

Mondo sotterraneo

RIVISTA

per lo studio delle grotte e
dei fenomeni carsici. ♦ ♦ ♦

PUBBLICAZIONE

bimestrale del Circolo Speleo-
logico ed Idrologico Friulano.

Direttore: Prof. F. MUSONI

Redattori: dott. G. FERUGLIO - dott. M. GORTANI - A. LAZZARINI

COLLABORATORI PRINCIPALI

Absolon dott. Carlo (Università ceca di Praga) — Almagià Roberto (Roma) — Antolini Lino (Udine) — Bassani prof. Francesco (R. Università di Napoli) — Bertacchi prof. Cosimo (R. Università di Palermo) — Cacchiemali prof. Giovanni Battista (R. Liceo di Brescia) — Dainelli prof. Glotto (R. Istituto di Studi Superiori Firenze) — Dal Piaz prof. Giorgio (R. Università di Padova) — Da Schio Giulio (Vicenza) — De Giorgi prof. Cosimo (R. Istituto Tecnico di Lecce) — De Lorenzo prof. Giuseppe (R. Università di Napoli) — De Marchi prof. Luigi (R. Università di Padova) — De Stefani prof. Carlo (R. Istituto di Studi Superiori, Firenze) — Errera prof. Carlo (R. Istituto Tecnico di Torino) — Fabiani dott. Ramiro (Vicenza) — Fratini prof. Fortunato (Udine) — Frescura prof. Bernardino (R. Scuola sup. di Commercio, Genova) — Günther prof. Sigismondo («Technische Hochschule» di Monaco) — Issel prof. Arturo (R. Università di Genova) — Lorenzi prof. Arrigo (R. Liceo di Rovigo) — Marinelli prof. Ollino (R. Istituto di Studi Superiori, Firenze) — Marson prof. Luigi (R. Istituto Tecnico di Mantova) — Paoletti prof. Giulio (R. Istituto Tecnico di Udine) — Porena prof. Filippo (R. Università di Napoli) — Pennesi prof. Giuseppe (R. Università di Padova) — Regalia prof. Ettore (R. Istituto di Studi Superiori, Firenze) — Ricchieri prof. Giuseppe (R. Accademia Scientifico-Letteraria di Milano) — Salmistraghi prof. Francesco (R. Istituto Tecnico Superiore di Milano) — Simonelli prof. Vittorio (R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Bologna) — Squinabol prof. Senofonte (R. Istituto Tecnico di Padova) — Stegagno prof. Giuseppe (R. Scuola Superiore di Viticoltura ed Enologia in Avellino) — Vinassa de Regny prof. Paolo (R. Istituto Superiore Agrario di Perugia) — Zona prof. Temistocle (R. Università di Palermo).

Direzione e Amministrazione

presso la sede del Circolo Speleologico, Palazzo Bartolini, Udine

SOMMARIO

Memorie e relazioni. — F. FRATINI, *Una voragine di sprofondamento nell'alluvione quaternaria grossotana nell'Artugna, presso Budoja* — A. LAZZARINI, *Il fenomeno dello sprofondamento delle acque sotterranee nella Regione Friulana.* — F. MUSONI, *Contributo alla conoscenza dell'attività morfologica delle correnti marine (Uno studio del dott. Alfredo Rühl).*

Vita del Circolo. — Seduta del Consiglio direttivo — Assemblea generale dei soci. — F. M., *Trovamenti archeologici nella laguna di Marano.* — Esplorazione di alcune grotte del Bernadia.

Notizie.

Recensioni e annunci bibliografici fatti per cura di M. GORTANI, e relativi ad opere di: L. CAPEDE, A. LORENZI, C. ALZONA, E. MAUCERI, G. PLATANIA, E. FERRARIS, J. BRUNHES, E. BOURCART, W. SINCLAIR ed E. L. FURLONG, F. SCHULTZ, F. KATZER, P. EGLI, J. DANES, K. J. MASKA, R. D'ADRIMONT, E. DUBOIS.

PRESIDENZA E CONSIGLIO DIRETTIVO DEL CIRCOLO



PRESIDENTE: MUSONI dott. prof. cav. FRANCESCO

VICE - PRESIDENTE: Valussi ing. Odorico

SEGRETARIO: Feruglio dott. Giuseppe - CASSIERE: Lazzarini Alfredo

CONSIGLIERI: Antonini Lino - Cantarutti ing. cav. uff. G. Battista
Cosattini Renzo - Driussi Palmira - Fratini dott. prof. cav. Fortunato.

REVISORI DEI CONTI: Antonini Giuseppe - Bigotti Enrico

La Rivista si pubblica a fascicoli illustrati di 16 o 24 pagine, uno ogni due mesi

L'abbonamento annuo è di L. 4 anticipate per l'interno, 5 per l'estero.

Pei Soci del Circolo L. 2.



Mondo sotterraneo

❖ Rivista per lo studio delle grotte e dei fenomeni carsici ❖

F. FRATINI

Una voragine di sprofondamento nell'alluvione quaternaria grossolana dell'Artugna, presso Budoja

Nello scorso mese di giugno 1905 alcuni contadini di Budoja (Saçile) lavoravano coi buoi a rincalzare il granoturco, in un loro campo ad oriente del paese, poco sopra il cimitero del capoluogo. Ad un tratto il ragazzo che guidava gli animali manda un grido e si ferma. Un bue era caduto con un piede entro un buco apertosi in quello stesso momento nel terreno, causa il peso dell'animale!

Liberato non senza fatica il bue da quella critica posizione, quei contadini nel foro del terreno introdussero la frusta, la quale discese nell'ignoto senza alcuna difficoltà, compresa la corda. Evidentemente c'era là sotto un vuoto. Allontanati gli animali, e sospeso il lavoro, tenendosi l'un l'altro per le mani, i contadini si avvicinarono al misterioso buco aperto dal piede del bue, e con bastoni e con zappe cercarono di ingrandirlo per vedervi dentro meglio. Riuscirono in breve ad allargarlo così come ora si presenta, cioè con un diametro di circa un metro, il che permette benissimo di spingere lo sguardo al di sotto e farsi una esatta idea di quel che c'è laggiù.

E c'è difatti una curiosa voragine di sprofondamento, scavata nel terreno alluvionale quaternario e grossolano del torrente Artugna. Quella voragine in alto ha la forma di cupola, aperta in mezzo dal foro artificiale descritto. Discendendo si allarga ognor più, per continuare a scendere verticalmente e regolarmente, in forma di pozzo circolare per una profondità

di circa 5 metri, con un diametro massimo, nel tratto inferiore, di metri 3.

Sul fondo della voragine ora descritta si nota un cono a larga base di terreno detritico alluvionale e sciolto, evidentemente franato dalle pareti laterali e dalla volta. Sull'apice del medesimo si osserva ancora l'*humus*, o terreno vegetale caduto dall'alto della cupola, in causa dell'accennato allargamento artificiale del foro aperto dal buco.

*
* *

Ho visitato la voragine di Budoja nello scorso mese di gennaio, dietro invito del sindaco, nella occasione di una ispezione che feci in quel comune per una epidemia di tifo, e siccome, per le mie osservazioni, la genesi di quella recente voragine è senza dubbio legata al regime delle acque sotterranee, le quali a Budoja hanno una grande importanza nei riguardi igienici, così credo prezzo dell'opera esporre qui le mie idee speleologico-idrologiche sul curioso fenomeno che ci occupa.

Ho già detto che la voragine ora descritta è aperta nel terreno alluvionale quaternario e grossolano del torrente Artugna. Questo esce dalla valle di San Tomè, scavata nel fianco orientale dell'altipiano del Cansiglio (gruppo del monte Cavallo) e trascina seco necessariamente i detriti rocciosi, più o meno grossolani, tolti agli affioramenti delle rocce calcaree dell'epoca secondaria, e più particolarmente del periodo cretaceo. È una alluvione quindi formata di detriti calcarei grossolani, che dà origine ad un'ampia conoide, la quale partendo dallo sbocco della valle di San Tomè, poco sopra Dardago, frazione del comune di Budoja, si espande con dolce declivio verso Castel d'Aviano a sinistra, e meglio a destra verso Budoja capoluogo e più oltre ancora verso Polcenigo a sud-ovest e verso Santa Lucia a sud-est.

Quella alluvione però, relativamente recente, posa (notisi bene) sopra un'altra alluvione più antica, segnata nelle carte geologiche come alluvione *sarmatica*. Anche questa alluvione più antica è grossolana, ed è costituita come la precedente di elementi calcarei del gruppo del monte Cavallo; però è cementata in forma di conglomerato roccioso abbastanza duro, e spesso anche

impermeabile per l'otturazione dei fori intermediarii a mezzo della fine belletta depostavi dalle acque di filtrazione.

Or bene, l'alluvione sarmatica antica, cementata, rocciosa, spesso impermeabile, in certi luoghi affiora e sporge dall'alluvione quaternaria grossolana più recente e facilmente franabile, e sporgendo dà così origine alle colline rocciose di Santa Lucia, di Castel d'Aviano e di quelle ad oriente del cimitero di Budoja. Invece là dove non sporge passa sotto all'alluvione quaternaria recente, ed essendo più compatta e meno permeabile arresta le acque di filtrazione e dà così origine ad una *falda acqua sotterranea*, che è quella appunto che alimenta i pozzi privati di Budoja e di Santa Lucia, pozzi la cui profondità oscilla, secondo i luoghi, dai 3 ai 10 metri circa dalla superficie del suolo. (1)

Ora, studiando i pozzi di Budoja capoluogo, ho potuto rilevare che la falda acqua sotterranea in parola, pochissimo profonda ad occidente del paese, così da dar acque assolutamente anti-gieniche e pericolose, va invece abbassandosi sempre più verso oriente, dove i pozzi perciò danno acque ottime benchè scarse.

Questo abbassamento della falda acqua sotterranea di Budoja, da occidente ad oriente, è presumibile che per qualche tratto continui ancora fuori del paese, verso il cimitero. Però, siccome ad oriente del cimitero l'alluvione sarmatica si risolve bruscamente, in modo da sporgere all'esterno e dare origine alle suaccennate colline, è giusto presumere che in quella località, cioè prima ancora del cimitero, vi sia appunto la parte più profonda della falda acqua sotterranea, la quale assai probabilmente scorrerà in quella specie di grande doccia rocciosa scavata nell'alluvione sarmatica, e darà così origine a una vera corrente acqua sotterranea, che va giù verso la pianura fra le colline di Santa Lucia e quelle di Budoja, dove probabilmente

(1) Esempi consimili di terreni alluvionali antichi, più o meno cementati, che servono con la loro scarsa permeabilità a determinare la formazione di falde acque sotterranee, ne abbiamo parecchi nel Veneto. Mi limito a citare qui, fra gli altri, le colline di Castelnuovo del Friuli in Provincia di Udine e le colline di Collalto, Refrontolo e S. Pietro di Feletto in provincia di Treviso. Esempio però classico del genere, in questa ultima provincia, è la celebre regione Montelliana, dove la falda acqua sotterranea più superficiale, alimentante le piccole sorgenti in fondo alle doline e lungo i fianchi delle valli, è mantenuta appunto del conglomerato roccioso che forma l'ossatura del colle e che è una antica alluvione preglaciale del Piave.

era l'antico letto del torrente Artugna, che posteriormente invece si aperse l'attuale nuovo alveo verso Castel d'Aviano.

*
* *
*

La nostra recente voragine si troverebbe appunto sul percorso di questa corrente acqua sotterranea, data dal concentramento, nel punto più declive, della comune falda acqua sotterranea di Budoja. E siccome anche le correnti acque sotterranee, come la speleologia c'insegna, danno origine a gorgi, a cascate e simili, non è improbabile che in uno di questi luoghi, dove per ragioni fisiche l'erosione è più potente, si formi col tempo un vuoto, che dà poi origine ai franamenti della volta, facili specialmente se, come qui a Budoja, il terreno soprastante è un'alluvione calcarea poco coerente.

Certo, a dimostrare maggiormente la verità e l'esattezza di queste mie induzioni, occorrerebbe ora asportare dal fondo della voragine di Budoja tutto il terreno franato, finchè si giunga alla corrente acqua sottostante. Questo lavoro per altro dovrebbe esser fatto con prudenza, perchè non è scevro di pericoli. Bisognerebbe intanto con speciali armature impedire ulteriori franamenti delle pareti e della volta della voragine, facili a verificarsi coll'approfondamento del pozzo naturale in un terreno alluvionale grossolano e così poco coerente. Inoltre l'uomo che in fondo lavora all'escavo del materiale franato dovrebbe in permanenza restare avvinto alla corda di sicurezza, perchè da un momento all'altro sotto i suoi piedi potrebbe aprirsi qualche nuova voragine!

Arrivati così a ridosso della corrente acqua sotterranea, si potrebbe misurarne la portata, determinarne meglio il corso, forse risalirlo ed andar così a studiarlo più in alto, non senza una qualche speranza di poter poi servirsi di quell'acqua (che igienicamente è senza dubbio da non disprezzarsi) per alimentare della stessa un acquedotto pei paesi a valle, cioè Budoja capoluogo e Santa Lucia, che ne hanno estremo bisogno.

Udine, 26 febbraio 1906.

A. LAZZARINI

Il fenomeno dello sprofondamento delle acque sotterranee nella Regione Friulana

Che le acque scorrenti sulla faccia della terra tendano a mutare di situazione, incavando sempre più i propri letti ed a sprofondarsi nei terreni che le accolgono, la è storia vecchia; che, spesse volte, le acque stesse spariscano assorbite dalle alluvioni per ricomparire nuovamente sotto forma di risorgive, è parimenti da tempo conosciuto; ma è recente la constatazione fatta dal Martel ¹⁾ che un tale sprofondarsi delle acque terrestri sia andato aumentando in questi ultimi secoli, e segnatamente dal 1800 in poi. L'illustre autore attribuisce la principale causa di un tale impressionante fenomeno al disboscamento delle montagne, e getta un grido d'all'armi a tutte le nazioni civili in previsione d'una « lotta per la sete », questione lontana gli è vero da noi, ma che tuttavia s'avanza inesorabilmente, se le condizioni telluriche non mutano, e che darà seriamente da pensare alle generazioni future. Da noi in Italia non è da oggi soltanto che si va predicando la necessità di provvedere ai boschi ed alle praterie che rivestono le pendici montane e che oltre alla conservazione dell'idrografia superficiale, costituiscono una fonte inesauribile di ricchezza ²⁾.

Restringendomi però alla più semplice trattazione che mi sono proposta, allo sprofondarsi cioè delle acque sotterranee, dirò come tale fenomeno si abbia campo di osservarlo non solo all'aperto, dove le valli montane vengono ognor più erose dall'azione dei torrenti, dei fiumi e dei rigagnoli, ma altresì, e forse in forma più accentuata, nelle interne cavità del sottosuolo.

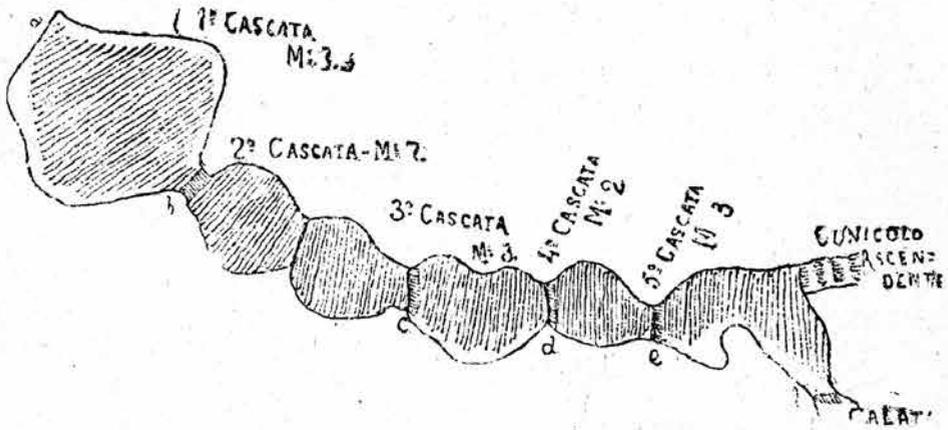
1) *Sur l'enfouissement des eaux souterraines et la disparition des sources.* — Paris, Gauthier-Villiers, 1905. — *L'enfouissement des eaux souterraines, etc.* — Tolosa, Privat, 1904.

2) Ricorderò — come interessanti la nostra regione — due studi dell'ing. PITACCO : — *L'azione meccanica dell'acqua di pioggia in danno dei pascoli alpini.* — Udine, 1887 — e *La restaurazione delle montagne.* — Udine, 1890. Vedasi pure : F. MUSONI: *Due problemi di speleologia pratica.* Udine, Del Bianco 1904.

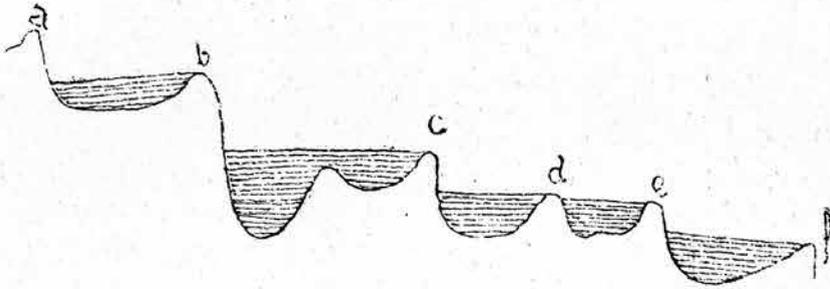
Queste, almeno le più ampie ed estese, sono aperte nei terreni calcarei, facilmente erodibili, ed è logico che l'agente dissolutore di essi — l'acqua — vada lentamente e continuamente scavando sotto di sè, tendendo insieme a discendere sempre più col proprio letto. Ma le acque sotterranee hanno intimo e perenne rapporto colle superficiali esterne, e non si può disconoscere l'importanza d'uno studio ad esse relativo, specialmente sotto il punto di vista economico ed igienico. L'occuparsene dunque non appartiene solo alla scienza, la quale vi ricerca leggi e ragioni, ma anche all'economia, che vi scorge conseguenze utilitarie e pratiche.

È imponente la quantità di materiale sgretolato che travolgono le acque dei torrenti alpini scendenti al piano, e le quali fanno pensare all'immensa sottrazione che così ininterrottamente si va facendo ad opera loro nella massa montana; ma è altresì imponente la misura della erosione e del trasporto da parte delle acque sotterranee nel loro, spesse volte, ignorato percorso. Se tutte queste tendono a discendere in seno alla roccia da esse corrosa, non l'fanno però in modo uguale, alcune dolcemente scorrendo su lievi pendii, altre inabissandosi a balzi improvvisi, talora alternati da conche e da ristagni, altre ancora sparendo in profonde voragini quasi valli verticali, che in sè raccolgono dei veri bacini idrografici e trasportano al mare per incogniti meandri il liquido elemento. Non sempre al mare, chè molte volte la caverna sbocca e ricaccia, magari risalendo, le acque superiormente raccolte.

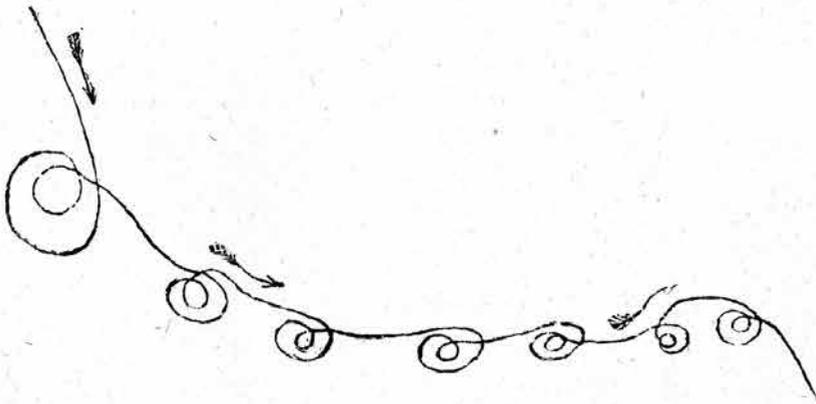
Nella nostra regione friulana, dove i terreni calcarei abbondano, non fanno difetto i fenomeni carsici, e gli esempi di sprofondamento delle acque sotterranee sono numerosi. Ora noi possiamo dividere tali fenomeni in due serie distinte: secondo cioè le acque spariscono dalla superficie, ed allora abbiamo una relativa cavità assorbente; o riappariscono in forma perenne od intermittente, ed allora la cavità è una grotta di sbocco, alla quale fa capo una vera e propria sorgente. Questa talora ha origine uscendo da fessure impenetrabili: in tal caso all'esploratore non è dato risalirne il corso sotterraneo, come non gli è dato talora discendere colle acque che vengono assorbite da cavità troppo anguste o del tutto invase dal liquido, elevato in modo che non resti spazio per andar oltre.



Conche della grotta di Viganti (Planimetria) — Scala 1:1000.



Conche della grotta di Viganti (Sezione longitudinale) — Scala 1:1000



Schema ideale dei vortici che agiscono nelle conche della grotta di Viganti.
Scala 1:1000.

È in animo mio di venire ora esponendo particolarmente, e meglio che mi sarà possibile, alcuni esempi di sprofondamento delle acque sotterranee della regione compresa fra il Livenza e l'Isonzo, e che dalle Alpi Carniche e Giulie scende all'Adriatico, di quella regione cioè che è campo di ricerche pel *Circolo Speleologico ed Idrologico Friulano*. Dovendo procedere con qualche ordine nella trattazione dell'argomento, ho pensato di classificare i fenomeni osservati in due categorie: secondo cioè rappresentano o uno sparire delle acque dalla superficie, od un riapparire di esse alla superficie stessa, chiamando i primi *fenomeni di assorbimento*, i secondi *di risorgenza*.

Negli uni come negli altri possiamo avere grotte, voragini o caverne praticabili all'uomo, almeno parzialmente (*cavità d'imbocco o di sbocco*), oppure terreni fessurati o permeabili, e lievi squarciature della crosta superficiale, da cui esce l'acqua (*sorgenti propriamente dette*).

§ 1. — Fenomeni di assorbimento. - Grotte.

Grotta di Viganti. — Il prof. Olinto Marinelli, nel suo lavoro sui fenomeni carsici nei dintorni di Tarcento ¹⁾, parlando di questa ampia gola assorbente, di cui anch'io mi occupai in uno dei passati numeri di questa Rivista ²⁾, accenna ad una valletta confluyente nel torrente Cornappo, valletta che si trova al di là della sbarra calcarea colla quale termina e si chiude la valle Ta-pot-cletia ed in cui s'apre la grotta di Viganti. Tale erosione del dosso alpino rappresenterebbe una continuazione orografica della Ta-pot-cletia, che verrebbe a dirci come un tempo la corrente del rio Ta-na-lovo progredisse all'aperto prima di aprirsi una via sotterranea, che in seguito andò divenendo sempre più ampia e laboriosa ³⁾. Questa grotta di Viganti, scavata nei calcari cretacei, rappresenta una continua discesa, risultante da una forte pendenza: nel primo tratto, finora esplorato, da una serie di salti alternati a caratteristiche conche; nel secondo, da un vero torrente a grosse ghiaie nel letto ed a lieve pendenza nel terzo, e da una finale ed imponente voragine nel quarto, oltre a cui finora non proseguì l'esplorazione.

1) *In Alto*, Ann. VIII.

2) Ann. II, n. 4.

3) MARINELLI, Op. cit.

Le conche su ricordate trovano riscontro in quelle illustrate dal Martel nel suo studio sulla « Rivière souterraine de Bramabiau » ¹⁾, nonché nelle grandi e piccole « Aiguères » del Séguison e nelle « Concluse » del Lussan ²⁾. Come nel caso nostro, anche nei ricordati, siano essi sotterranei o superficiali, il fenomeno di intaccatura, di erosione e di escavazione della roccia calcarea è dovuto al lavoro vorticoso delle acque scendenti in cascata e seco trascinati i ciottoli silicei, che vengono così limati e consumati a lungo andare nella perseverante opera di distruzione, ma che in questa riescono possenti ausiliari. Tale azione è analoga a quella che determina la formazione delle così dette *marmitte o pentole dei giganti*. Jean Brunhes in un suo studio ³⁾ sul « Travail des Eaux Courents (la Tactique de Tourbillons) » spiega come avvenga la cosa per l'azione meccanica dei vortici, che si formano ai piedi delle cascate. Il Mazauric ⁴⁾ ne accetta la teoria « heureux d'apporter en faveur de sa these tout un ensemble de faits nouveaux et concluants ».

Alle conche della grotta di Viganti, nelle quali l'acqua ristagna anche nei periodi di grande siccità, applicando il sistema del Brunhes, potremo avere la cosa indicata nell'unito schema.

A circa 80 metri dall'ingresso, nella grotta in discorso sbocca un cunicolo laterale tributario, ascendente, il quale rappresenta un più antico periodo di erosione; esso è attualmente quasi abbandonato dalle acque, invaso da incrostazioni ed in via di riempimento calcareo di stillicidio. Su questo cunicolo non conviene mi fermi ulteriormente, non venendo esso spiccatamente a rappresentare uno speciale esempio che interessi di rilevare per il mio lavoro, e non facendo esso che un assieme di discesa delle acque col canale principale, di cui, nel periodo di sua attività divide le fonti e lo scopo.

Grotta di Villanova. — Il Marinelli ⁵⁾ ebbe a paragonarla dalla grandiosa grotta di Bramabiau, di cui riproduce i medesimi fenomeni, ma — molto bene egli soggiunge — in iscala ridotta.

1) Société de géographie, 1899, rip. nel *Les abîmes*. — Paris, Delagrave, 1894.

2) D. MAZURIC, *Explorations hydrologiques dans le régions de la Cèze et du Bouque*, (Gard), Paris, 1904.

3) *Memoires de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles*, fasc. 4, Friburgo, 1902.

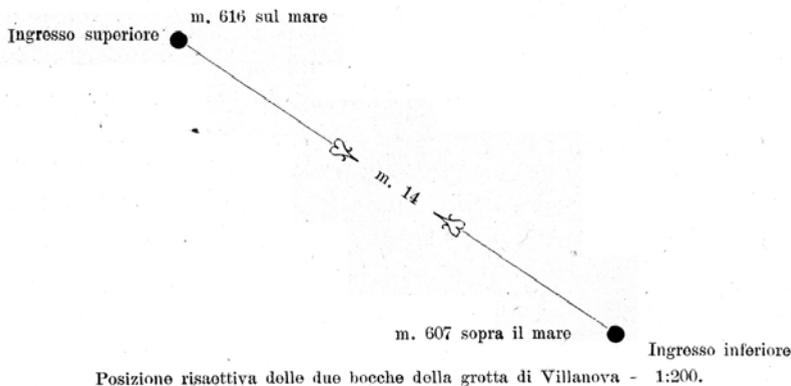
4) Op. cit.

5) Op. cit.

Però si è forse ben lungi dal conoscere l'intera planimetria di questa complicata serie di canali, che quando scriveva il Marinelli raggiungevano appena gli 800 metri di sviluppo, mentre oggi se ne conoscono quasi 2000. La citata rete idrografica sotterranea di Bramabiau nel Gard ¹⁾ tocca i 6000 metri; le proporzioni quindi si sono avvicinate di molto e, torno a ripetere, l'esplorazione della grotta di Villanova non ha detto la sua ultima parola: tutt'altro!

Anche in questa grotta, la quale ha due aperture, si discende, come in quella di Viganti, seguendo in alcuni corridoi il filo d'un ruscello, di cui fino ad ora non si conosce l'origine e la meta, in altri trovandosi perfettamente all'asciutto, essendo essi i letti abbandonati e disseccati di antichi corsi d'acqua.

Ho detto che questa grotta ha due aperture per le quali comunica colla valle Ta-pot-cletia, di cui esse si aprono su d'un pendio, l'una all'altezza di m. 33, l'altra di m. 24 sul fondo della valle stessa. Orbene, il Marinelli, ²⁾ a questo proposito, solleva una tesi ardita, che cioè un tempo il *thalweg* si trovasse « *all'altezza delle bocche delle grotte. In tal modo — egli dice — noi avremo la spiegazione del fenomeno, ammettendo che le acque del rio Tanalovo avessero sfogo, dapprima, per la grotta superiore, poi, abbassatosi il livello della valle, per quella inferiore...* »



La grotta di Villanova, oltre al fenomeno delle due bocche, di cui do lo schema delle rispettive situazioni, e che rappre-

1) MARTEL, *Les Abîmes*.

2) Op. cit.

sentano uno dei casi di abbassamento del deflusso delle acque, altri ne presenta, di cui sarà mia cura fare qui l'enumerazione ed una modesta descrizione. È d'uopo anzitutto osservare come, nel suo insieme la serie di gallerie sovrapposte e comunicanti fra loro a mezzo di pozzi e di salti successivi, ci dia l'esempio di un continuo ed unico fenomeno di abbassamento d'acque, gli antichi letti rappresentando — come dissi — i canali più elevati e disseccati, mentre gli inferiori sono tuttora attivi, giacchè un ruscello li percorre, diventando più ricco d'acque man mano che discende, il che ci fa comprendere com'esso vada raccogliendo diversi contributi nel suo percorso. Le ultime gallerie esplorate sono senza dubbio quelle di più antica formazione, giacchè appaiono aride, invase da concrezioni, polverose in certe parti, franose in altre: si scorge chiaramente come le acque, da lunga pezza, più non vi scorrano e come sieno destinate ad ostruirsi lentamente, ove la circolazione di essa non abbia a ricominciare.

(continua)

F. MUSONI

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA dell'attività morfologica delle correnti marine

(Uno studio del dott. Alfredo Rühl).

Nel mese di ottobre u. s. il Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti nominava una Commissione coll'incarico di imprendere l'illustrazione scientifica della laguna di Venezia allo scopo di poi escogitare i provvedimenti meglio atti a conservarla. Poco tempo prima la sezione idrologica del nostro Sodalizio deliberava di promuovere gli studi preparatori per la compilazione di una monografia geografico-fisica ed antropogeografica intorno alla laguna di Marano, sulla quale da qualche tempo è rivolta l'attenzione di tutta la nostra Provincia, mentre frattanto essa rimane forse l'unica plaga del Friuli che non sia stata ancora oggetto di studi condotti con metodo veramente scientifico. Naturalmente tale lavoro che suppone un programma variato di ricerche, richiederà la collaborazione di competenze molteplici. Noi frattanto verremo pubblicando in questa Rivista quanto comunque possa considerarsi quale qualsiasi contributo a uno studio che già abbiamo iniziato, ma per condurre a termine il quale saranno necessari mezzi, tempo e fatiche non lievi.

Nell'autunno del 1903 venne in Friuli il dott. Alfredo Rühl di Königsberg allo scopo di studiare la formazione di queste coste alluvionali, e ne mise insieme un lavoro che presentò al compianto v. Richthofen, quale tesi di laurea all'Università di Berlino, sotto il titolo: *Beiträge zur Kenntniss der morphologischen Wirksamkeit der Meeresströmungen* (1).

L'A. esplorò la costa dell'Adriatico settentrionale dall'Istria fino a Venezia, facendo indagini intorno all'attività dei fiumi ed esplorando specialmente la contrada fra Grado e Trieste. Il fenomeno però presenta grandi difficoltà all'osservazione diretta: egli quindi basò il suo lavoro non tanto sulle proprie constatazioni, quanto sulla letteratura che già si possiede sull'argomento (2).

Crediamo utile riassumerlo e in parte tradurlo non solo perchè il lido friulano, del quale si occupa, forma oggetto pure delle nostre ricerche, ma anche perchè l'autore se ne occupa col più generale intento di contribuire alla conoscenza del tanto discusso e così ancora controverso argomento della maggiore o minore o nessuna influenza che le correnti marine esercitano sulla morfologia delle coste.

Egli incomincia dal premettere un interessante sguardo storico alla questione, da cui si possono rilevare le principali fasi attraverso le quali essa è passata e il punto a cui oggi è arrivata.

Come molte teorie già stabilite spesso, in seguito a nuove osservazioni, subiscono modificazioni, quando non cadono interamente, lo stesso avvenne dell'attività morfologica delle correnti marine cui per molto tempo si attribuì grandissima influenza sulla conformazione delle coste. Fondatore di questa scuola fu il Montanari il quale sostenne che il moto ondoso si propaga fino a poca profondità e le formazioni costiere, specialmente intorno all'estuario veneto, sono dovute esclusivamente alle correnti.

Di tale teoria si impadronirono in seguito la scienza e la tecnica e, come spesso succede, gli scolari andarono assai più avanti del maestro e lungo tempo delle correnti si ebbe un concetto interamente sbagliato. Lo stesso Alessandro von Humboldt le chiamò veri fiumi oceanici. Tanto si esagerò che Vincenzo di Luccio continuò a descrivere per parecchi mesi le correnti del mare Adriatico dandoci la velocità del loro percorso per ogni ora del giorno; e il Semilasso propose seriamente di servirsene per mandare a destinazione le lettere.

Durante il periodo nel quale fu in auge la teoria nettunica, si attribuì loro efficacia sempre maggiore, specialmente per ciò che riguarda l'erosione. Emanuele Kant fe' dipendere da esse la forma e la fisionomia delle coste; dal loro frangere contro il lato orientale del Continente, le molte isole che lo fiancheggiano; dalla loro influenza la forma a punta delle tre parti di mondo a mezzogiorno dell'Equatore. Più oltre ancora andò il Delamethrie

(1) Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde und des Geographischen Instituts an der Universität Berlin, herausgegeben von deren Direktor Ferdinand Frhr. v. Richthofen. Heft 8, Februar 1906. Berlin, E. S. Mittler u. Sohn Königliche Hofbuchhandlung.

(2) Nella ricca bibliografia pubblicata in appendice sono elencate ben 311 opere relative all'argomento.

per cui un gran numero di forme terrestri verticali sono dovute alle correnti marine che solcano le pianure e vi scavano le valli. L'ipotesi che le Indie occidentali, data la loro disposizione longitudinale rispetto al continente americano, siano state separate dal medesimo mediante la corrente delle Antille e poi divise in più isole, Alessandro v. Humboldt trovò conforme ai fondamenti della geologia positiva.

Così le correnti rappresentarono una parte molto importante nelle dottrine geologiche fino alla metà del secolo XIX. Il Lyell che attribuiva loro un'efficacia pari a quella dei fiumi, e il de la Bèche dedicarono ad esse lunghe trattazioni nelle proprie opere. Similmente il Delesse spiegò mediante le correnti l'erosione ed il trasporto, dicendo ch'esse trascinano le sabbie minute e le depositano dove la loro velocità diminuisce o si riduce a niente. E siccome il limo impiega un certo tempo per precipitare nell'acqua, frattanto ha modo di essere trasportato a una certa distanza. Gustavo Bischoff dopo aver parlato degli accumuli di sabbia e limo in vicinanza dei grandi fiumi dice che si concepisce come lontano dalle foci fluviali vi possano essere delle formazioni di rocce arenacee ove si pensi alle correnti, trovando un decisivo esempio di ciò nella corrente del Mediterraneo. L'Agassiz dichiarò che la Florida, di origine recente, fu fabbricata dai coralli su un basso fondo, dovuto al materiale accumulatovi dalla Gulf-Stream che all'uscita dallo stretto di Florida diminuisce di velocità. Il Klöden credette di aver trovato nella corrente adriatica la causa della ripidità delle coste dalmate, poichè la corrente, essendo qui deviata dalla linea retta, urta nella costa, lungo la quale l'acqua scorrendo fra gli interspazi degli strati, li erode col tempo in modo che viene ad essi sottratto il fondamento e così avvengono gli scoscendimenti.

Nella tecnica idraulica fu specialmente il Paleocapa che difese con gran forza l'ipotesi del Montanari, sostenendo che le correnti hanno un'azione bensì lenta e debole, ma ininterrotta e continua. Contro lui sorsero il Cialdi, il Brighenti e molti altri che negarono ogni azione decisiva delle correnti sull'assetto delle coste. Del resto già da oltre un decennio prima era nata la reazione contro la teoria montanaristica, essendo stato rilevato che le correnti non hanno la continuità che si supponeva, ma sono soggette ad oscillazioni nella loro velocità, larghezza, estensione e potenza. Tale nuovo indirizzo di idee è dovuto all'Emy che fondò la teoria delle onde di fondo le quali si formano per lo scorrere delle acque sui fondi bassi, così da imprimere alle singole particelle un movimento progressivo: esse hanno quindi una gran forza di trasporto e l'Emy attribuisce loro la causa principale degli insabbiamenti. Prima però ancora dell'Emy la teoria del Montanari era stata combattuta dal Tadini che l'aveva chiamata un segno di innocua insipienza, senza però sapere che cosa sostituirle. (1)

1) Veramente, per quanto a me consta, già lo Zondrini, prima ancora del Tadini, sostenne non doversi attribuire soverchia importanza al *moto radente* del Montanari causa la sua debole velocità e languida forza « potendosi assai bene e naturalmente spiegare i fenomeni tutti o dei banchi e delle direzioni delle foci dei porti o dei fiumi col solo predominio dei venti in queste marittime parti »; e dopo esso il Fazio dichiarava che non riusciva a persuadersi come una corrente così poco veloce, per molti secoli neppure sospettata, potesse avere virtù di sollevare e trasportare copia di sabbie così da

Ma il paladino della nuova teoria fu il Cialdi che dopo il 1853 non ismise di combattere la dottrina del Montanari e propugnò con successo le idee dell'Emy negando il trasporto dei materiali di sedimento per mezzo delle correnti colla stessa forza con cui prima era stata sostenuta, ammettendo che le medesime possano solo esercitare una qualche azione sulle piccole e pulverulente particelle d'argilla e dimostrando che dal moto ondoso dipende ogni assetto lungo le coste⁽¹⁾.

Tali idee vennero più tardi propugnate da molti anche sotto il rispetto geografico. Così il Pechuel-Lösche nel 1886 attribuiva l'alluvionamento e le formazioni litoranee lungo le coste dell'Africa occidentale intertropicale, non alla corrente costiera, ma unicamente al frangere delle onde frequenti e forti in quei paraggi. Anche il Philippson dimostrò che le onde sono unica causa del trasporto del materiale di sedimento il quale migra sempre nella direzione del vento dominante. Alla stessa conclusione arrivarono il Weule, il Krümmel e molti altri ed insieme un'intera serie di idrotecnici, come ad esempio nella sua nuova opera il Shield.

Tuttavia alcuni scienziati conservano ancora l'opinione che alle correnti venga riservato il ben determinato ufficio di trasportare le particelle galleggianti nell'acqua e che quindi anch'esse abbiano parte nella formazione delle coste. Questo affermarono tra altri, l'Andrews, il Gilbert, il v. Richtofen, il Penck, il Fischer, il de Lapparent e più recentemente il Gulliver. Anche le due recentissime opere idrauliche del Hagen e del Sonne-Franzius considerano le correnti come fattori geologici importanti.

Contro il Gulliver sorse il Tarr alle cui conclusioni pervenne pure il Wilson; e tra i nostri il Rovereto, autore del primo lavoro d'assieme sulle coste, negò ogni influenza alle correnti⁽²⁾. Al contrario il Nansen e lo Schott entrambi attribuirono ad esse una ben determinata funzione geomorfologica.

Già nel 1888 l'americano Haupt aveva formulato un'ipotesi che sollevò forti discussioni. Egli considerò le correnti di marea « floodcomponent » come i principali fattori della formazione delle barre e attribuì alle onde un'azione solo subordinata. La teoria del moto ondoso, secondo la sua opinione, non può diventar generale perchè non riesce a spiegare un gran numero di esempi. Essa fu accettata così generalmente perchè all'osservatore si rendono subito visibili gli effetti delle tempeste, mentre quelli delle correnti prolungate possono essere apprezzati solo dopo molto

riempire i porti che trova sul suo cammino. Quanto al Brighenti in molti dei suoi scritti dichiarò doversi guardare piuttosto alla direzione del moto burrascoso del mare che alla corrente del Montanari per spiegare la direzione delle foci dei fiumi. Nel 1842 il Paoli asseriva che « i depositi dei sedimenti dei fiumi seguono perfettamente l'azione dei venti e dei frangenti anzichè quella del moto ondoso cui certamente fu attribuita un'influenza che i fatti non confermano ».

(1) L'opera più importante presso di noi su questo argomento è però quella del Cornaglia: *Sul regime delle spiagge e sulla regolazione dei porti*, pag. 155. Torino, 1891.

(2) *Geomorfologia delle coste, ossia appunti per spiegare la genesi delle forme costiere*. Genova, tipogr. di Angelo Ciminago, 1903. Riporto quanto esso scrive a pag. 22: « dal moto ondoso dipende ogni assetto lungo le coste dei materiali mobili e le correnti litoranee hanno una potenza limitatissima ». L'Issel (*Saggio di un nuovo ordinamento sistematico degli alvei e delle rive marine*, Genova, Ciminago, 1905, pag. 13) parlando di quest'opera la dice assai notevole per l'originalità delle vedute e per la copia di nuove osservazioni compiute principalmente nella regione ligure.

tempo. L'Haupt reca in prova di ciò l'esempio della Long-Island, sulla cui costa settentrionale il materiale migra verso ovest, sulla meridionale verso est; e del lago Michigan dove a ponente, a mezzogiorno di Milwaukee, il movimento di trasporto è verso sud, a settentrione è verso nord. Così nella Great-Southern-Bay del Golfo del Messico le sabbie sono spinte verso sud-ovest, mentre il vento principale è in direzione contraria. All'Haupt fu obiettato che le sue osservazioni erano esclusivamente teoriche, non confortate da osservazioni di fatto: al che egli rispose recando gli esempi che abbiamo sopra ricordato.

L'A. viene quindi a parlare delle obiezioni teoretiche contro l'attività morfologica delle correnti marine: alle quali i sostenitori della teoria del moto ondoso negano, a motivo della loro costituzione e delle circostanze tra cui si sviluppano, il potere di trasportare qualsiasi materiale all'infuori della più minuta torbida dei fiumi.

Il Pechuel-Lösche così ne spiega il movimento. Esso è affatto diverso da quello dei fiumi. Le acque di questi scorrono verso luoghi sempre più bassi, hanno quindi una caduta; urtano contro i mutamenti di direzione, subiscono ritardi per l'attrito contro le pareti e sopra il fondo e ne risulta un movimento a vortice per cui acquistano forza di trasportare i materiali in esse sospesi. Nelle correnti marine invece nessuna caduta, nessun letto solido, nessun attrito contro corpi rigidi che oppongano resistenza: quindi nessun turbinio delle particelle d'acqua.

Ma se le premesse sono vere, la deduzione che le particelle d'acqua nelle correnti marine rimangono in relativa quiete, è alquanto precipitata. Poichè è da por mente che la velocità delle correnti non è eguale dappertutto: maggiore negli strati superficiali che nei profondi, più grande nel mezzo che sugli orli. Quindi anche nelle correnti esistono differenze, sia pure più piccole, nella velocità di movimento delle singole particelle d'acqua secondo il posto che occupano.

Pechuel-Lösche va più innanzi ancora. Egli afferma che le correnti marine sono a troppa distanza dalla costa perchè possano esercitare qualsiasi influenza sulla conformazione delle medesime. Dalla corrente del mare Adriatico secondo il grande Portolano del Marieni i battelli hanno vantaggio se veleggiano a km. 4-5 dalla spiaggia. Tale distanza però varia col variare della configurazione orizzontale delle coste stesse e secondo ci si trova davanti a una sporgenza o ad un golfo di più o meno grande apertura, dove le particelle d'acqua possono non essere in assoluta quiete fino a 18 km. dalla spiaggia.

I fiumi frattanto trasportano i loro sedimenti molto innanzi nel mare, poichè avendo le acque dolci un minor peso specifico delle salate, galleggiano sopra le medesime estendendosi in forma di cono assai piano e confondendosi con esse solo dopo lungo tempo e a grande distanza (Penck). Il Davy trovò che presso Georgetown appena a circa 80 miglia marine dalla foce di un fiume le acque del mare riacquistano il colore azzurro che è loro proprio.

Il Lorenz ha fatto osservazioni molto esatte sulle coste adriatiche settentrionali circa la dipendenza della forma del cono d'acqua dolce dalla

grandezza del profilo trasversale, dalla quantità d'acqua e dalla velocità dei fiumi, dimostrando come la lunghezza del medesimo sia determinabile solo mediante il profilo trasversale, col quale presenta una relazione costante, mentre l'influenza della quantità d'acqua e della velocità sono eliminate dalle forze del mare già a poca distanza dalla costa.

Il profilo acqueo trasversale dell'Adige egli calcola sia di mq. 273.6, l'estensione dalle acque salate sottostanti di km. 11.780, senza tener conto di una striscia della lunghezza di km. 2.28 sulla quale il peso specifico oscilla fra 1.020 e 1.027. Siccome il Tagliamento e l'Isonzo hanno foci di larghezza eguale a quella dell'Adige, ma che mostrano doppia profondità, così l'acqua dolce deve esercitare qui la sua influenza a una distanza, teoricamente quattro volte maggiore. Ma non occorre nemmeno supporre una distanza così rilevante perchè la corrente adriatica si sviluppa, come si disse, a circa 5.4 km. dalla costa. La conclusione dovrebbe essere che i sedimenti più fini trasportati dai fiumi arrivino molto facilmente fino al dominio di detta corrente.

Un fatto tuttavia al quale nella discussione circa la attitudine o meno al trasporto alle correnti si attribuì gran peso, era l'osservazione che i sedimenti nell'acque salate precipitano assai più rapidamente che in quelle dolci. A prima vista, dato il maggior peso specifico è il più grande attrito interno delle acque salate, dovrebbe sembrare il contrario. Ma un'intera serie di esperimenti fatti in Europa e in America, intorno ai quali possediamo un'assai ricca letteratura (Schloesing, Waldie, Hunt, Durham, Ramsay, Skey, Robertson, Brewer, Barus, Thoulet, ecc.) che interessa un gran numero di scienze, la Fisica, la Chimica, la Geologia, la Geografia, l'Idraulica, provano che è proprio così: che cioè il precipitare dei sedimenti fini nelle acque marine è tanto più rapido quanto quelle son maggiormente salate, aumentando inoltre col crescere della temperatura la quale ne fa diminuire la viscosità.

Tuttavia dal complesso degli studi fatti si ricava che, se l'acqua salata può esercitare un acceleramento della precipitazione dei materiali più fini, come dimostrano le tabelle del Wheeler, questo non è però così grande come finora si ammetteva, nè al fatto va attribuita una esagerata importanza.

Finalmente fu accennato ad un'ultima circostanza che rende le correnti marine poco atte a trasportare i sedimenti: e questa è la loro debole velocità, almeno per quanto riguarda le correnti locali. Infatti è noto come le grandi correnti oceaniche a volta possiedano velocità considerevoli; ad es. la Gulf-Stream all'uscita dallo stretto di Florida percorre tre miglia marittime all'ora, ossia non meno di m. 1.5 al minuto secondo. Secondo i dati del Marieni, a cui molti si riferirono anche più tardi, la corrente adriatica lungo la costa veneziana percorre da 3 a 4 miglia in 24 ore, ossia circa 6-8 cm. al minuto secondo. Eguali cifre ci danno il Montanari e il Prina. Questa velocità è del resto soggetta a oscillazioni significanti: se il vento è favorevole, se cioè soffia la Bora, nel golfo di Venezia arriva anche a un miglio marino all'ora.

Or già da molto tempo furono fatte numerose osservazioni e ricerche

intorno all'attitudine al trasporto delle acque colla velocità necessarie per spingere innanzi limo e particelle di sabbie di determinata grandezza. L'A. ricorda gli esperimenti di Buat che valendosi di un truogolo di legno collocò sul fondo di esso varie sostanze e lo inclinò finchè il materiale si mise in movimento. Recentissimi esperimenti fece pure Vernón - Harcourt, secondo cui il limo e l'argilla sono trasportati da una velocità di m. 0.075-0.15 al secondo, la sabbia di m. 0.20.

La corrente del mare Adriatico si move colla velocità di 8 c.m al minuto secondo; ma siccome tale velocità diminuisce colla profondità, la velocità media si può supporre di circa 4 cm. Il limo che il Reno porta nel mare possiede, secondo Vernón-Harcourt, una velocità di precipitazione di 0.2 mm. al secondo. Ci vogliono quindi 14 ore perchè le particelle si abbassino di 10 m. che è la profondità media del mare sulla costa veneziana. Nello stesso tempo la corrente compie un cammino di 2 Km. Ma, cadute le particelle sul fondo, non rimangono ferme, bensì sono afferrate dalle onde e portate via nuovamente dalla corrente.

La velocità di una corrente è in ragione inversa del suo profilo trasversale, quindi dove si restringe, quella aumenta notevolmente. In tal caso la corrente può anche spazzar via dal fondo del mare il materiale più minuto. Così per es. lo stretto di Florida alla profondità di 150-160 m. è coperto di sabbia, mentre il limo più sottile manca del tutto, asportato, secondo il Verrill, dalla corrente.

Ma la tesi che le correnti marine siano atte al trasporto dei sedimenti fini, trova un'altra conferma nella stessa regione costiera alluvionale dell'Adriatico settentrionale che fu campo agli studi dell'Autore. Le perforazioni del suolo per le costruzioni di pozzi provarono che il medesimo, formato in gran parte di depositi argillosi, è di sicura origine marina. Le acque artesiane di Grado contengono una grande quantità di cloruro e in quasi tutti gli orizzonti delle varie profondità si trova una fauna marina, specialmente di molluschi.

Qualora si desse importanza esclusivamente al moto ondoso, due cose qui non risulterebbero chiare. Le particelle d'argilla, essendo spinte, come si disse, molto innanzi nel mare, non si comprenderebbe come possano rimanere nel dominio delle onde battenti la cui azione si spiega lungo la scarpa di costa. Inoltre la costa istriana non presenta nessun ammasso di siffatti depositi ed i porti di Trieste e di Pola, antichi assai, non vanno soggetti ad insabbiamenti, al contrario di quelli della sponda opposta, nonostante i lavori onde si cerca di proteggerli da secoli. Che ivi abbia luogo un trascinamento di materie da nord a sud, lo dimostra anche l'esame delle sabbie costiere. Quelle del lido di Venezia, secondo l'Artini, sono calcaree e quindi provenienti dal Brenta e dal Bacchiglione e forse da fiumi più settentrionali, poichè anche le dune di Grado sono formate da sabbie specialmente calcaree. I sedimenti del Po sono spinti invece verso mezzogiorno, come l'Artini stesso provò studiando la spiaggia tra Pesaro e Grottamare, mentre il Ricciardi prima ancora dimostrava che le sabbie minaccianti il porto di Bari sono provenienti in assai maggiore misura dal Po che dall'Adige.

Si deve perciò ammettere una forza che impedisca le deposizioni dei materiali sulla costa orientale e li spinga tutti in una determinata direzione: forza che per noi è nella corrente marina la quale, mentre i detriti più grossi soggiacciono all'azione delle onde, influisce sui più fini, di cui specialmente sono costituiti questi terreni alluvionali. È vero che il Pechuel-Lösche negò alle sostanze argillose le quali entrano nel dominio delle correnti, qualsiasi partecipazione nella formazione dei lidi, ma dalle analisi del Merrill risultò che le particelle di limo e di argilla costituiscono dai $\frac{2}{3}$ ai $\frac{3}{4}$ delle sostanze inorganiche del suolo alluvionale.

Della corrente adriatica la prima importante descrizione fece il Montanari, se pure non fu primo ad osservarla. Per la navigazione però era utilizzata già da parecchi secoli ed anche oggi ne approfittano i legni che veleggiano fra Venezia e Trieste. Le migliori ricerche intorno ad essa si devono al Wolf ed al Luksch che studiarono le condizioni fisiche dell'Adriatico tra il 1874 ed il 1880. Essi tuttavia non pervennero ad alcun risultato colla indagine diretta: cercarono riuscirvi indirettamente mediante osservazioni di temperatura, salinità e pressione atmosferica. Dalla corrente che lambisce la costa orientale si stacca un primo ramo presso la linea Lagosa-Pelagosa ripiegando in direzione di Monte-Gargano: un altro all'altezza di Capo Promontore, che pure si dirige verso occidente; mentre il resto prosegue girando intorno al letto settentrionale dell'Adriatico. Notevoli le relazioni fra i fenomeni correntizi e la conformazione del fondo marino, sul quale solo in vicinanza delle due anzidette linee, Meleda-Monte Gargano e Lussin-Rimini si avvertono due rigonfiamenti o intumescenze subacquee. Questa corrente può alla superficie essere arrestata dai venti contrari, ma non mai deviata dalla sua direzione.

L'A. studia quindi le condizioni dei venti nell'Adriatico settentrionale, basandosi sui dati del Fischer e del Supan. Risulta che quelli di N. e N.E. sono i dominanti e i più forti, circostanza di cui si fanno un caval di battaglia i sostenitori della teoria del moto ondoso. Egli però, analizzando i dati relativi ai singoli mesi, trovò che in generale non sono costanti, ma grandemente variabili, soprattutto nel Golfo di Venezia e che, anzi, nella stagione estiva, quantunque più deboli, prevalgono non i venti di settentrione, ma quelli di mezzogiorno.

Ora è di capitale importanza il fatto che proprio durante i mesi estivi i fiumi di questa regione trascinano al mare la massima quantità di sedimenti. Di essi specialmente l'Isonzo, il Tagliamento, il Piave e la Brenta sono molto lavoratori. La loro forza di trasporto più che colla velocità è in relazione colla portata, in maniera che, sebbene il fenomeno non succeda sempre uniformemente, raddoppiando questa, quella diventa maggiore più che del doppio.

Sulla costa adriatica settentrionale non abbiamo osservazioni relative alla distribuzione, secondo le stagioni, del materiale di trasporto dei fiumi, ove si eccettuino i dati dell'«Hydrographisches Central-Bureau» di Vienna per l'Isonzo e gli alti corsi del Piave e della Brenta, che sono in territorio austriaco: da questi tuttavia possiamo per analogia argomentare anche agli altri. Ne risulta che la loro massima portata è nei mesi estivi.

Ciò non deve far meraviglia ove si pensi che sulle alte montagne le precipitazioni abbondano precisamente in quest'epoca: mentre Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta nascono complessivamente a un'altezza superiore ai 2000 metri: fatto questo che si rileva anche rispetto all'Adda il quale si trova nelle medesime circostanze di portata.

Si aggiunga che i fiumi delle alte montagne sono alimentati dai ghiacciai il cui massimo sgelo è nei mesi estivi e i quali contribuiscono ad aumentarne grandemente il materiale di trasporto. Nei bacini del Piave, Brenta e Bacchiglione ve n'è parecchi: essi quindi per questa ragione trasportano la massima quantità d'acqua e insieme di detriti durante la stagione estiva. Senonchè, mentre la corrente adriatica si move sempre nella medesima direzione da N. a S., durante l'estate i venti dell'Adriatico settentrionale sono, come vedemmo, incostanti e variabili, con prevalenza di quelli provenienti da mezzogiorno. Se ne inferisce che il trasporto dei sedimenti verso sud è dovuto non ad essi, bensì alla corrente. Nè vale l'obiezione che i detriti fluviali potrebbero depositarsi in estate alle foci dei fiumi ed essere poi trasportati d'inverno, mentre spirano i venti di N. o N.E., poichè nessuna conoscenza si ha di simili temporanei accumulamenti in vicinanza delle foci stesse.

L'A. finalmente a conforto della sua tesi cita l'esempio della costa mediterranea francese che presenta molte analogie con quella dell'Adriatico settentrionale, anch'essa lambita da una corrente della velocità di chilometri 5.5-7.5 all'ora e che mette in movimento le acque fino alla profondità di 100 metri; anche ivi in estate i venti spirando in direzione contraria alla corrente stessa a cui perciò già il Pouget, più che cent'anni fa, attribuì in gran parte la costruzione delle terre alluvionali della Francia meridionale. Altri esempi ancora potrebbe egli arrecare, avvertendo però che spesso è difficile fare la netta distinzione tra l'efficacia esercitata dalle correnti e quella dovuta alle onde.

Concludendo, le correnti possiedono una forza, piccola bensì, ma continua, e che lavora su grande scala, agendo sempre nella medesima direzione, trasportando il materiale più fino, lasciando all'attività delle onde il più grossolano: azione la quale pel modo onde si svolge, viene avvertita soltanto dagli effetti che produce. Quindi, dove le correnti hanno luogo in vicinanza di coste alle quali scendono fiumi ricchi di sedimenti, come i nostri venetoalpini, ivi ben possono cooperare efficacemente alla formazione di nuove terre.

Le forze che influiscono comunque sul trasporto e sul deposito di sabbie e limo, sono numerose e molteplici, nè è lecito favorire un solo fattore trascurando tutti gli altri.

VITA DEL CIRCOLO.

Seduta del Consiglio direttivo. — Nella seduta del giorno 20 gennaio u. s. il Consiglio direttivo deliberava: 1. di pubblicare un manuale di Speleologia, la cui necessità è vivamente sentita in Italia,

affidandone la compilazione per le varie parti a parecchi fra i più competenti dei soci; 2. di promuovere verso la fine d'aprile una carovana scolastica tra gli studenti delle scuole medie superiori a una delle più interessanti grotte della regione friulana; 3. di non trascurare nessun mezzo perchè nella ventura estate sia condotta definitivamente a termine l'esplorazione delle voragini del Cansiglio e specialmente della *Busa de la lume*; 4. di completare l'esplorazione scientifica dell'altipiano carsico del Benardia; 5. di spingere alacremente innanzi i progettati studi intorno alla laguna di Marano.

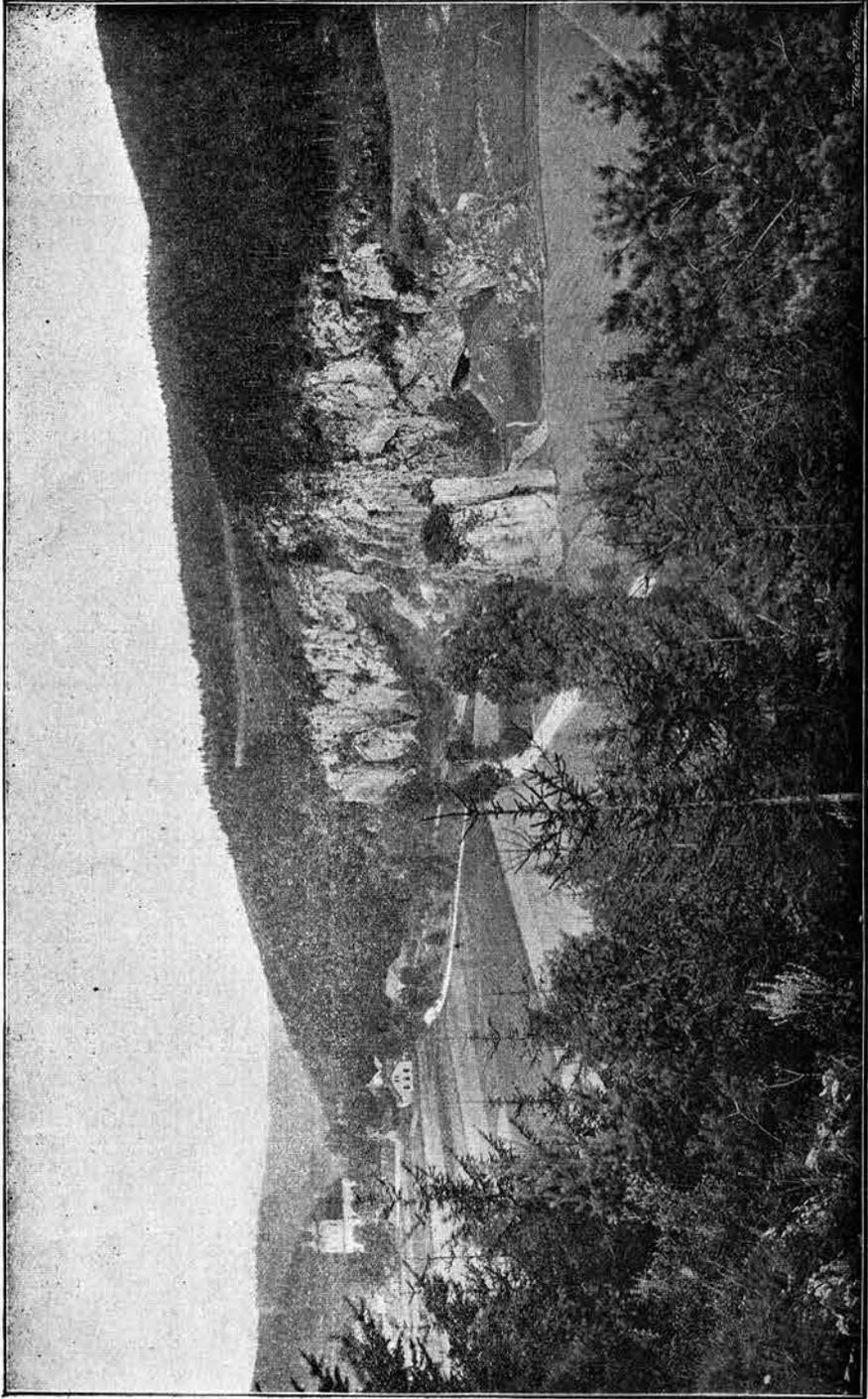
Assemblea generale dei soci. — Ebbe luogo il 12 dello scorso mese di febbraio. Il presidente prof. Musoni riferì intorno all'attività del Sodalizio durante l'anno 1905; espose il programma dei lavori per l'anno 1906; quindi con affettuose parole commemorò il compianto prof. cav. **Giovanni Nallino**, docente di chimica presso il nostro R.^o Istituto tecnico, Direttore della R.^a Stazione Agraria e dottore aggregato della R.^a Università di Torino, mancato ai vivi il 15 gennaio u. s. Il Nallino, oltre ad essere stato uno dei soci fondatori della Società Alpina Friulana insieme a Giovanni Marinelli, consigliere di essa dall'epoca della sua fondazione in poi, e Vice-presidente per oltre un decennio, fu pure uno dei soci fondatori del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, poi Presidente durante gli anni 1900-01, infine Consigliere per parecchi anni. Alla desolata famiglia che ne piange inconsolabilmente l'irreparabile perdita e in particolar modo al figlio Carlo Alfonso, professore alla R.^a Università di Palermo, il Presidente mandava a nome del Circolo l'espressione delle condoglianze più vive e sincere.

Si passò quindi alla discussione del bilancio preventivo per l'anno 1906, il quale venne approvato nella somma di L. 2973.

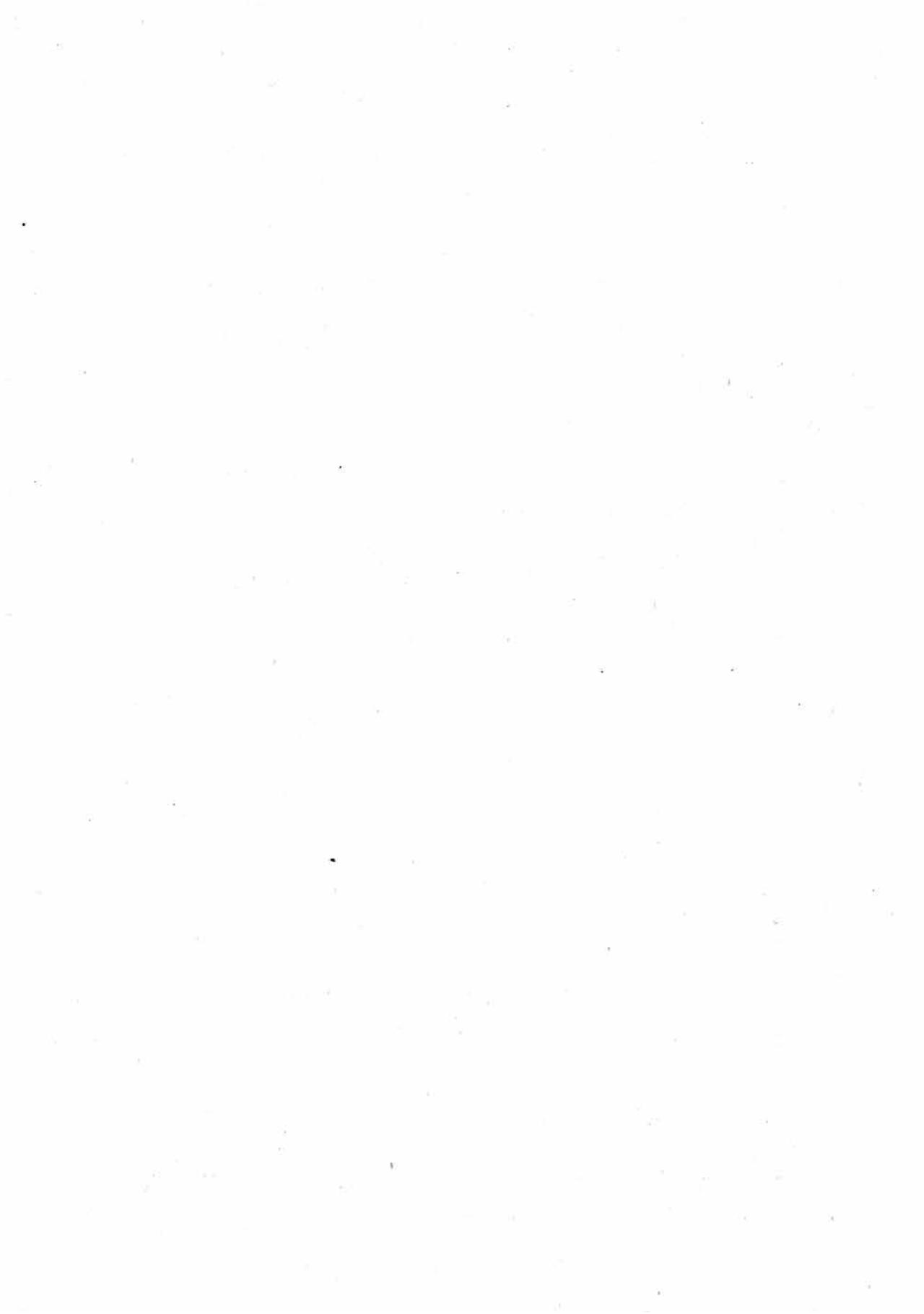
Da ultimo, procedutosi all'elezione delle cariche sociali, l'intero Consiglio Direttivo fu riletto ad unanimità.

Trovamenti archeologici nella laguna di Marano. — Importanti per lo studio della laguna di Marano sono alcuni trovamenti fatti nell'isola dei Bioni (ora depositati presso la sede del Circolo) consistenti in frammenti marmorei, ceramiche, laterizi, bronzi, monete, ossa umane; ed appartenenti parte ad epoca romana, parte in caratteri stilistici tra il bizantino ed il lombardo, probabilmente di un'epoca di poco anteriore al mille. Tali trovamenti offrono una nuova prova dell'abbassarsi e graduale scomparire di isole e terre della laguna e del lido di Marano, fatto che non può essere messo in dubbio qualunque sia la causa da cui dipende (bradisismo di abbassamento, costipazione di materie alluvionali, ecc.) E in vero l'isola dove i predetti trovamenti furono raccolti, durante l'alta marea è quasi interamente coperta dalle acque; come pure in altri luoghi della laguna furono segnalate tracce di costruzioni sotto il livello ordinario delle acque. Ulteriori ricerche fatte mediante scavi sistematici e ben diretti molto probabilmente fornirebbero nuovi utili contributi per l'illustrazione non solo storica ed archeologica, ma anche geofisica della regione.

F. M.



La valle di Sloup (Moravia) vista da S. O.



Esplorazione di alcune grotte del Bernadia.

— Il giorno 11 del febbraio scorso, i soci Lino Antonini, Giuseppe Antonini e Renzo Cosattini esplorarono la voragine Bog-vari sull'altipiano carsico del Bernadia in quel di Tarcento. Detta voragine si apre con una stretta bocca accanto alla vecchia strada che da Torlano conduce a Chialminis sul fianco orientale della valletta Dobice nella località chiamata Ta-pot-celan (sotto il dirupo). È profonda m. 11, larga m. 7 in direzione NW-SE., m. 5 in direzione NE-SW. ed ha il fondo ricoperto di detriti: fondo sul quale si avverte una piccola apertura in via di chiudersi, con parecchie stalagmiti incipienti.

Nello stesso giorno a poca distanza da Chialminis venne esplorata, pure dai predetti Signori, un'altra grotta di assai maggiore importanza, detta in slov. Ta-pot-korito (sotto il truogolo), che fino a 34 m. di profondità si presenta facilmente accessibile, poi si restringe dividendosi in parecchi cunicoli. In essa v'è un ruscello che nasce 200 m. più a monte, dalla sorgente detta « il Laip » in friul., « Korito » in slov. (truogolo): ruscello che dopo breve percorso, anziché seguire il proprio letto superficiale, penetra nel sottosuolo e ricomparisce quindi nella grotta in discorso per la quale scorre nella direzione dell'altra celebre grotta di Villanova. L'Antonini ritiene vada a formare il ruscello da cui questa stessa ultima grotta è attraversata e il quale, anziché nel vicino Cornappo, defluirebbe con lungo giro sotterraneo nel letto del Torre sul versante opposto della montagna. È questo un interessante problema di idrografia che potrebbe essere risolto misurando le differenze di livello fra le due grotte e mediante la colorazione delle acque.

F. M.

NOTIZIE

Il prof. dott. K. Absolon, dell'Università ceca di Praga, ci promette alcuni importanti articoli che cominceremo a pubblicare nel prossimo numero. Egli frattanto continua a condurre innanzi la sua splendida pubblicazione sul Carso moravo di cui abbiamo parlato più volte e che è già alla VI dispensa. Torneremo, a suo tempo, ad occuparcene: per oggi siamo in grado di offrire ai lettori un piccolo saggio delle molte illustrazioni che l'opera dell'Absolon arricchiscono e fregiano. (V. pag. precedente).

Recensioni e annunci bibliografici.

CAPEDER L. — Alcune interessanti particolarità nei fenomeni della erosione e della deiezione dei dintorni di Sassari. — Boll. d. Soc. Geol. Ital., xxiv, 2, 1905, pag. 417-450, con 12 fig. — Descrizione accurata di molteplici fenomeni di terrazzamento, conche di erosione, catture e migrazioni di corsi d'acqua, tutti riferentesi alla più recente idrografia e accompagnati da numerose note dell' A. sulla loro origine e sui caratteri generali dei fenomeni stessi.

M. G.

LORENZI A. — **Le Lavie, torrenti che si perdono nella pianura pedemorenica del Friuli.** — Boll. d. Soc. Geol. Ital., xxiv, 2, 1905, pag. 704-709. — Studia i caratteri di otto torrentelli, i quali, originatisi dalla cerchia più esterna dell'anfiteatro morenico del Tagliamento, si perdono nella pianura dopo un breve corso (sempre inferiore a un chilometro), senza raggiungere la zona dei fontanili o risultive.
M. GORTANI.

ALZONA C. — **Brevi notizie sulle raccolte zoologiche nelle caverne.** — Boll. del Naturalista, xxiv-xxv, Siena 1904-05.

MAUCERI E. — **Luoghi romiti: Cave d'Ispica.** — Emporium, xxiii, 133, Bergamo 1906, pag. 76-80. Articolo accompagnato da 7 nitide fotografie.

PLATANIA G. — **Origine della Timpa della Scala. Contributo allo studio dei burroni vulcanici.** — Boll. d. Soc. Geol. Ital., xxiv, 2, 1905, pag. 451-469.

FERRARIS E. — **Le sorgenti del nucleo cambriano dell'Iglesiente.** — Resoc. di riunioni d. Ass. Miner. Sarda, ix, 4, Iglesias, 1904.

J. BRUNHES — **Nouvelle observation sur le rôle et l'action des tourbillons.** — « Le Globe », Org. d. Soc. de Géogr. de Genève, vol. XLIII, Mém., p. 95-124.

L'A. ha esteso le sue ricerche, già iniziate da tempo, sulla genesi delle caldaie dei giganti e l'azione dei vortici. Le regioni particolarmente considerate sono qui i Pirenei, le Alpi orientali e austriache, e la Turingia. L'A. dimostra come i movimenti vorticosi abbiano una parte importantissima nel lavoro delle acque sotterranee e in molti fenomeni erosivi. Osserva che il 90 per cento dei vortici (purchè non siano dovuti alla presenza di ostacoli emergenti) possiedono un moto sinistrorso, spiegabile con l'influenza della forza centrifuga composta.

Due appendici alla nota del Brunhes ci interessano in modo speciale, perchè si riferiscono a località italiane e sono dovute ad autori italiani. La prima è del prof. Senofonte Squinabol, che descrive una serie di marmitte scavate dalle cascate del Brenton (Prealpi Bellunesi); la seconda è del prof. Giorgio Dal Piaz, e riguarda gli effetti erosivi prodotti per mezzo di movimenti vorticosi dal Cordevole nelle molasse del suo letto.

M. GORTANI.

BOURCART E. — **L'eau des lacs alpins suisses.** — Arch. de Sc. phys. et nat. de Genève, 4, xvii, pag. 169-185.

È uno studio sulle proprietà fisiche e chimiche delle acque di otto laghi alpini svizzeri, scelti come tipi: lago Taney, scavato nel calcare, lago Champey nel granito, lago Nero in una formazione triasica ricca di solfati, ecc.
M. G.

SINCLAIR W. e FURLONG E. L. — **Euceratherium, a new ungulate from the Quaternary caves of California.** — Cal. Univ., Dept. Geol., Bull. III, 1904, pag. 411-418, con 2 tav.

È la descrizione di una specie di ovino appartenente a un nuovo genere: *Euceratherium collinum*. Se ne conosce un cranio completo, proveniente da una grotta quaternaria della Shasta county in California.

M. GORTANI

SCHULZ F. — *Geomorphologische Studien in den Ampezzaner Dolomiten.* — Estr. d. Geogr. Seminar der Univ., Erlangen, 1905, pag. 1-58, con 3 fig. e 8 tav.

L' A., generalizzando i risultati delle sue minute ricerche sui karren della Croda Rossa, prodotti principalmente dalle azioni atmosferiche e dai ghiacciai, ritiene la presenza di karren in regioni extraalpine come una prova di antica glaciazione. Notevoli le osservazioni sull'aspetto e la causa del particolare modellamento delle alte montagne dolomitiche; accurata la bibliografia.

M. GORTANI.

KATZER F. — *Bemerkungen zum Karstphänomen.* — Monatsber. Deut. Geol. Ges., 1905, n. 6, Briefl. Mitt., pag. 233-242.

L' A. si occupa successivamente: 1) delle « Schwemmlanddolinen », la cui formazione ritiene dipenda dalla presenza di un leggero strato argilloso e erboso sopra la roccia calcarea; 2) delle cosiddette doline sotterranee, di cui cita un bellissimo esempio nelle marne sottostanti alle ligniti di Banjaluka; 3) del livello delle acque carsiche, per il quale l' A. non trova esatte le recenti vedute del Grund.

M. GORTANI.

EGLI P. — *Beitrag zur Kenntniss der Höhlen in der Schweiz.* — Estr. d. Vierteljahrsschrift. Naturf. Ges. Zürich, 1905, pag. 1-84 e 5 tav.

DANES J. — *Úvodí Dolní Neretvy. Geomorfologická studie.* — Bibliot. d. Böhm. Ges. f. Erdk. in Prag, n. 4, 1905, pag. 1-108, con 18 tav. e 2 carte. — Notevoli specialmente le parti che riguardano i « Karstpoljen » di Imotski, Jezero e Jezerac, i quali sarebbero forme di erosione legate a processi tettonici, e non già zone di abbassamento esclusivamente tettoniche.

M. G.

MASKA K. J. — *Poznamky k diluviálním nálezum v jeskyních mladecských a stopam glaciálních na severovýchodní Morave.* — Casopis moravského musea zemského, v, Brunn, 1905. — L' A. ha rinvenuto nelle caverne presso Mladec ossa del diluviale recente, appartenenti a *Homo sapiens*, *Vulpes lagopus*, *V. vulgaris*, *Lepus variabilis*, *Lagomys pusillus*, *Cricetus frumentarius*, *Rangifer tarandus*, Bisonte, Alce, e *Corvus corax*.

M. GORTANI.

Procès-verbaux de la Soc. Belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol., XIX, 1-2, Bruxelles 1905.

D'ANDRIMONT R. — *L'allure des nappes aquifères contenues dans les terrains perméables en petit, baignés par la mer.* (Pag. 47-58).

DUBOIS E. — *Études sur les eaux souterraines des Pays-Bas. L'eau douce du sous-sol des Dunes et des Polders.* (Pag. 59-65).

D'ANDRIMONT R. — *Note préliminaire sur une nouvelle méthode pour étudier expérimentalement l'allure des nappes aquifères dans les terrains perméables en petit.* (Pag. 71-76). — L' A. ha riempito di sabbia un grande vaso di vetro, e vi ha versato successivamente una soluzione di bicromato potassico e acqua pura, dopo aver disposto dei granuli di permanganato lungo le pareti del vaso. Dai fenomeni osservati l' A. trae conclusioni sull'andamento delle falde freatiche che sono in relazione diretta con le acque marine.

