medesimo per azione di un grande ghiacciajo;

11) Le colline alluviali esistenti al sud e sud-est del lago non presentare generalmente i caratteri riferiti dal Sig. di Mortillet alle Morene glaciali, e potersi ritenere poi molti di essi effetti delle correnti alluviali.

Io non intesi con ciò di esporre una nuova teoria, perocchè questa anzi è la più antica che sia stata suggerita ai Geologi e fra questi al più volte citato illustre Profess. Catullo, dall'attento esame dei fatti. Nè tampoco intendo di rendere generali queste idee applicandole alle altre valli delle Alpi. Tornerò solo a rammentare che da ognuna di queste valli discende qualche fiume o torrente di ampiezza maggiore o minore, dai quali assai probabilmente potrebbero essere stati originati i fenomeni che attribuisconsi dal Sig. di Mortillet interamente alla azione dei ghiacciai: sulla causa della formazione dei quali esiste ancora una grande oscurità; per quelli almeno che per un tempo estremamente lungo ed indeterminabile, avrebbero dovuto occupare grandissima parte della pianura della valle del Po, allo sbocco di tutte le valli che si aprono sui fianchi delle Alpi e frammezzo alle colline che ne formano il piede estremo.

Seguendosi il corso di qualunque dei nostri torrenti montani dalla origine fino allo sbocco, non è difficile vedere su picciola scala una

immagine dei grandi fenomeni che operaronsi nei remotissimi tempi da forze di una potenza infinitamente maggiore, nella proporzione quasi nella quale stanno gli attuali fenomeni vulcanici a quelli dei sollevamenti delle grandissime catene di montagne: diminuzione di forze avvenuta probabilmente dalla loro suddivisione, per ciò almeno che riguarda le attuali correnti alluviali; le quali sovente, come appunto è quella dell'Adige, e per la rassomiglianza degli effetti, e per la identità dei materiali che trasportano, potrebbero dirsi una continuazione delle antiche.
