

ALESSANDRO MENARDI NOGUERA (*)

LINEAMENTI DI GEOMORFOLOGIA STRUTTURALE DEL MASSICCIO CARSIKO DEL MONTE MONGIOIE E DEL MONTE CONOIA (Alpi Liguri)

RÉSUMÉ: La géomorphologie du massif karstique du M. Mongioie et du M. Conoia est contrôlée selon des modalités particulières par une tectonique plissante et par une tectonique caissante qui ont produit des structures très complexes intéressant la locale succession stratigraphique avec sa grande variété de lithotypes. Dans le suivant article on décrit le facteur tectonique dans la morphogenèse de quelques des plus significatives formes karstiques et glaciaires connues dans le secteur.

INTRODUZIONE

La morfologia degli imponenti massicci calcarei che costituiscono il settore più elevato delle Alpi Liguri, corrispondente alla dorsale che si estende dal M. Marguareis al M. Conoia, appare dominata da interessanti combinazioni di forme glaciali e forme carsiche.

Le favorevoli condizioni di esposizione permettono di osservare agevolmente le modalità con cui il controllo esercitato dalle strutture tettoniche esistenti nell'area si esplica sulle forme del paesaggio.

In questa nota si descrive per sommi capi come l'evoluzione di alcune tra le più interessanti morfologie superficiali e carsiche ipogee del massiccio del M. Mongioie e del M. Conoia è stata condizionata dalla tettonica alpina.

Il massiccio in esame è da lungo tempo oggetto di interesse da parte delle associazioni speleologiche che operano nelle Alpi Liguri. Le indagini con i traccianti e l'esplorazione speleologica diretta hanno fornito una chiara visione della sua idrogeologia consentendo di delimitare con suffi-

(*) Gruppo Speleologico Imperiese C.A.I.

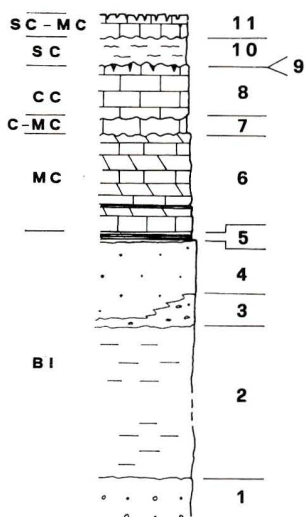


Fig. 1 - Colonna stratigrafica dell'Unità di Ormea (da VANOSI 1980 semplificato); 1) Formazione di Ollano, Carbonifero sup. 2) Porfidi del Melogno e Scisti di Gorra, Permiano. 3) Verrucano Brianzone, Permo-Trias. 4) Quarziti di Ponte di Nava, Trias inf. 5) Peliti di Case Valmarecca, Scitico. 6) Dolomie di S. Pietro dei Monti, Anisico-Ladinico. 7) Calcari di Ponte di Nava, Dogger. 8) Calcari di Val Tanarello, Malm. 9) Hard Ground di Cima delle Colme, Cenomaniano-Albiano. 10) Scisti di Upega, Cretaceo-Eocene. 11) Calcari della Madonna dei Cancelli, Eocene (non presenti nel massiccio in esame). B.I. = basamento impermeabile, MC = terreni mediamente carsificabili, CC = terreni molto carsificabili, SC = terreni da scarsamente carsificabili a non carsificabili, C = terreni carsificabili.

ciente accuratezza i limiti dei due bacini carsici esistenti e che alimentano rispettivamente le sorgenti delle Vene-Fuse e Regioso. Una sintesi in questo campo è fornita in CALANDRI (1976; 1979).

La successione stratigrafica presente nella zona è quella tipica che caratterizza le unità tettono-stratigrafiche esterne del dominio Brianzone della Liguria (GUILLAME 1968; LANTEAUME 1958; VANOSI 1980).

La cartografia geologica a cui si fa necessario riferimento ed a cui si rinvia il lettore per la comprensione di quanto esposto in seguito è quella prodotta da VANOSI (1972).

LA TETTONICA DEL MASSICCIO

Il massiccio carsico del M. Mongioie e del M. Conoia è interamente compreso nell'Elemento Mongioie-Saline dell'Unità di Ormea, la più esterna del Brianzone ligure (definizioni in VANOSI 1980).

La stratigrafia della successione che caratterizza l'unità nella zona d'interesse è ricordata nella fig. 1.

L'Elemento Mongioie-Saline è formato essenzialmente da terreni post-paleozoici e viene descritto (VANOSI 1980) come l'elemento più elevato all'interno dell'Unità di Ormea. Gli elementi tettonici inferiori, a questo sottoposti, sono invece costituiti in netta prevalenza da metavulcaniti acide permiane. Sull'Elemento Mongioie-Saline riposano in completa alloctonia dei lembi flisciodi (Peliti di Passo delle Saline) attribuiti da BLOCH & KIENAST (1963) alla Falda del Flysch ad Elmintoidi.

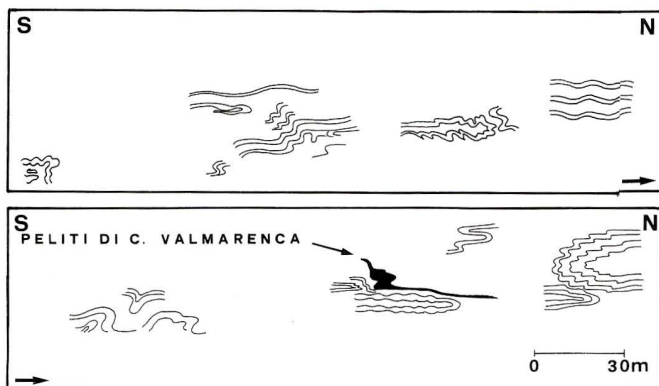


Fig. 2 - Schizzo d'insieme delle strutture visibili nelle balze del M. Mongioie che delimitano il Pian dell'Olio. Dai disegni di campagna e dalle foto. La scala è approssimativa, le distanze non sono rispettate.

L'assetto strutturale del massiccio carsico e del suo basamento impermeabile è il prodotto dell'azione combinata di una tettonica plicativa e di una tettonica fragile. La tettonica plicativa, analogamente a quanto avviene nel resto del Brianzonese ligure (ROYANT 1979; MENARDI NOGUERA 1981), ha creato delle strutture polifasate come risultato della sovrapposizione di diverse generazioni di pieghe.

Le pieghe più antiche che si possono riconoscere nel massiccio si sono generate in prossimità del livello di scollamento tettonico che interessa le Peliti di Case Valmarenca ⁽¹⁾ (vedi figg. 1 e 2). Le tipiche alternanze di strati calcarei e strati dolomitici che formano l'Anisico basale appaiono, sul versante orientale del M. Mongioie, ripiegate in modo disarmonico secondo pieghe anche molto serrate che possono assumere una geometria subisoclinale (foto 2).

Il senso di rovesciamento di queste strutture e delle loro pieghe parassite indicano una traslazione verso Sud della massa carbonatica rispetto alle sottostanti quarziti (ciò che implica un movimento verso l'esterno dell'Arco Alpino). In prossimità del livello di scollamento le quarziti possono risultare finemente cataclasate e ridotte allo stato di sabbioni incoerenti (Sala delle Sabbie Quarzitiche nel Complesso C1-Regioso).

Le Peliti di Case Valmarenca, fittamente ripiegate ed a luoghi lami-

⁽¹⁾ Secondo VANOSSI (1972) le Peliti di Case Valmarenca formano il passaggio stratigrafico transizionale tra le Quarziti di Ponte di Nava di cui sono membro e le Dolomie di San Pietro dei Monti intercalandosi rispettivamente negli ultimi e nei primi metri delle due formazioni. Date le caratteristiche sedimentologiche, è possibile che la variabilità della potenza e la mancanza di continuità laterale di questo orizzonte sia anche originaria oltreché acquisita tettonicamente.



Foto 1- Dai tipi dell'Istituto Geografico Militare (Autorizzazione 1714 in data 7/12/'81) per gentile concessione. Ripresa aereofotogrammetrica del massiccio del M. Mongioie e del M. Conoia. L'imponente mole del M. Mongioie risalta inconfondibile quasi al centro della foto. Si distinguono senza difficoltà i terreni carsificabili da quelli non carsificabili per la tessitura più chiara e l'assenza pressoché completa del reticolo idrografico superficiale. I versanti settentrionali del massiccio ed il vallone al centro della foto (Vallone del Bocchin dell'Aseo-Pian dell'Olio) sono caratterizzati da morfologie tipicamente glaciali. Le doline più grandi ed i pozzi a neve di maggiori dimensioni sono evidenziati da accumuli di neve al fondo (epoca della ripresa: 8/7/'54). Il reticolo delle fratture domina tutta l'immagine; fanno spicco quelle dirette N-NW.

nate fino a completa elisione, tendono a presentarsi concentrate al nucleo di pieghe e possono formare dei corpi lenticolari isolati (foto 3). La potenza e la geometria di questo livello risultano estremamente variabili nello spazio.

L'alternanza di strati dolomitici e calcarei di competenza e potenza variabili rende disarmonici i ripiegamenti anche alla piccola scala. Gli strati dolomitici dell'Anisico hanno subito una azione di «boudinage» più o meno intensa (foto 4) che ha generato delle strutture «pinch and swell». Il «boudinage» può essere accentuato fino a comportare la trasposizione degli strati dolomitici più sottili nella scistosità acquisita dagli strati più calcarei.

L'intensità della deformazione tende a decrescere rapidamente aumentando la distanza dal piano di scollamento coincidente con l'orizzonte delle peliti fino ad esaurirsi in prossimità delle dolomie a stratificazione massiccia del Ladinico.

Le strutture di cui sopra, esposte in tutta evidenza nelle balze orientali del M. Mongioie sopra il Pian dell'Olio, non sembrano trovare analogia corrispondenza più a settentrione nelle balze che dalla Cima della Brignola guardano ai Laghi del Raschera. Ciò si spiega considerando che nella copertura sedimentaria dell'Unità di Ormea esistono più livelli di scollamento potenziali che però non sono sempre continui o presentano le stesse caratteristiche a causa di variazioni stratigrafiche locali. Di conseguenza la superficie di distacco principale della copertura può passare da un livello ad un altro anche bruscamente. Questo fatto è confermato anche dalle osservazioni di VANOSI (1980); secondo l'A. le Quarziti di Ponte di Nava mostrano di volta in volta di aderire ai carbonati oppure al basamento paleozoico od ancora possono comportarsi come un tegumento indipendente.

Nel massiccio è anche molto importante un livello di scollamento situato alla base degli scisti calcarei cretaceo-eocenici e che ha dato origine ad un complesso di pieghe strizzate e scaglie denominato da VANOSI (1972) «scaglie di Cima delle Colme». In prossimità di tale livello si osservano mutue implicazioni di lame fra i Calcarei di Val Tanarello (Malm) e gli scisti calcarei. Questi litotipi risultano inoltre interessati da una scistosità moderatamente penetrativa. Lo «Hard Ground» fosfatico di Cima delle Colme, negli affioramenti vicini al Passo delle Scaglie, appare parzialmente trasposto in questa scistosità ed affiora sfilacciato in liste e noduli contorti.

Nonostante l'esistenza di motivi tettonici abbastanza esasperati in corrispondenza dei livelli di scollamento, la successione postpaleozoica dell'Elemento Mongioie-Saline, a prescindere dall'azione delle faglie che sarà discussa in seguito, ha un assetto d'insieme che in prima approssi-



Foto 2 - Cerniera di piega coricata nell'Anisico basale del M. Mongioie. Località Pian dell'Olio, balze di quota 2200. Il senso dell'asimmetria delle pieghe parassite presenti ai fianchi della piega indica che si tratta di una piega anticlinale vergente a Sud.

mazione può essere considerato monoclinale, con generale immersione della compagine sedimentaria verso SW come è anche indicato nella foto 1 dalle linee di forma della stratificazione lungo i versanti del M. Mongioie e del M. Conoia e lungo il versante meridionale delle Cime delle Colme. Questo fatto può essere compreso considerando che l'Elemento Mongioie-Saline occupa la zona di cresta di una amplissima antiforme i cui fianchi sono interessati da pieghe a «ginocchio» (pieghe aperte asimmetriche) con opposto senso di rovesciamento come si riconosce nella sezione geologica tracciata attraverso l'Unità di Ormea da VANOSI (1974). Si tratta di una struttura tettonica tardiva che si è formata posteriormente allo scollamento ed all'avanzamento verso Sud della copertura sedimentaria dell'Unità di Ormea. Nel massiccio in discussione sono presenti delle micropieghe (a vergenza esterna a Sud di Pian dell'Olio ed a vergenza interna a Nord di esso) che per stile tettonico e direzione degli assi sembrano appartenere alla stessa famiglia di pieghe esistenti ai fianchi dell'ampia antiforme di cui sopra.

L'assise sedimentaria che forma il massiccio risulta inoltre interessata da ondulazioni a grande raggio di curvatura ed assi N-NW come evidenziato dai rilevamenti di VANOSI (1972).

Tutte le strutture plicative a cui si è fatto cenno sono troncate da un reticolo di faglie e fratture che risalta con nitidezza nella ripresa aerea della foto 1.

Le faglie di maggiore importanza sono faglie dirette a direzione NS e compartimento orientale ribassato e piano di faglia immergente ad Est.



Foto 3 - Grande corpo lenticolare di scisti quarzoso-micacei (Peliti di Case Valmarenga) tettonicamente intercalato nell'Anisico basale delle balze orientali del M. Mongioie (quota 2200).

Fra queste spiccano la «Linea delle Saline», rigetto verticale di oltre 500 m, e la «Linea del Bocchin dell'Aseo», rigetto verticale di circa 400 m (seguendo le denominazioni di VANOSI 1972).

La faglia delle Saline delimita ad occidente il massiccio carsico in esame che risulta suddiviso dalla faglia del Bocchin dell'Aseo in due settori principali; ad Ovest quello del M. Mongioie, ad Est quello del M. Rotondo-M. Conoia.

Il settore del M. Mongioie, il più esteso dei due, è interessato da un reticolo di fratture molto complesso. Lo studio fotogeologico permette di distinguere, all'interno del settore, delle zone in cui il pattern del reticolo possiede delle caratteristiche particolari (vedi fig. 3). La zona dei Gruppetti e delle Colme è dominata dalla presenza di una serie di faglie che appartengono alla stessa famiglia delle «linee» summenzionate e di cui condividono le caratteristiche generali pur possedendo un rigetto verticale che è almeno di un ordine di grandezza inferiore. Queste faglie formano nel loro insieme una gradinata digradante ad Est che costituisce un elemento di notevole rilievo nel paesaggio. La geometria del sistema di fratture minori ad esse associato, simile a quella tipica delle faglie trascorrenti (si veda HOBBS et al. 1976), indica l'esistenza di una componente orizzontale sinistra (fig. 3). Ciò è in armonia con quanto si conosce delle faglie maggiori («linee») appartenenti a questa famiglia (VANOSI 1974; OXILIA, VANOSI 1978). Le fratture parallele alle faglie dei Gruppetti sono quindi essenzialmente fratture di tensione mentre quelle a loro oblique esprimono principalmente la componente di scorrimento per taglio semplice.



Foto 4 - «Boudinage» di straterelli dolomitici in strati calcarei. Sentiero Viozene-Pian dell'Olio, quota 2000.

La zona del Passo delle Scaglie, la continuazione ad Est della zona dei Gruppetti, è attraversata da alcune faglie dirette di modesto rigetto, direzione NS e compartimento occidentale ribassato. La più spettacolare di queste è il maestoso torrione che sovrasta l'abitato di Viozene passando attraverso il Passo delle Scaglie. Considerate unitamente a quelle dei Gruppetti esse concorrono a realizzare una configurazione analoga a quella di un graben.

La zona centrale del settore del M. Mongioie è interessata da un fascio di fratture molto vistoso ad andamento SE-NW.

Queste fratture sembrano avere decorso parallelo alle faglie che rialzano la dorsale principale delle Alpi Liguri come riportato nei profili di VANOSI (1972; 1974). Sulle fratture della zona centrale convergono le faglie dirette presenti a SE della Cima della Brignola (rialzanti il blocco della Brignola rispetto a quello del M. Mongioie) e la faglia del «Canalino Barattolo» a labbro meridionale ribassato (vedi fig. 3). L'importanza relativa dei rigetti verticali può essere stimata dall'aereofotogramma di foto 1. Dalla semplice analisi fotogeologica di un'area così ristretta non sembra possibile stabilire relazioni di età relativa tra i principali lineamenti descritti. Per analogia con le grandi dislocazioni di cui esiste cartografia nella letteratura si può ritenere che le fratture del sistema N-S siano più recenti di quelle ad andamento SE-NW e NE-SW.

Il pattern delle fratture nel settore del M. Rotondo-M. Conoia richiama lo schema tipico dei sistemi di faglie coniugate (vedi fig. 3 e foto

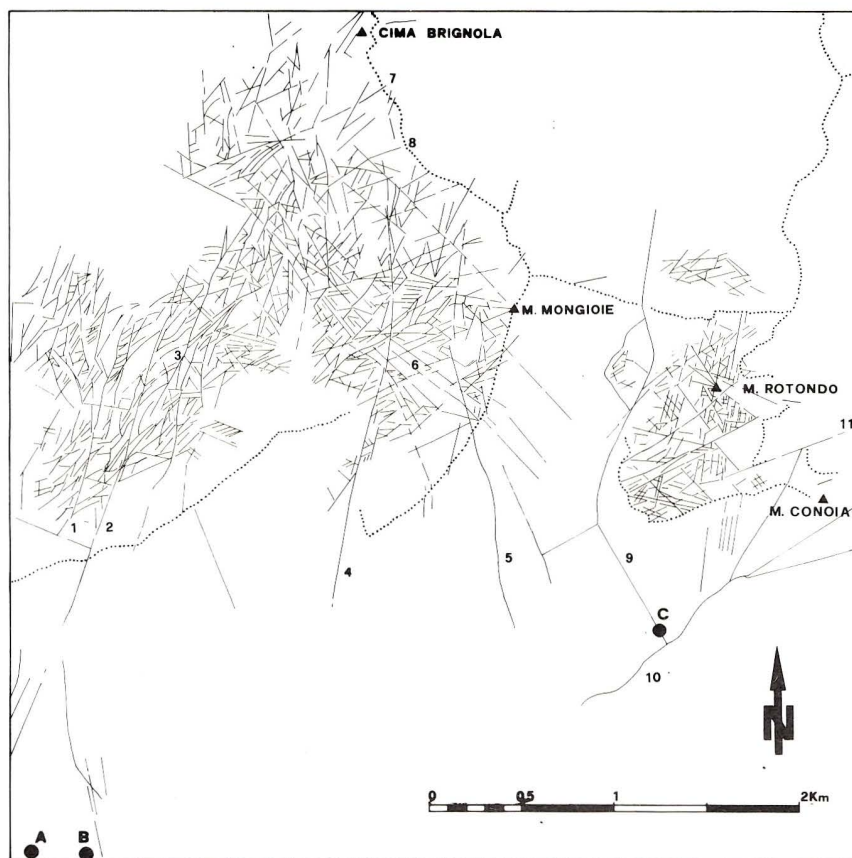


Fig. 3 - Reticolo delle fratture del massiccio carsico del M. Mongioie e del M. Conoia ricavato dall'analisi della foto 1. Sono numerate alcune delle faglie di maggior interesse; 1,2,3) Faglie della zona dei Gruppetti. 4) Faglia del Passo delle Scaglie. 5) Faglia del Canalino Barattolo. 6) Faglie della zona centrale del M. Mongioie. 7,8) Faglie meridionali della Cima della Brignola. 9) «Linea» del Bocchin dell'Aseo. 10) Faglia del Profundo. 11) Faglia delle Rocche degli Ai. A) Sorgente delle Vene. B) Sorgente delle Fuse. C) Sorgente del Regioso.

1). Le fratture maggiori di questo settore si intersecano secondo uno schema regolare con angoli vicini all'ortogonalità. Tra le fratture minori predominano quelle N-S rispetto a quelle E-W. Ciò é riscontrabile anche sul terreno. Se lo schema delle fratture coniugate é applicabile, le fratture minori assumerebbero il significato di fratture di tensione mentre le fratture maggiori potrebbero avere espresso una importante componente di taglio.

IL CONTROLLO TETTONICO DELLE FORME GLACIALI

Prima delle glaciazioni quaternarie, valutate le strutture brevemente descritte nel paragrafo precedente, il massiccio carsico del M. Mongioie e del M. Conoia doveva presentarsi come un insieme di due grandi altopiani interessati da modeste ondulazioni, interrotti al loro interno da ripidi gradini di faglia e delimitati a Nord ed a Sud da versanti molto acclivi, allora in posizione assai più avanzata rispetto ai versanti attuali. L'azione modellatrice dei ghiacciai si deve essere esplicata a partire dalla quasi originaria superficie del rilievo strutturale considerando la nota azione conservatrice delle superfici da parte del fenomeno carsico la cui antichità nella regione è testimoniata dai condotti carsici di tipo freatico dissezionati dall'erosione a quote anche molto elevate rispetto agli attuali livelli di base delle acque sotterranee.

L'esarazione glaciale ha prodotto effetti imponenti nelle valli che scendono dal versante settentrionale del massiccio condizionando in modo visibile la forma dei profili vallivi. L'incisione delle valleciole del versante meridionale del massiccio, nella Valle del Tanaro, sono invece principalmente opera delle acque ruscellanti.

Il contrasto tra i due versanti del massiccio risalta in tutta evidenza dalla fotografia aerea (foto 1). La diversità si giustifica con la differente esposizione che deve avere regolato in modo decisivo i processi di accumulo e di ablazione.

Le testate delle valli dell'Ellero, Corsaglia e Raschera sono modellate in circhi glaciali di grande estensione da cui si dipartono «arêt» e monti tipo piramidi.

Il profilo delle valli sopra nominate è quello classico ad «U» localmente caratterizzato dal fatto che ai versanti affiorano i calcari e le dolomie mentre al fondovalle affiorano le quarziti ed i porfiroidi. Questi ultimi, in particolare, hanno offerto un substrato resistente all'erosione glaciale come indicano anche i numerosi esempi visibili di rocce montonate.

Sul versante meridionale l'unico vallone che presenta gli inequivocabili segni dell'azione glaciale è quello del Bocchin dell'Aseo-Pian dell'Olio. I limiti dell'esarazione appaiono in modo netto nella fotografia aerea; la lingua glaciale che ha scavato il vallone doveva trovare alimentazione in una zona a Nord del passo del Bocchin dell'Aseo. Considerando che tale passo costituisce una soglia molto bassa rispetto alla linea di cresta del circo del T. Raschera sembra possibile ipotizzare che tale vallone sia stato scavato da una transfluenza del ghiacciaio anticamente presente nella valle di quel torrente. Altre tracce del glacialismo sul versante meridionale del massiccio sono rappresentate da piccolissimi apparati

morenici frontali che testimoniano la passata esistenza di accumuli di ghiaccio molto modesti oltre i 2000 m di quota. Una piccola morena di questo tipo é ancora distinguibile ad Ovest di Pian Rosso sotto il Passo del Cavallo.

Il versante nordoccidentale del M. Mongioie, alla testata dell'alta Valle dell'Ellero, offre un interessante esempio di conca carsico-glaciale in cui si distinguono alcune vallecole sagomate secondo un profilo ad «U» come ad esempio quelle che isolano il picco di quota 2500. Il carsismo superficiale ha ovviamente cancellato le piccole forme di origine glaciale quali striature, scannellature, rocce levigate e montonate etc., rendendo meno evidente che altrove gli effetti delle glaciazioni.

All'epoca dell'ultimo episodio di massima espansione i ghiacciai dovevano costituire un sistema quasi continuo sui versanti esposti a settentrione mentre sul versante meridionale si protendeva solitaria la lingua glaciale del Bocchin dell'Aseo.

L'azione dei ghiacciai ha visibilmente sfruttato le linee di debolezza rappresentate da faglie e fratture; il vallone glaciale del Bocchin dell'Aseo-Pian dell'Olio si é impostato sulla linea del Bocchin dell'Aseo; i circhi glaciali della Valle del Raschera e della Valle del Corsaglia hanno un contorno che risulta parallelizzato alle principali fratture. L'andamento a netti rientranti delle balze calcareo-dolomitiche del M. Rotondo e del M. Conoia ripete il motivo geometrico del sistema di fratture coniugate a cui si é fatto cenno. I grandi strapiombi del M. Mongioie che delimitano il circo del Raschera seguono in parte le tracce delle faglie poste a meridione della Cima della Brignola e la faglia del Passo delle Saline. L'assetto strutturale nell'*insieme* approssimativamente monoclinale ha certamente favorito la formazione e la persistenza morfologica di questi strapiombi.

Le pareti verticali del M. Mongioie e della Cima delle Colme dovrebbero invece essere semplici pareti di arretramento da linea di faglia; nella loro genesi il glacialismo avrebbe svolto un ruolo non determinante.

La conca carsico-glaciale del versante nordoccidentale del M. Mongioie si é impostata nella depressione tettonica risultante dal gioco delle diverse faglie precedentemente descritte. L'erosione glaciale di questa conca ha avuto il suo effetto maggiore nell'asportazione della copertura tettonica fliscioide come si evince dall'andamento cartografico dei lembi preservatisi, generalmente confinati in posizioni topografiche elevate (Cima delle Colme) o su versanti esposti a meridione (versante Sud del M. Seirasso). La messa a giorno delle superfici calcaree in fondo alla conca é quindi un fatto probabilmente abbastanza recente.

Non interessano la presente nota ma meritano menzione gli impor-

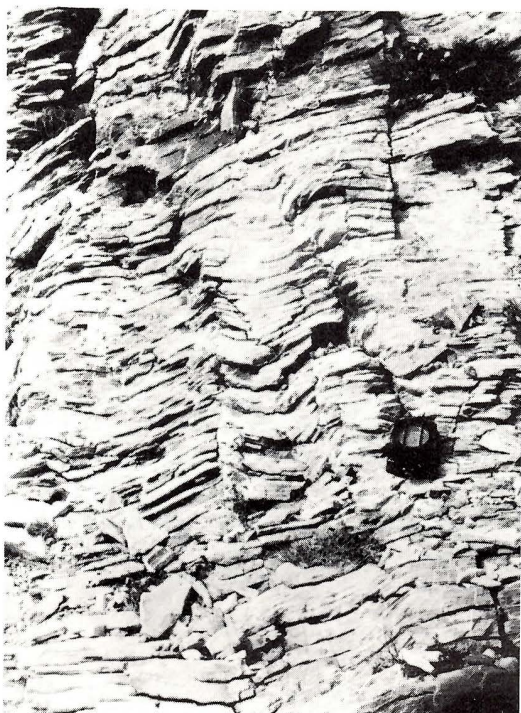


Foto 5- *Micropieghe nei Calcarei di Val Tanarello. Sentiero Pian dell'Olio-Bocchin dell'Aseo, quota 2250.*

tanti depositi morenici, le «Kame», le conche lacustri di antica origine glaciale, colmate od in via di colmamento, presenti nella zona in numerosi esempi.

Come è noto, tutte le morfologie glaciali di cui si è discusso sono forme fossili non esistendo attualmente ghiacciai nelle Alpi Liguri; estese coltri eluviali ⁽²⁾ postglaciali le seppelliscono parzialmente.

IL CONTROLLO TETTONICO DELLE FORME CARSICHE

Le forme carsiche epigee ed ipogee del settore in esame sono note con un certo grado di completezza (CALANDRI 1979; CAPELLO 1952; COSSUTTA 1977) per cui si evita di ripeterne la dettagliata descrizione.

L'evoluzione del carsismo in relazione al fattore tettonico può essere meglio trattata a partire da un approccio di tipo idrogeologico.

⁽²⁾ A proposito delle coltri eluviali è interessante osservare che la scistosità dei Calcarei di Val Tanarello esalta la gelività di questo litotipo che a luoghi appare sfaldarsi in minute scagliette le quali possono anche rappresentare la quasi totalità del detrito presente in certe zone (Passo dei Revelli, Cima della Brignola).

In base a quanto precedentemente esposto nel primo paragrafo si può immaginare che all'interno del massiccio la superficie di contatto fra terreni carsificabili e quarziti e porfiroidi sia rappresentabile con una superficie ad immersione generale a SW, debolmente ondulata in duomi e bacini asimmetrici ⁽³⁾ e smembrata in un sistema complesso di gradinate che descrivono delle profonde depressioni.

Come è noto, le faglie di maggior rigetto individuano nel massiccio del M. Mongioie e del M. Conoia due bacini carsici idrogeologicamente distinti; il bacino che alimenta le sorgenti delle Vene-Fuse (settore del M. Mongioie) ed il bacino della sorgente del Regioso (settore del M. Rotondo-M. Conoia). La circolazione sotterranea delle acque nei due bacini è nettamente separata ⁽⁴⁾ dalla faglia del Bocchin dell'Aseo (CALANDRI 1979).

Il basamento impermeabile possiede quindi una forma che consente l'esistenza di falde carsiche importanti, estese nelle due direzioni orizzontali, che grazie all'energia del rilievo ed alla profondità dell'incisione, costituiscono delle notevoli falde sospese relativamente al livello di base rappresentato dal F. Tanaro.

In altri termini, l'assetto strutturale del massiccio ha permesso che il drenaggio delle acque si organizzasse lungo reticoli di gallerie freatiche e vadose suborizzontali anche su notevoli distanze.

La porzione della successione stratigrafica al di sopra delle quarziti (fig. 1) possiede diverse soluzioni di carsificabilità la cui geometria è condizionata dalle deformazioni tettoniche analizzate al primo paragrafo. La più importante di esse è certamente rappresentata dalle Peliti di Case Valmarenca che si intercalano nell'Anisico basale dell'Elemento Mongioie-Saline con le complesse modalità innanzi riportate. Le peliti costituiscono, all'interno della massa carsificabile ed in prossimità del basamento impermeabile, un livello impermeabile di potenza, andamento e continuità laterale imprevedibili. Dove si è realizzata la doppia condizione, stratigrafica della presenza delle Peliti di Case Valmarenca e tettonica dello scollamento in loro corrispondenza, l'evoluzione delle gallerie carsiche ha subito un fortissimo condizionamento; gallerie freatiche inizialmente sviluppatesi al contatto calcari-peliti e calcari-quarziti o lungo un interstrato, ampliandosi per normale corrosione o per coalescenza di condotti, od approfondendosi nel corso di una successiva evoluzione

⁽³⁾ Asimmetrici poiché prodotti dall'interferenza di sistemi di pieghe aventi assi sub-ortogonali e lunghezza ed ampiezza d'onda differenti.

⁽⁴⁾ Non si può affermare la stessa cosa per le acque superficiali poiché lo sporadico ruscellamento che si produce sul versante Est del M. Mongioie in occasione di intense precipitazioni alimenta probabilmente entrambi i bacini.

in condizioni vadose, hanno permesso che le acque sotterranee incidessero più o meno profondamente gli scisti pelitici che per la loro debolezza meccanica hanno provocato in diversi luoghi il collasso delle gallerie stesse (vedi fig. 4). I grandiosi crolli che rappresentano uno degli aspetti di maggior rilievo della morfologia sotterranea del Complesso C1-Regioso hanno avuto questa origine; spesso si osserva che i saloni più vasti si sono generati proprio dove le peliti sono tettonicamente concentrate in grossi corpi lenticolari e dove quindi la sottoescavazione della compagine carbonatica é stata più importante (Galleria della Frana, Salone dell'A-Bao-a-Qu, termine del Niagara Road). Diversamente, dove le peliti sono ridotte in potenza od assenti per laminazione tettonica, oppure ancora non risultano interessate da fenomeni di scollamento tettonico, si nota che le gallerie si sono sviluppate secondo forme «normali» come ad esempio si osserva nel tratto conosciuto della Grotta delle Vene.

Altre forme di collasso si manifestano dove l'erosione ha intaccato le cataclasi quarzitiche occasionalmente presenti in prossimità del livello di scollamento tettonico esistente tra carbonati e quarziti.

Molto complessa é pure la geometria delle soluzioni di solubilità costituite dagli strati dolomitici all'interno dell'Anisico e degli scisti cretacei-eocenici tettonicamente intercalati nei calcari giurassici. Nel Complesso C1-Regioso si possono notare condotti freatici che generatisi agli interstrati fra banchi calcarei e banchi dolomitici presentano fenomeni di coalescenza in corrispondenza dei «colli» del boudinage dello strato dolomitico od in corrispondenza di cerniere di pieghe. Nelle gallerie tipo «keyhole» si osserva spesso che la parte di origine freatica della sezione e quella di approfondimento in condizioni vadose sono separate da uno strato dolomitico stirato in «boudin» che l'erosione selettiva ha contribuito a porre in rilievo positivo. Esempi molto belli possono essere ammirati nella Galleria dello Scarafio all'interno del Complesso C1-Regioso.

Meno importanti sono le soluzioni di carsificabilità costituite dal contatto tettonizzato fra i calcari giurassici e le formazioni cretaceo-eoceniche poiché situate nelle zone alte di assorbimento dove ha predominanza il drenaggio verticale delle acque meteoriche lungo le fratture; il loro effetto si risolve nella presenza di piccole falde sospese come dimostra l'esistenza di minuscoli condotti carsici sezionati dall'erosione.

La presenza di lembi alloctoni impermeabili (Peliti di Passo delle Saline) in sovrapposizione alla successione carsificabile del massiccio permette l'esistenza di inghiottitoi, in genere poco importanti, laddove le correnti incanalate fuoriescono dalle argilliti (Inghiottitoio Tumpi presso i Gruppetti, inghiottitoi presso il Bocchin dell'Aseo).

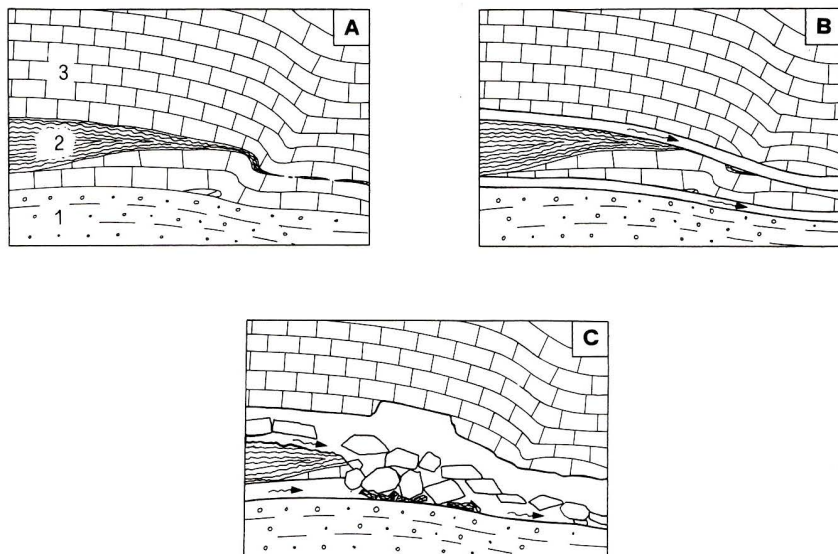


Fig. 4 - *Evoluzione schematica delle forme da collasso delle gallerie del Complesso C1-Regioso: A) Condizioni iniziali pre-incarsimento, B) Formazione di condotte freatiche in prossimità dei livelli impermeabili. C) Evoluzione dei condotti freatici in gallerie vadose, incisione e sottoescavazione delle intercalazioni pelitiche e conseguente collasso delle gallerie stesse. 1) Quarziti di Ponte di Nava. 2) Peliti di Case Valmarenca. 3) Dolomie di San Pietro dei Monti.*

Il reticolo delle fratture controlla strettamente l'organizzazione delle vie di drenaggio sotterranee del massiccio. Le direttrici principali del Complesso C1-Regioso seguono fedelmente lo schema di fratture del M. Rotondo-M. Conoia come si può facilmente arguire dal confronto fra questo (fig. 3) e la pianta della cavità (rilievo aggiornato in CALANDRI, RAMELLA 1979). La stessa cosa si può ripetere per l'Abisso dei Caproschi e parte dell'Abisso dei Gruppetti nel settore del M. Mongioie. Le vie assai rapide di drenaggio indicate dalle colorazioni (CALANDRI 1979) fra l'Abisso dei Caproschi, all'estrema periferia del bacino delle Vene-Fuse, e le sorgenti nonché fra queste e l'Abisso dei Gruppetti sono giustificate dall'imponenza del fascio di faglie a direzione N-S su cui le sorgenti e gli abissi appaiono allineati.

Nel caso del Complesso C1-Regioso la conoscenza dell'andamento

del reticolo di fratture permette di avanzare un'ipotesi speleogenetica; i ghiacciai quaternari anticamente presenti nei circhi glaciali del Raschera e del Corsaglia potrebbero avere abbondantemente alimentato da settentrione la falda carsica che ha dato origine alla grotta attraverso lo stesso reticolo di fratture su cui la cavità è impostata. Considerata l'esiguità dell'attuale zona di assorbimento del Complesso C1-Regioso, non sembra possibile spiegare altrimenti l'importanza delle dimensioni delle morfologie freatiche fossili esistenti né sembra facile giustificare in altro modo l'ampiezza della variazione del regime idraulico che ha storicamente caratterizzato l'evoluzione di questo complesso così come risulta dall'analisi morfologica delle sezioni delle gallerie.

Anche le forme carsiche epigee delle zone di assorbimento sono direttamente controllate dalle caratteristiche del reticolo di fratture; le doline ed i pozzi a neve di maggiore dimensione si collocano all'incrocio delle più grandi fratture come ad esempio avviene per il Prefundo, gigantesca dolina situata a SE della cima del M. Rotondo, per i grandi pozzi a SW del M. Rotondo o della zona centrale della conca carsico-glaciale del M. Mongioie. I Karren meglio sviluppati seguono la geometria e la spaziatura regolare posseduta a grande scala dal reticolo delle diaclasi come si vede nella zona dei Gruppetti od a Nord delle Rocche degli Ai (foto 1).

RELAZIONI DI ETÀ FRA IL PROCESSO CARSIKO ED IL PROCESSO GLACIALE

Buona parte delle piccole morfologie carsiche superficiali sono di età postwurmiana in quanto sovrainposte a superfici che furono spianate dai ghiacciai come avviene nei valloni di escavazione glaciale interessati dal carsismo. Sono però presenti anche in gran numero grotte doline e pozzi che sono stati sezionati dall'azione dei ghiacciai e che si sono quindi formati sicuramente prima dell'ultima fase glaciale (CALANDRI 1976). L'esempio più spettacolare è anche in questo caso fornito dal Complesso C1-Regioso; i rami che formano la sua parte iniziale, tipicamente contraddistinti da morfologie freatiche (CALANDRI 1976), sono stati troncati dalla lingua glaciale che ha scavato il vallone Bocchin dell'Aseo-Pian dell'Olio. L'inizio del processo di carsificazione del massiccio è quindi sicuramente molto antico.

Certamente buona parte delle morfologie carsiche ipogee ed epigee del massiccio sono forme fossili al pari delle forme glaciali ancora riconoscibili.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- BLOCH J.P., KIENAST J.R., 1963 — *Présence de lambeaux de Flysch à Helminthoides dans les hauts massifs occidentaux des Alpes maritimes italiennes*. C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., Paris: 31-32.
- CALANDRI G., 1976 — *Nota preliminare sul Complesso C1-Regioso e la sua zona (Alpi Liguri)*. Bollettino del G.S. Imperiese, 7: 19-51.
- CALANDRI G., 1979 — *Il Carso del Mongioie (Alpi Liguri)*. Speleologia, 1: 19-21.
- CALANDRI G., RAMELLA L., 1979 — *Il Complesso C1-Regioso (Alpi Liguri) a 10 anni dalla scoperta*. Boll. del G.S. Imperiese, 13: 19-29.
- CAPELLO C.F., 1952 — *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le Alpi Liguri*. Tip. Mareggiani, Bologna:1-114.
- COSSUTTA F., 1977 — *Il carsismo del M. Mongioie. L'attuale conoscenza in seguito alle due spedizioni del G.S. Biellese C.A.I. nel 1975-1976*. Annuario 1975-1976 Sezione C.A.I. Biella: 29-49.
- GUILLAME A., 1969 — *Contribution à l'étude géologique des Alpes Liguro-Piemontaises*. Document des Lab. de Géol. de la Fac. de Sc. de Lyon, 30.
- HOBBS B.E., MEANS W.D., WILLIAMS P.F., 1976 — *An outline of structural geology*. John Wiley & Sons Ed, New York: 289-340.
- LANTEAUME M., 1958 — *Schéma structural des Alpes Maritimes Franco-Italiennes*. B.S.G.Fr., 8: 651-674.
- MENARDI NOGUERA A., 1981 — *Tettonica polifasata nel Settore Centro-Orientale del Brianzonese ligure*. Boll. Soc. Geol. It., 100:527-540.
- OXILIA M., VANOSSI M., 1978 — *Osservazioni sul contatto Brianzonese-Piemontese tra le valli del T. Pesio e del T. Colla (Alpi Marittime)*. Atti Ist. Geol. Pavia, 27: 3-10.
- ROYANT G., 1978 — *Aperçu de la structure des nappes en Ligurie centrale. Mise en évidence de trois générations de nappes*. C.R. Acad. Sc. Paris, 288: 193-195.
- VANOSSI M., 1972 — *Rilevamento geologico ed analisi strutturale delle dorsali del M. Mongioie e del M. Cimone (Brianzonese Ligure)*. Atti Ist. Geol. Pavia, 23: 38-73.
- VANOSSI M., 1974 — *L'Unità di Ormea: una chiave per l'interpretazione del Brianzonese Ligure*. Atti Ist. Geol. Pavia, 24: 74-91.
- VANOSSI M., 1980 — *Les unités géologiques des Alpes Maritimes entre l'Ellero et la Mer Ligure: un aperçu schématique*. Mem. Sc. Geol. Padova, 34: 101-142.