

MARIA LUISA GENTILESCHI

FORME CRIONIVALI SUL GRAN SASSO D'ITALIA

Lo studio dei fenomeni crionivali nell'alta montagna appenninica presenta peculiari problemi e particolari difficoltà, data la grande differenza delle condizioni climatiche rispetto all'ambiente alpino, dove tali fenomeni sono stati più largamente studiati, e la conseguente diversità dei tipi morfologici. Le difficoltà sono specialmente di carattere comparativo, in quanto nascono dal tentativo di avvicinare le forme crionivali, e quelle almeno in parte tali, ai tipi ormai classici descritti sulle Alpi, di « riconoscerle » in quelle, oppure di vedere se presentano fisionomia propria. Ciò che rende problematico questo riconoscimento è la minore caratterizzazione delle forme in ambiente appenninico, come è stato già rilevato da A. G. Segre e da altri (1), e come è detto più volte

(1) La letteratura sui fenomeni crionivali attuali degli Appennini è estremamente povera. Pochissime sono le trattazioni specifiche dell'argomento; qualche notizia è offerta da scritti di carattere morfologico generale o dedicati alla morfologia glaciale. J. Demangeot (*Observations sur les « sols en gradins » de l'Apennin Central*, in « Rev. de Géomorphol. dynam. », Parigi, 1951, pp. 110-119) studia il processo di formazione dei suoli a gradini erbosi nell'Appennino Centrale, basandosi soprattutto su osservazioni e misure eseguite sul Gran Sasso. Anche nel suo recente volume sulla geomorfologia degli Abruzzi (*Géomorphologie des Abruzzes adriatiques*, Parigi, « Mémoires et Documents », C.N.R.S., 1965, pp. 403) si sofferma spesso su forme crionivali. Molto interessante la rassegna dei fenomeni crionivali nel gruppo del Velino (con qualche cenno riguardante anche altri gruppi montuosi dell'Appennino Centrale) ad opera di A. G. Segre (*Suoli a strutture da nivazione nell'Appennino centrale*, in « L'Universo », Firenze, 1947, pp. 805-814), non solo per la descrizione delle forme rinvenute, ma anche per l'accenno ai problemi che la diversità dell'ambiente dell'alta montagna appenninica rispetto alle Alpi pone al ricercatore. S. Conti (*La nivazione e la morfologia periglaciale nell'Appennino ligure occidentale (Gruppo di Voltri)*, in « Boll. Soc. Geol. Ital. », Roma, 1940, pp. 69-94; *Laghetti non glaciali del Valto Appennino ligure-emiliano e tosco-emiliano*, Genova, Pubbl. n. 3 dello Ist. Geol. dell'Università, 1945, pp. 28) ritiene siano dovuti al gelo discontinuo e alla neve forme, come cordoni di pietre, cavità circolari, ecc., che erano state in precedenza considerate di origine glaciale. L. Scotoni (*Fenomeni crionivali sui Monti Prenestini*, in « Boll. Soc. Geogr. Ital. », Roma, 1957, pp. 426-430) descrive suoli reticolati presso Guadagnolo. Cenni a fatti crionivali si trovano inoltre in

nelle pagine che seguono. Ci si trova spesso di fronte non già a tipi ben definiti, sicuramente classificabili, ma ad abbozzi, a manifestazioni poco meno che amorfe. Inoltre dobbiamo tener presente che le varie forme crionivali, come efficacemente sottolinea L. Lliboutry (2), non sono isolate e complete in sé stesse, ma sono impostate su forme precedenti, o sfumano le une nelle altre, non appena mutano le condizioni locali (ad esempio, col diminuire della pendenza i *suoli a cuscinetti* si sostituiscono ai *suoli a gradini erbosi*, i *suoli striati* evolvono in *suoli poligonali*); sarà tanto più difficile rendersi conto dell'evoluzione delle forme crionivali quanto meno completa è la loro maturazione morfologica.

Si consideri pure che la morfologia dovuta al gelo discontinuo attuale si sovrappone ad un modellamento glaciale e periglaciale antico, che, data la debole intensità del glacialismo quaternario, non è sempre ben individuabile.

La scarsa diffusione e limitata estensione in altezza delle forme crionivali, che sull'Appennino non si rinvengono al di sotto dei 2000 m. (tranne che per i *suoli a gradini erbosi*), fa sì che il problema della successione altimetrica dei diversi tipi non si ponga.

Inoltre, i rilievi che superano i 2000 m. sono quasi tutti calcarei, donde la coesistenza di forme crionivali con forme carsiche.

scritti di K. Hassert (*Tracce glaciali negli Abruzzi*, in «Boll. Soc. Geogr. Ital.», Roma, 1900, pp. 620-628), F. Sacco (*Glacialismo ed erosione nella Maiella*, in «Atti Soc. Ital. Scienze Nat.», Milano, 1908, pp. 269-279), U. Losacco (*Notizie su alcuni laghetti dell'Appennino settentrionale*, in «Riv. Geogr. Ital.», Firenze, 1939, pp. 127-161; *Fenomeni pseudocarsici nell'Appennino settentrionale*, in «L'Universo», Firenze, 1942, pp. 325-343), C. Lippi Boncambi (*Considerazioni pedologiche sui Monti Sibillini ed in particolare sui terreni torbosi dell'Altopiano del Castelluccio di Norcia*, in «Boll. Soc. Geol. Ital.», Roma, 1950, pp. 26-37) e M. Stigliano (*Osservazioni geomorfologiche sul Monte Cocuzzo*, in «Natura», Milano, 1966, pp. 181-193).

Inoltre, ricordiamo che, secondo alcuni, sarebbero da interpretare come fatti crionivali alcune forme di supposta origine glaciale descritte sull'Aspromonte da L. Lacquaniti (*I circhi glaciali della Serra Cannavi nell'Aspromonte ed il limite würmiano delle nevi (Appennino Calabrese)*, in «Boll. Soc. Naturalisti di Napoli», Napoli, 1949, pp. 81-91; *Le tracce glaciali quaternarie e l'antico limite altimetrico delle nevi nell'Aspromonte (Appennino Calabrese)*, in «Atti XLII Riunione S.I.P.S.», Roma, 1949, pp. 599-603), e da C. Vagliasindi sull'Etna (*L'Etna durante il periodo glaciale e la formazione della Valle del Bove. Studio geomorfologico*, Catania, «Mem. dell'Ist. Geopaleont. dell'Università», S. II, n. 1, 1949, pp. 80). Qualche osservazione sul crionivale dell'Etna è stata fatta anche da J. Büdel (*Klima-morphologische Beobachtungen in Süditalien*, in «Erdkunde», Bonn, 1951, pp. 73-76).

(2) L. Lliboutry, *Traité de Glaciologie*. Parigi, Masson, 1965, 2 voll. di complessive 1040 pp.; v. soprattutto il vol. II.

Nell'alta montagna calcarea le manifestazioni del processo carsico e del gelo discontinuo sono inscindibili e un'indagine morfologica completa dovrebbe considerare nella sua interezza questa morfologia carsico-crionivale. Per farsi un'idea della complessità di una simile indagine, basta scorrere la letteratura sui fenomeni crionivali: in roccia non carsogena, non si esita ad ammettere l'origine crionivale di forme simili a quelle carsiche, per le quali è stata creata un'apposita terminologia (*conche pseudocarsiche e crionivali, solchi crionivali, nicchie da nivazione*, ecc.). Quando però ci si trova in ambiente carsico, non è più possibile distinguere cosa sia da attribuire a fenomeni criergici da ciò che è dovuto al carsismo, e del resto chiunque vede che una distinzione del genere sarebbe artificiosa. L'unico atteggiamento fertile di risultati è considerare il fenomeno nella sua interezza, proponendosi lo studio non del carsismo o delle forme crionivali ciascuno per proprio conto, ma del carso di clima freddo.

Sotto questo riguardo il Gran Sasso offrirebbe un campo ideale di indagine, poiché vi troviamo mescolate insieme forme glaciali, crionivali e carsiche. Tuttavia, in questo lavoro non mi propongo di affrontare il problema globalmente, ma mi limito a segnalare alcune forme a mio parere sicuramente crionivali o nivali; non ho creduto di dover prendere in considerazione forme scarsamente tipiche (come pareti in roccia, camini, ecc.), oppure strettamente legate al glacialismo (come i circhi, ai quali però ormai molti geomorfologi attribuiscono un'origine crionivale), o prevalentemente carsiche (3).

(3) Senza addentrarmi in un'indagine particolareggiata sulle numerose forme carsiche del Gran Sasso, accenno qui brevemente ai tipi presenti nell'alta montagna, oltre i 2000 m. Le manifestazioni carsiche non sono tali da caratterizzare il paesaggio, ma consistono solo in forme di dettaglio, o addirittura di micro-carso. Doline e inghiottitoi in roccia viva si vedono a Campo Pericoli, nei punti in cui il mantello detritico-morenico lascia affiorare il calcare sottostante. Altre doline in roccia si trovano, ad esempio, anche sulla Scindarella (m. 2100), nei pressi del sentiero che dall'Albergo Campo Imperatore conduce alla cima. Si tratta sempre di cavità piuttosto piccole, per lo più a imbuto, prive di depositi eluviali, che è logico supporre di recente formazione, tuttora attive e in via di ulteriore ingrandimento.

Nicchie aperte nelle pareti rocciose, dovute essenzialmente a gelivazione (gli *abris sous roche* del Tricart), si vedono nella Valle delle Cornacchie, sulle pareti del Corno Piccolo, e sul versante settentrionale di M. Portella, presso il Rifugio Duca degli Abruzzi (foto n. 16). Tra le forme microcarsiche, sono abbastanza diffusi i *rinnenkarren*, che si presentano come solchi paralleli, di varia larghezza, in

Quest'articolo non pretende di essere un elenco completo dei fenomeni crionivali del Gran Sasso; gli esempi descritti sono stati osservati a Campo Imperatore, a Campo Pericoli, nella Valle delle Cornacchie, sulla Scindarella, al Venacquaro. E' possibile che più approfondite indagini in altre parti del massiccio rivelino l'esistenza di forme diverse da quelle descritte o forniscano nuovi elementi per una loro migliore comprensione.

Non ultimo tra i problemi che si presentano in uno studio di questo genere è la scelta della terminologia, a causa del gran numero di termini diffusi dagli autori che si sono occupati dell'argomento (tanto che a volte i risultati delle varie ricerche non sono tra loro paragonabili a causa delle incertezze terminologiche), nonché dello sforzo di adattare una nomenclatura nata per lo più in ambiente artico e poi usata per quello alpino, ad un ambiente — l'alta montagna mediterranea — ancora più lontano climaticamente, e quindi morfologicamente, dalle terre classiche dei fenomeni crionivali. Talvolta, sentendo che il termine consacrato dall'uso mal si adattava alla forma descritta, ho tenuto a sottolineare questa insufficienza terminologica, conscia del fatto che una definizione morfologica non ha solo funzione descrittiva, ma reca con sé un'implicazione genetica. Ulteriori studi nell'ambiente appenninico diranno se sarà il caso di tener distinte anche nella nomenclatura alcune forme crionivali da altre simili già note da tempo nella regione alpina.

Per lo stesso motivo, non mi è parso opportuno procedere ad una classificazione delle forme osservate, anche in considerazione del loro esiguo numero. Le classificazioni proposte da studiosi italiani (C.F. Capello, G. Nangeroni, R. Albertini), non si adattano del tutto ai tipi osservati. Una classificazione su base morfologica creata per il mondo alpino non si può applicare, senza modifiche sostanziali, al mondo appenninico; una classificazione su base genetica (che obbliga a semplificazioni che mal si conciliano con il poligenismo caratteristico di tante forme crionivali) è prematura,

generare intorno ai 4-5 cm., orientati secondo la gravità, incisi su superfici rocciose inclinate o sub-verticali. I solchi hanno profilo semicircolare e sono separati gli uni dagli altri da piccole creste sottili. In Val Maone, su un affioramento di roccia a circa 1970 m., ho osservato un piccolo esempio di *kluftkarren*, a solchi profondamente e nettamente incisi.

data la scarsità di segnalazioni, tanto più che sembra che in qualche caso gli agenti che provocano una determinata struttura crionivale non siano sempre esattamente gli stessi che sulle Alpi.

Falde detritiche ordinate. — Uno dei particolari più vistosi della morfologia delle parti più elevate del Gran Sasso, come pure di altre montagne calcaree dell'Appennino, è l'abbondanza di falde detritiche, chiamate localmente « brecciai » o « ghiaioni », che lasciano la base delle cime più alte e delle pareti, specialmente in corrispondenza di circhi. Questi brecciai sono alimentati dai frammenti che si distaccano per gelivazione dalle rocce sovrastanti, e quindi sono, sia pure genericamente parlando, una forma d'accumulo crionivale. Ma, a parte questo, quei brecciai del Gran Sasso che si trovano ad altezze superiori ai 2000 m. presentano una disposizione del tutto particolare del materiale clastico che li forma, disposizione che, per quanto mi consta, non si riscontra a quote più basse. In queste falde detritiche, il materiale si distribuisce sulla superficie della falda per gravità, come è normale; il detrito più minuto si trova in alto, mentre man mano che si procede verso il basso le dimensioni dei sassi aumentano. Il terriccio e il limo mancano del tutto. Nella parte mediana, dove il detrito non è molto fine ma neanche troppo grossolano, si nota, specialmente in condizioni di luce radente, una disposizione dei sassi a strisce trasversali rispetto alla pendenza, come se la superficie fosse stata solcata da un gigantesco rastrello; strisce molto irregolari, distanziate di qualche decimetro, che formano numerose anastomosi. Evidentemente il materiale rotolato dall'alto si assesta lungo linee trasversali al pendio, probabilmente sotto il peso della neve; verso la base, i massi sono troppo grossi per risentirne, mentre in alto, all'inizio del brecciaio, questa disposizione non ha il tempo di stabilirsi per la più frequente caduta di nuovo materiale dall'alto. Il valore della pendenza su cui si sviluppa questa struttura è molto vario: si va da inclinazioni relativamente deboli (intorno ai 30°) fino all'angolo massimo di riposo del materiale clastico. Non è necessario che la superficie del brecciaio sia molto estesa; anzi si nota una preferenza per i piccoli accumuli, forse spiegabile con una maggiore tranquillità del deposito. Naturalmente, non ci si aspetti di trovare questa struttura su brecciai attraversati da

sentieri o comunque soggetti ad azione di disturbo da parte di uomini o animali.

Quando il brecciaio è alimentato in scarsa misura e comincia ad essere inerbato, l'insediamento della vegetazione dipende strettamente dalle dimensioni del materiale e dalla sua disposizione. L'inerbamento comincia dall'alto, dove il detrito è più fine e l'umidità è maggiore perché l'acqua stilla dalla parete; i ciuffi d'erba si dispongono in file parallele alla pendenza, oppure, nel caso delle conoidi, in file disposte a ventaglio, perché qui evidentemente la disposizione del materiale risente soprattutto del rotolamento e del ruscellamento. Più in basso, dove la disposizione del detrito è in senso trasversale, anche i ciuffi d'erba seguono lo stesso allineamento (vedi foto n. 1, dove il detrito è stato colonizzato da *Isatis apennina* in gran numero, in fiore all'epoca della fotografia). Quindi la strutturazione del materiale condiziona lo impianto della vegetazione. Con il formarsi di una certa quantità di terriccio, frammisto al pietrame, la falda è soggetta ad un altro fenomeno; non più solo compressione nivale, ma anche alternarsi di gelo e disgelo nel terriccio imbevuto d'acqua. Ecco quindi che, per effetto del soliflusso, dalla iniziale disposizione a strisce si passa ad una vera struttura a gradini. Le strisce nel detrito ancora privo di vegetazione non sono evidentemente dovute a vero soliflusso (mancano le condizioni perché questo si realizzi) e quindi non si possono assimilare ai gradini erbosi, ma, a mio parere, ne rappresentano uno stadio preparatorio. Il passaggio dai detriti ordinati ai gradini erbosi si osserva molto bene ai margini dei piccoli accumuli detritici. Con ciò non voglio dire che tutti i suoli a gradini erbosi abbiano inizio in questo modo. Il fenomeno dei gradini erbosi è molto più complesso e si presenta con una varietà di forme che presumibilmente rispecchia una varietà di cause diverse.

Ritengo che tra le forme esaminate dagli studiosi di fenomeni crionivali quella che più si avvicina al tipo ora descritto sia la *falda detritica ordinata*, e ho adottato questo termine, ma non senza riserve. Il Capello (4) propone questa definizione come

(4) C. F. CAPELLO, *Terminologia e sistematica dei fenomeni dovuti al gelo discontinuo*. Torino, «Pubbl. Fac. Magistero», n. 17, 1960, pp. 320; cfr. p. 128 e p. 272.

la traduzione italiana del termine *éboulis ordonnés*, che si trova in A. Cailleux - G. Taylor (5) e in J. Tricart (6), commentando: « coperture di detrito dovuto a criofrantumazione, poste alla base di pareti rocciose, costituite da materiali (rocce e terriccio) ordinati ». Questa descrizione, abbastanza generica, sembra calzare a perfezione. I dubbi insorgono quando si risale ai concetti espressi originariamente da Cailleux-Taylor e da Tricart. Questi autori distinguono infatti due tipi di *éboulis ordonnés*: a) *stratifiés* (su pendenze tra 10° e 30°), in cui i detriti sono disposti a strati sovrapposti, una forma quindi senza dubbio differente dalla nostra; b) *structuraux* (su pendenze tra 1° e 33°), in cui il materiale si dispone in strisce « parallele al pendio », dando luogo talvolta ad anastomosi, per cui si può passare ad una forma a poligoni stirati. Dunque in origine questa definizione era applicata ad una forma molto diversa dalla nostra, e cioè caratterizzata da strisce nel senso del pendio e da una pendenza moderata. Probabilmente anche la genesi è diversa; negli *éboulis structuraux*, così come sono descritti in Cailleux-Taylor, sembra prevalga il soliflusso, affiancato da crioturbazione condizionata dalla gravità. Usando quindi questo termine nel caso descritto ci si allontana dal suo significato originario.

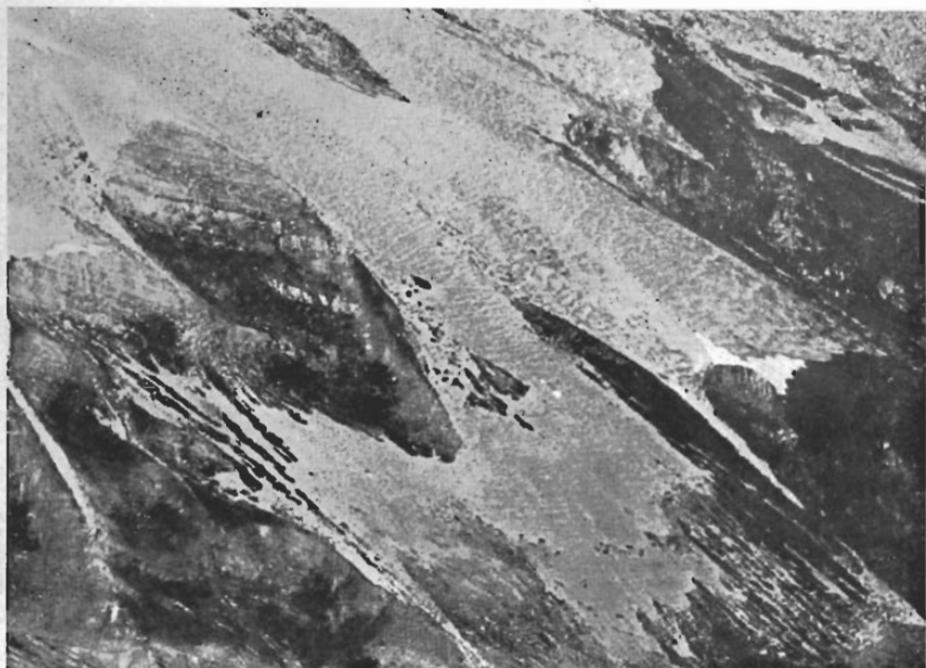
Il Segre (7) nota sul Velino la disposizione del detrito a festoni (strisce più o meno sinuose) paralleli fra loro e perpendicolari alla pendenza, ma ne parla in senso generico, senza accennare espressamente ai brecciai. Sembra, dal contesto, che ne faccia tutt'uno con i suoli a gradini erbosi. Il Nangeroni (8) descrive una struttura, che ritengo possa identificarsi con questa, sui monti del Livignasco: si tratta di un suolo a festoni su macereti fini, senza vegetazione, che viene considerato una varietà di suolo in gradinata su falda detritica e catalogato tra le forme dovute a soliflusso.

(5) A. CAILLEUX e G. TAYLOR, *Cryopédologie. Etude des sols gelés*. Parigi, Hermann, 1954, pp. 218.

(6) J. TRICART, *Cours de Géomorphologie. P. II, fasc. I, n. 1: Le modelé périglacière*. Parigi, Centre Document. Univ., s.d. (1950?), pp. 266; ID., *Géomorphologie des régions froides*. Parigi, Coll. « Orbis », Presses Univ. de France, 1963, pp. 289.

(7) *Op. cit.*

(8) G. NANGERONI, *Osservazioni geomorfologiche sui monti del Livignasco*, in « Natura », Milano, 1954, pp. 109-124.



1. - Falda detritica ordinata (M. Portella).

(*fol. M. L. Gentileschi*)



2. - Suolo a gradini erbosi su morenico ai piedi del M. Aquila. (La freccia indica il senso della pendenza).

(*fol. M. L. Gentileschi*)



3. - Suolo a gradini interrotti presso l'Albergo Campo Imperatore.

(fot. M. L. Gentileschi)



4. - Colate erbose (Campo Pericoli).

(fot. M. L. Gentileschi)



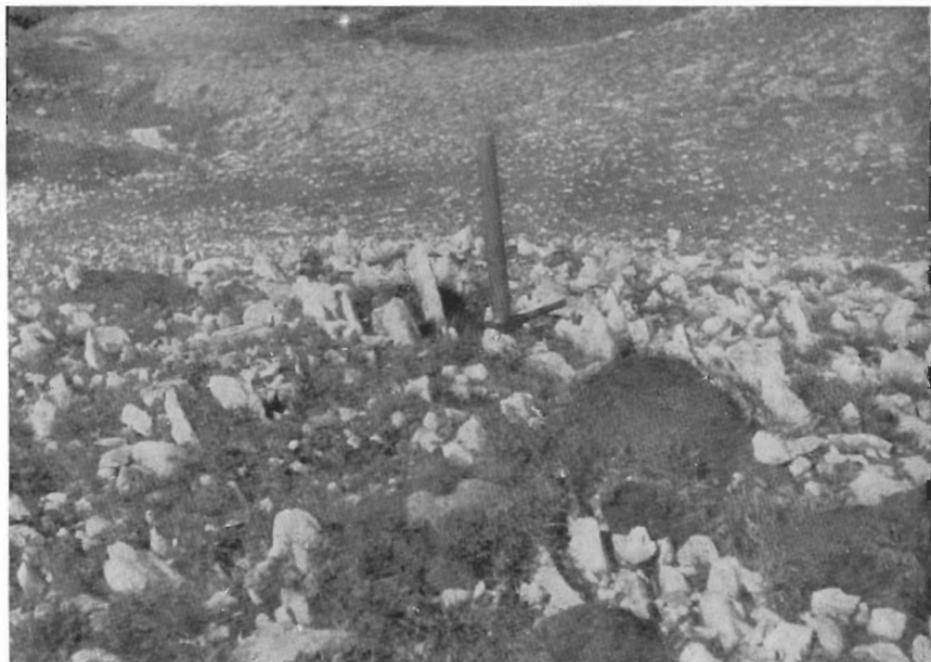
5. - Suolo a cuscinetti in pendio (Campo Pericoli).

(fot. M. L. Gentileschi)



6. - Masso contornato (Campo Pericoli).

(fot. M. L. Gentileschi)



7. - Sassi verticalizzati (Campo Pericoli).

(fot. M. L. Gentileschi)



8. - Suolo striato presso il Rifugio Duca degli Abruzzi.

(fot. M. L. Gentileschi)

Suoli a gradini erbosi. — Pendici percorse da gradini paralleli con orlo erboso sono piuttosto comuni sul Gran Sasso, e si incontrano di frequente sulle montagne appenniniche in genere, anche a quote non molto alte (1500 m. e anche meno). In passato, poiché erano stati osservati sui pascoli frequentati dal bestiame, si era pensato che il calpestio degli animali ne provocasse la formazione (si ricordi il termine francese *sentier de vache* e anche *pieds de vache*) (9). In seguito sono stati ritenuti, in tutto o in parte, di origine crionivale. Pur non essendo una forma necessariamente legata a clima freddo, presenta senza dubbio una maggiore frequenza alle alte quote. Sul Gran Sasso gli esempi meglio disegnati si incontrano al di sopra dei 2000 m. Raramente la gradinatura è ben netta, più spesso si tratta di forme appena abbozzate, con gradini frammentati e non tutti alla stessa altezza. Le foto n. 2 e 3 riproducono esempi di due tipi diversi: il primo è un suolo a gradini su un dosso morenico ai piedi del versante sud di M. Aquila, a 2000 m., con una pendenza di 16°. Il ripiano del gradino è largo in media 20-30 cm. ed è cosparso di sassolini minuti, il salto erboso è alto 20-40 cm. Nel secondo caso abbiamo una gradinatura appena abbozzata, a ciuffi di *Festuca dimorpha*, con gradini frammentati, su una pendenza di 30-35°. Il suolo è molto più povero di terriccio che nel primo caso.

J. Demangeot si è occupato in particolare dei suoli a gradini erbosi del Gran Sasso (10), studiandone la morfometria e distinguendo i tipi presenti. Riconosce l'esistenza di due tipi: uno, meglio sviluppato, su pendenze di 10-30°, con gradini aventi ripiano cosparso di sassolini e orlo erboso (a *Carex levis* e *Sestertia tenuifolia*), e un secondo, piuttosto indistinto, su superfici detritiche con scarso terriccio e inclinate di 30-40°, avente gradini rotti o appena accennati, orlati da *Festuca dimorpha*.

Sulla base delle sue osservazioni, il Demangeot avanza un'ipotesi per spiegare la loro formazione. Posto un pendio erboso in condizioni predisponenti (terreno calcareo, altitudine, pendenza, esposizione ai venti dominanti, omogeneità e finezza del materiale

(9) Così il Montelucci, a proposito dei suoli a gradini del Terminillo (*La vegetazione del M. Terminillo*). Firenze, Centro Studi Flora e Vegetaz. Ital. del C.N.R., 1952-53, pp. 447).

(10) *Observations sur « les sols en gradins », ecc., cit.*

che forma il suolo), la gradinatura si inizia con una fessurazione diffusa nella copertura vegetale, in seguito al variare di uno o più degli elementi che costituiscono l'equilibrio ambientale (diboscamento, variazioni climatiche, come minore umidità o venti più impetuosi, sovraccarico di bestiame pascolante, ecc.). Le fessure si allargano per l'azione delle acque nivali e di pioggia, il soliflusso, l'erosione eolica. Le creste erbose tra una fessura e l'altra, scalzate in basso e premute dal materiale che si accumula a monte, tendono a rovesciarsi verso valle, formando quindi il saliente erboso del gradino. La parte spettante al soliflusso è in sostanza piuttosto limitata, e di conseguenza questi gradini non rappresentano, secondo il Demangeot, un tentativo abortito di festoni di tipo alpino, ma ne differiscono intimamente. Tra i fattori che ne provocano la formazione, il Demangeot ha accentuato in un primo tempo l'importanza del vento, per la sua azione di scalzamento e di deflazione, ma successivamente (11) ha rivalutato la funzione del soliflusso. Effettivamente la maggior diffusione dei suoli a gradini sui versanti esposti al vento dominante (SO) è un fatto che colpisce a prima vista. Penso però che più che l'azione meccanica del vento si debbano considerare la sua azione essiccante e i suoi effetti sulla vegetazione. Più povera è la copertura vegetale, più facile è il formarsi dei gradini. Sulle pendici molto battute dal vento, come ad esempio il versante meridionale di M. Portella, è più scarso il numero delle specie che può resistere e minori sono la loro diffusione e sviluppo.

Per quanto convincente, non ritengo che la spiegazione proposta dal Demangeot sia valida per tutti i casi. La gradinatura che si produce secondo questo meccanismo presuppone l'esistenza di una copertura erbosa continua, o comunque in migliori condizioni, e rappresenta quindi una forma di degradazione dei pa-

(11) *Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques*, cit., cfr. pp. 331-332. Qualche osservazione sui suoli a gradini del Gran Sasso si trova anche in: E. FURRER e F. FURNARI, *Ricerche introduttive sulla vegetazione di altitudine del Gran Sasso d'Italia*, in « Boll. Ist. Botanica Univ. Catania », Catania, 1960, pp. 143-202. Si rileva come sui dossi più battuti dal vento si sviluppi una vegetazione povera di specie, con prevalenza di *Sesleria tenuifolia*; in conseguenza del vento i ciuffi di piante si allungano in fasce, cosicché i pendii acquistano un tipico aspetto scalinato. In ambiente breccioso domina la *Festuca dimorpha*, i cui cespi, per l'accumularsi a monte dei detriti, tendono ad assumere una forma allungata semielittica.

scoli a causa di un mutamento nelle condizioni climatiche o per il sovraccarico di bestiame. Ora, sul Gran Sasso esistono anche suoli a gradini che costituiscono un aspetto, o, se vogliamo, una fase, della colonizzazione vegetale di pendici detritiche (per esempio vecchie falde detritiche non più alimentate). Evidentemente, in questi casi non si può pensare ad un'alterazione della copertura vegetale. Come ho già detto, il processo d'inerbamento si osserva bene sulle piccole superfici detritiche in pendio, dove le piante si dispongono in file più o meno parallele, lungo i tenui gradini che già esistono nel detrito; successivamente, è la stessa presenza delle piantine che accentua la gradinatura, in quanto il detrito che lentamente scende a valle per gravità, per trasporto da acque di pioggia o nivali, o per soliflusso (quando vi sono elementi fini che trattengono l'acqua), viene « fermato » dalle piantine stesse e costituisce un minuscolo ripiano a monte di esse. Ciò si vede molto bene nella foto n. 3, dove il detrito è imbrigliato da tenaci ciuffi di *Festuca dimorpha*. In conclusione, ritengo che in molti casi i suoli a gradini siano una fase successiva alla formazione delle falde detritiche ordinate.

Colate erbose. — L'unico esempio di questo tipo l'ho osservato nei pressi del sentiero che dall'Albergo Campo Imperatore conduce alla Sella del Brecciaio, sulle pendici di Campo Pericoli, intorno ai 2340-2350 m. Le colate si sviluppano su un pendio ben inerbato, esposto a NNO, riparato quindi dal vento dominante, che soffia da SO, e avente un'inclinazione di 20-25°. Come si può vedere nella foto n. 4, le colate erbose si presentano come festonature nella cotica erbosa, dirette grosso modo in senso trasversale al pendio, distanziate l'una dall'altra di pochi decimetri. Il dislivello tra una colata e l'altra è pochissimo sensibile, tanto che la loro successione è ben distinguibile solo a una certa distanza, e non c'è una netta interruzione della cotica erbosa sul margine della colata. Non si tratta insomma di un'unica massa in movimento verso il basso, ma di una successione di piccole falde in slittamento per soliflusso. Accennando alla presenza di una festonatura, naturalmente non si vuole intendere che si tratti di un suolo a festoni, del tipo descritto da C.F. Capello, da A. Pietra-

caprina (12) e da altri, tipo che rientra nella categoria dei suoli a gradinata, dai quali la forma descritta si differenzia per la mancanza di un elemento fondamentale, il gradino.

Non mi sembra che queste colate erbose si possano includere nella categoria delle *colate di detrito*, che sono forme molto più imponenti. Ritengo invece che si possano identificare con il tipo descritto dal Capello (13) nella valle dell'Allée Blanche, e da lui definito *colata terroso-erbosa*; una forma minore di criosoliflusso, che il Capello propone di considerare a sé stante.

Si noti che l'esempio descritto è tratto dalle pendici di Campo Pericoli, dove si accompagna ad altre manifestazioni di criosoliflusso, come cuscinetti su pendio, massi contornati, ecc. Ritengo che nella loro formazione sia di grande importanza l'esposizione, riparata dal vento dominante, che permette il formarsi di una coltre di terriccio di maggiore spessore che sulle pendici più soggette a deflazione e offre migliori condizioni per lo sviluppo della vegetazione. Se la vegetazione fosse più scarsa si formerebbero degli spazi vuoti e probabilmente invece di colate erbose si avrebbe una struttura a gradini.

12
Suoli a cuscinetti erbosi su pendio. — Sull'Appennino, rileva il Segre (14), i suoli a cuscinetti hanno aspetto molto diverso da quelli che si rinvencono sulle Alpi; i contorni sono mal precisati, le dimensioni ridotte. Il Segre propone di chiamare quelli da lui osservati sul Velino semplicemente *suoli a zolle erbose*, sottolineando così lo scarso sviluppo di questa forma. Il Demangeot (15) accenna alla presenza di suoli a cuscinetto (*thufur*) a Campo Imperatore, in posizione pianeggiante, al riparo dal vento. Personal-

(12) A. PIETRACAPRINA, *I fenomeni crionivali nei monti a ovest dell'Ortles-Cevedale (Alpi Retiche)*, in « Studi Sassaresi », Sez. III, Vol. XI, Sassari, 1963 (estr. di pp. 32).

(13) C. F. CAPELLO, M. LUCHINO CHIONETTI e C. ORIGLIA, *I fenomeni crionivali nelle valli di Pré Saint Didier (Valle d'Aosta)*, « Mem. e Studi Geogr. », S.A., Vol. IV, Torino, 1958, pp. 99.

(14) *Op. cit.*

(15) *Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques, cit.*, cfr. p. 332. Il Demangeot riferisce anche circa la presenza di *sols réticulés*, al di sopra dei 2300 m., e di *sols polygonaux*, di 10 cm. di diametro, a 2417 m., presso il Corno Grande. Data la mancanza di indicazioni precise sulla loro posizione, non ho potuto ritrovarli, né d'altra parte ho veduto strutture di questo tipo in alcuna parte del Gran Sasso.

mente, non ne ho veduti; per quanto mi consta, i veri suoli a cuscinetto, che si sviluppano in piano o su pendio molto leggero, su suoli spessi e ben inerpati, sono assenti sul Gran Sasso. Esistono bensì forme rudimentali atipiche con monticoli così piccoli e forma così poco definita da non meritare, secondo me, di essere presi in considerazione. Più che cuscinetti si potrebbero chiamare, con il Segre, zolle erbose, e probabilmente rappresentano uno stadio iniziale dei cuscinetti, non giunto a maturazione per l'insufficiente rigidità del clima. Un motivo di confusione inoltre, come è stato osservato anche dal Demangeot, è costituito dalla presenza di moltissimi monticoli di terra accumulati dalle talpe, i quali si coprono rapidamente di erbe e simulano un suolo a cuscinetti.

Qual'è la ragione per cui questi suoli sono assenti, o, al massimo, appena abbozzati? Come è noto, non sono ancora ben chiare le condizioni in cui si formano i cuscinetti, e, stante anche la scarsità di segnalazioni sull'Appennino, tanto meno possiamo sapere perché non se ne formano in particolare sul Gran Sasso. Tuttavia, alla considerazione di carattere generale formulata dal Segre (16), che l'insufficiente « articità » del clima delle montagne appenniniche non permette uno sviluppo delle forme crionivali paragonabile a quello alpino, si potrebbe aggiungere, nella fattispecie, una osservazione di carattere topografico-altimetrico. Sul Gran Sasso le superfici pianeggianti di una certa estensione e con uno spesso strato di terriccio si trovano solo ad altezze inferiori ai 2000 m. (Campo Imperatore, m. 1900-1800; la parte più bassa di Campo Pericoli, m. 1900). Più in alto, le condizioni topografiche non sono più favorevoli: i brevi ripiani su sella o sul fondo di circhi hanno uno strato di terriccio troppo sottile, oppure hanno substrato morenico o detritico permeabile, attraverso il quale l'acqua sfugge rapidamente, o, infine, sono essiccati dal vento.

Un solo esempio ho potuto osservare che, con molta buona volontà, si potrebbe definire un *suolo a cuscinetti in pendio* (o meglio un *suolo a zolle erbose in pendio*). Questo tipo di suolo, visibile nella foto n. 5, si trova a Campo Pericoli, poco lontano dal Rifugio Duca degli Abruzzi, a circa 2340 m., su un pendio esposto a NO e inclinato di circa 30°. I cuscinetti erbosi sono alti 10-20 cm.,

(16) *Op. cit.*

hanno un diametro di 20-30 cm., sono di forma irregolare e separati da piccole aiuole prive d'erba e formate da terriccio cosparso in superficie di sassolini. Sia le aiuole che i cuscinetti si allungano un poco in senso trasversale al pendio. Siamo in presenza di una forma alquanto diversa dai suoli a cuscinetti classici delle Alpi. Già la sola pendenza è un importante elemento di differenziazione; per quanto mi consta, non è stato descritto nessun caso di suoli a cuscinetti su un pendio così inclinato. Mancano inoltre quei segni particolari che indicano rigonfiamento del suolo. Sono dell'opinione che questa forma sia dovuta soprattutto a soliflusso e che quindi si avvicini più ai suoli a gradini erbosi che non alla categoria dei suoli a cuscinetti. Opinione confermata dal fatto che in altri punti (M. Scindarella) ho osservato forme analoghe facenti passaggio a suoli a gradini; in tal caso, si potrebbe pensare a una forma limite dei gradini erbosi, in cui i gradini sarebbero spezzettati e a livelli differenti.

Nel caso osservato a Campo Pericoli, si deve notare che il tipo di suolo descritto è molto vicino all'area delle colate erbose, sul medesimo versante e con la stessa esposizione, nonché la stessa altitudine, con la sola differenza di una pendenza un po' più forte e di una cotica erbosa discontinua. Non è difficile concludere che questa forma deriva dalle colate erbose: con la maggiore pendenza la cotica erbosa perde compattezza e si fraziona in piccoli lembi, le zolle erbose, che — si noti — sono leggermente allungate nel senso del pendio. In un secondo tempo la crioturbazione, agendo sul terriccio scoperto, provoca la concentrazione dei sassolini sulla superficie delle aree prive di vegetazione.

C.F. Capello (17) distingue tre tipi di suoli a cuscinetti: *a*) cuscinetti emisferici su suoli pianeggianti, *b*) cuscinetti poligonali su suoli poco inclinati, *c*) cuscinetti irregolari derivati dallo smembramento di colate erbose da soliflusso. Ritengo che il tipo descritto sia da inquadrarsi in quest'ultimo gruppo, sempre tenendo nella debita considerazione le ridotte dimensioni del fenomeno in ambiente appenninico, e da ritenersi quindi più una forma di soliflusso che di rigonfiamento del suolo.

(17) *Terminologia e sistematica, ecc., cit.*

Massi contornati. — Questa forma non è mai stata segnalata prima sull'Appennino, e anche sul Gran Sasso si tratta di un fenomeno molto raro. Ho potuto vedere solo due massi contornati, vicinissimi l'uno all'altro, a Campo Pericoli, presso il sentiero che dall'albergo conduce alla Sella del Brecciaio. I massi affiorano su un'antica falda detritica inerbata alla base del Corno Grande, coperta di blocchi di varie dimensioni e crivellata da piccole doline su pendio. I massi si trovano a 2320 m., in un punto in cui il pendio, regolarmente inerbato, è inclinato di circa 25° . Entrambi hanno la parte volta a valle contornata strettamente da un argine a mezzaluna, alto 30-40 cm., rivestito di erba e muschio. Nella parte a monte si trova un piccolo ripiano, pure erboso, e, per uno di essi, anche un solco (vedi foto n. 6) che si allunga per qualche metro nel senso del pendio, completamente rivestito d'erba. In prossimità non vi è presenza di argilla o di chiazze di terriccio prive d'erba. In uno dei massi la faccia superiore è quasi orizzontale, in concordanza con quanto osservato dal Capello, circa la tendenza a disporsi orizzontalmente o addirittura con inclinazione verso monte da parte dei massi contornati.

Strettamente parlando, questi due massi sono forme isolate, nel senso che non sono associati a colate erbose o a colate di blocchi, come è il caso più frequente; tuttavia devono essere visti nell'ambiente di Campo Pericoli, dove sono numerose le manifestazioni di soliflusso (colate erbose, suoli a cuscinetti su pendio) e altre forme connesse alla nivazione (conche crionivali, di cui si parlerà in seguito). Quindi la loro presenza non costituisce un'anomalia, ma si affianca ad altre forme crionivali che hanno la stessa origine.

I massi descritti sono « galleggianti » sul detrito erboso; non lontano però si vedono anche dei massi sprofondati entro piccole cavità del terreno. Data la presenza nella zona di numerose piccole conche che si formano per suberosione (prevalentemente meccanica) da parte di acque di pioggia e di fusione nivale (vedi in seguito), penso che anche questo fattore non sia da sottovalutarsi nel caso dei massi contornati. I massi che si vedono sprofondati nelle cavità sono stati trascinati in queste dal soliflusso, oppure le cavità si sono formate sotto di loro? In ogni caso, l'asporto di particelle solide da parte delle acque scorrenti nell'interno della

massa detritica non può non favorire il lento slittamento verso valle dei massi che su di essa poggiano.

La letteratura sui massi contornati non è molto vasta. Descritti dapprima da H. Poser (18), che li chiamò *Wanderblöcke*, sono ricordati anche da A. Cailleux e da G. Nangeroni, il quale propone per essi il termine *massi erranti*. C. F. Capello (19) ne ha studiato in particolare le caratteristiche morfologiche e le condizioni ambientali di formazione. Tra l'altro, nota che queste forme non si presentano di necessità sulle colate erbose o di blocchi, anche se questi sono i casi più comuni. La pendenza che viene indicata come più frequente, 30-45°, è più alta di quella misurata nella forma descritta. Il Capello distingue otto tipi di massi contornati, in base alle caratteristiche della giacitura, del materiale circostante e del cercine. I due esempi del Gran Sasso appartengono al gruppo A (cercine erroso accostato, solco, oppure conca, a monte del masso).

Sassi verticalizzati. — Se ne può vedere un esempio a Campo Pericoli, a quota 2300 circa (vedi foto n. 7): si tratta di una area detritica poco inerbata, in leggera pendenza, dove alcuni sassi piatti verticalizzati si ergono sul terriccio e i detriti minuti. I sassi sono alti 10-20 cm. e non sono connessi ad una colata erbosa o detritica. Si ritiene comunemente che i sassi si verticalizzino per il congelarsi della matrice terrosa imbevuta d'acqua, nel corso dello slittamento della massa lungo il pendio, e che siano da classificarsi tra le forme dovute a criosoliflusso. In genere i sassi verticalizzati non si presentano come forme isolate, ma si accompagnano a colate di pietre, a suoli poligonali o striati, ecc. Nel caso segnalato, anche se non si può individuare in quel punto la presenza di una lingua di terreno in slittamento, siamo tuttavia in una zona che offre anche altre manifestazioni di soliflusso.

Le descrizioni di sassi verticalizzati in regioni interessate da fenomeni crionivali sono abbastanza numerose. Non ritengo che si

(18) H. POSER, *Studien über die Periglazial-Erscheinungen in Mitteleuropa. Teil II. Studien aus dem Alpenvorland und den Alpen*. «Göttinger Geogr. Abhand.», H. 15, Göttinga, 1954, pp. 180.

(19) C.F. CAPELLO, I «massi contornati» (tipo di suolo strutturale da criosoliflusso), in «Natura», Milano, 1955, pp. 109-119.

possa applicare, in questo e in casi analoghi, il termine *ciottoli verticalizzati*, che deriva dal termine *galets contigues dressés*, usato dal Cailleux (20) per indicare un fatto alquanto diverso: ciottoli (quindi materiale di trasporto fluviale o torrentizio) affiancati e verticalizzati in matrice di sabbia fine e ghiaia. Il Nangeroni (21) propone una definizione che si adatta solo in parte alla forma qui descritta: *blocchi emergenti dal suolo*, cioè blocchi immersi in argilla e sollevati verticalmente dal congelarsi di questa. Nel nostro caso non si tratta di argilla, ma di terriccio misto a detriti minuti e le dimensioni degli elementi sollevati sono molto piccole.

Suoli striati (a strisce parallele erbose). — Ne ho rinvenuto solo un esempio, sul versante nord di M. Portella, presso il Rifugio Duca degli Abruzzi, a 2380 m. circa (foto n. 8), poco al di sotto del crinale. Il suolo striato si è sviluppato su un pendio molto inclinato, intorno ai 40-45°, rivestito di una coltre detritica sottile e parzialmente inerbato; è caratterizzato da una fitta alternanza di strisce erbose e di strisce di detrito non inerbato, larghe pochi centimetri, disposte parallelamente al pendio. Si noti che l'esposizione è NNE, al riparo dal vento dominante, e che la situazione topografica (subito sotto il crinale) contribuisce al formarsi di maggiori accumuli di neve.

Ritengo che questo suolo striato sia dovuto all'erosione da parte delle acque di fusione nivale. Il lento sciogliersi delle nevi, assai prolungato per lo spessore del manto nevoso e per l'esposizione settentrionale, provoca la formazione di piccoli rivi che solcano il suolo sottostante incidendovi dei minuti solchi paralleli, ai margini dei quali si impianta la vegetazione. Perché si formi una struttura di questo genere è evidentemente necessario un ruscellamento moderato e prolungato, come è quello delle acque di fusione. Se si confronta questa parte con il versante opposto, sul pendio battuto dai venti di SO e di SE, si nota in quest'ultimo la completa mancanza di una struttura simile.

E' possibile avvicinare questa forma a qualcuno dei vari tipi

(20) A. CAILLEUX e G. TAYLOR, *Cryopédologie*, ecc, cit.

(21) G. NANGERONI, *Neve, acqua, ghiaccio. Fenomeni crionivali delle regioni periglaciali nelle Alpi Italiane*. Como, Tip. Nosedà, 1954, pp. 42.

di suoli striati descritti nella regione alpina? Il Nangeroni (22) ha riscontrato sul Sella la presenza di suoli a strisce parallele al pendio, con solcature provocate dai filetti d'acqua di soluzione delle nevi. In altri suoi scritti più recenti (21 e 23), rifacendosi alla terminologia dei « Rapports » della Commissione per il Periglaciale dell'U.G.I. e a quella di Cailleux-Taylor e Tricart, attribuisce ai suoli a strisce parallele alla pendenza (*sols striés*) i seguenti caratteri: pendenza tra 8° e 26°, strisce formate da ciottoli in costa, o erbe, e detrito fine, passaggio a suoli poligonali con l'annullarsi della pendenza. Esistono quindi forti differenze tra questi suoli striati e il tipo presente sul Gran Sasso. Innanzi tutto la pendenza, che nel nostro caso è molto più forte, e poi la presenza di sassi in costa e il passaggio a suoli poligonali, particolari che fanno pensare che questi suoli striati siano dovuti soprattutto a moto selettivo del suolo per crioturbazione condizionata dalla gravità. Quindi non direi che il tipo del Gran Sasso si possa senz'altro includere tra questi. Il Capello aderisce sostanzialmente alle definizioni del Nangeroni e del Cailleux.

Altre segnalazioni invece mi sembra si riferiscano ad un fenomeno alquanto diverso. R. Albertini (24) descrive una struttura impostata su morenico, caratterizzata da solcature orientate secondo la pendenza, che hanno avuto inizio da un processo di soliflusso e successivamente sono state ingrandite dall'erosione dilavante. L'Albertini vuole farne un tipo distinto dai suoli a strisce parallele, chiamandolo *suolo a solchi paralleli* (25). Anche A.

(22) G. NANGERONI, *Fenomeni glaciali nel Gruppo di Sella (Dolomiti)*, in « Boll. Comit. Glaciol. Ital. », Torino, 1938, pp. 105-118; ID., *Interessanti fenomeni geomorfologici nel Livignasco*, in « Natura », Milano, 1942, pp. 20-25.

(23) G. NANGERONI, *I fenomeni di morfologia periglaciale in Italia*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1952, pp. 1-15.

(24) R. ALBERTINI, *Contributo alla conoscenza della morfologia crionivale del Gruppo Ortles-Cevedale*, in « Studi sui fenomeni crionivali (periglaciali partim) nelle Alpi Italiane », Pubbl. della Fond. Problemi Montani Arco Alpino, N. II, Parma, 1955, pp. 5-90.

(25) Peraltro le argomentazioni dell'Albertini non sono ben chiare. I suoli che egli descrive e chiama a *solchi paralleli* si differenzerebbero dai *suoli a strisce parallele* del Nangeroni in tre punti: a) solchi e non strisce; b) maggior forza del dilavamento, « sempre assente nelle strisce parallele a decorso normale alla pendenza del terreno »; c) diverso orientamento del soliflusso (cfr. p. 14). Va bene per il primo punto, ma le altre due osservazioni sono inutili, perché il Nangeroni intende strisce parallele non in direzione normale alla pendenza, ma proprio dirette nel senso della pendenza (cfr. gli scritti cit. alle note 21, 22 e 23). L'Al-

Pietracaprina (26) descrive dei suoli a strisce parallele erbose su pendii detritici più o meno acclivi e ne attribuisce l'origine all'acqua di scioglimento delle nevi, che scava piccoli solchi nei quali si impianta la vegetazione. Segnala anche un tipo che rappresenterebbe la fase iniziale del precedente, indicandolo col nome di *suolo a linee di scolo*. Origine analoga ha un *suolo a strisce parallele* descritto dal Nangeroni (27), caratterizzato da bande alternate di terriccio e di sassolini in solchi, larghe circa 5 cm., parallele alla pendenza, su pendio inclinato di 10-15°. I solchi sarebbero dovuti all'erosione di minuscoli filetti d'acqua di fusione nivale, seguita da riempimento dei solchi con sassolini a causa del ruscellamento provocato dalle piogge estive; il Nangeroni avanza pure l'ipotesi che questa struttura sia anche dovuta al congelamento dei fili d'acqua scorrenti sotto il detrito, con conseguente inarcamento del detrito stesso a forma di lunghi tubi. Ad ogni modo, considera questa struttura come non propriamente crionivale, ma semplicemente nivale. D'altra parte, il Tricart (28) non considera fenomeni crionivali quei suoli che presentano strisce dovute non a crioturbazione ma a lavaggio da parte di acque di ruscellamento.

Il Segre, infine, riferisce sulla presenza di suoli a strisce sul Velino, ma si tratta di strutture orientate perpendicolarmente al pendio, da assimilare quindi ai suoli a gradinata (29).

In conclusione, mi sembra che i suoli striati presi in considerazione dai vari autori siano di due specie: un tipo che si sviluppa su pendii leggeri e che mostra segni evidenti di moto selettivo del suolo per fenomeni di gelo e disgelo, e un altro che si forma su pendenze variamente inclinate ed è caratterizzato da solchi di ruscellamento incisi da acque nivali. Ritengo che il tipo riscontrato sul Gran Sasso appartenga a quest'ultima categoria; si tratta evidentemente di una struttura che ha poco a che fare con il gelo discontinuo ed è legata invece alla presenza della neve.

bertini invece (cfr. p. 47) chiama *suolo a strisce parallele erbose* un suolo che, stando alla fotografia e alla descrizione, è caratterizzato da gradini erbosi ortogonali alla pendenza.

(26) *Op. cit.*

(27) *Osservazioni geomorfologiche sui monti del Livignasco, cit.*

(28) *Cours de Géomorphologie, cit.*

(29) *Op. cit.*

Conche crionivali. — Prendiamo in considerazione in questo paragrafo le piccole cavità doliniformi che si trovano in gruppi numerosi su morenico e su detrito inerbato in varie parti del Gran Sasso, ad altezze sempre superiori a 1900 m. Queste cavità, che vengono comunemente chiamate doline (per quanto ci sia da discutere sulla proprietà del termine in questo caso), presentano le stesse caratteristiche morfologiche sia sul morenico che su detrito non morenico; l'unica differenza è che nel primo caso si hanno doline solo in posizione pianeggiante, mentre nel secondo si possono avere anche su pendio.

Dozzine di piccole doline, in genere con un diametro di 1-2 m. (ma ce ne sono anche di più grandi) e di 1 m. o poco più di profondità, crivellano il morenico dell'ultima espansione würmiana nei circhi di Campo Pericoli, di M. Aquila, della Scindarella. Il ruscellamento superficiale è limitatissimo, perché queste cavità inghiottono tutta l'acqua di pioggia e di fusione, che circola sotterraneamente. Le doline sono per lo più disposte in modo caotico, ma qualche volta (Campo Pericoli) è possibile riconoscere una disposizione preferenziale lungo linee di drenaggio. A volte costellano il fondo di cavità di assorbimento maggiori, impostatesi sulla montonatura glaciale. Esempi di questo genere si possono vedere a Campo Pericoli, e soprattutto a Campo Venacquaro, una grande conca formatasi per la coalescenza di molti circhi, che costituisce la testata della valle del Fosso Venacquaro, dove le doline si aggruppano nelle cavità tra una contropendenza e la successiva. (vedi foto n. 11). A Campo Imperatore la differenza tra l'idrografia della parte alta (morenico recente) e quella del piano (fluvio-glaciale) è nettissima: nella parte più elevata, tutta dossi e conche, il drenaggio è completamente sotterraneo, con doline allineate talvolta nel senso della pendenza, mentre quando si scende nella piana si hanno dei normali solchi torrentizi, che costituiscono quasi una continuazione degli allineamenti di doline.

Alle doline su falde detritico-moreniche inerbate (foto n. 12) si è già accennato a proposito dei massi contornati. Qui l'allineamento delle doline, sempre molto piccole, in funzione del drenaggio è più chiaro. La pendenza (che in genere non supera i 25°) comporta un certo ruscellamento, come dimostra la presenza di normali solchi torrentizi e di allineamenti di sassolini sull'erba

che vanno a finire nelle doline (le quali talvolta ne hanno il fondo colmato) e che indicano l'esistenza di minuscoli rivi all'epoca della fusione delle nevi. Quando la copertura detritica lascia il posto alla roccia viva, si vedono in questa delle vere forme carsiche, come doline e fessure ingrandite che funzionano da inghiottitoi.

Si possono formulare diverse ipotesi sull'origine di queste cavità. Ricordiamo quelle che sono state avanzate da vari studiosi per spiegare forme analoghe: *a*) gli avvallamenti superficiali del morenico sono una conseguenza dello scioglimento di lenti di ghiaccio sepolto; *b*) essi risultano dalla compressione nivo-glaciale su materiale clastico già disposto in modo da formare delle ondulazioni; *c*) essi sono dovuti a corrosione carsica nel calcare sottostante, con formazione di cavità sulle quali si modella il materiale clastico sovrastante; *d*) oppure a corrosione carsica nella massa detritica; *e*) o, infine, a erosione dell'accumulo detritico da parte delle acque d'infiltrazione che vi circolano, con asporto delle particelle fini e conseguente costipazione del materiale più grossolano.

L'interpretazione delle cavità superficiali del morenico come conseguenza della soluzione di lenti di ghiaccio sepolto si incontra più volte negli scritti di vari autori (ad esempio, anche il Nangeroni e il Capello); gli avvallamenti superficiali si producono in sostanza per un fenomeno di termocarso (30). Non mi sembra che una spiegazione di questo genere sia valida per le doline in questione, perché queste sono troppo numerose e ravvicinate, di piccole dimensioni e hanno una tipica forma ad imbuto. Per lo stesso motivo non mi sembra accettabile l'ipotesi della compressione nivo-glaciale, cui, ad esempio, accenna il Pietracaprina (31) per spiegare l'esistenza di conche in materiale clastico in alta montagna.

L'ipotesi di un adattamento della coltre morenica, o comunque detritica, a doline nella roccia in posto sottostante, ricorre più di frequente in casi analoghi. Già K. Hassert (32), rilevando la presenza di piccole doline nella « morena superficiale » in varie

(30) Così pensa il Nangeroni a proposito di alcune cavità doliniformi nel detrito sul Terminillo (cfr. *Conche pseudocarsiche e pseudoglaciali*, in « Natura »; Milano, 1952, cfr. 45-49).

(31) *Op. cit.*

(32) *Op. cit.*

parti del Gran Sasso e della Maiella, così numerose « da conferire al terreno erboso l'aspetto di una superficie butterata », ne attribuiva la formazione all'avvallarsi del materiale clastico in corrispondenza di cavità di corrosione carsica nel sottostante calcare e le catalogava nel gruppo delle *doline alluvionali*, seguendo lo Cvijić. Della stessa opinione è M. Ortolani (33), che prospetta un fatto di carsismo sub-morenico come spiegazione delle doline di Campo Pericoli. Anche il Nangeroni è del parere che spesso si tratti di doline « ereditate » per carsismo subdetritico (34).

Uno dei sostenitori dell'ipotesi di cui alla lettera *d*) è K. Haserodt (35) di cui riferiamo le osservazioni relative ai campi dolinati su morenico e su detrito crioclastico quaternario ed attuale sullo Hagengebirge (Alpi di Berchtesgaden). Il tipo di rilievo descritto è caratterizzato da superfici piane o in leggera pendenza, sfiorate da un numero enorme di piccole doline, dai margini mal definiti, che formano un continuo alternarsi di gobbe e cavità. Queste cavità, che, stando alla descrizione e alle fotografie, sono identiche a quelle del Gran Sasso, sono chiamate dallo Haserodt *Buckelwiesendolinen*. L'autore attribuisce loro una origine prettamente carsica, supponendo che si formino in conseguenza di un processo di corrosione carsica nell'interno della massa detritico-morenica, seguito dall'asporto del materiale in soluzione da parte delle acque che circolano nel detrito. Il motivo per cui non si ha un abbassamento uniforme della superficie, ma si formano dei dossi e delle cavità, secondo l'autore, non è ben chiaro; una spiegazione molto convincente è che si creino nella massa clastica delle vie di drenaggio, in corrispondenza delle quali si

(33) M. ORTOLANI, *Il massiccio del Gran Sasso d'Italia. Studio geografico*. « Mem. Soc. Geogr. Ital. », XX, P.I., Roma, 1942, pp. 145; cfr. p. 19.

(34) G.B. De Gasperi, nei suoi appunti sulla geomorfologia della Maiella, annota che il morenico e il detrito di falda di Val Cannella e di altre parti della montagna è sfiorato da doline che egli chiama *alluvionali*, a forma di imbuto. Ritiene che siano dovute alla azione della neve, ma non è molto chiaro sulla loro origine. G. Stefanini, nel commento agli appunti del De Gasperi, afferma che le doline sono dovute a suberosione del calcare, seguita da sprofondamento della copertura clastica. (*Osservazioni geologiche e geofisiche nel gruppo della Maiella*. Sta nel vol. « Scritti vari di geografia e geologia ». Firenze, M. Ricci, 1922, pp. 117-167).

(35) K. HASERODT, *Untersuchungen zur Höhen- und Altersgliederung der Karstformen in den Nördlichen Kalkalpen*, « Münchner Geogr. Hefte », H. 27, Monaco, 1965, pp. 114.

formerebbero di preferenza le doline. Una buona ragione dell'ulteriore ampliarsi delle doline è poi la loro stessa forma, atta a raccogliere una maggiore quantità di neve e d'acqua che non le forme piane o convesse. La maggiore e più lunga umidificazione dell'interno delle doline intensifica in esse il processo di corrosione. Questa morfologia viene in sostanza interpretata dallo Haserodt come prettamente carsica, e non particolarmente legata a una data fascia altimetrica. I campi dolinati dello Hagengebirge si trovano per lo più tra i 1400 e i 1900 m., ma ce ne sono anche a 2200-2400 m., su detrito di falda. Si noti dunque che si tratta sempre d'ambiente d'alta montagna e che lo stesso Haserodt assegna una funzione importante alla presenza della neve e quindi dell'acqua di fusione nell'interno delle cavità. Si tratta perciò di una forma carsica di clima freddo.

Sostenitore dell'ipotesi dell'azione meccanica di erosione da parte delle acque circolanti nel detrito è il Demangeot, in un suo studio sull'origine di alcune forme da nivazione (36), in cui si dichiara del parere che le *niches de nivation* su materiale eterogeneo siano in buona parte dovute all'asporto di materiale fine attraverso il fondo da parte delle acque di fusione, donde la tendenza a sprofondare della parte superficiale. Sul Gran Sasso (37), il Demangeot sottolinea la fisionomia particolare delle *dolines en entonnoir*, come egli le chiama, di Campo Pericoli e Campo Imperatore, notando che occupano zone che erano ghiacciate nel Würmiano e che hanno una funzione di *succion*. Le ritiene forme nivali di età attuale.

Personalmente sono d'accordo col Demangeot nel ritenere queste cavità come dovute essenzialmente a lento asporto meccanico da parte delle acque circolanti nel detrito. Un fattore predisponente è senz'altro costituito dalle rughe, avvallamenti, dossi, da tutti gli accidenti, cioè, che caratterizzano la superficie di un accumulo morenico e che favoriscono il concentrarsi delle acque in alcuni punti, dove vengono inghiottite. Si pensi poi all'eterogeneità delle dimensioni del materiale che costituisce una morena; man mano che il limo viene asportato, il materiale grossolano si

(36) J. DEMANGEOT, *Contribution à l'étude de quelques formes de nivation*, in « Rev. Géogr. Alpine », Grénoble, 1941, pp. 337-352; cfr. p. 339.

(37) *Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques*, cit., cfr. p. 221.

costipa. L'approfondirsi della cavità probabilmente avviene in generale in modo tranquillo e graduale, ma è anche possibile che si verifichino degli improvvisi cedimenti del fondo per il formarsi di vuoti sottostanti. Mi è capitato di vedere una dolina sul cui fondo la cotica erbosa era incisa torno torno, segno che il fondo aveva subito un improvviso sprofondamento (foto n. 13). Probabilmente, la cotica erbosa, sempre assai sviluppata sul fondo delle doline (ambiente umido e riparato dal vento), trattiene con le sue radici uno straterello di terriccio, sotto il quale l'erosione prosegue, creando un piccolo vuoto; ad un certo momento, per una causa qualsiasi (peso della neve, imbibizione d'acqua), la cotica cede e sprofonda.

Si tenga presente il fatto che questi campi dolinati sono tipici dei depositi detritico-morenici dell'alta montagna (si trovano infatti tra i 1900 e i 2300 m.). Nel Campo Imperatore si trova anche una zona dolinata a quota relativamente bassa (circa 1700 m.), in terreno morenico, quella delle Coppe di S. Stefano, ma le cavità hanno caratteri morfologici molto diversi (38).

Anche considerando più probabile un fatto di erosione meccanica come causa delle cavità, non si rifiuta per questo importanza al substrato calcareo, non in quanto le cavità superficiali siano la conseguenza dell'adeguarsi della coltre morenica a doline sottostanti, ma piuttosto nel senso che nel calcare può stabilirsi una rete di drenaggio carsico che condiziona il drenaggio nel detrito. Sarebbe interessante fare un confronto tra questi campi dolinati e una morfologia analoga in ambiente non carsogeno.

Evidentemente, si comprenderà come, per coerenza con l'opinione su espressa circa l'origine di queste cavità, si sia scartato il termine *dolina* preferendo quello di *conca crionivale*. Questo

(38) Coppe di S. Stefano è il nome della località dove si trova la morena terminale deposta dal grande ghiacciaio würmliano di Campo Imperatore, una zona che oggi presenta un succedersi continuo di dossi e di doline, anche piuttosto grandi, a fondo pianeggiante, d'aspetto senile. Il Demangeot suppone che si tratti di cavità formatesi per soluzione di lenti di ghiaccio sepolto rimaste isolate in seguito al rapido ritiro del ghiacciaio. A. Moretti e M. Ortolani le ritengono del tipo *alluvionale*, dovute cioè alla suberosione del calcare di fondo, favorita dalla predisposizione dell'accumulo morenico al processo carsico per le depressioni che esso presenta (*Il Gran Sasso d'Italia: versante meridionale*). Bologna, C.N.R., Centro di Studi per la Geogr. Fisica (Ricerche sulla Morfologia e Idrologia carsica), 1950, pp. 119).



9. - Conche crionivali nel morenico (Campo Pericoli).

(fot. M. L. Gentileschi)



10. - Conche crionivali nel morenico (Val Maone).

(fot. M. L. Gentileschi)



11. - Campo Venacquaro.

(*fol. M. L. Gentileschi*)



12. - Conche crionivali su pendio detritico-morenico inerbato.

(*fol. M. L. Gentileschi*)



13. - Una conca che mostra segni di cedimento del fondo (Campo Pericoli).

(fot. M. L. Gentileschi)



14. - Campo di pietre in pendio (M. Scindarella).

(fot. M. L. Gentileschi)



15. - Nivomarena nei pressi dell'Albergo Campo Imperatore.

(fot. M. L. Gentileschi)



16. - Falda detritica a Campo Pericoli, sotto il Rifugio Duca degli Abruzzi. Ai piedi della falda si stende una nivomarena. In primo piano, un riparo sotto roccia.

(fot. M. L. Gentileschi)

termine è stato proposto dall'Albertini (39) per indicare le depressioni di origine crionivale in materiale clastico: le *conche crionivali* derivano dalla evoluzione di forme crionivali preesistenti, come pietraie, cordoni di pietre, campi e colate di pietre, in seguito alla « pressione e disgregazione esercitate dalla massa di neve » (p. 28), e sono quindi ritenute dall'autore forme da nivazione. Altro termine che potrebbe essere adottato è quello di *conca da neve*, che il Capello usa a proposito di cavità nel morenico recente (40). La definizione *niche de nivation*, che presso gli autori francesi in origine aveva un significato più vasto includendo varie forme, viene ormai usata quasi sempre per indicare solo quelle nicchie crionivali su pendio che si suppone rappresentino un primo abbozzo di circo, e quindi non è il caso di usarla in questa occasione.

Campi di pietre su pendio. — Questo tipo è abbastanza comune sulle alte pendici del Gran Sasso. Si tratta di accumuli di pietrame di varie dimensioni (anche grossi blocchi), del tutto privo di limo e di pietrisco fine, allungati nel senso della pendenza. Non si trovano alla base di pareti rocciose, quindi non vengono alimentati da materiale clastico caduto dall'alto, e vanno perciò tenuti distinti dalle falde detritiche vere e proprie, che sono alimentate direttamente dal disfacimento delle pareti rocciose sovrastanti. Nel caso della foto n. 14 abbiamo un campo di pietre sul versante nord del M. Scindarella, a circa 2150 m.; il pietrame forma una striscia lunga un'ottantina di metri, nel senso del pendio, adagiata su una pendenza di 30°, più sottile verso l'alto e più larga (qualche metro) nella parte più bassa. Non vi sono affioramenti di roccia in posto di una certa consistenza più a monte, quindi il materiale deve provenire da frammentazione *in situ* per gelivazione della roccia affiorante. Movimenti di leggera entità (dovuti soprattutto alla gravità) ne hanno provocato la concentrazione e la discesa, che ha portato alla forma sottile ed allungata dell'accumulo. Può darsi che questi movimenti abbiano avuto luogo in passato in un periodo più freddo dell'attuale. Presentemente non vi sono segni che indichino uno slittamento in atto.

Campi di pietre simili sono abbastanza frequenti sul M. Aquila,

(39) *Op. cit.*

(40) C.F. CAPELLO, M. LUCHINO CHIONETTI e C. ORIGLIA, *op. cit.*

sul M. Portella e altrove. Talvolta non sono molto lontani da pareti rocciose, ma tra la pietraia e la parete si interpone un tratto libero da frammenti grossolani e inerbato. Si potrebbe pensare che l'accumulo si sia formato in un'epoca in cui la gelivazione era più intensa e che si sia verificata una discesa del materiale lungo il pendio, mentre la parte più alta, dove i frammenti cadevano in minore quantità, si andava ricoprendo di vegetazione

La classificazione di fatti crionivali come mari di pietre, colate di pietre, ecc., è piuttosto controversa e spesso le descrizioni non sono abbastanza chiare o vengono usati termini che danno adito a confusione. Evidentemente, nel nostro caso, siamo lontani dalle grandi forme classificabili come pietraie semoventi o colate di blocchi, ecc., perché, oltre alle dimensioni ridotte del fenomeno, manca un vero e proprio soliflusso in atto, e dobbiamo quindi rifarci alle forme minori. Il Nangeroni distingue le *pietraie su pendio*, accumuli detritici situati alla base di pareti, su pendii inclinati di 3-24°, formatisi per accumulo di materiale proveniente dal disgregamento delle pareti stesse e dotati di lento movimento. Non è ben chiaro, dalla descrizione, se il termine sia da applicarsi solo a falde detritiche. In un altro scritto (41), il Nangeroni propone la denominazione di *campi di pietre senza argilla*, come equivalente di *coulées de blocailles sans limon*, un tipo citato da Cailleux e Taylor, per indicare colate di pietre senza elementi fini, nel complesso di dimensioni non rilevanti, che non hanno tutti i caratteri dei *glaciers rocheux*. Nel tipo qui descritto manca il fatto colata, e quindi ritengo che non si possa avvicinare a questo.

Si adatta invece bene al tipo rinvenuto sul Gran Sasso la forma che il Capello definisce *campi di pietre* (42) e così descrive: « Concentrazioni di blocchi rocciosi grandi e medi, senza terra, con interstizi molto aperti, senza forma speciale e senza cordoni, giacenti su superfici piane o inclinate, non in relazione a detriti di falda oppure a pareti rocciose »; e ancora: « hanno subito dei lievi spostamenti dovuti alla gravità e all'acqua di pioggia. Questi campi non hanno una forma precisa né un contorno definito e sono forme pressoché fisse ». Ne spiega l'origine con la frammentazione *in*

(41) *I fenomeni di morfologia periglaciale*, ecc., cit.

(42) *Terminologia e sistematica*, ecc., cit.; cfr. p. 133 e p. 203.

situ delle rocce e ne distingue due sottotipi: a) *caos rocciosi*, su rocce in posto, b) *campi di pendio*. In questa seconda categoria ritengo siano da includere gli esempi rinvenuti sul Gran Sasso.

In conclusione, questa forma, scarsamente tipica, ma molto diffusa sulle montagne appenniniche, deve essere intesa come una conseguenza soprattutto della gelivazione, mentre vi ha poca o nessuna importanza il soliflusso, a differenza di quanto avviene di solito per le forme crionivali in pendio.

Nivomorene. — Accumuli detritici interpretabili come nivomorene si trovano sul Gran Sasso in due casi: ai piedi di brecciai tuttora attivi, in genere nei circhi, oppure su pendii inerpati che non sono in relazione con falde detritiche o circhi o apparati morenici. Nel primo caso, si possono vedere vari esempi ai piedi dei brecciai di Campo Pericoli; la nivomorena si presenta come un cordone detritico staccato dal brecciaio, allungato trasversalmente ai suoi piedi, con profilo dissimmetrico, essendo il lato verso il brecciaio più ripido, e quello verso valle più dolce. Tra la base del brecciaio e la nivomorena si interpone un solco allungato, a valle del quale la nivomorena si erge a guisa di argine, di 1-2 m. Il fondo del solco assorbe le acque nivali e di pioggia del brecciaio; fino ad estate avanzata vi permangono delle placche di neve. A questa lunga permanenza della neve nel solco si deve probabilmente il fatto che il cordone detritico presenta il lato interno, verso il brecciaio, quasi privo di vegetazione, mentre quello esterno è abbastanza bene inerbato (foto n. 16).

Ritengo che questi cordoni detritici siano senz'altro da interpretarsi come nivomorene, cioè formati dall'accumularsi ai piedi di un nevaio o glacionevato, situato al posto dell'attuale brecciaio, dei frammenti di roccia caduti dalla parete sovrastante sulla neve e poi scivolati o trasportati verso il basso. E' possibile che in un periodo di clima più freddo dell'attuale questi cordoni nivomorenici abbiano subito uno spostamento verso valle per criosoliflusso, ma attualmente non vi sono segni di slittamento in atto, e bisogna quindi pensare che si tratti di una forma ormai fossile e stabilizzata.

Anche trovandosi in corrispondenza di circhi, questi accumuli non si possono confondere con le vere morene, sia per la loro

freschezza, che per la forma e posizione. Le nivomorene meglio conservate sono quelle con esposizione NNE, fatto che conferma l'ipotesi dell'esistenza di nevai che abbiano conservato per lungo tempo le stesse dimensioni e che abbiano dato origine a questi depositi.

Si può prevedere facilmente la scomparsa di queste nivomorene a scadenza piuttosto breve, non tanto per erosione da ruscellamento, quanto per l'accrescersi del brecciaio, i cui detriti colmeranno il solco e copriranno la nivomorena.

Le nivomorene dei circhi della Portella sono ben visibili anche sulle carte topografiche al 25.000. A. Sestini (43), esaminando la morfologia del Gran Sasso nelle tavolette di recente pubblicazione, ne rileva la presenza, e avanza l'ipotesi che si tratti di morene, notando però che non sono state segnalate dagli studiosi di morfologia glaciale del Gran Sasso.

Nel secondo caso, quello delle nivomorene su pendii inerpati indipendenti dai circhi e dai brecciai, ho potuto riscontrare due esempi: uno, più imponente, si trova sul versante nord del M. Scindarella, a 1900-1950 m., ed è stato già segnalato dal Demangeot (44). Ha la forma di una grande mezzaluna, con la concavità rivolta a monte, ed è formata da detrito fine frammisto a grossi blocchi, parzialmente inerbato.

Il secondo esempio, di dimensioni molto minori, ma nettamente disegnato, non segnalato prima d'oggi, si trova a circa 300 m. a nord-est dell'Albergo Campo Imperatore, quasi alla base della scarpata, a forte pendenza, che limita a nord-est il ripiano su cui sorge l'albergo. La nivomorena ha la forma di un cordone a mezzaluna, del diametro di circa 20 m., trasversale al pendio e con la concavità rivolta a monte. Il dislivello tra l'argine e la depressione interna è di circa mezzo metro. Il drenaggio dell'acqua della conca e di quella che scende dal pendio sovrastante è sub-detritico, senza presenza di inghiottitoi. Tutta la nivomorena è bene inerbata e non vi sono tracce di soliflusso in atto (foto n. 15).

Il Nangeroni (45) ha proposto per queste forme il termine di

(43) A. SESTINI, *La morfologia del Gran Sasso nelle nuove tavolette dell'Istituto Geografico Militare*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1959, pp. 87-92.

(44) *Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques*, cit.; cfr. p. 255.

(45) *Neve, acqua, ghiaccio*, ecc., cit.

archi detritici pseudomorenici o anche semplicemente di *pseudomorene* (46), spiegandone anche l'origine nel modo su riferito. Il Capello propone il termine *nivomorena*, dichiarandosi d'accordo col Nangeroni circa l'origine (47).

Ricordiamo che anche F. Sacco (48) accenna alla presenza di forme simili nei circhi e nelle alte valli della Maiella, dandone una spiegazione analoga e proponendo per essi il nome di *detriti di nevato*.

* * *

Ringrazio il Prof. G. Nangeroni per l'interesse mostrato verso il mio lavoro e per i consigli di cui è stato prodigo, e il Dott. L. Laureti, che mi ha accompagnato in alcune escursioni.

SUMMARY. — The article is a review of the periglacial phenomena found on the Gran Sasso (Central Apennines), where, owing to the height, an unusual variety of such features can be seen. Among the types found there are nonsorted steps, *Wanderblöcke*, nivation ridges etc., some of which have seldom or never been observed before in this region. Most of them occur above 2000 m. and are not so well defined as in the Alps besides showing different characteristics.

(46) G. NANGERONI, *Rapporto degli studi eseguiti in Italia da italiani sui fenomeni periglaciali*, in « *Biul. Peryglacjalny* », Lodz, 1957, pp. 147-160.

(47) *Terminologia e sistematica*, ecc., *cit.*; cfr. p. 225. Tra gli esempi segnalati dal Capello in vari suoi scritti, uno in particolare, riscontrato nelle Alpi Graie e ben visibile anche sulla carta topografica, sembra avere le stesse caratteristiche delle *nivomorene* del Gran Sasso (*Le morfologie crionivali (periglaciali) nelle Alpi Graie meridionali italiane*. Torino, Pubbl. Ist. Geografia Alpina, vol. III, « *Studi sulle morfologie crionivali* », n. 1, 1963, pp. 126; cfr. p. 77).

(48) *Op. cit.*, cfr. p. 271.