

FORME MISTE CARSICO-GLACIALI NEL MASSICCIO DEL M. MARGUAREIS (ALPI MARITTIME)

1. *Premessa.* — Il massiccio del M. Marguareis (m. 2651) occupa una posizione preminente in quel tratto di dorsale alpina calcarea che si snoda per una ventina di chilometri a oriente del Colle di Tenda, delimitato a sud dalla valle del Rio Freddo (tributario del Roia) e dal solco longitudinale del Negrone (bacino del Tanaro) e a nord dalle testate delle brevi valli trasversali del Pesio, dello Ellero e del Corsaglia, che scendono ripide verso la pianura piemontese.

Il massiccio è costituito da calcari, appartenenti a tutta la serie mesozoica, poggianti su quarziti e anageniti del Trias inferiore, le quali affiorano alla periferia, in prossimità dei fondovalle delimitanti il massiccio. A nord queste rocce si incuneano entro la massa calcarea, assieme a porfidi e ad altre rocce non carsogene di età permiana, con le quali costituiscono un breve tratto di cresta, a est della cima.

Per il resto la massa calcarea, la cui potenza è quasi pari alla notevole energia del rilievo, si presenta piuttosto compatta e tutta profondamente carsificata. Le manifestazioni di questo carsismo sono già state descritte dettagliatamente da C. F. Capello (1), che tuttavia non ha trattato dei rapporti tra azione carsica e azione glacio-nivale.

L'esplorazione dei fenomeni carsici sotterranei, proseguita in

(1) C. F. CAPELLO, *Il fenomeno carsico in Piemonte*, II, *Le Alpi Liguri*. Bologna, C.N.R., 1952, pp. 114; cfr. pp. 7-36.

questi ultimi anni (2) sulla scia delle ricerche già effettuate dal Capello prima del 1950, ha rivelato l'importanza che l'azione glaciale e periglaciale ha avuto, assieme all'erosione carsica, nel modellamento del rilievo. Riprendendo e sviluppando i cenni già fatti in due mie note precedenti (3), esaminerò i tratti morfologici salienti del massiccio, derivanti dall'alternanza e dalla sovrapposizione dei due meccanismi di erosione suddetti.

2. *La morfologia glaciale e i relitti di forme carsiche superficiali mature.* — Considerando i profili altimetrici della fig. 1, si notano alcune rotture di pendio, che delimitano zone sovrapposte morfologicamente differenziate. Partendo dalla linea di cresta si osserva:

- a) un primo breve tratto di versante mediamente inclinato;
- b) un tratto di versante ripido, che taglia in modo netto la superficie precedente;
- c) una zona a debole inclinazione generale, modellata a ripiani e conche a fondo pianeggiante, separati da gradini rocciosi;
- d) un nuovo tratto con notevole pendenza, che separa la zona pianeggiante precedente dal fondovalle.

Questa successione è riscontrabile tanto sul versante meridionale che su quello settentrionale; tuttavia in quest'ultimo manca sovente il primo tratto mediamente inclinato (a), mentre il salto (b), che separa la cresta dalla zona sottostante a debole pendenza (c), è più accentuato. In corrispondenza della cima del Marguareis un'unica grande fiancata rocciosa e detritica unisce la cresta al fondovalle.

Queste differenze sono in parte spiegate dalle condizioni di giacitura degli strati calcarei, che nel complesso si immergono a sud-ovest, con media pendenza, e dalla disposizione delle rocce im-

(2) Esplorazioni compiute da associazioni speleologiche francesi e dal Gruppo Speleologico Piemontese del Club Alpino Italiano (Sezione UGET di Torino). Le spedizioni organizzate da quest'ultimo sodalizio nel periodo 1955-1965 hanno offerto all'A. la possibilità di compiere le osservazioni qui riferite.

(3) G. DEMATTEIS, *Morfologia della zona di percolazione in un sistema carsico delle Alpi Liguri*, in « Atti IX Congr. Naz. Speleol., Trieste, 1963 », t. II, pp. 115-127; ID., *Il sistema carsico sotterraneo Piaggia Bella - Fascette (Alpi Liguri)*, in « Rass. Speleol. Ital. », Como, 1966, pp. 87-121.

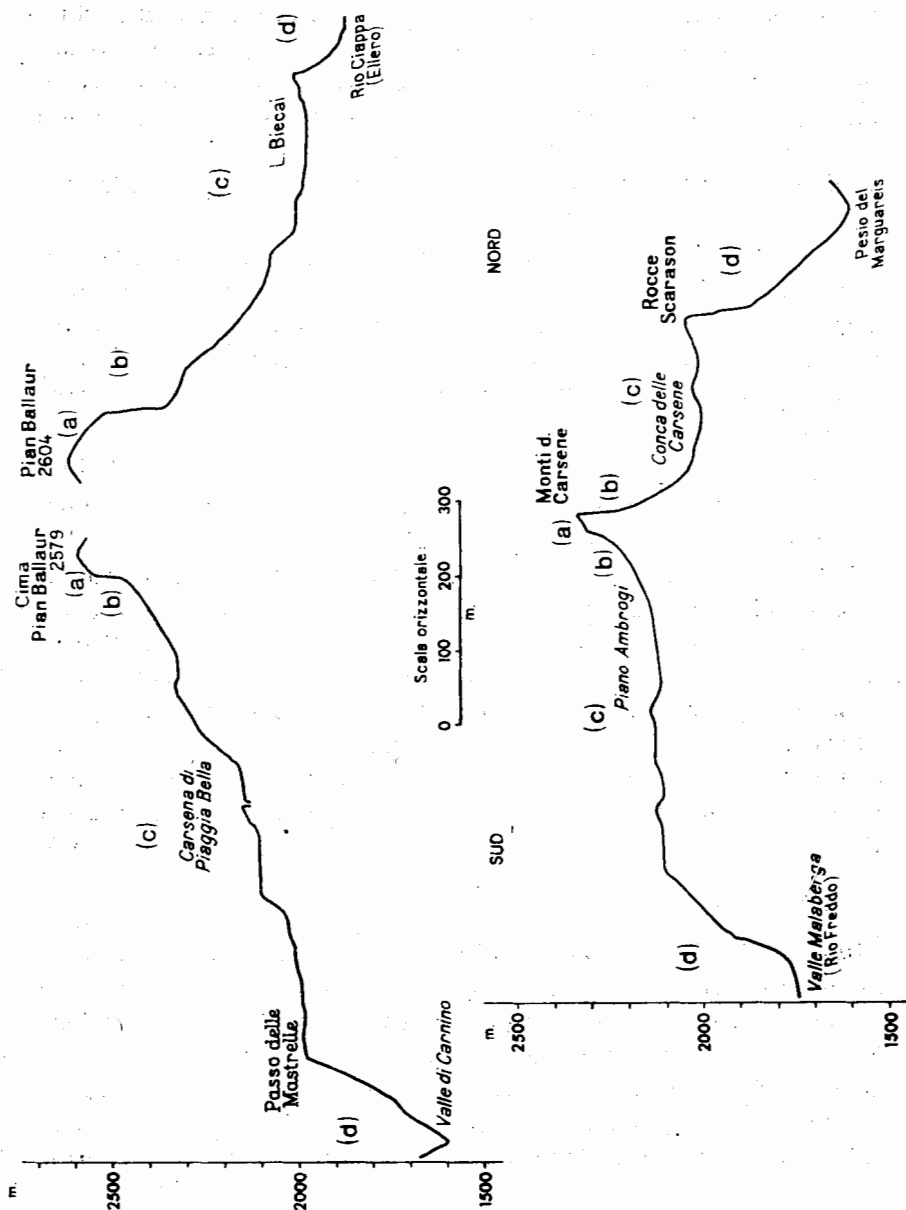


Fig. 1. - Sezioni trasversali tipiche del massiccio del Marguareis.

permeabili, che a nord riducono, come s'è detto, l'estensione del massiccio calcareo. Tali condizioni strutturali influiscono indubbiamente sulla morfologia del massiccio, ma non riguardano direttamente l'argomento di questa nota, per cui basterà averle accennate. D'altra parte, il fatto che, a dispetto di tali differenze, i profili considerati presentino certe regolarità su entrambi i versanti richiama la considerazione di altri fatti, che emergono dall'esame morfologico delle singole zone sovrapposte sopra elencate.

La successione delle zone (b) e (c), che conferisce un'accentuata concavità al profilo del versante, è caratterizzata dalla presenza di forme circoidi (fot. n. 1), più o meno sviluppate, con pareti rocciose subverticali, solcate da canaloni, sul versante nord, dove gli strati sono a « reggipoggio » e l'esposizione favorisce la persistenza della neve.

Queste forme nivo-glaciali si sono sviluppate entro pendii i cui resti si ritrovano nella zona (a) prossima alla cresta e lungo le « spalle » che delimitano i circhi.

Tali pendii sono caratterizzati dalla uniformità della loro superficie, che presenta una inclinazione costante, compresa tra i 25° e i 30°, indipendentemente dalla sua orientazione rispetto ai piani di stratificazione. Inoltre essi presentano una copertura di suolo erboso, spesso fino a più di un metro. Mentre nelle parti inferiori del massiccio si hanno suoli erbosi di un certo spessore solo a chiazze, per lo più sui calcari marnosi cretacei e sul fondo delle conche, nelle parti sommitali il ricoprimento erboso si trova anche sui calcari puri del Giura, che altrove sono assolutamente nudi.

In questa zona sommitale vi sono poi alcune doline, quasi tutte a fondo piatto e con fianchi generalmente erbosi, mediamente inclinati, larghe da 50 a 150 m. e profonde fino a 10-20 m. Queste doline sono nettamente distinte, per la loro regolarità e per le loro notevoli dimensioni, da tutte le altre forme analoghe presenti nelle zone inferiori. In alcuni casi (4) queste depressioni sommitali si presentano come i resti di più vaste conche chiuse (*uvala*), parzialmente sventrate dall'arretramento delle pareti dei circhi sotto-

(4) Si vedano le depressioni a est del Passo di Scarason e della cima del Margareis.

stanti. I fianchi di queste conche sono formati da pendii erbosi uniformi identici a quelli sopra ricordati (fot. n. 2).

L'ampiezza delle depressioni e la regolarità delle forme (e delle pendenze in particolare) che caratterizzano la zona sommitale del massiccio denotano dunque una morfologia carsica piuttosto evoluta, che non si è conservata nelle parti inferiori di esso.

Nella zona immediatamente sottostante queste forme carsiche sono state cancellate dall'arretramento delle pareti dei circhi glaciali, sviluppatasi a partire da una distanza e a un dislivello dalla linea di cresta tali da assicurare un'alimentazione nevosa sufficiente.

Al di sotto dei circhi si sviluppano i valloni della zona (c), la cui morfologia a conche o ripiani sovrapposti, con frequenza di dossi montonati (fot. n. 3), è simile, fino a un certo punto, a quella che si riscontra anche in rilievi non calcarei, all'origine della zona di ablazione glaciale. I gradini che separano i tratti pianeggianti sono nel caso nostro assai poco pronunciati e perciò, come s'è visto, la pendenza generale dei valloni è piuttosto debole. Tuttavia la natura carsica del rilievo è qui testimoniata in modo evidente e tipico soltanto da forme di erosione chimica (campi solcati, pozzetti e doline embrionali) (5), che, pur essendo molto diffuse, interessano solo nel dettaglio le superfici di erosione glaciale (fot. n. 4), e dall'assenza di acque superficiali (6).

Inoltre si nota un'assenza quasi totale di depositi morenici, ma ciò si deve probabilmente allo smantellamento operato successivamente dall'erosione chimica: infatti nel vallone di Piaggia Bella, la cui testata nord-occidentale presenta un circo glaciale sviluppato nelle rocce non carsogene già ricordate, tali depositi sono presenti sotto forma di piccoli accumuli laterali e di grossi blocchi di roccia non solubile sparsi sul fianco sinistro del vallone, fino a 100 m. di altezza sul fondo di esso (fot. n. 5).

(5) Alcune di queste forme, in parte dovute anche all'azione crionivale, sono descritte in G. DEMATTEIS, *Morfologia della zona di percolazione*, ecc., cit.

(6) Fanno eccezione solo brevi tratti attorno al Colle del Pas, nella valle dei Maestri e nel Piano Ambrogi, in cui, su coperture di suoli residuali o di rocce non carsogene, si formano piccoli ruscelli, oltre al Lago delle Moglie e al lago temporaneo di Biecal, posti in conche con fondo reso impermeabile o poco permeabile da sedimenti fini.

3. *Maturità della morfologia carsica sotterranea e sue relazioni con la superficie preglaciale.* — Oltre che nella zona sommitale, la morfologia carsica precedente all'ultima fase glaciale si è conservata in profondità, dove entro la massa calcarea si sviluppa una fitta rete di canalizzazioni, formanti organismi idrici sotterranei a struttura dendritica, i quali scolano la superficie e alimentano alcune grosse sorgenti carsiche periferiche, poste in prossimità dei fondovalle (7).

Questi sistemi di cavità presentano tutti una morfologia matura. I collettori dei corsi d'acqua sotterranei hanno raggiunto ormai il basamento impermeabile, oppure, dove questo è più profondo del fondovalle che determina il livello di base del sistema (come nel caso del Negrone), presentano un profilo suborizzontale. Al di sopra di questi condotti attivi si trovano a diversi livelli gallerie di erosione asciutte e in parte fossilizzate da riempimenti cristallini e sedimentari. In alcune grotte, come nella *càrsena di Piaggia Bella* (8), si ha anche un notevole sviluppo dei processi clastici, con formazione di grandi cavità, sovente derivanti dalla fusione di più condotti sovrapposti o giustapposti.

I caratteri della morfologia sotterranea completano quindi il quadro di un carsismo evoluto, che prima della fase di erosione glaciale e periglaciale doveva aver modellato tutta la superficie del massiccio nelle forme tipiche e regolari, di cui si sono conservate poche tracce nella zona sommitale (non soggetta all'azione glaciale per difetto di alimentazione nevosa).

La ricostruzione delle forme di superficie del carsismo preglaciale è possibile, almeno in parte, considerando le relazioni che

(7) Le principali sono quelle della Foce, a quota 1180 m., nel solco del Negrone, con portata nei mesi estivi intorno ai 300 l./sec., il cui bacino di alimentazione comprende quasi tutto il versante sud del massiccio; la sorgente Pis dell'Ellero (m. 1760), nella valle omonima, con portata di circa 100 l./sec. (estiva), che scola la parte nord-orientale del massiccio; la sorgente Pis del Pesio e altre vicine (poste sul 1400 m., con portata complessiva in estate intorno ai 150 l./sec.) alimentate dalle zone assorbenti orientali del massiccio (C. F. CAPELLO, *op. cit.*, cfr. p. 24, p. 36, pp. 52-59; G. DEMATTEIS, *Il sistema carsico sotterraneo Piaggia Bella - Fascette*, ecc., *cit.*; D. SODERO, *L'abisso Raymond Gaché (Alpi Liguri, Cuneo)*, in « *Rass. Speleol. Ital.* », Como, 1966, pp. 67-73; M. SIFFRE, *Sur la découverte des sources du torrent Pesio au Marguareis*, in « *C.R.S. Acad. Sc.* », Parigi, t. 255, 1962, pp. 338-340).

(8) E' questa la principale grotta oggi nota nel massiccio. Con le sue diramazioni raggiunge uno sviluppo (rilevato) di 6300 m., con un dislivello complessivo di 689 m.

dovevano esserci tra queste forme ora scomparse e i condotti sotterranei che invece si sono conservati, anche se inattivi e fossilizzati.

L'esame morfologico dei condotti sotterranei che si aprono in superficie ha permesso l'individuazione di alcuni tipi ben definibili in relazione alla loro origine (9), tra i quali sono molto frequenti i condotti scavati per azione di acque incanalate (pozzi-cascata, gallerie a forra, forme miste e di transizione tra queste due) (10). Cavità del genere, in prossimità della superficie, non possono essere state altro che inghiottitoi di acque raccolte sul fondo di depressioni del terreno, in quanto i loro caratteri morfogenetici presuppongono l'esistenza di un bacino di alimentazione, sufficiente alla formazione di correnti idriche, sia pure modeste.

La distribuzione attuale di tali cavità, che si presentano sia isolate che in piccoli gruppi, può indicare perciò la posizione del fondo di queste antiche depressioni (che possiamo immaginare simili a quelle conservatesi nella zona sommitale del massiccio), prima che esse venissero cancellate o alterate dall'erosione glaciale.

4. *Relazioni tra valloni glaciali e conche carsiche.* — Si nota che le cavità del tipo predetto, finora reperite, si aprono o sul fondo dei circhi o sul fondo dei valloni glaciali, che da questi prendono origine (v. cartina fig. 2). Tale corrispondenza è però piuttosto grossolana: raramente le aperture si trovano nei punti più depressi dei ripiani o delle conche, cioè in posizioni tali da poter funzionare tuttora come inghiottitoi. Per lo più il loro imbocco è posto ad una certa altezza dal fondo e con maggior frequenza sui dossi montonati costituenti la soglia dei ripiani stessi, cioè in posizione tale per cui la loro funzione originaria di inghiottitoi non è ora più possibile (11).

Inoltre questi condotti intersecano sovente la superficie in

(9) Questi tipi morfologici sono stati analizzati in G. DEMATTEIS, *Morfologia della zona di percolazione*, ecc., cit.

(10) Per la definizione di queste forme si veda G. DEMATTEIS, *L'erosione regressiva nella formazione dei pozzi e delle gallerie carsiche*, in « Atti IX Congr. Naz. Speleol., Trieste, 1963 », t. II.

(11) Poiché il fondo delle conche è sovente alluvionato, e presenta talvolta doline « ereditate », è possibile che anche nei punti più depressi si aprano condotti di erosione, non accessibili.

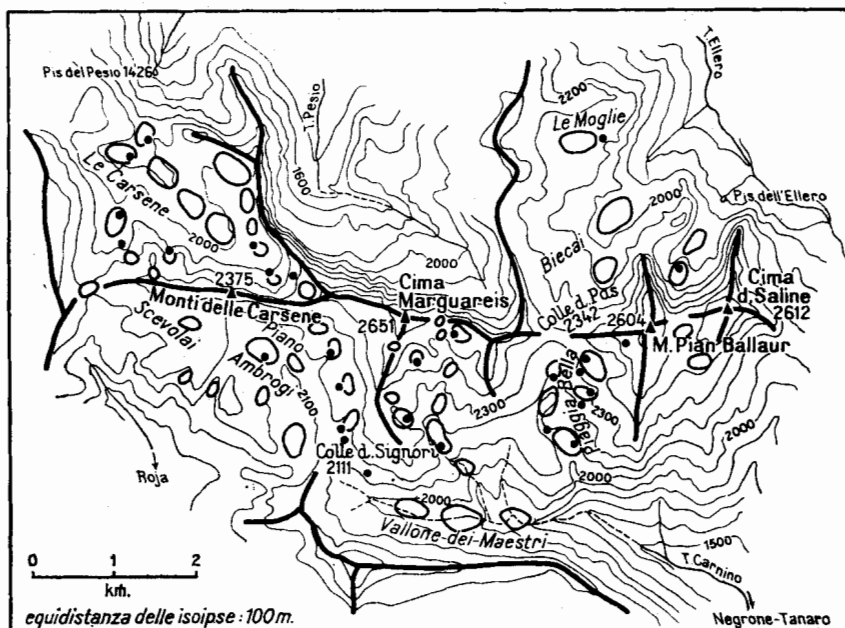


Fig. 2. - Distribuzione delle principali conche carsico-glaciali (ellissi) e delle principali cavità assorbenti attive e inattive (punti) nel massiccio del Marguareis.

modo netto, senza il raccordo imbutiforme tipico degli inghiottitoi (12). In alcuni casi queste cavità presentano presso il loro orifizio resti di concrezioni calcaree cristalline, che possono solo essersi formate in profondità e in un clima diverso da quello attuale (13).

Riassumendo i risultati di queste osservazioni si può con-

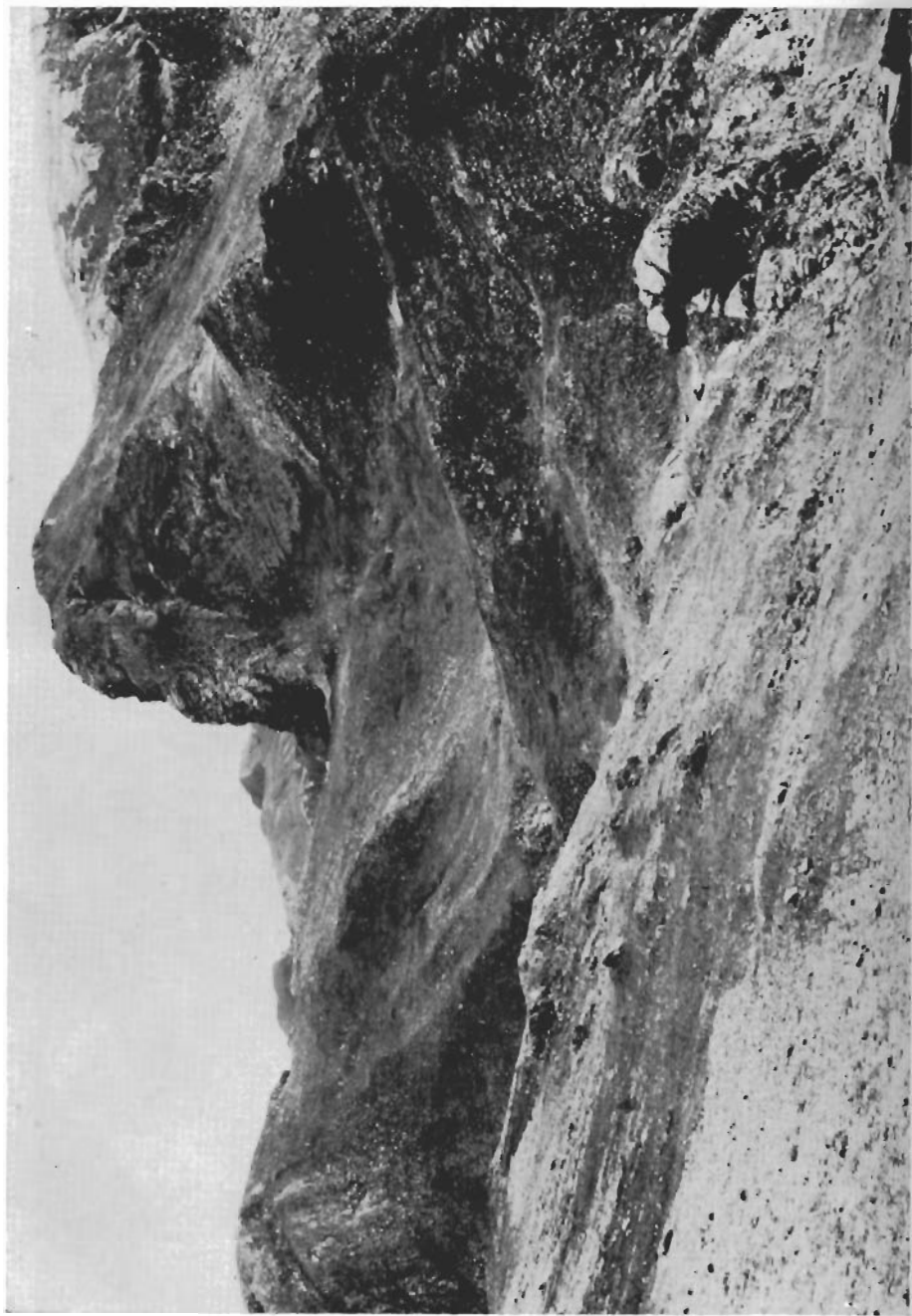
(12) P. VIGLINO (*Escursioni e studi preliminari nelle Alpi Marittime*, in « Boll. C.A.I. », Torino, 1897, pp. 243-294), basandosi su questo fatto, interpretò un gruppo di pozzi posti a nord-ovest del Colle dei Signori come « marmitte » glaciali. In realtà si tratta invece di « pozzi-cascata » collegati con canalizzazioni sotterranee.

(13) Com'è noto, la formazione di depositi di carbonato di calcio a struttura cristallina è strettamente legata alle caratteristiche di forte umidità e di temperatura costante, presenti nelle cavità sotterranee solo a una certa distanza dall'ingresso. Inoltre attualmente nel massiccio del Marguareis (come in tutte le zone carsiche più elevate delle Alpi) le acque di percolazione si presentano in fase aggressiva e non di deposito.



1. - Circo glaciale in roccia calcarea carsificata nel vallone di Piaggia Bella.

(fot. G. Dematteis)



2. - Dolina sommitale presso la cima del Margunareis.



3. - Morfologia glaciale sul fondo del vallone a sud della cima del Marguareis.

(fot. G. Dematteis)



4. - Forme carsiche di dettaglio su dossi calcarei di modellamento glaciale (vallone dei Maestri).

(fot. G. Dematteis)



5. - Depositi morenici sul fianco destro del vallone di Piaggia Bella.

(*fol. G. Dematteis*)



6. - Il vallone carsico-glaciale delle Carsene.

(*fol. G. Dematteis*)

cludere che: 1) tali cavità sono state decapitate da un'azione erosiva diversa da quella carsica e successiva ad essa, la quale, nel caso qui considerato, non può essere che periglaciale e glaciale; 2) tale azione, asportando un certo spessore di roccia, ha alterato il precedente modellamento carsico della superficie; 3) le forme carsiche primitive hanno tuttavia condizionato lo sviluppo della morfologia glaciale successiva, come è indicato dalla corrispondenza dei « catini » dei circhi e del fondo dei valloni con le primitive depressioni carsiche, denunciata dalla presenza degli inghiottitoi decapitati.

Alla testata dei valloni le depressioni carsiche primitive hanno dunque costituito il punto di partenza per la formazione di forme circoidi, favorendo l'accumulo della neve e la formazione di masse di ghiaccio, la cui ablazione è stata orientata da altre conche carsiche (doline, *uvala*), disposte a gradinata lungo il versante non molto inclinato. Spianando le soglie di queste conche, l'erosione glaciale avrebbe dato origine ai valloni attuali.

I resti delle creste delimitanti le primitive depressioni carsiche sono ancora visibili in molti luoghi. Tali sarebbero i dossi arrotondati della soglia inferiore del circo NE del vallone di Piaggia Bella (fot. n. 1); i contrafforti tra il vallone che scende a sud della cima del Marguareis e quello dei Maestri; quelli che circondano in modo discontinuo la conca del Piano Ambrogi e le groppe rocciose che separano questa dai soprastanti ripiani di Navela. Inoltre la morfologia carsica primitiva si è conservata, nelle sue grandi linee, in modo evidentissimo, nella grande conca chiusa delle Carsene (fot. n. 6), dove sono ben visibili allineamenti di depressioni più o meno coalescenti. Si tratta in questo caso di una forma complessa, che con i suoi 3 km. di lunghezza si avvicina alle dimensioni di un *polje*, pur non avendone i caratteri genetici, e che non è neppure una semplice *uvala*, in quanto la coalescenza delle doline è stata principalmente determinata dall'erosione glaciale e periglaciale (14).

5. Conclusioni. — Nel massiccio del Marguareis, come negli

(14) Seguo le definizioni di *polje* e di *uvala* date da G. NANGERONI (*Doline, polja e altri fenomeni carsici di superficie*, in « Atti Conv. di Speleol. " Italia 61 ", Torino, 1962 », pp. 11-23).

altri rilievi calcarei delle Alpi Liguri, al di sopra dei 1800 m. si ha una morfologia che a prima vista può sembrare semplicemente carsica, a causa dell'estensione di superfici rocciose nude, disseccate e intensamente lavorate dall'erosione chimica. A un più attento esame queste forme si rivelano sovrimposte a superfici di erosione glaciale e perciò da attribuire a una fase carsica molto recente, connessa con il clima attuale, relativamente freddo e umido. A loro volta però queste forme glaciali non sono originarie, ma risultano dall'adattamento e dalla degradazione di una morfologia carsica matura preglaciale, testimoniata da forme relitte sommitali e dalle caratteristiche dei condotti sotterranei assorbenti. Basandosi sulla disposizione di questi è possibile individuare le principali depressioni carsiche preesistenti e constatare come i valloni glaciali si siano sviluppati lungo di esse.

Rimangono naturalmente aperti molti problemi, come quelli relativi alla possibile azione delle acque subglaciali (15), all'alternanza di più fasi glaciali e carsiche interglaciali e alle caratteristiche climatiche di queste ultime, per la soluzione dei quali si presenta del massimo interesse lo studio, ancora da intraprendere, dei depositi cristallini e sedimentari contenuti nelle numerose grotte del massiccio. Resta poi da spiegare l'origine delle spianate in cui si sviluppano i valloni carsico-glaciali, le quali mancano o sono molto ridotte nei circostanti rilievi non calcarei, soggetti ad ero-

(15) Basandomi sulle recenti ricerche sperimentali di C. EK (*Note sur les eaux de fonte des glaciers de la Haute Maurienne: leur action sur les carbonates*, in « Rev. Belge de Géogr. », Bruxelles, 1964, pp. 127-156 e *Faible agressivité des eaux de fonte des glaciers: l'exemple de la Marmolada (Dolomites)*, in « Ann. Soc. Géol. de Belge », Bruxelles, 1966, pp. 177-188), escluderei un'azione carsogena (chimica) attribuibile alle acque subglaciali. Né esse possono avere, se non forse eccezionalmente, contribuito con la loro azione meccanica all'allargamento di cavità preesistenti, in quanto, come s'è detto, l'erosione glaciale ha in molti casi modificato la morfologia di superficie, facendo in modo che i vecchi inghiottitoi rimanessero « sospesi » rispetto al fondo delle depressioni, in cui potevano raccogliersi le acque subglaciali. Inoltre dove queste ultime possono aver trovato una via di deflusso sotterranea (come nel caso della carsena di Piaggia Bella) è assai più probabile che esse abbiano provocato il riempimento della cavità, convogliandovi i detriti dell'erosione glaciale e crionivale e i residui di decalcificazione delle precedenti fasi carsiche, piuttosto che contribuire alla sua escavazione. In questa e in altre cavità esistono infatti resti di cospicui sedimenti di questo tipo, che pare siano stati riescavati in tempi relativamente recenti (postglaciali). Tale svuotamento delle cavità continua tuttora, essendo le acque sotterranee del massiccio quasi ovunque in fase di erosione.

sione normale (superfici di erosione, precedenti al ringiovanimento tardo-pliocenico, conservatesi grazie alla natura carsica del rilievo?).

Ma questi temi escono evidentemente dagli scopi assai modesti di questa nota, che si limita a porre in luce alcune relazioni esistenti tra la morfologia carsica e quella glaciale di origine più recente.

SUMMARY. — The massif of Mount Marguareis, though characterized by imposing karst phenomena, presents a predominantly glacial morphology. An examination of the latter and of the hypogeum karst allows us however to distinguish the remains of a karst interglacial phase and the embryonic forms of a postglacial karst.

It is particularly evident that the karst depressions placed at a certain different level from the peaks favoured the establishment and the development of glacial cirques. At a higher stage, close to the peaks, some forms of the pre-glacial karst have been preserved. Below the cirques, the glacial action has changed the surface previously shaped by the karst process, however adapting itself to the still visible broad lines of this surface.

The combined karst and glacial action seems to be a general phenomenon, common to the whole massif, notwithstanding some asymmetries which may be noticed in the outline of the two slopes.