

L. GIUSEPPE NANGERONI

La morfologia dei monti di Val Malenco in rapporto alla struttura geolitologica.

1. GENERALITÀ. — Che le forme dei rilievi appartenenti a bacini ben lontani dall'aver raggiunto le linee di equilibrio verticale, e cioè dei rilievi morfologicamente giovani, rispecchino con una certa fedeltà tanto la natura delle rocce, secondo il loro grado di *erodibilità*, quanto il *grado di inclinazione degli strati*, è un fatto alquanto noto e quasi evidente. Sul quale però mi sembra non si insista a sufficienza e con sufficiente precisione, dando molti autori assoluta prevalenza chi al fattore *litologico*, chi a quello *stratigrafico-tettonico*, chi agli elementi *meteorici* che avrebbero lavorato con effetti indipendenti dai primi due. Mentre è ovvio pensare che le forme del rilievo debbano essere come l'effetto risultante di numerosi fattori che si possono riassumere nei tre fondamentali sudetti. Con la mente priva di preconcetti, anzi, mi si permetta la confessione d'un fallo scientifico, col preconcetto che le influenze litologiche e le condizioni stratigrafiche fossero minime o nulle sul rilievo, dopo alcune campagne alpine e dopo una stagione di osservazioni un po' minuziose sui monti del Mallero, ho dovuto convincermi che le forme, non solo dei monti, ma anche dei circhi e delle valli, tradiscono le varie condizioni di struttura interna.

La Valle Malenco, per varietà di rocce e di condizioni tettoniche si presta, pur nella sua non rilevante estensione, ad una analisi del genere.

2. LA VAL MALENCO E LA SUA STRUTTURA GEOLOGICA. — La regione Malenco (315 kmq.) è situata tutta nella zona alpina (A. Retiche). Si tratta nel complesso di un esteso bacino il cui principale collettore (Torrente Mallero) confluisce, diretto a sud, nel fiume Adda a Sondrio (Valtellina). La valle maggiore passa da m. 2560 (P.so del Muretto) a m. 450 circa (Ponchiera, Mossini), qui sospesa per 150 metri sul fondo della Valtellina (Sondrio, m. 300). Le tre valli laterali maggiori sono: a destra la Valle Torreggio, perpendicolare (origine a m. 2839, passo

Cornarossa; sbocco a m. 790, Torre Santa Maria); a sinistra la Valle Lanterna, perpendicolare (origini a m. 3590, Forcola di Cresta Guzza per il ramo Scerscen e a m. 3703, Forcola di Bellavista, per il ramo Campo Moro; sbocco a m. 950, Chiesa) e la valle Antognasco, obliqua (origini a m. 2854, P.so Forame; sbocco a m. 850, sospeso per 400 metri su Arquino nella valle maggiore). La media altitudine delle cime si aggira sui metri 3000; pochissime sono quelle inferiori, e di poco, ai metri 2500; le forme del rilievo sono quindi di *alta montagna* e quelle dei versanti e del fondo valle è evidente debbano mostrare profonde le tracce delle *occupazioni glaciali nel Quaternario*.

La regione è scavata in una gigantesca vòlta rocciosa longitudinale alla catena alpina (direzione ovest-est) con asse principale degradante da ovest ed est (Monte Disgrazia-Lanzada-Passo Uer-Lago Poschiavo), asse che è una minima parte dell'asse di culminazione tettonica di tutto il sistema alpino. La vòlta è però interessata anche da pieghe minori trasversali, dirette nord-sud a larghe movenze, e cioè da una anticlinale Muretto-Disgrazia, e da una sinclinale Bellavista-Acquanera. Questa vòlta fortemente dissimmetrica, frazione della vòlta alpina, è formata nelle sue linee generali da *cinque falde sovrapposte*, con le radici a sud subverticali e con le coltri immerse leggermente a nord, che sono, della più superficiale, *le falde* (o lobi di falde): *Bernina* (che, sovrapposta alla Err, questa sovente mancante, è tra le più profonde delle falde austridi), *Sella-Margna* (Sella-Margna, VI, Dent Blanche), *del Serpentino* (intrusione peridotitica cretacea, intervenuta poco prima del parossisma alpino), *Tambò-Suretta* (V, Monte Rosa), quest'ultima la più profonda, emergente in corrispondenza dell'asse longitudinale ed anche altrove.

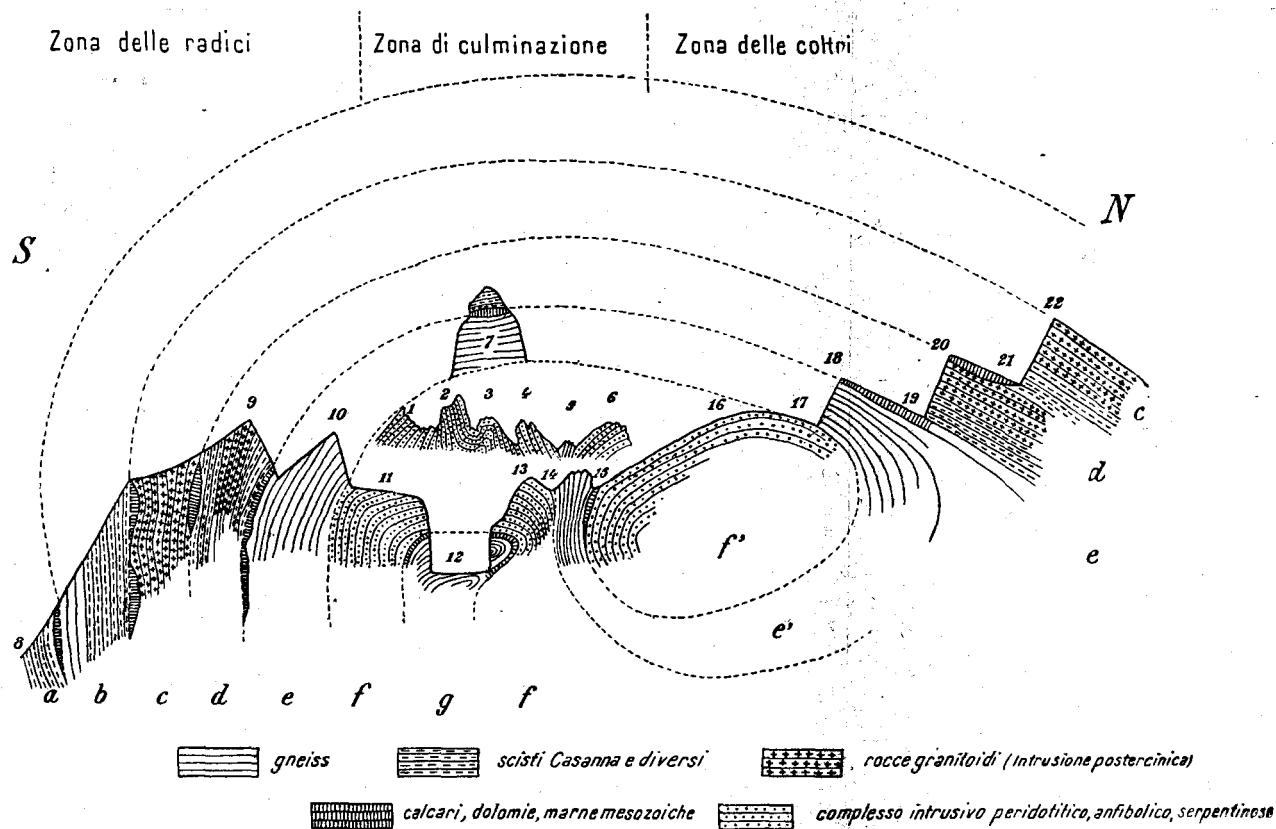
Ogni falda, salvo la peridotitica, che assolutamente parlando non può neppure esser chiamata falda, è a sua volta costituita da banchi di *gneiss*, *micascisti*, *scisti di Casanna*, *rocce granitoidi* (graniti del Bellavista-Palù, dioriti del Bernina, sieniti e monzoniti del Sella), separata dalle altre vicine da *intercalazioni tettoniche* semplici o plurime, di *rocce sedimentari mesozoiche* (quarziti, calcari, dolomie, calcari marnosi, scisti grigionesi) più o meno cristalline e metamorfiche. A tutto ciò si aggiunga la massa di serizzo ghiandone e tonalite del Másino di intrusione post-alpina (oligocenico-miocenica), quindi non partecipante dell'andamento generale delle falde, le quali dalla intrusione vennero anzi in parte digerite, che in banchi diretti prevalentemente SO-NE e subverticali se non, nella nostra regione, leggermente immersi

a NO, costituiscono in prevalenza i circhi e le cime del versante destro del Muretto, dal Forno-Muretto alla Sella Pioda del Disgrazia. L'andamento generale della vòlta longitudinale è turbato oltre chè dalla stessa assenza di orizzontalità del suo asse e cioè dal suo elevarsi verso ovest, con conseguente culminazione trasversale Muretto-Disgrazia, anche dal fatto che una frazione della falda Margna, dopo aver coperto il serpentino, nella regione centro occidentale vi si sottopone e riemerge a sud, separando così tettonicamente dalla vera falda serpentinoso (regione a sud: Disgrazia-Ventina-Pizzo Rachele-Motta) involtolato dai gneiss di Margna (regione a nord: Duca-Braccia-M. Nero); rimangono superficialmente esenti da questa complicazione i serpentini orientali del Monte Forbici, Sassomoro, Spondascia, Uer. Nel complesso quindi: gli strati sono verticali o subverticali (fortemente immersi a NO. o a S.) ad ovest (regione Muretto-Valseda-Disgrazia) e a sud (zona radicale delle falde); più o meno leggermente degradanti invece verso SE, E, N. NE, rispettivamente nella regione sud-est, est, nord, nord-est.

3. LOCALIZZAZIONE DEI PASSI. — Riesce intanto molto interessante seguire le linee di separazione fra l'una e l'altra falda non solo nella zona radicale, e cioè dove gli strati ed i banchi sono *subverticali* ma anche nella regione delle falde, a nord, dove gli strati sono egualmente e spesso *leggermente immersi* a nord. Noi potremmo allora fare la constatazione che è appunto su queste linee che troviamo il maggior numero delle alte depressioni della regione, perchè è lungo queste linee che vengono a contatto rocce di erodibilità diversa e dove le soluzioni di continuità debbono esser più rilevanti e determinare quindi degradazione meteorica più intensa:

1. **Tra la falda Bernina e Sella:** *Bocchetta Valdona* m. 2181 (tra banchi di calcare mesozoico e di dioriti paleozoiche del Monte Rolla subverticali) colla valletta omonima; *Passo Marinelli* m. 3060 e *Passo Sella* m. 3281 (ambedue scavati negli scisti di Casanna della falda Err, immersi leggermente a nord, sostenuti dalle monzoniti della falda Sella, con interstrati di calcare, e sostenenti calcare e diorite della falda Bernina);

2. **Tra la falda Sella e Margna:** *Passo Forame* m. 2845 (tra calcare ricoprente la falda Margna e scisti Casanna del Painale, falda Sella,



Falde: a = degli scisti di Morbegno-Edolo; b = Campo-Languard; c = Bernina-Err; d = Sella; e = Margna; f = dei Serpentinetti di Malenco; g = Tambò-Surelta; e', f' = regione d'involgimento del Serpentino.

1. Regione Cornarossa; 2. Pizzo Disgrazia; 3. Regione Cassandra-Giumellino; 4. Pizzo Rachele; 5. Passo Ventina; 6. Regione Duca-Rachele; 7. Pizzo Scalino; 8. Versante Nord Valtellina (Sondrio); 9. Regione Collina Mara-Ron-Painale; 10. Cresta Palino-Cavaglia-Acquanera; 11. Ripiano Acquanera-Prabello; 12. Valle Lanterna a Lanzada; 13. Monte Motta; 14. Passo Campolungo; 15. Passo del Torno; 16. Monte Nero; 17. Passo d'Entova; 18. Pizzi Entova-Malenco-Tremogge; 19. Passo Scerscen; 20. Cresta 3174-Sella; 21. Passo Sella; 22. Pizzi Roség-Bernina-Zupò.

Questo, come gli altri schizzi e profili, è schematico e serve solo per un orientamento generale.

a banchi lievemente immersi a SSE.); per una doppia piega dalla falda Sella, con emergenza di banchi di scisti di Casanna tra monzoniti, immersi lievemente a N, si sono formate le due *Bocchette di Caspoggio* sui m. 3.000 separate da un basso spuntone; *Passo Tremogge* (tra il calcare superiore alla Margna e gli scisti inferiori del Sella);

3. Tra la falda Margna e del Serpentino : *Passo Caldenno* 2527 (banchi subverticali di gneiss); i tre vicini passi: *Campagneda* 2620 circa, *Canciano* 2533, *Uer* 2550, lungo la linea di culminazione della anticlinale Disgrazia-Campagneda-Uer, ampi e piatti e montonati essendo in pieno dominio dei Serpentine più o meno scistosi affioranti a mo' di finestra dai sovrastanti gneiss di Margna; *Forcola Fellaria* m. 2819, *Bocchetta delle Forbici* m. 2662, *Forcella d'Entova*. Lo stesso Passo del Muretto m. 2560, passo duplice separato dalla bozza 2627, per quanto tutto scavato nei gneiss di Margna, è a poche decine di metri dal limite colle anfiboliti nere similabili ai serpentine di Malenco; così dicasi di tutto il vallone del Muretto di cui il versante orientale è di gneiss immersi ad est e quello occidentale di anfiboliti e serizzo del Mäsino in banchi subverticali o immersi fortemente a ONO. Il contatto fra la fascia di gneiss Margna e di serpentino nella regione centrale d'involtoamento è pure segnato, lungo le creste, da numerose bocchette che sono: una, appena a S della quota 2554 nella regione di Zocca-Ventina; il *Passo Ventina* m. 2674 doppio (una insellatura in serpentino ed una al limite tra gneiss e serpentino, separate da lastroni verticali di serpentino); il Lagazzuolo Superiore n. 2235 di cui una sponda è serpentinosa e l'altra gneissica; *Passo a* m. 2506 nella regione del Lago Pirola; lungo solco del Lago Pirola; sella ad ovest che dà sul vallone Ventina; linee Vallascia-Bocchetta di Campolungo, m. 2168, Bracciasco-Bocchel del Torno, m. 2188.

La stessa Sella Pioda è poco più sotto il limite tra il serizzo e il complesso di scisti-calcare e serpentino del Disgrazia.

Le bocchette ed i passi che abbiamo passato in rassegna rappresentano circa il 90 % delle maggiori incisure di creste esistenti nella Val Malenco: sembra perciò lecito, generalizzando, asserire che, almeno nella nostra regione, *le insellature sono prevalentemente distribuite lungo le linee di separazione tra due diversi tipi di roccia* (generalmente al limite tra due falde contigue) e specialmente tra i gneiss ed i serpentine: in ogni caso s'intende *quando gli strati non sono orizzontali*.

4. FORME DEL RILIEVO. — Nell'analisi delle forme d'un rilievo alpino è molto opportuno riunire in una sola descrizione per ogni *catena elementare*, o gruppo morfologico, i vari elementi che lo costituiscono e specialmente il *monte* ed i *circhi* che ne intaccano o meno i versanti; noi seguiremo questo metodo riservandoci di trarre alla fine conclusioni sintetiche per ogni elemento morfologico.

Possiamo agevolmente distinguere nella regione 5 zone morfologiche:

- 1ª *Zona delle radici* (strati subverticali);
- 2ª *Zona di culminazione* (strati suborizzontali);
- 3ª *Zona delle coltri* (strati immersi a E, NE, N.);
- 4ª *Zona del granito del Músino* (strati subverticali);
- 5ª *Zona occidentale del serpentino* (strati a pieghe complicate).

Naturalmente, in modo speciale per le prime tre, si passa dall'una all'altra per lente transizioni; ed inoltre si dovrà tener conto almeno delle principali irregolarità di struttura.

I. **Zona delle radici.** — Si trovano in questa zona le tre catene minori:

α) Passo Caldenno m. 2527 — Monte Canale m. 2522, tra Valtellina e Val Torreggio;

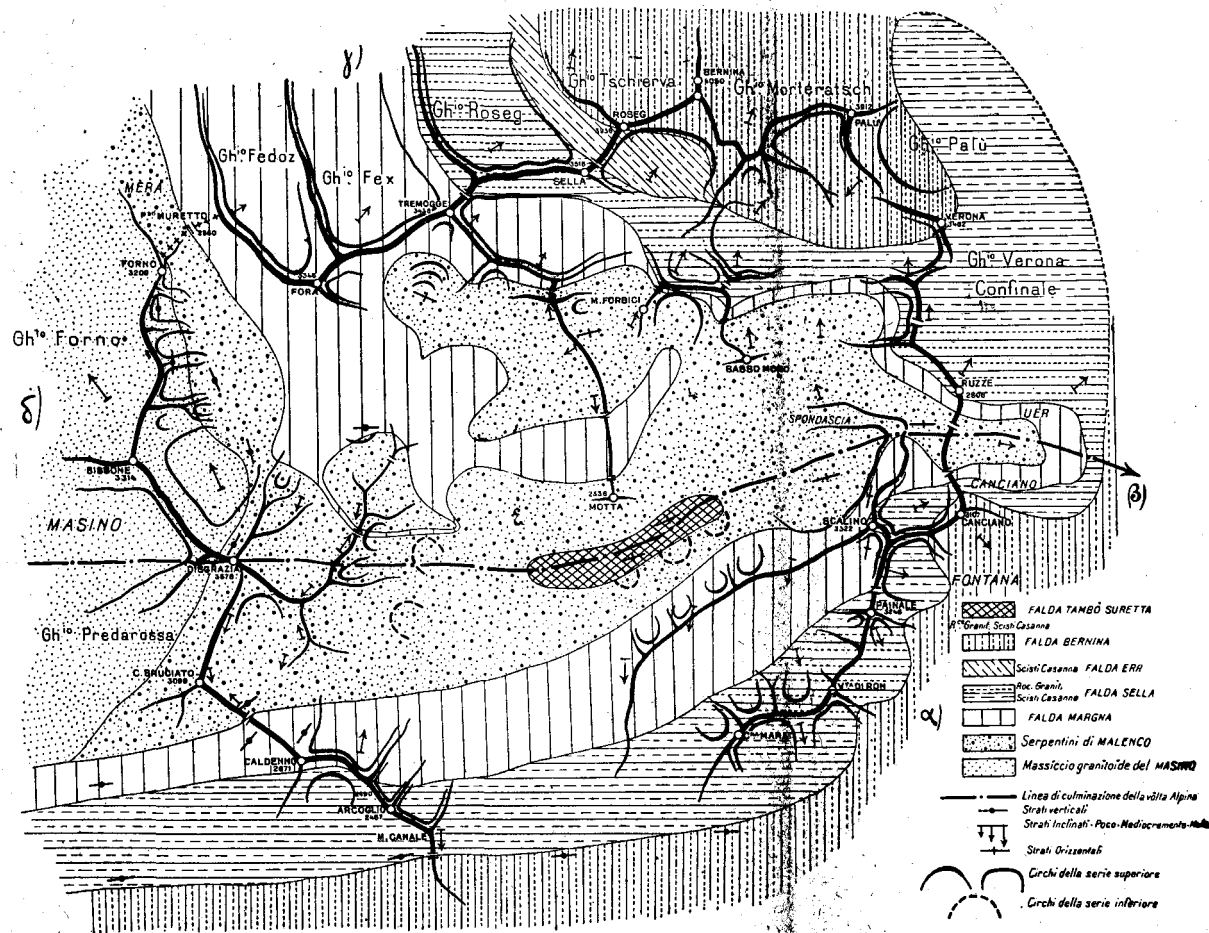
β) Dosso Foppa, circa 1700 — Corna Mara m. 2807-Pizzo Panale m. 3248 — Passo Forame m. 2854, tra Valtellina e Valle Antiglasco;

γ) M. Foppa m. 2456 — Passo Ometti m. 2709, tra Valle Antiglasco e Valle Lanterna.

Sono catene longitudinali o leggermente oblique all'andamento degli strati (gneiss, scisti di Casanna) che da verticali o ribaltati a S. ad occidente, diventano sempre più chiaramente immersi a S. ad oriente. Seguiamole osservando la relazione tra struttura geolitologica e forme del rilievo nelle regioni più elevate.

Dal Passo Caldenno al Monte Caldenno: gneiss verticali, trasversali alla linea di cresta: la cresta è dentellata.

Dal Monte Caldenno a Quota 2490: strati immersi 80° nord, longitudinali alla linea di cresta: cresta a scrimolo; gneiss a N. costituenti la ripida spianata dell'esteso circo di Zana, trapezoidale, solo lateralmente accompagnato da pareti poco elevate: scisti molto disgregabili a S. (Valtellina) nei quali è scavato un normale circo dal fondo non ripido, circolare, circondato ovunque da pareti elevate e ripide.



2. — SCHIZZO GEOTETTONICO DELLA REGIONE MALENCO.

(Scala 1 : 200.000).

- a) Zona delle radici (banchi verticali).
- β) Zona di culminazione (banchi orizzontali o lievemente inclinati).
- γ) Zona delle coltri (banchi prevalentemente immersi a N.).
- δ) Zona dei graniti del Masino.

La maggiore o minore vicinanza delle linee simboliche dei cerchi alle linee di cresta indica evidentemente, in generale, una minore o maggiore elevazione e sviluppo delle pareti di testata. Per maggior chiarezza, non sono stati indicati i numerosissimi affioramenti di sedimenti mesozoici (Calcari, dolomie, scisti) che separano tra loro le singole falde.

Da quota 2490 al Monte Canale: strati alquanto scistosì, immersi 70° sud, lievemente obliqui rispetto alla cresta principale, fondo dei due circhi a N (Arcoglio) mediocrementè ripido, rettangolare, circondato da pareti poco elevate: a sud il versante giunge allo scrimolo senza circhi.

Da Corna Mara al Painale: prevalenza di scisti in strati immersi a sud da 60° fino a 45° al Painale, subparalleli alla linea di cresta che si mostra ben divisa in molte cime; caratteristici i circhi in gradinate a nord dai fondi mediocrementè ripidi, sub circolari, dalle pareti ripidissime; alcuni circhi laterali, quasi paralleli alla direzione degli strati hanno invece versanti dissimmetrici e cioè: ripidissimo quello corrispondente alla testata degli strati, molto meno quello corrispondente alla faccia; a sud i circhi sono molto meno tipici e dal fondo più ripido, più elevato, talora giungente allo scrimolo.

Dal Monte Foppa al passo degli Ometti: strati di gneiss, immersi di 60°-50° sud, lievemente obliqui rispetto alla linea di cresta che si presenta seghettata anzichè dentellata, alquanto uniforme; assenza di circhi a sud (faccie degli strati); numerosi (5-6), ma piccoli, irregolari, dai versanti dissimmetrici a nord.

2. La zona di culminazione. — Va dal Passo Forame m. 2854 al Corno delle Ruzze m. 2806, breve perchè è secondo la linea di culminazione che è scavata la valle Lanterna da Chiesa ai Passi Campagneda, Uer, Canciano. Siamo nella regione nodo del Pizzo Scalino (m. 3322). Gli strati dovrebbero essere orizzontali ma per l'abbassarsi e restringere della vòlta verso E. (Lago di Poschiavo) si trovano, salvo irregolarità locali, lievemente immersi ad E.

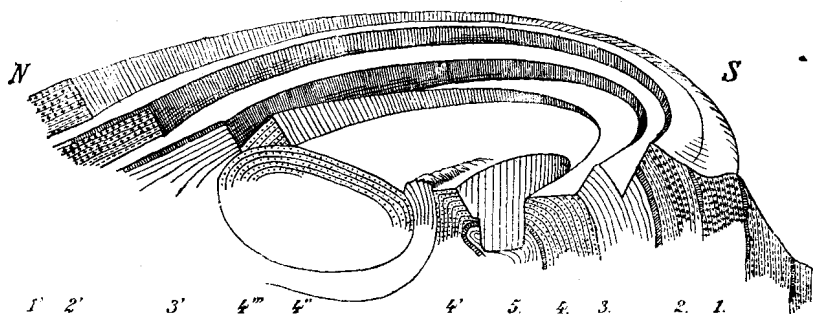
La cresta calcare scistosa Forame-anticima Scalino (circa m. 3200), longitudinale agli strati diretti ora da S. a N. ed immersi di circa 50° a E, scende con un versante poco ripido e non circhiforme ad ad E. (faccia degli strati), a parete invece ripidissima ad O. (testate) dominante la spianata sopra Painale.

Il Pizzo Scalino (m. 3322) è scavato in rocce (dal basso: gneiss, calcari, scisti) a strati suborizzontali, lievemente immersi ad E. Ha la tipica forma di piramide (l'unico esempio nella regione, anche perchè è l'unico esempio di vetta a strati orizzontali), con tre versanti N, S, E, aventi l'origine ciascuno ad un pianoro: quello a N. (*Prabello*), molto esteso subpianeggiante, dal fondo costituito di strati orizzontali (serpentine), tra i m. 2200-2300 (differenza tra spianata e vetta

circa m. 1000; quello ad est, coperto dal *ghiacciaio* Pizzo Scalino, degradante verso ENE. in corrispondenza dell'andamento degli strati gneissici e calcari, meno esteso del primo, tra i m. 2600-3200 (differenza — m. 150 circa); quello a S, compreso tra 2500 e 2900 (differenza m. 400 circa) il meno esteso dei tre, il più ripido, a gradinate in corrispondenza di affioramenti di testate di calcari compatti. La piramide dello Scalino si alza quindi da piedistalli altimetricamente e morfologicamente diversi quasi come relazione diretta tra immersione di strati e localizzazione dei fondi di circo. Il circo ad E. lo si può chiamare *pianalto alpino*, poichè arriva allo scrimolo quasi non dominato da pareti alla testata. Sulla parete settentrionale alle fasce di gneiss e di calcari compatti corrispondono strapiombi, agli scisti, invece, declivi più blandi, fra cui la stessa cuspide terminale. E si comprende come le forme sarebbero ben diverse se diverse fossero e tettonica e costituzione litologica.

La cresta dal Corno delle Ruzze (m. 2806) *al Passo Gembrè* (m. 2620) coincide, diretta da SE. a NO, con la direzione degli strati immersi di 40° a NE. Il versante di Poschiavo è in genere blando; più ripido è quello italiano per di più interrotto da 2-3 lunghi gradini che simulano terrazzi glaciali, mentre col loro andamento e localizzazione manifestano chiaramente la loro origine da degradazione normale per causa litologica; il più basso, al limite tra serpentini scistosi e gneiss, uno medio tra scisti e calcari compatti, un terzo, il più alto, tra calcari marnosi e monzonite che costituisce la cresta. Il grande sviluppo antico degli scisti di Casanna in banchi suborizzontali in questa regione è stata forse una delle cause dell'abbassamento locale dell'altimetria sommitale (cime sui m. 2700).

3. La zona delle coltri. — Va dal Passo Gembrè (m. 2620) al Passo del Muretto (m. 2560) e comprende il gruppo del Bernina dal Gembrè al Passo Tremogge (m. 3013) ed il gruppo del Pizzo Fora (m. 3345) dal Tremogge al Muretto. Sono rappresentati i tipi di rocce già visti, con strati prevalentemente immersi di pochi gradi 20°-30° a nord nel Bernina e NE. nel Fora. Il motivo generale è dato da una scalinata di 4 gradini col salto esposto a sud (testate degli strati) ed il ripiano a nord (faccie degli strati). Ogni gradino è stato a sua volta trasversalmente frazionato per la erosione normale in lembi distinti ed ogni ripiano è divenuto a sua volta fondo, o versante a bacio a lento declivo (facce degli strati), di vallecole longitudinali dissimetriche. La se-



**3. — SCHEMA GEOMORFOLOGICO DELLA DISPOSIZIONE ELITTICA
DELLA REGIONE MALENCO.**

Si noti l'anfiteatro asimmetrico derivato dalla incisione nella asimmetrica vòlta costituita di falde immergentisi ad Est (si supponga l'osservatore situato ad Ovest):

1-1' (falda Bernina-Err) = monte Rolla - Dosso Liscio - Sareggio - Brusio-Pizzi; Cambrena - Palù - Zupò - Bernina - Roség;

2-2' (falda Sella) = Monte Canale-Corna Mara - Valle di Ron - Pizzo Painale - falde N: - Pizzo Canciano - Collina Ruzze - Cima Val Fontana - da punta Marinelli fino a La Sella ed oltre;

3-3' (falda Margna) = Monte Caldenno - Cresta dal Palino al Monte Acquanera - Cornetto dello Scalino - falde dei monti dal Corno delle Ruzze alle Cime di Musella - Cresta da sopra l'ex-lago dei Seracchi al Pizzo Tremogge;

4-4' (falda del Serpentino) = Ripiano Acquanera, Prabello - Monte Motta;

4'' = Monte Nero;

4''' = Sasso Moro - Monte Forbici;

tra 1 e 2 = Bocchetta di Valdone;

tra 1' e 2' = Ripiani dei ghiacciai Fellaria, Scerscen sup., Caspoggio, Sella, Roség;
Passi: Marinelli, Sella;

tra 2' e 3' = ripiano del ghiacciaio Scerscen inf., passo Scerscen;

tra 3' e 4''' = passi Caldenno, Campagneda, Canciano, Uer, Fellaria, Forbici,
Entova;

tra 4' e 4'' = Passo Campolungo e Bocchel del Torno.

Per i simboli petrografici vedi (1).

parazione di un gradino dal soprastante è data dall'affiorare di scisti (serpentinoscisti, scisti di Casanna, calcari marnosi), e cioè dai piani di separazione tra le varie falde sovrapposte. Il *gradino inferiore*, più a sud, è dato dal gruppo Spondascia (m. 2866), Sasso Moro (m. 3108), Monte Forbici (m. 2908), Monte Nero (m. 2912); il *secondo gradino* corrisponde alla zona di monti: Corno delle Ruzze (m. 2806), Cime di Musella (m. 3155 circa), Sasso D'Entova, Pizzo Malenco, Pizzo Tremogge (m. 3438); il *terzo* corrisponde alla serie: Cima Val Fontana (m. 3086), versante sinistro vallone Fellària (circa m. 3000), Punta Marinelli (m. 3102), Pizzo Sella (m. 3518), Pizzo Glüschaint (m. 3600); ed il *quarto*, più elevato, alla serie dei giganti delle Alpi Retiche dal Pizzo Palù (m. 3912), al Zupò (m. 3998), al Bernina (m. 4050), al Scerscen (m. 3967), al Roség (m. 3936). Già si è parlato delle linee dei valichi in questa regione. I valloni longitudinali sono sovente talmente asimmetrici (ad esempio quello che sostiene il ghiacciaio Scerscen Inferiore) che si debbono chiamare forse piuttosto pianalti alpini per quanto accompagnati e dominati ad una sponda dalle pareti che sostengono il ripiano superiore. Siamo insomma di fronte al tipo di valli chiamate *Côtes* dai francesi e *Cuestas* dagli Spagnoli e che noi possiamo chiamare senz'altro *asimmetriche* con termine molto più proprio. Elegante circo, a pareti asimmetriche (testata glaciale di valle longitudinale) è quello del Gembré; elegantissimo circo simmetrico (testata glaciale di valle trasversale) è quello sospeso su cui giacciono le origini del ghiacciaio Scerscen Superiore dominato dalla triade granitica Roség-Bernina-Argent. È raro sulle Alpi un migliore esempio di relazione tra forme montane e tettonica. Il gruppo Tremogge-Malenco-Entova ha il suo versante di testata SO. a parete incavata in piccoli ed eleganti circhi in gradinata i cui fondi dei più bassi corrispondono alla facce degli strati di serpentini. Nel gruppo del Fora gli strati, prevalentemente gneiss, immergono a NE. (tendenza che troviamo però anche nel Tremogge e nel Sella) dai m. 2200 in su mentre verso valle tendono a coricarsi verso sud. Questo fatto spiega:

1° La *ripidità* delle alte pareti nel versante italiano (sud ed ovest) incavate a piccoli circhi;

2° Il *lento pendio* del versante Engadinese (nord, est) coperto da masse ghiacciate che hanno origine direttamente dalla linea di cresta;

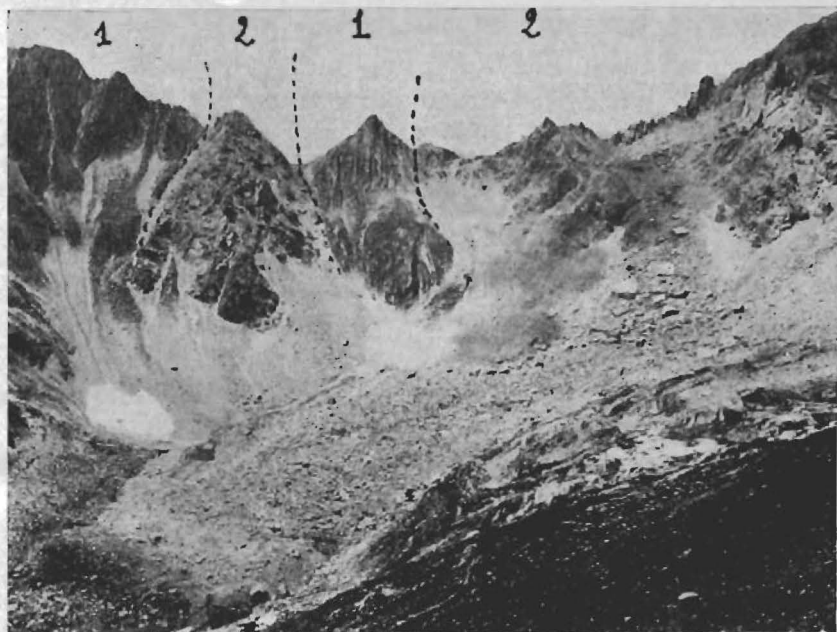
3° La *dissimmetria delle valli* Mortel, Fex, Fedoz, longitudinali rispetto alla direzione degli strati:

4° La presenza di *ripiani* sul versante italiano fra i metri 2000 e

2200 che potrebbero anche non rappresentare residui di veri terrazzi glaciali, ma dovuti semplicemente a fatto tettonico (immersione a sud degli strati di gneiss). Il piano inclinato di Senevedo corrisponde al limite tra gneiss e serpentini, e quello d'Entova a strati orizzontali di serpentino. Interessante è seguire il lembo di gneiss (falda Margna) che, dopo aver ricoperto al Passo d'Entova il serpentino, vi penetra dividendo la massa serpentinoso in due grandi lembi, venendo bene a giorno lungo le linee di cresta dal Monte Motta (m. 2336) al Monte Nero (m. 2900 circa), a costituire il *Crestone* seghettato a strati subverticali che separa l'uno dall'altro monte. La dissimmetria del Monte Motta è evidentissima e la degradazione normale non può avvenire che mantenendo costante tale dissimmetria (versante nord di faccia = lento declive: versante sud di testata = parete ripida); si tratta quindi di ripiani e pendii strutturali, come se ne trovano moltissimi ed anche di molto più estesi nelle Alpi, che in nulla testimoniano di antichi più elevati livelli. Sulle Alpi molte altre superfici pianeggianti o tondeggianti rispecchiano invece particolari condizioni litologiche (rocce suborizzontali od anche inclinate ma molto friabili, in vicinanza di rocce molto più compatte). La linea di cresta del Monte Nero diretta NS. segue la vòlta di una anticlinale con asse diretto in salienza da ovest ad est, quindi possiede pareti verticali ad est (Vallone Scerscen), meno ripide ad ovest, pendii blandi a nord e sud.

4. Zona del granito del Masino. — Il versante destro del Vallone Muretto dal Monte Forno (m. 3209) alla Sella Pioda (m. 3250) è prevalentemente (salvo cioè affioramenti di anfiboliti nere e calcari mesozoici) scolpito nelle propaggini più orientali della roccia granitoide del Masino. Banchi diretti da SO. a NE. e sub-verticali o immersi circa 80° a NO. fino al Valseda, e cioè quasi secondo la linea di cresta che si mostra alquanto regolare con circhi dalle spianate ripide, che giungono quasi al crinale, non dominati da pareti elevate, trapezoidali; banchi diretti quasi esattamente da O. ad E. ed immersi 60°-70° N. dal Valseda alla Sella Pioda con linea di cresta trasversale ai banchi: circhi di valle e di monte dal fondo alquanto ripido, subcircolare dominato da pareti alquanto elevate.

5. Zona occidentale dei serpentini. — Il gruppo compreso nella linea Chiareggio, Sella Pioda, A. Predarossa, Passo Scermendone, Passo Caldenno, Val Torreggio, Torre S. Maria, Chiesa, Chiareggio è



(Fot. Nangeroni, 1928)

Fig. 1. — INSELLATURE IN CORRISPONDENZA DI LINEE LIMITI TRA ROCCE DIVERSE SUBVERTICALI.

1. Gneiss (radici della falda Margaa).

2. Serpentin.

Passo Scerineudone, m. 2598 (punteggiato di mezzo) dal Passo Caldenno.



(Fot. Nangeroni, 1929)

Fig. 2. — CIRCHI E CIME NEI GNEISS E SCIISTI DEL VERSANTE DESTRO DI VAL TORREGGIO
(valle longitudinale nella zona radicale).

Strati verticali ad O, sempre più immersi a S verso E, diretti O-E: circhi trapezoidali o rettangolari, alquanto ripidi, pareti poco elevate.

Da sinistra: monte Canale (2522), monte Arcoglio (2457), Quota 2490, monte Caldenno (2671).



(Fot. Nangeroni, 1929)

Fig. 3. — LA REGIONE PAINALE SCALINO, DAL PASSO VENTINA.

In primo piano: il mare di pietre nella zona di Pradaccio.

In secondo piano: sopra le pareti della Valle ed i ripiani quasi totalmente in serpentini sub-orizzontali (la linea della Valle coincide con la linea di culminazione tettonica locale ed alpina) si ergono le pareti incavate a infirmi circhi della catena gneissica (radici falda Margna) dal Palino (destra) allo Scalino (m. 3322), questo ormai nella zona di culminazione (strati sub-orizzontali).

In terzo piano: la catena Corna Mara-Painale (scisti Cassana della falda Sella che costituiscono anche la vetta dello Scalino piramidale).



(Fot. Nangeroni, 1929)

Fig. 4. — LA PIRAMIDE DEL PIZZO SCALINO (m. 3322).

Strati in ogni caso sub-orizzontali (zona di culminazione). La estesa spianata (m. 2200) è incisa nei serpentini; la ripida parete, fino alla fascia più imponente di calcari mesozoici, è di gneiss diversi (falda Margna); la vetta, non ripidissima, salvo una stretta fascia di calcare, è di scisti di Cassana (falda Sella).



(Fot. Nangeroni, 1929)

Fig. 5. — Il MONTE SASSO MORO, m. 3108 DAL MONTE DELLE FORBICI.

Monte serpentinoso a versanti asimmetrici per lieve immersione di banchi a N. A sinistra la P.ta di Fellaria (contatto con gneiss di Margna); a destra il Pizzo Scalino piramidale a strati sub-orizzontali.

I.

2.

3.

4.

6.

7.



(Fot. Fiechcia, Milano)

Fig. 6. — LA GRADINATA DI VALLONI-PIANALTI DISSIMMETRICI DELLA REGIONE TREMOGGE-SELLA-BERNINA DAL PASSO MARINELLI.

Strati immersi lievemente a NE:

1. Passo Entova m. 2829 (serpentinii).
2. Spianata Scerscen inferiore con le tre cime Sasso d'Entova, 3122, Malenco 3438, Tremogge 3438 (gneiss mesozoico della falda Margna). (ved. fig. precedente).
3. Passo Scerscen 3132 al limite tra Margna e Sella.
4. Parete del gruppo Sella 3518 (scisti alla base e monzoniti compatte più in alto).
5. Ripiano del Scerscen sup. circa m. 3200, negli scisti della falda Err.
6. Passo Sella m. 3281.
7. Pizzo Roség (diorite del Bernina) m. 3936, il più alto spalto.



(Fot. Nangeroni, 1928)

Fig. 7. — LE TRE CIME (da sinistra): TREMOGGE, MALENCO, SASSO D'ENTOVA, dal L. PIROLA (Ovest).

La linea punteggiata indica la separazione tra i serpentini inferiori e i gneiss Margna sovrastanti con le numerose intercalazioni calcari-dolomitiche-marnose mesozoiche. Strati immersi a NE: quindi pareti ripide verso l'osservatore, estesa superficie a lento pendio al di là. Si confronti con la figura n. 6. Qui si osservi l'elegante nicchia tra Tremogge e Malenco, la gradinata nei serpentini orizzontali, la cresta dolomitica-calcare del Tremogge.



(Fot. Flecchia, Milano)

Fig. 8. — ROSEG, SCERSCEN, BERNINA, CRESTA GUZZA.

Molegrano-dioritica (sui m. 4000), riposante su scisti (falda Err) costituenti il ripiano del Scerscen Superiore (m. 3200) e questi sulle monzoniti e sugli scisti di Cassana delle pareti del Sella (sinistra) — Cap. Marinelli (destra). All'osservatore (S) si presentano le testate degli strati leggermente immersi a N (Engadina). L'estremità sinistra di questa figura si collega, pur non esattamente, con la estremità destra della fig. 6.



(Fot. Nangeroni, 1928)

Fig. 9. — VEDUTA DAL RIPIANO SERPENTINOSO DI CAMPAGNEDA (E) VERSO O.

In secondo piano da sinistra: M. Motta 2336, serpentini leggermente immersi a N; Passo di Campolungo m. 2168 (linea di separazione tra serpentini del Motta e gneiss del Crestone); Crestone m. 2359, gneiss subverticali d'invololtamento falda Margna; Bocchel del Torno m. 2188 (limite tra gneiss del Crestone e serpentini del M. Nero); M. Nero m. 2900 circa, serpentini involtolati, qui immersi a S. Si noti la diversità di pendenza.

In terzo piano: Il Disgrazia e la regione granitoide del Sissone-Valseda.



(Fot. Nangeroni, 1929)

Fig. 10. — LA REGIONE VALSEDA-SISSONE DAL GHIACCIAIO CIMA DEL DUCA.

Prevalenza di serizzo del Mâsio 'in banchi subverticali a destra (circhi rettangolari, ripidi, con poche pareti di testata), e immersi fortemente a N a sinistra (circhi dalle pareti più elevate). Da sinistra: Quota 3211, M. Sissone 3314, Cima di Rosso 3362, M. Valseda 3258, M. Rosso 3087. Forte analogia con i circhi della fig. 2.



(Fot. Nangeroni, 1928)

Fig. 11. — I CIRCHI DELLA SERIE INFERIORE DI GIUMELLINO (SINISTRA) E PIRLO (m. 1600).
Prevalenza di serpentino. Da sopra Caspoggio.



(Fot. Tonazzi, Milano)

Fig. 12 — ALTA VALLE DEL MASINO (Val del Mello).

Banchi sub-verticali, lievemente obliqui rispetto alla valle. Valle ad U, circhi di monte e spianate ripide; tracce di circhi incavati nelle spianate maggiori.

prevalentemente serpentinoso ed affetto da numerose pieghe. Il complicato e vario piegamento e la varia natura del complesso peridotitico, anfibolico, serpentinoso, la facilità con cui poterono su queste tenere rocce lavorare i ghiacciai quaternari, spiegano la grande varietà di forme normali e glaciali nell'area da esaminare. Il gruppo Monte Braccia (m. 2907), Cima del Duca è costituito d'una stretta sinclinale diretta O-E e immersa 45° a SO ed egualmente immersi gli strati. Elegante il circo, testata di valle sospesa del Lagazzuolo scavato a NE. nelle testate; cresta del Duca seghettata; nella regione dei laghetti di Pradaccio (circa m. 2380) gli strati diventano orizzontali: ed il circo dei laghetti si mostra a gradinate. Nel gruppo Rachele-Cassandra prevale la immersione a N.: i versanti più ripidi sono quelli volti a S, generalmente più blandi quelli a N. (facce degli strati). Verso il Disgrazia gli strati sono subverticali diretti N-S ed affettano pieghe secondarie numerose: la cresta è dentellata ed i circhi sottostanti, scavati longitudinalmente ai banchi del Disgrazia e trasversalmente a quelli delle cime vicine, manifestano forme complicate; dove i banchi da verticali divengono suborizzontali si è formato, a metà della parete nord del Pizzo Ventina, un elegantissimo piccolo circo sospeso, minuscola nicchia sede di un piccolo ghiacciaio. Imponentissimi sono gli effetti del modellamento ed escavazione glaciale, nell'arrotondamento e nelle conche in roccia: in questo ultimo caso però la diversità di pendenza delle sponde è quasi sempre in relazione con l'affiorare delle testate o delle facce. Sarebbe molto interessante uno studio minuto di questa regione.

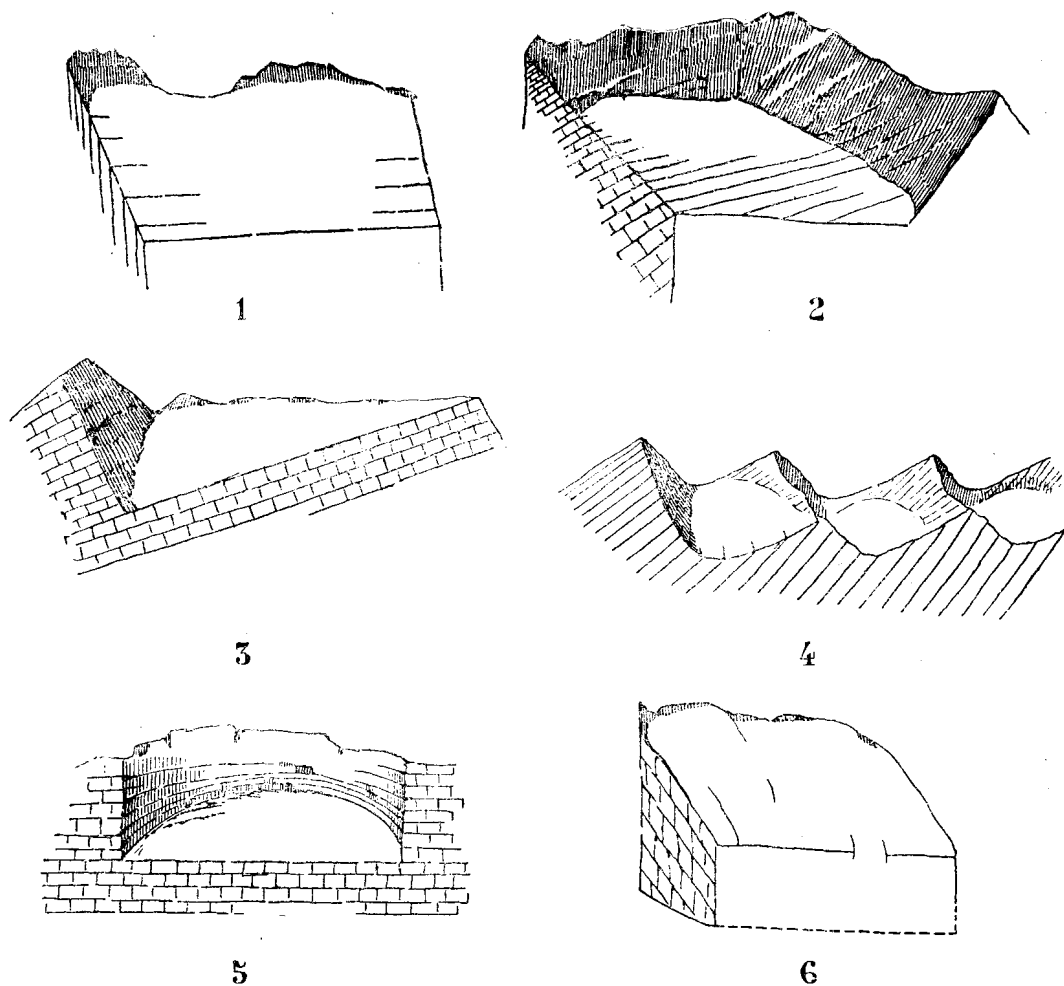
* * *

Da quanto si è detto possiamo trarre le seguenti conclusioni generali, che forse hanno una portata più ampia di quanto non comporti la regione considerata:

1. La forma del MONTE è quella tipica a *piramide* con versanti a gradinata se gli strati rocciosi sono orizzontali e se vi è alternanza di rocce poco e molto erodibili (Pizzo Scalino); a *cresta dentellata* alquanto uniforme se gli strati sono verticali (Monte Caldenno); a *cresta seghettata* se sono immersi ad elevato angolo trasversalmente od obliquamente alla linea di cresta (Catena Pizzo Palino-Passo degli Ometti); a *scrimolo* con versanti dissimmetrici se l'inclinazione degli strati non supera 45° (Monte Motta-zona delle ~~facce~~ *facce*): allora alle te-

state ed alle facce corrispondono i versanti rispettivamente molto e poco ripidi.

2. I CIRCHI scavati trasversalmente agli strati ed in corrispondenza delle testate hanno estensioni tanto maggiori e specialmente hanno tanto migliore conformazione (pareti subverticali circuenti da tre lati il circo, spianata poco ripida, sezione circolare) quanto minore è la inclinazione degli strati; quelli scavati in corrispondenza delle facce degli strati non molto inclinati (15° - 20°) o quelli scavati trasversalmente in strati verticali (regione Valseda) o subverticali (regione Caldenno, Zana ecc.) hanno spianate piuttosto ripide, trapezoidali o rettangolari sovente giungenti allo scrimolo senza pareti di testata; raramente si formano circhi, e ad ogni modo non sono mai tipici, in corrispondenza di facce di strati alquanto ripidi (60° circa); quelli scavati longitudinalmente tendono ad avere versanti dissimmetrici fino a divenire alte spianate accompagnate da pareti solo da un lato, se minima è la inclinazione degli strati (15° - 20°); come nella regione Sella-Tremogge. Come si vede la formazione dei circhi, da quelli amplissimi alle minime nicchie, segue le comuni leggi della degradazione meteorica parietale. Pare dunque molto probabile che essi derivino da normali imbuiti torrentizi, nei quali la ristretta area di confluenza dominata da versanti normalmente alquanto ripidi, occupata da nevi e ghiacci, è andata sempre più allargandosi per la regressione parietale dei versanti, già alquanto ripidi, privi dunque di neve (almeno nella stagione estiva), senza essere ulteriormente scavata per la protezione offerta dal campo di ghiaccio o neve (- bacino di raccolta). Così forse non queste ampie superfici debbono essere ritenute residui di matura morfologia preglaciale (la vicinanza immediata di pareti giovanissime in pieno disfacimento e di spianate talora veramente pianeggianti e talora ripide oltre il 20 %, raramente inferiori al 10 %, rende non probabile questa ipotesi), ma i loro medi valori altimetrici rappresentano probabilmente i valori altimetrici delle normali vallecicole preglaciali, forse anche Plioceniche. Le spianate alpine insomma, quando siano da qualche lato accompagnate da pareti non spiegabili con mutamenti improvvisi di motivi tettonici o litologici, sarebbero una sicura testimonianza di occupazione glaciale. Altre spianate di vera sommità (Monte Motta) sono invece spiegabili come derivate da normale degradazione, senza che si debba ad esse necessariamente attribuire un preciso significato di testimonianza di antichi alti livelli maturi, nè di attività indirettamente o direttamente glaciale.



4. — SCHEMA MORFOLOGICO DEI CIRCHI DI VAL MALENCO IN RELAZIONE CON IL VALORE DI IMMERSIONE DEGLI STRATI (a parità di altre condizioni, litologia, ecc.):

1. trasversalmente a banchi verticali e subverticali;
2. trasversalmente a banchi inclinati sui 45° (Versante di testata);
3. longitudinalmente a banchi poco inclinati;
4. longitudinalmente a banchi alquanto inclinati;
5. in banchi orizzontali;
6. in banchi inclinati e secondo il versante di faccia.

Nel complesso, la tettonica e la costituzione litologica hanno fatto sì che la erosione, normale e glaciale, scolpisce nella primitiva vòlta un *rilievo a curva ellittica* con morfologia inversa rispetto a quella del Baccino di Parigi scavata invece in una conca tettonica.

3. LE VALLI E LA TETTONICA. — Avuto riguardo alla direzione degli strati si hanno nella nostra regione i seguenti tipi di solchi:

1. *Val del Mállo*:

dal Passo Muretto a Forbicina: *longitudinale* (in causa della anticlinale trasversale Muretto-Disgrazia);

da Forbicina a Senevedo: *longitudinale*;

da Senevedo a Chiesa: *trasversale*;

da Chiesa a Sondrio: *trasversale* — zona delle radici.

2. *Val Lanterna*:

dal Bernina a Franscia: *trasversale* — zona delle falde;

dal Passo Canciano a Franscia: *longitudinale* — zona delle falde;

da Franscia a Chiesa: *longitudinale* — lungo la linea assiale della vòlta tettonica alpina.

3. *Val Torreggio*: *longitudinale* — zona delle radici.

4. *Valle Antognasco*: *longitudinale* — zona delle radici.

Mentre dunque vi è molta corrispondenza tra forme di versanti e tettonica, pare invece nessuna relazione esistere tra questa e la localizzazione delle valli. Tanto che la valle maggiore (Lanterna) è scavata in una anticlinale. Del resto di questo non vi è da meravigliarsi quando si consideri la complicata struttura delle Alpi ed il modo come vennero disponendosi le falde di ricoprimento. La *forma* però dei versanti di valle si è visto come molto dipenda dalla tettonica e dalla litologia. Se si eccettua la zona dei circhi, dove la degradazione meteorica parietale ebbe influenza pari alla protezione nivale o glaciale sulle antiche minori superfici, noi dobbiamo convincerci che valli egualmente percorse da colate glaciali manifestano profili trasversali ben diversi e cioè quasi gli stessi diversi profili che manifestano le valli non glacizzate. Vera valle ad U qui troviamo solo la valle Lanterna incavata in strati suborizzontali e la regione Disgrazia-Chiareggio a strati verticali. Nella vicina Val Másino la valle è veramente ad U perchè gli strati sono verticali. Del primo tipo morfologico e strutturale è la famosa valle Lauterbrunnen e la Valtournanche, la quale ultima diventa subito dissimmetrica alla testata per l'inclinarsi degli strati secondo una sola direzione (O); del secondo tipo sono ad esempio, fuori dalle

nostre regioni, le belle valli che scendono dall'Adamello, pure a strati verticali. Forse si potrebbe generalizzare dicendo *che le valli glaciali sono ad U in tre casi:*

1. Quando gli strati sono *orizzontali*;

2° Quando sono *verticali*;

3° Quando il solco *taglia trasversalmente* gli strati qualunque sia il valore della loro immersione. In ogni caso, quando le *rocce sono alquanto compatte*. Molte valli simulano versanti ripidissimi per il confronto che poi l'occhio fa con i soprastanti pianeggianti circhi. Nella nostra valle *mancono sicure testimonianze positive di antichi più elevati fondi-vàlle*: non alluvioni antiche, non morene ferrettizzate. Le uniche testimonianze potrebbero essere date dalla *altimetria delle superfici dei circhi sospesi* sull'attuale fondo valle, *dei circhi incavati nelle spianate* dei primi più elevati, *dei lembi di terrazzi orografici*. Ma questi ultimi nella nostra regione, tanto varia per rocce e per tettonica, ripetono quasi sempre la loro origine da cause geolitologiche; ed in ogni caso il loro collegamento riesce molto incerto specialmente per gli inferiori purchè si pensi alle irregolarità tanto frequente nel *profilo longitudinale* di una valle glaciale. Ero riuscito a costruire qualche anno fa, basandomi sulle carte topografiche, su numerose fotografie e su osservazioni da lontano, seguendo le precise norme del De Martonne, *quattro profili* che si potevano ritenere corrispondenti a quelli di altrettanti fondovalle antichi. Ma un esame particolareggiato della regione eseguito sul posto mi ha convinto che tali ricostruzioni non davan alcun affidamento di sicurezza. Per un lavoro del genere è indispensabile, credo, esaminare *una regione molto vasta, alquanto lontana dalle origini* donde i terrazzi orografici normalmente divergono, e per di più *geologicamente omogenea*. Nella vicina Val Màsino, geologicamente omogenea perchè tutta (salvo piccoli lembi) scavata in banchi subverticali ed egualmente diretti di tonalite e serizzo ghiandone, avrei riscontrato due livelli, oltre l'attuale, e cioè: uno corrispondente al *fondo delle spianate elevate* (altitudini delle balconate - circa metri 2100) ed al terrazzo di sbocco in Valtellina Cima di Granda (tra m. 1700 e 1500); ed uno avente le sue origini alla serie di *circhi inferiori incastrati* nei più estesi e superiori circhi di valle (altitudine circa m. 1400-1500) e lo sbocco sul terrazzo di Prati del Lotto a metri 1000-900. Anche nella Val Malenco il *livello superiore* esiste certamente ed è molto ben riconoscibile ovunque nelle *spianate* dei numerosi ben conformati circhi attorno al Pizzo Disgrazia ed al Valseda; nelle spianate, in gradinata per motivo tettonico, dal Tremogge al Bernina, al Palù,

alla Cima Val Fontana; nel pianalto a nord-est dello Scalino (Ghiacciaio Passo Scalino), nella estesa spianata di Campagneda-Prabello che si continua nei 5-6 circhi di Acquanera e Cavaglia; e che termina con i ripiani a lato dello sbocco nella Valtellina tra i metri 1800-1600 (Forcola ad ovest, Dosso della Foppa ad est). L'altitudine di queste superfici spianate non ha molto valore per i nostri calcoli perchè è legata spesso al locale andamento degli strati. Credo si possa considerare, ad esempio, contemporanea la formazione dell'esteso ripiano di Prabello compreso tra i m. 2350-2100 e del pianalto ghiacciato dello Scalino-Canciano tra i m. 3200-2700, ambedue derivati da allargamento di precedenti solchi torrentizi per degradazione parietale e protezione glaciale, originariamente già ad altitudini diverse. In generale, però, la altitudine media delle loro balconate sporgenti sui più ripidi versanti della valle si aggira sui metri 2300-2100. Ma in questa prima serie di elevate spianate troviamo incastrata un'altra serie di *circhi inferiori*, ben visibili specialmente sul versante sinistro della Valle Lanterna (Alpe Zocca) e sopra Chiesa (Giumellino, Pirlo, Lago di Chiesa). La loro altitudine si aggira tra i m. 1700 e 1600 e sono forse raccordabili con due terrazzi sui metri 1250 a lato dello sbocco di Malenco in Valtellina (Pra Rolla, Carnale). Molti altri circhi sono di minor conto, ad altitudini le più varie e non sono suscettibili di collegamento nè morfologico, nè cronologico.

Viene finalmente l'*attuale livello* con sbocco a m. 450 (Ponchiera-Mossini). Il gradino di Primolo credo si debba interpretare solo come gradino longitudinale glaciale, ora intagliato a forra dal torrente. paragonabile quindi a quello di Franscia seguito a monte da una conca in roccia; conca che nel caso di Primolo è totalmente colmata da una morena terrazzata (S. Giuseppe) e nel caso di Franscia quasi libera da morene e d'alluvioni.

Ecco i valori medi dei profili visti:

	Passo Muretto	regione Lanzada	sbocco in Valtellina	Pendenza
1	2600	2000 (1)	1600	2 %
2	2560	1600	1000 (2)	5 %
3	2560	1000	450	7 %
Differenza tra 1 e 3	m. 40	m. 1000	m. 1150	

(1) Altitudine delle vallecicole torrentizie trasformate poi, nel Quaternario, in circhi.

(2) I terrazzi sono a circa m. 1250; ma il fondo valle corrispondente ottenuto continuando nel profilo trasversale le linee dei due pendii opposti, corrisponde a circa m. 1000.

Quale età possiamo attribuire a ciascuno dei primi due livelli? Forse Pliocenico è il primo più elevato, a minore pendenza. In tal caso il valore della erosione intervenuta dopo il Pliocene sarebbe rilevante, ma non così tanto come potrebbe sembrare a prima vista, perchè sarebbe limitato alla parte media e bassa della valle. Il livello medio sarebbe quello guadagnato dalla erosione torrentizia e glaciale in corrispondenza del sollevamento post-pliocenico, tra la fine del pliocene e la fine della seconda glaciazione: l'attuale è quello raggiunto in seguito al sollevamento pre-Rissiese, di cui si avrebbero testimonianze alquanto sicure nell'alta pianura lombarda. Ma, a parer mio, sono costruzioni molto immature, perchè per ora mancanti di vera base geologica.
