

Nuovi studi sulle frane e fenomeni affini in Italia.

Nota del socio prof. ROBERTO ALMAGIA

L'appello da me rivolto in occasione del Quinto Congresso geografico italiano (Napoli 1904) a geografi e geologi affinché portassero la loro attenzione sul fenomeno delle frane, (del quale la nostra Società Geografica aveva allora da poco intrapreso lo studio dal punto di vista geografico) e contribuissero a raccogliere materiali soprattutto nei riguardi della sua distribuzione (1) — appello ripetuto più tardi, nel 1906, al Congresso dei Naturalisti italiani adunatosi in Milano (2) — ha bensì giovato, se non m'inganna l'amore per questo argomento, a richiamare un pò più l'attenzione degli studiosi su un fenomeno così diffuso nella nostra penisola, ma non ha in complesso portato quei frutti che io avrei sperato e desiderato dall'interessamento di geografi e geologi italiani. Infatti negli ultimi due o tre anni, mentre la Società Geografica pubblicava una prima parte degli studi geografici sulle frane, da me redatta in base ai materiali raccolti e riguardante l'Appennino settentrionale e il Preappennino toscoromano (3), pochissime altre pubblicazioni di carattere scientifico venivano alla luce su questo argomento. Tralasciando quelle che si volgono allo studio di un solo caso o di un avvenimento isolato, giova dire qualche parola di alcune che possono presentare, anche dal lato geografico, un interesse più generale.

(1) ALMAGIA R. *Per uno studio sistematico sulla distribuzione delle frane in Italia*; in «Atti del V Congr. Geogr. Ital.», Napoli, 1905, Vol. II, pp. 230-34.

(2) ALMAGIA R. *Le frane e le piccole alterazioni della crosta terrestre*; in «Atti del Congr. dei Naturalisti ital.», Milano, 1906, pp. 278-92.

(3) Forma il vol. XIII delle *Memorie della Soc. Geogr. Ital.* Roma, 1907.

Il dott. G. De Alessandri ha pubblicato un notevole studio sulle frane dei dintorni di Acqui (1). La parte montuosa a S. di questa città presso le Terme e in specie la massa in parte scoscesa di M. Stregone — formata da banchi potenti di marne grigio-azzurrastre alternanti con straterelli e banchi di arenaria compatta (miocene inf. e oligocene sup. secondo l'A.) — è teatro di frane sin da epoca preistorica. Di esse l'A. fa diligente rassegna, cominciando da quelle antiche sui fianchi N. e E. del monte e in val Ravanasca, di cui si conservano vaghi e paurosi ricordi, e menzionando in seguito la grande frana del 1679 (31 marzo) che seppellì gli edifici termali e spostò le stesse fonti, poi le più recenti del 1876, della primavera 1902, del 1905 e finalmente l'ultima del 6 aprile 1907 sul fianco N E del monte, in regione limitrofa a quella devastata nel 1876. Quasi tutti gli scoscendimenti hanno il carattere di scivolamenti di materiali resi viscidi dalle acque d'infiltrazione, e ripetono la loro causa da piogge eccezionali o da copioso scioglimento di nevi come l'A. dimostra con varie testimonianze e raffronti: ricorda così anche le frane avvenute nel 1902, durante l'eccezionale periodo di piogge primaverili, nelle colline tra Acqui, Melazzo e Ponti (la maggiore in regione Canaretta presso il Colle Montecrescente in territorio di Melazzo) e quelle del marzo 1904 e maggio 1905 nelle argille quaternarie dei dintorni di Bistagno (2).

Dopo aver segnalato alcune plaghe che presentano imminente il pericolo di nuovi franamenti, l'A. termina accennando ai possibili rimedi, e, mostrato come sia difficile e forse poco proficuo in queste regioni il rimboschimento, propugna il sistema del prosciugamento delle zone franose con opportune opere di fognatura.

Il senatore prof. Capellini ha raccolto le sue osservazioni, già parzialmente pubblicate altrove, sull'influenza dell'abrasione ma-

(1) DE ALESSANDRI G. *Le frane dei dintorni di Acqui*; in «Atti della Soc. ital. di Sc. Natur.» Vol. XLVI, 1907, pp. 58-72. È un lavoretto veramente importante dal punto di vista geografico, cui manca solo il complemento di una cartina rappresentante l'area e la situazione delle numerose frane ricordate dall'A. Per orientarsi confrontisi il quadrante 82 IV (Ovada).

(2) Queste notizie confermano e in parte rettificano o completano quelle che si leggono a pag. 60 e segg. del mio volume. Sulle piogge primaverili degli anni 1902 e 1904 cfr. pagg. 256 e segg.

rina nella produzione di scoscendimenti sulle coste erte, calcareo-dolomitiche, del Tino, di Palmaria e dell'estrema punta di Portovenere (1). Tali osservazioni e le conclusioni che se ne deducono sono specialmente degne di menzione come primo saggio di indagini intorno all'importanza che hanno l'azione distruggitrice del mare e le frane litoranee sulla morfologia delle coste (configurazione orizzontale e profilo), argomento assai poco considerato, e, come da altri fu già notato (2), molto degno di attenzione. Il Girard lo ha studiato recentemente sulla costa francese a *falaises* della Manica (3); in Italia, oltre il litorale ligure — pel quale abbiamo già alcuni buoni elementi di studio — parecchie altre località potrebbero formare oggetto di osservazioni, come ad esempio l'erta costa dolomitica della penisola sorrentina, dove gli scoscendimenti sono molto frequenti (4), il litorale tirreno della Calabria nei dintorni del C. Vaticano e di Scilla, vari punti della costa adriatica da Ancona al Tronto, ecc. (5).

Un altro argomento di notevole interesse, quello degli scoscendimenti e avvallamenti sulle rive dei laghi, tocca l'ing. F. Salmoiraghi in un suo lucido scritto che trae origine dal disastro avvenuto il 3-4 marzo 1906 a Tavernola sul lago d'Iseo (6).

(1) CAPELLINI G. *L'azione distruggitrice del mare sulla costa dirupata dell'Arpaja a Porto Venere e nelle isole vicine*; in « Mem. della R. Accad. delle Sc. dell'Istit. di Bologna », Serie VI, tomo III, 1906, pp. 203-16 e 5 tavole. Due memorie dello stesso autore sull'argomento avevano già visto la luce nei Rendiconti della R. Accad. dei Lincei, 1900 e 1906 (Cfr. pag. 183-184 del mio volume).

(2) F. BRAUN G. *Ueber die Entstehung der Rückenformen und die morphol. Bedeutung der Bodenbewegungen*. « Geogr. Zeitschrift ». 1907, pag. 652.

(3) GIRARD J. *Les falaises de la Manche*. Paris. Leroux 1907. Cf. l'interessante resoconto di CH. RABOT in « La Géographie », 1908, pp. 45-52.

(4) Vedi il cenno che ne ho dato nella mia comunicazione preliminare al VI Congr. geografico italiano (Venezia 1907) *Studi sistematici sulla distribuzione delle frane ecc.* pag. 16 (estr.)

(5) Nel volume I dei miei *Studi geografici sulle frane* si trovano raccolte le notizie concernenti le frane del litorale ligure (pagg. 180-84 e, per il tipo cui queste frane appartengono, pp. 235-36) che solamente rientrava nell'ambito della regione considerata, poichè il litorale tosco-romano fino alla foce del Tevere non presenta fenomeni di franamento. A torto perciò il prof. A. Micheli (*Un flagello montano e l'economia nazionale*; estr. dal « Boll. della Soc. Ital. di Esploraz. geogr. e comm. » 1908, fasc. XI-XII, p. 9) m'accusa di non aver accennato affatto alle frane costiere.

(6) SALMOIRAGHI F. *L'avvallamento di Tavernola sul lago d'Iseo, con un*

In esso è soprattutto interessante la digressione sulla instabilità delle rive dei laghi — particolarmente di quelli alpini — dove vengono esposte le cause e il meccanismo degli scoscienti costieri, i quali, se nell'aspetto esteriore si presentano piuttosto come avvallamenti, perchè provocano di solito la scomparsa di un tratto di riva, in realtà sono per lo più da ascriversi alla categoria delle frane per scorrimento. Pei nostri maggiori laghi, secondo che i movimenti si verificano in rocce prequaternarie o quaternarie e sono lenti oppure improvvisi, l'autore distingue quattro categorie, delle quali la più importante è quella dei moti improvvisi in rocce quaternarie, cui appartiene l'avvallamento di Tavernola, quelli anteriori di Morcote sul lago di Lugano, di Feriolo sul lago Maggiore ed altri assai noti. Oltre che alla ricerca delle cause, che vengono discusse a lungo, il lavoro porta dunque un contributo alla distribuzione geografica del fenomeno, poichè in esso sono per la prima volta raccolte con diligenza tutte le notizie che si poterono rintracciare di movimenti avvenuti in varie epoche non solo sulle rive dell'Iseo, ma anche su quelle degli altri maggiori laghi delle Alpi italiane.

Alle balze di Volterra e ai fenomeni affini del paesaggio pliocenico toscano dedica una breve nota il Dr. A. Martelli (1), per aggiungere alcune nuove osservazioni e notizie a quelle già date dal Dr. G. Braun in un recente scritto, che viene pure brevemente riassunto (2). Importante è, secondo me, l'accento ad una distinzione che il Martelli fa tra le frane e demolizioni che interessano solamente le formazioni argillose del Volterrano (come a S. Cipriano a NO di Volterra) — e che per l'aspetto e in parte anche per la genesi appaiono comparabili « coi calanchi romagnoli e con le forme consimili di altri paesaggi pliocenici » e i fenomeni più grandiosi che impegnano anche gli strati di sabbie un tempo ricoprenti uniformemente le argille, ora ridotte a pochi brandelli, fenomeni di cui l'esempio meglio conosciuto

cenno sulla instabilità delle rive lacuali; in « Atti della Soc. ital. di Sc. Nat. » Vol. XLVI, 1907, pp. 134-76 e 4 tavole.

(1) MARTELLI A. *Le balze di Volterra*; in « Riv. Geogr. Ital. », 1908, pp. 91-101.

(2) BRAUN G. *Zur Morphologie des Volterrano*; in « Zeitschr. des Gesellsch. für Erdk. zu Berlin », 1905, fasc. 12.

ci è pòrto dalle famose Balze di S. Giusto presso Volterra. Dopo aver dato alcune interessanti notizie storiche sull'arretramento delle Balze, l'autore ne cerca le cause e giunge alla conclusione che i processi di demolizione che danno ad esse origine sono assai complessi e malamente possono ascriversi per intero alla categoria delle frane nel senso classico della parola. E in ciò il Martelli ha ragione; anzi io credo che di questi fenomeni tipo *balze* varrebbe la pena indagare partitamente la distribuzione geografica in Italia, poichè, come io già ebbi occasione di accennare (1), essi sono ben lungi dall'esser limitati alla zona pliocenica toscana, ma si riscontrano anche in molti altri punti della penisola dove la platea argillosa del pliocene inferiore è ricoperta in modo discontinuo, dalle sabbie o da altra roccia permeabile.

Intorno ai calanchi e ai fenomeni affini del pliocene, che con le frane hanno parecchi punti di contatto (2), hanno pubblicato brevi articoli G. Braun e G. Bruzzo senza peraltro arrecare contributo di novità importanti (3).

Infine ricordo lo scritto nel quale il prof. S. Crinò dà contezza di una frana avvenuta nel febbraio 1906 a Monte Sara presso Cattolica Eraclea in Sicilia, frana cui dovrebbe ascriversi una origine tutta speciale, poichè secondo l'autore, essa sarebbe stata causata da vulcani di fango (4). Dirò a tal proposito che sa-

(1) Cf. ALMAGIÀ R. *Studi sistematici sulla distribuzione delle frane ecc. L'Appennino centrale e meridionale*. Comunic. al VI Congr. Geogr. Ital. pp. 12-13. Anche in Basilicata simili fenomeni sono frequenti del pari che nelle parti inferiori delle vallate di alcuni fiumi marchigiani (Tronto, ecc.).

(2) Che il fenomeno dei calanchi abbia parecchi punti di contatto con quello delle frane è un fatto di cui io mi vado sempre più persuadendo: ciò non vuol dire peraltro che io includa anche i calanchi nella categoria delle frane come mostra di intendere il Dr. G. STEFANINI in un'accurata recensione del mio lavoro (*Uno studio sulle frane dell'Appennino settentrionale*: in « Riv. Geogr. Ital. », 1908, pp. 233-37). Basta leggere ciò che è scritto in vari punti del mio volume (cfr. p. es. pag. 13, 160, 226) e scorrere tutto il capitolo II della Parte I per notare come io abbia sempre tenuti distinti i due fenomeni e non mi si possa perciò ascrivere con ragione quella *imprecisione di concetti* che, al dire dello Stefanini, costituirebbe il difetto principale del mio lavoro.

(3) BRAUN G. *Ueber Erosionsfiguren aus dem nördl. Appennin*; Schriften der phys. oek. Gesellsch. in Königsberg, 1907, pp. 41-43. BRUZZO G. *Nuove osservazioni sui calanchi delle Romagne* in « Atti del VI Congr. Geogr. Ital. ».

(4) CRINÒ S. *Una frana a Monte Sara causata da vulcani di fango*; in « Boll. della Soc. Geogr. Ital. », 1908, pp. 381-84.

rebbe a mio credere per più riguardi interessante una ricerca sulle relazioni tra le frane e le salse, fenomeni che sono spessissimo associati spazialmente anche nell'Appennino emiliano, come risulta dal recente bello studio di R. Biasutti sulle salse dell'Appennino settentrionale, nel quale si accenna spesso ad una connessione fra i due fenomeni, non mai però, a quanto sembrami, nel senso indicato dal Crinò (1). Ma debbo aggiungere che la brevissima descrizione da questo fatta della frana di M. Sara ci lascia pur fortemente dubitosi se veramente essa sia causata dalle salse, e il fatto meriterebbe senza dubbio di esser accertato da ulteriori più complete indagini.

E qui si chiude la breve lista degli scritti più recenti che presentano qualche interesse generale per lo studio delle frane; non può dirsi dunque che il contributo portato dagli studiosi italiani sia stato in questi ultimi anni molto copioso. Un notevole contributo all'indagine delle frane ci viene invece dalla Germania, dove poco tempo dopo la pubblicazione del primo volume degli *Studi geografici sulle frane in Italia* promossi dalla nostra Società Geografica, il Dr. G. Braun, già ricordato, dava alla luce un interessante scritto che, sotto il titolo generico di *Contributi alla morfologia dell'Appennino settentrionale*, prende in esame il fenomeno delle frane pur entro i limiti dell'Appennino emiliano (2). Di questo lavoro, che per l'indole sua stessa diversifica profondamente da quello iniziato dalla nostra Società, credo opportuno dar qui breve notizia.

*
* *

Della prima parte dello scritto del Braun, intesa a gettar le basi di una nuova concezione sulla genesi e sulla morfologia dell'Appennino settentrionale, feci già parola ai lettori di questo Bollettino (3); giova quindi occuparci solo della seconda che

(1) Cf. BIASUTTI R. *Le salse dell'Appennino settentrionale*; in « Memorie geografiche » N. 2, Firenze, 1907. Si veggia p. es. a pagg. 117-19, 135-36, 146-47, ecc.

(2) BRAUN G. *Beiträge zur Morphologie des nördl. Appennin*; « Zeitschr. der Gesellsch. für Erdk. in Berlin ». 1907, N. 7 e 8.

(3) ALMAGIÀ R. *Nuovi studi sulla morfologia dell'Appennino settentrionale*; « Bollett. Soc. Geogr. Ital. », 1908, pp. 467-72.

riguarda più propriamente il fenomeno delle frane. Come il titolo del lavoro fa prevedere, questo è studiato principalmente, anzi esclusivamente, dal punto di vista morfologico. Dopo avere infatti brevemente accennato all'importanza dei movimenti del suolo e al loro meccanismo, il Braun mette in luce la diffusione ch'essi hanno quasi da per tutto nella penisola italiana, dove s'incontrano favorevoli i due fattori principali del fenomeno — costituzione geologica e clima — e ricorda rapidamente alcuni dei principali scritti riguardanti l'Appennino settentrionale, oggetto delle sue indagini (1). Della distribuzione geografica del fenomeno in generale, che secondo l'autore risulta abbastanza bene dall'esame del materiale già pubblicato, egli non si occupa; della distribuzione rispetto alle varie specie di rocce, che già si conosce assai meno esattamente, deve occuparsi necessariamente, ma non lo fa in modo diretto e neppur completo, perch'egli porta principalmente l'attenzione sul meccanismo dei movimenti e sui loro effetti in riguardo soprattutto al modellamento della rete idrografica e alla creazione di forme orografiche, argomenti che sono, a suo dire, quelli finora meno considerati. Tuttavia, dopo aver detto che scoscendimenti avvengono dappertutto e in tutte le formazioni geologiche, egli crede di poterli dividere in tre gruppi: 1° I fenomeni di scivolamento nelle argille scagliose, ai quali egli vuol limitato l'appellativo *frana* nel senso più stretto e, secondo lui, più proprio (2); 2° Le correnti fangose nelle caldaie di erosione plioceniche; 3° Gli scoscendimenti dovuti all'interposizione di strati argillosi tra rocce più dure, fenomeni più grandiosi, ma sempre isolati e limitati alle formazioni sabbioso-calcaree dell'eocene, oligocene e miocene. Il 2° e il 3° gruppo di movimenti sono — secondo l'A. — nella totalità o per la più parte provo-

(1) Tra essi l'A. non annovera il volume pubblicato dalla nostra Società ch'egli ha potuto consultare solo mentre correggeva le bozze della seconda parte del suo lavoro.

(2) In ciò parmi che l'A. abbia torto: tanto nell'uso locale che nel letterario il nome *frana* e derivati hanno valore affatto generico; nell'Appennino settentrionale si avvicina, se mai, al senso più stretto accolto dall'A. il termine *lama*, sebbene anch'esso sia sovente applicato a designare movimenti che avvengono fuori dell'ambito delle argille scagliose. In ogni modo è da tener presente che il Braun parla di frane solamente a proposito degli scivolamenti nelle argille.

cati dall'erosione dei corsi d'acqua; per quelli del primo gruppo a questo impulso si aggiunge anche quello della imbibizione (*Durchfeuchtung*); in complesso preponderano peraltro i processi collegati con l'erosione.

Senza fermarmi per ora a quest'ultimo punto, nel quale non posso condividere interamente le idee dell'autore per ragioni che avrò forse motivo di accennare in seguito, dirò subito che la triplice classificazione su riferita non parmi esauriente. Già ebbi altrove occasione di accennare che anche quella quadrupliche dello Heim si rivela insufficiente, quando si voglia applicare alle frane dell'Appennino settentrionale (1); in quella del Braun appar soprattutto troppo vagamente definito il terzo tipo, nel quale non sembra p. es. si possano facilmente includere quelle frane per crollo, non molto ingenti di solito, ma largamente diffuse, che si verificano là dove una roccia dura (arenarie, sabbie) sovrasta alle argille; anche il primo tipo, quello cui il Braun riserba il nome di frane in senso stretto, comprende forse categorie un po' diverse di movimenti franosi.

È proprio allo studio di questo primo tipo che è dedicata la maggior parte del lavoro (pagg. 31-48) che prende le mosse da un breve ma chiaro riassunto di quanto si conosce intorno alla natura, composizione ed età delle argille scagliose, per proceder indi a indagare il meccanismo dei movimenti che in esse si verificano. Nell'evoluzione di una tipica *frana* l'A. distingue tre stadi.

I. Lo stadio iniziale è un lento scivolamento verso il basso di intere pendici, causato dalla imbibizione degli strati superficiali, pervasi, durante la stagione umida, dalle acque penetrate attraverso i crepacci di cui le argille nude di vegetazione si cuoprono nella state. Esso è straordinariamente diffuso e il Braun ne ha osservato un esempio tipico nel Bolognese presso lo spartiacque tra Sillaro e Diaterna (Idice). Caratteristica di questo stadio iniziale è la mancanza di ogni circolazione superficiale, anche se le condizioni morfologiche sarebbero favorevoli alla formazione di un piccolo ruscello: tutta l'acqua piovana si perde in profondità e serve al rammollimento e al trasporto degli strati superiori.

(1) Cf. il mio scritto *Le frane e lo studio nelle alterazioni superficiali della crosta terrestre* già citato, pag. 4.

II a). L'ulteriore sviluppo dipende dall'intervento di un impulso abbastanza forte per vincere la coesione lungo una linea che traversa la pendice in movimento in direzione perpendicolare a quella del moto stesso: le masse superficiali che si trovano al disotto di questa linea scendono a valle e si ha una frana per scorrimento, la *frana* in senso proprio; poichè il movimento, al contrario che nel I stadio, avviene ora linearmente, la forma che si genera è sempre assai lunga rispetto alla larghezza: la zona di distacco ha forma allungata al pari del distretto di deiezione. L'impulso è di solito un rapido e violento apporto di acque (piogge eccezionali, scioglimento di nevi), più raramente un terremoto, o anche costruzioni stradali.

II b). Se in una pendice una frana è maggiormente favorita rispetto ad altre vicine, soprattutto per l'apporto di acque sotterranee, che costituiscono la spinta più attiva, può allora la zona del distacco allargarsi in modo eccezionale fino ad assorbire, diremo così, le frane vicine; la lingua franosa rimane invece presso a poco inalterata, e il materiale proveniente dalla zona di distacco si accumula e si muove ad intervalli verso il basso, più intensamente d'autunno e d'inverno, ma specialmente di primavera, poco o nulla d'estate. Così si genera la forma veramente tipica della frana, che l'A. ha lungamente e minuziosamente studiato nella valle del Reno in un magnifico esempio dei dintorni di Vergato: essa rappresenta lo stadio di maturità di una plaga franosa.

III. Col tempo, mentre la zona del distacco si allarga sempre più, la lingua franosa, che subisce solo leggieri mutamenti, può coprirsi di vegetazione e consolidarsi, finchè le piogge vi generano un piccolo corso d'acqua il quale a lungo andare finisce col rendersi stabile; anche nella zona del distacco, se, col progressivo allargarsi, l'inclinazione diminuisce e con essa la discesa dei materiali, può riuscire a fissarsi la vegetazione e formarsi un corso d'acqua: la frana rimane allora durevolmente attiva solo al margine superiore dove continuano gli smottamenti e si formano frane secondarie (*Frana-System* come dice l'A. *frana composta*, direi io). Così è raggiunto il 3° stadio caratterizzato da un corso d'acqua che incide la lingua principale e riceve i canali dalle frane secondarie. Questo corso d'acqua costituisce a sua volta un nuovo attivissimo impulso, e la frana ringiovanisce,

per così dire, progredendo all'indietro illimitatamente fino a che la pendice sia consumata a segno che per la piccola inclinazione il materiale franoso rimanga sul posto. Nei dintorni di Vergato si osservano pure esempi notevoli di questo stadio più avanzato.

Se nella evoluzione ora descritta attraverso i suoi vari stadî, si possano comprendere tutti i fenomeni di frana che si verificano nelle regioni ad argille scagliose, io non saprei assicurare; certo è però che le osservazioni del Braun rendono ragione assai bene della formazione delle più comuni frane delle argille, ponendole eziandio in relazione con l'azione erosiva dei corsi d'acqua, che di solito corrono alla base delle pendici franose, in modo più chiaro di quanto non appaia dal nostro rapido e necessariamente incompleto riassunto.

In riguardo all'influenza delle frane nella morfologia del suolo, l'argomento che più merita di essere studiato, perchè finora poco considerato, è, secondo l'A., quello dei rapporti fra le frane e la formazione delle valli. In primo luogo le frane intervengono come agenti diretti nella genesi delle valli, poichè nella *nicchia* (1) creata da una frana si forma presto o tardi un rivuletto, dapprima certamente instabile e fornito di acqua solo nell'inverno, ma che in seguito può approfondirsi e allungarsi per erosione regressiva, specialmente se lo sviluppo della frana è particolarmente favorito da impulsi speciali (2); alle frane si deve dunque la prima origine di molti affluenti secondari dei maggiori corsi d'acqua. Il Braun cita due esempi da lui osservati, uno presso Sasso in val Reno ed uno nei dintorni di Grizzana, ove lo spartiacque, costituito da una sella argillosa, che divide due piccoli affluenti del Reno e della Setta, va subendo per erosione regressiva, accelerata dalle frane, notevoli alterazioni. Oltre che sulla genesi delle valli le frane influiscono sulla loro ulteriore evoluzione: per esempio esse ostacolano, secondo l'autore, la formazione di meandri veri e propri che sono sostituiti da anse irre-

(1) Questo termine italiano, corrispondente al ted. *Nische* usato nel testo, parmi molto appropriato ad indicare la forma cava che si genera nella regione del distacco di una frana.

(2) Esempi tipici di vallecole formatesi in questa maniera possono osservarsi, p. es., nella valle del Fanante (Savio) ed in quelle del Fiumicino e dell'Uso.

golari (1). In generale poi nelle regioni argillose la rapida denudazione dei fianchi della valle per opera delle frane, conferisce ad esse un aspetto più maturo di quello che dovrebbero avere, perchè ne accelera il ciclo evolutivo: così la valle del Reno, che nel tronco superiore fino alla Porretta, dove scorre nell'ambito del macigno ha lo spiccato profilo trasversale a V, caratteristico delle valli giovani, nella zona argillosa assume un profilo molto più piatto perchè l'inclinazione delle pendici è più dolce e il fondo più largo; e ciò è effetto dei processi di rapida denudazione esplicantisi nella forma di frane. All'opera delle frane si deve eziandio la avanzatissima distruzione del penepiano postmiocenico, del quale scarsi resti si sono conservati esclusivamente nell'ambito delle rocce calcaree o arenacee. In generale nelle zone argillose dell'Appennino « tutto lo sviluppo della rete idrografica, i processi denudatori, e la conformazione delle vette e dei dorsì montuosi soggiacciono alle leggi dei movimenti del suolo, il cui manifestarsi conferisce all'Appennino settentrionale il suo peculiare carattere (2) ».

Il Braun ha considerato assai più brevemente le altre due categorie di scoscendimenti riportate in principio. Quelli del terzo tipo ai quali, secondo l'A., sono da ascrivere le grandi catastrofi del genere nell'Appennino settentrionale, rappresentano casi isolati, che si verificano dove le formazioni argillose s'interpongono a quelle calcareo-sabbiose dell'eocene, oligocene o miocene; si tratterebbe sempre, a quanto pensa il Braun, « di fenomeni di scivolamento di esigua estensione, la cui causa è la presenza di strati impermeabili in mezzo a strati permeabili », fenomeni dipendenti dal clima « all'influsso del quale non rado si associa quello dei fenomeni sismici ». Io non credo che possano ritenersi del tutto giuste queste conclusioni alle quali lo studioso tedesco sembra esser pervenuto in base all'indagine personale di un unico

(1) Sulla formazione di anse in seguito a frane, cfr. gli esempi citati e la spiegazione data a pagg. 293-94 del mio volume.

(2) BRAUN, *opusc. cit.*, pag. 48, Alla frase « vette e dorsì montuosi » corrispondono nel testo le due voci *Riedel* e *Rücken*, delle quali la prima è un neologismo introdotto dal Penck per indicare quelle alture a sommità piuttosto spianata che rappresentano resti di un tavolato inciso e spezzettato dai corsi d'acqua.

esempio — la frana di Lama Mocogno in val Scoltenna — e allo studio delle concise e spesso incomplete descrizioni pubblicate di altri casi. Per alcuni casi assai noti, come le frane periodiche di Bettola in Val Nure, di Signatico in Val Parma e del M. Falterone, la frana famosa di S. Anna Pelago, ecc., la troppo semplice e generica spiegazione del Braun non parmi sufficiente; e quanto all'influenza dei fenomeni sismici, mi sembra di aver dimostrato altrove che essa deve mettersi assolutamente in seconda linea, poichè anche nei casi in cui potrebbe più legittimamente sospettarsi, essa non può in alcun modo esser accertata; e, se si eccettuino i pochissimi casi di frane avvenute contemporaneamente a terremoti grandiosi, non esiste in tutto l'Appennino settentrionale un solo esempio di frana provocata con sicurezza da fenomeni sismici (1). Anche per ciò che riguarda la frana periodica di Lama Mocogno, per cui l'A. riferisce i risultati delle indagini personali, mi sembra che egli non abbia potuto raccogliere sul luogo, prescindendo dalle proprie osservazioni, notizie complete ed esatte (2); nè io posso convenire senz'altro nell'affermazione che « la catastrofica intensità del fenomeno deriva *sicuramente* dalla grande forza erosiva della Scoltenna (3) ».

Le caldaie di erosione, che tanta importanza hanno per la morfologia del Subappennino pliocenico, il Braun ha studiato in esempi tipici dei dintorni di Sassuolo. Esse presentano di solito sezione piriforme e debbono la loro prima origine all'erosione,

(1) Cfr. le pagg. 267-73 del mio volume. Anche il dott. Stefanini nella già citata recensione non è interamente d'accordo con me su questo argomento, ritenendo che « sia difficile escludere con sicurezza l'intervento di un terremoto leggero come causa occasionale di una frana »; ma se è difficile escluderlo, è, come parmi risulti chiaramente dalle pagine su citate del mio volume, *anche nei casi che sembrerebbero più favorevoli*, molto più difficile dimostrarlo; per cui nello stato attuale delle nostre conoscenze, è meglio tenersi in un prudente riserbo.

(2) L'A. parla infatti unicamente della frana del 1879, mentre nella stessa plaga altre se ne ebbero in passato, e, a brevissima distanza, una ne avvenne nel marzo 1901: a questa si riteriscono i resti della chiesa cui l'A. accenna; ma i campi delle due frane sono separati da una costola rimasta ferma e ancor oggi visibile. Cfr. il mio volume pagg. 137-40.

(3) L'eccezionale gravità dello scoscendimento di Vaglio è, p. es., senza dubbio in relazione con le piogge eccezionalmente copiose e violente del marzo 1901.

ma il successivo rapido ampliamento a scoscendimenti in forma di crolli o di correnti fangose; queste ultime sono dovute al fatto che i nudi strati argillosi superficiali d'estate si seccano, si screpolano e si riducono in un caos di frammenti che le piogge autunnali pervadono ed impregnano riducendoli ad un ammasso di viscida fanghiglia la quale cola lungo i pendii. Tali fenomeni non sono, secondo l'A., molto diversi in sostanza da quelli che danno luogo alla formazione delle *Balze* nel Volterrano — dal Braun già descritte altrove — e delle *ripe* nel pliocene marchigiano; anzi egli raccomanda il nome italiano *balza* per indicare la forma del suolo generata; i calanchi romagnoli appartengono pure alla stessa serie di fenomeni (1). Rocce di facile decomposizione, clima secco d'estate, assenza di vegetazione, piogge copiose nella stagione umida sono le condizioni necessarie alla loro produzione.

Se il nostro rapido riassunto non è stato insufficiente a dare un'idea del lavoro che esaminiamo, ne dovrà risultare chiaramente ai lettori che — come si avvertì in principio — il Braun ha tenuto presente principalmente il punto di vista morfologico nello studio delle frane, e in particolare l'importanza che esse hanno nel fenomeno della denudazione in genere, nella genesi e sviluppo delle valli in specie. Ciò lo ha condotto a trascurare altri effetti delle frane, come la formazione di bacini lacustri, la scomparsa o la produzione di sorgenti ecc., fenomeni senza dubbio di secondaria importanza, ma non certo quanto il Braun ritiene, specialmente nell'Appennino settentrionale. Ciò lo ha condotto anche, secondo me, in altro campo, a dare soverchia importanza all'erosione dei corsi d'acqua come agente produttore di frane, in confronto all'azione delle precipitazioni e delle acque sotterranee: lo studio da me fatto dei rapporti tra le frane e la piovosità porta, se non m'inganno, a conclusioni alquanto diverse (2).

(1) A me sembra peraltro che il riunire tutti questi fenomeni in una sola categoria sia, dal punto di vista morfologico, per lo meno poco opportuno. Vedi del resto anche quanto è detto sopra a proposito dello scritto di A. Martelli sulle balze di Volterra.

(2) Cfr. il cap. I della 3ª parte del mio volume e anche le considerazioni alla fine del cap. II (pagg. 285-86) con le affermazioni già riferite che si leggono a pag. 31 dell'opuscolo del Braun.

Ma, a parte queste considerazioni, il contributo che il Braun ha col suo lavoro arrecato, non solo alla conoscenza della morfologia dell'Appennino settentrionale, ma alla morfologia terrestre in genere, mi pare assai notevole; ed esso viene anche in certa guisa accresciuto dalla fortunata circostanza, che, quasi contemporaneamente al suo lavoro, un altro ne vedeva la luce in Germania, nel quale l'importanza morfologica delle frane ed analoghi movimenti del suolo viene studiata particolarmente in riguardo all'origine delle forme orografiche a dorso (1). Questo lavoro, basato su indagini fatte nella Selva Viennese (Wiener Wald) viene così ad integrare in certo modo quello del Braun, che studia invece, come si è detto, principalmente l'importanza dei movimenti del suolo nella genesi ed evoluzione delle valli; talchè non resterebbe ora che un terzo gruppo di indagini, quello riflettente l'azione delle frane e fenomeni affini nel modellamento delle coste.

*
* *

Io non so se il dott. Braun abbia in animo di proseguire le sue indagini morfologiche anche nell'Appennino centrale e nel meridionale, ove sono regioni che presenterebbero senza dubbio uguale se non maggiore interesse al riguardo. Certo è che delle osservazioni e conclusioni in parte anche nuove, cui è giunto lo studioso tedesco, non si potrà non tener conto nel proseguire per il resto della penisola italiana gli studi sulle frane già eseguiti a cura della nostra Società geografica nell'Appennino settentrionale e nel Preappennino toско-romano.

Tali studi hanno, è vero, e fondamento e intenti in gran parte diversi e più vasti di quelli prefissi agli studi del dott. Braun: basati su una larga indagine statistica, si volgono anzitutto alla corologia del fenomeno, indi principalmente alla ricerca delle cause provocatrici e degli effetti, soprattutto nei riguardi antropici; essi non trascurano peraltro il punto di vista morfologico, che non può e non deve restare in seconda linea.

Ora è noto che anche nell'Appennino centrale e meridionale a mezzogiorno del fiume Pescara riappaiono nel versante adria-

(1) GÖTZINGER G. *Beiträge zur Entstehung der Bergrückenformen*. «Penck's Geogr. Abhandl.». Vol. IX, fasc. 1^o, Lipsia 1907.

tico — e anche, in minor misura, nel versante tirreno — con enorme diffusione e con caratteri litologici molto simili, quelle formazioni argillose che sono più spesso teatro delle frane e fenomeni affini nell'Appennino emiliano; mentre nella fascia pliocenica che ininterrotta si stende nei bacini inferiori dei fiumi marchigiani ed abruzzesi sono frequentissime le balze, i calanchi e analoghe forme di erosione. È da aspettarsi dunque con sicurezza che si troverà un largo campo per osservazioni e ricerche del genere di quelle fatte dal Braun (1), che del resto non hanno solamente importanza teorica, ma presentano possibilità di applicazioni anche nel campo pratico.

Per estendere in questo modo e rendere possibilmente più completi i nostri studi geografici sulle frane occorre dare maggior sviluppo all'indagine locale che serve contemporaneamente di controllo e d'integrazione alla indagine statistica; questa per l'Appennino centrale e meridionale è già eseguita e i risultati ne son già coordinati, tanto che fu possibile esporne un saggio or fa un anno (2), quella mi propongo di eseguir io stesso quanto prima nel modo più largo possibile. I risultati saranno resi noti non appena le circostanze lo permetteranno. Nel lungo e assiduo lavoro, che dura ormai da cinque anni, mi è sempre conforto e sprone la fiducia di non far cosa inutile alla scienza e alla patria.

Terni, giugno 1908.

(1) Ciò risulta anche in parte, per gli Abruzzi almeno, dalla recente monografia geologica sommaria pubblicata da Federico Sacco in « Bollett. Soc. Geol. Ital. » 1907, fasc. 3°-4°.

(2) È la già citata mia comunicazione al VI Congresso geografico italiano riunito in Venezia nell'aprile dello scorso anno.