

FABIO FORTI

OSSERVAZIONI SU ALCUNI CASI DI FENOMENI PARACARSICI
RISCONTRATI ALLA BASE DELLE DOLOMIE DI ETA' NORICA
DELLE CIME DELLE RONDINI (ALPI GIULIE OCCIDENTALI)
(ALPI MERIDIONALI)

Lavoro eseguito con il contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche

RIASSUNTO

Studio delle cavernosità d'interstrato lungo le pareti delle Cime delle Rondini (Alpi Giulie Occidentali), costituite dalla «Dolomia principale».

Per l'inquadramento geomorfologico del fenomeno che è paracarsico, vengono brevemente descritti gli aspetti geologici generali delle Alpi Giulie Occidentali ed in particolare la struttura della zona oggetto del presente studio. Viene inoltre descritta macro e microscopicamente la natura delle dolomie nelle quali si sono impostati tali fenomeni ed illustrati gli elementi macro e microtettonici strettamente connessi con la genesi di tali cavernosità.

Vengono infine descritti i fenomeni derivati dalla degradazione meteorica clastica delle pareti di queste montagne, che danno origine ad una serie di fenomeni paracarsici dei quali le cavernette d'interstrato sono i più significativi e meglio rappresentati.

SUMMARY

Study of hollowness of interlayers along the «Cime delle Rondini» walls (Western Alps) formed by Principal Dolomia.

For a geomorphological enrolling of the phenomenon, which is paracarsic, there are briefly described the general geological appearances of Giulie Western Alps and particularly the structure of the zone considered in the present study.

Moreover there is described — macro and microscopically — the Dolomie's nature in which are laying said phenomenons and illustrated the elements macro and microtectonic strictly connected with the genesis of such hollowness.

There are at last described the phenomenons derived from meteoriclastic lapse of the walls of these mountains, which give origin to a serial of paracarsic phenomenons of which — the little caverns of interlay — are the more significative and better represented ones.

RÉSUMÉ

Etude des cavernosités d'interstrate le long des parois des «Cime delle Rondini» (Alpes Juliennes Occidentales) constituées par la Dolomie Principale.

Pour l'encadrement geomorphologique du phénomène, qui est parakarstique, ils viennent brièvement décrits les aspects géologiques généraux des Alpes Juliennes Occidentales et particulièrement la structure de la zone objet du présent étude.

De plus vient décrite, de façon macro et microscopique, la nature des dolomies dans lesquelles se sont établis dits phénomènes et illustrés les éléments macro et microtectoniques strictement connexes avec la génèse de dites cavernosit s.

On va enfin à décrire les phénomènes dérivés par la désagrégation météorique clastique des parois des ces montagnes, qui donnent origine à une série de phénomènes parakarstique dont les cavernosit s d'interstrate sont les plus significatifs et mieux représentés.

PREMESSA

Il presente studio riguarda alcuni caratteristici fenomeni paracarsici osservati alla base delle dolomie noriche delle Cime delle Rondini nelle Alpi Giulie Occidentali; si tratta di cavernosit  d'interstrato che si manifestano di frequente alla base della «Dolomia Principale» (Hauptdolomit), (Norico inferiore, con livelli basali talvolta riferibili al Carnico superiore), bene stratificata con periodo variabile da pochi centimetri a pi  metri. Il fenomeno   pi  fre-

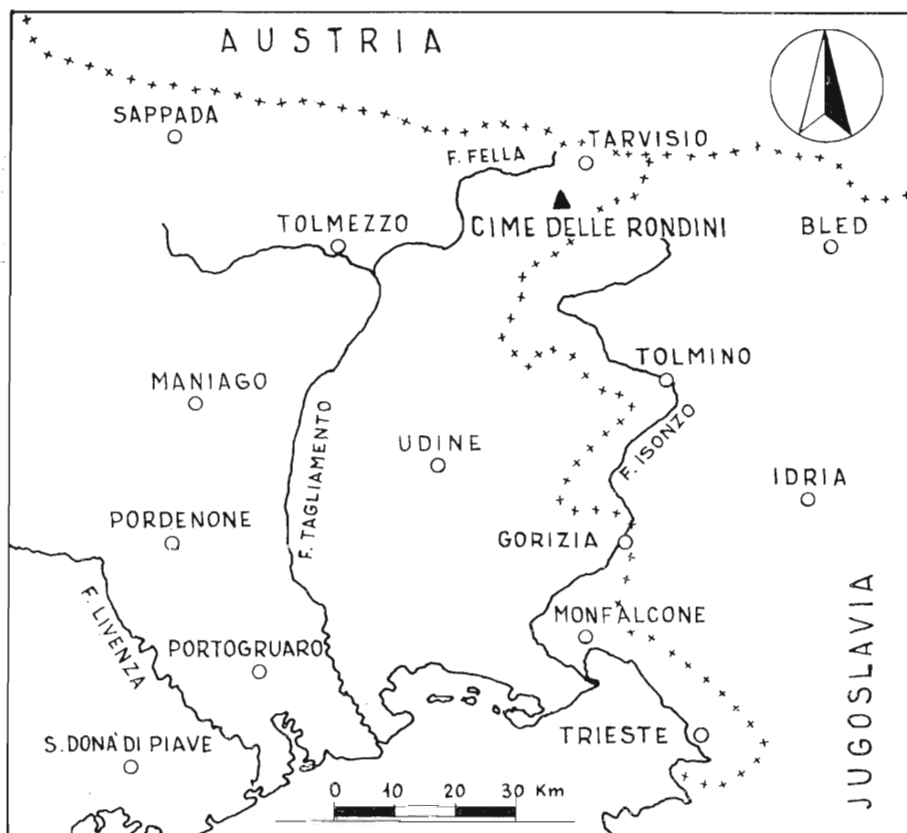


Fig. 1: Posizione geografica della zona studiata.

quente alla base del gruppo del massiccio montuoso dello Jof-Fuart ed in particolare sul versante N delle Cime delle Rondini.

F. ANELLI (1963, 1964), ha per primo denominato come «paracarsici» quei fenomeni carsici attenuati, atipici, caratteristici delle carbonatiti poco solubili e delle arenarie a cemento calcitico. (1)

C. D'AMBROSI & F. FORTI (1968), riferendosi alla proposta di F. ANELLI (1963, 1964), applicano per la prima volta la distinzione tra fenomeni carsici e paracarsici per gli affioramenti carbonatici della Regione Friuli - Venezia Giulia, in un lavoro di panoramica generale del fenomeno carsico che si osserva in questa Regione. Gli AA. concludono affermando che accettano senza riserve il nuovo termine introdotto da F. ANELLI, che permette di discriminare la ricca gamma dei fenomeni carsici tipici da quella dei fenomeni carsici atipici. (2)

Ringrazio il Prof. Giulio Antonio Venzo Direttore dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste per i consigli e la lettura critica del manoscritto, il Prof. Carlo D'Ambrosi per i suggerimenti e consigli relativi ai fenomeni paracarsici ed il Dott. Furio Ulcigrai incaricato di Geologia Stratigrafica presso la Facoltà di Scienze mat., fis. e nat. dell'Università di Trieste, per la revisione del lavoro.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

La zona delle Cime delle Rondini (m 1845), appartiene con le Cime le Vergini (m 2150), Cima di Riofreddo (m 2507), al massiccio montuoso del Jof-Fuart (m 2666). Questi rilievi montuosi fanno parte delle Alpi Giulie Occidentali, che sono caratterizzate, secondo A. DESIO (1925); M. GORTANI & A. DESIO (1927); M. GORTANI (1936); R. SELLI (1963); R. ASSERETO, A. DESIO, D. DI COLBERTALDO & L. D. PASSERI (1968), dall'affioramento di terreni prevalentemente del Trias medio-superiore. Si tratta di una potente successione di dolomie e calcari che va dall'Anisico al Retico, con spessore massimo di 3500 m. Gli affioramenti carbonatici sono interrotti dalle intercalazioni dei terreni più plastici ladinici (Wengen) e da quelli raibiliani.

Lo stile tettonico caratterizzato da scorrimenti di zolle di grandi dimensioni, favoriti dalla presenza delle intercalazioni degli orizzonti plastici, è stato

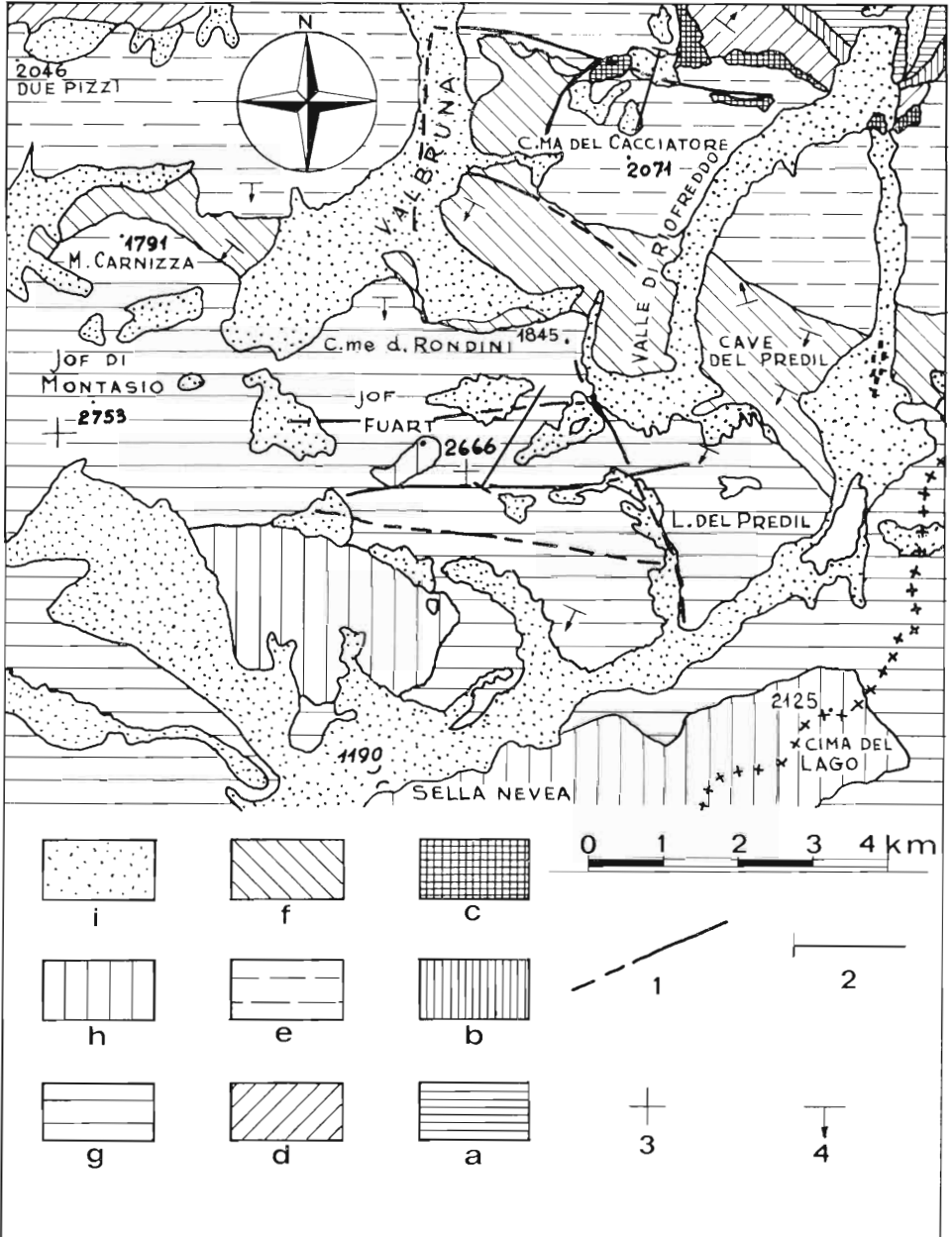
1 Già M. GORTANI (1933), per le rocce a carsificabilità ridotta aveva invece adottato il termine di «rocce semicarsiche».

2) La classificazione completa è la seguente:

Fenomeni carsici propriamente detti: corrosione di rocce chimicamente solubili come i calcari, i gessi, nelle acque del ciclo meteorico debolmente acide per contenuto di CO₂, di acidi atmosferici e del suolo.

Fenomeni paracarsici: termine nuovo per indicare i fenomeni carsici poco sviluppati, attenuati, che si manifestano nei calcari impuri per vari contenuti terrogeni, nelle arenarie a cemento calcitico o siliceo, in alcuni calcari dolomitici meno solubili dei calcari puri e nelle dolomie.

Fenomeni pseudocarsici: alterazioni prodotte da azioni fisiche (disgregazione termoclastica, gelivazione, ecc.), nei graniti, gneiss, scisti e lave, dove è possibile osservare forme analoghe a quelle propriamente carsiche ipo ed epigee: pietraie rocciose, superfici nude, depressioni doliniformi poco ampie, voragini, cavernosità, grotte spesso generate dallo scorrimento delle lave, drenaggio di acque sotterranee, ecc.



determinato da fenomeni compressivi sui terreni calcareo-dolomitici rigidi con formazione di 4 direttrici tettoniche fondamentali e cioè: N-S, E-W, NW-SE, NNE-SSW. Lo stile tettonico prevalente è pertanto disgiuntivo, con assenza di strutture a pieghe e grande sviluppo di zolle monoclinali complicate da un fitto sistema di faglie.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELLA ZONA DALLA
CIMA DEL CACCIATORE — SELLA PRASNIG — CIME DELLE RONDINI —
CIMA DEL JOF-FUART

Per un inquadramento geologico dei fenomeni paracarsici della zona circostante le Cime delle Rondini, ne viene descritta, dal basso in alto, la successione litostratigrafica, seguendo una linea orientata NE-SW.

«*Dolomia dello Schlern*» (Ladinico-Carnico). Nella zona circostante la Cima del Cacciatore affiorano dolomie grigio-chiare a stratificazione indistinta, calcari dolomitici e talora calcari grigio-scuri stratificati. In genere questi terreni presentano una struttura molto massiccia. 1)

Nella zona di Sella Prasnig, seguono in continuità stratigrafica gli affioramenti del Carnico che R. ASSERETO, A. DESIO, D. DI COLBERTALDO & L. D. PASSERI (1938), hanno suddiviso nelle seguenti formazioni di nuova istituzione:

«*Calccare del Predil*» (Carnico inferiore). Calcari neri sottilmente stratificati con rare intercalazioni marnose. Questa formazione sostituisce talvolta la precedente a denominazione non formale di «Formazione a scisti ittiolitici», «calcari neri», «calcari bituminosi».

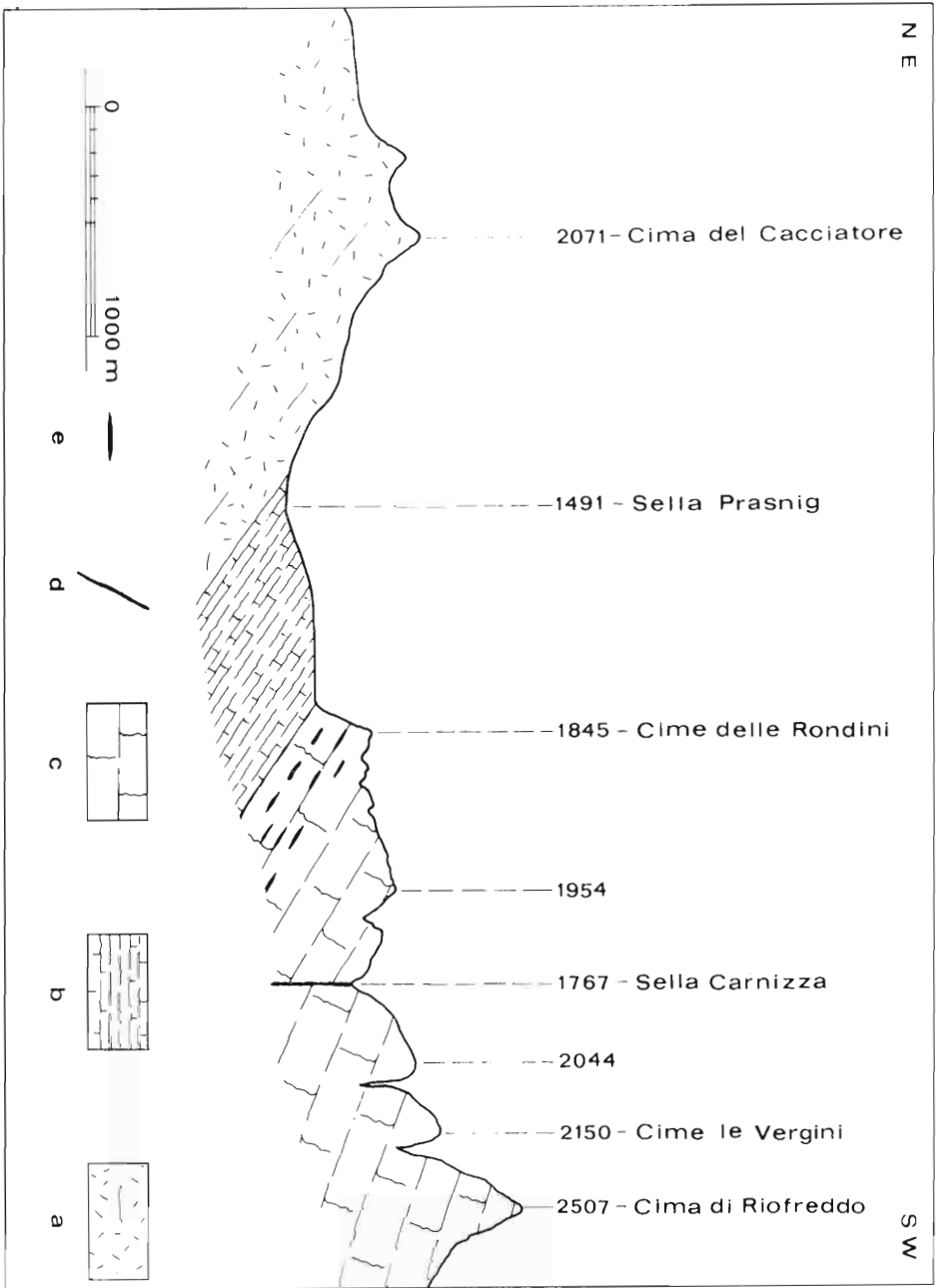
«*Formazione del Rio del Lago*» (Carnico). Marne nerastre fossilifere con intercalazione di argilliti. Anche questa formazione sostituisce i termini «scisti sterili», «livello a Myophoria», «Strati di Raibl» s.s.

«*Calccare di Rio Conzen*» (Carnico). Calcari e calcari dolomitici stratifi-

1) In litotipi analoghi affioranti sui rilievi circostanti la Conca di Sappada (Cadore), C. D'AMBROSI & F. FORTI (1968) hanno segnalato la presenza di numerosi fenomeni paracarsici.

◀
Fig. 2. Schizzo geologico dei dintorni delle Cime delle Rondini (a: Werfeniano. - Arenarie, siltiti, calcareniti, calcari marnosi e marne; b: Anisico. - Conglomerati o breccie poligenici ad elementi in prevalenza calcarei; c: Ladinico. - Porfidi quarziferi; d: Ladinico. - Arenarie talora tufacee, argille, marne, calcari marnosi, ecc., (Formazione di Buchenstein e Wengen); e: Ladinico. - Dolomie e calcari dolomitici (Formazione dello Schlern); f: Raibliano. - Marne e argilliti, arenarie calcari marnosi e calcari dolomitici; g: Norico. - Dolomie e calcari dolomitici massicci (Formazione della Dolomia principale); h: Retico e Norico. - Calcari dolomitici stratificati (Formazione del Dachstein); i: Quaternario. - Alluvioni, detriti di falda, morene, conglomerati interglaciali, ecc.), 1: faglia; 2: traccia sezione geologica; 3: strati orizzontali; 4: strati inclinati.

La carta geologica è ripresa con qualche lieve modifica da SELLI R. (1963) - Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulie occidentali. Gior. Geol., ser. 2, Vol. 30, (1962), Bologna.



cati. Questa Unità affiora, in continuità con la precedente, alla base del versante settentrionale delle Cime delle Rondini.

«*Formazione di Tor*» (Carnico superiore). Marne e argilliti più o meno marnose con intercalazione di calcari dolomitici marnosi che passano superiormente a dolomie e calcari neri.

Questa formazione affiora come una sottile fascia sulle pendici settentrionali del gruppo delle Cime delle Rondini, Cime le Vergini, del massiccio del Jof-Fuart, ricoperta al tetto dalla «*Dolomia Principale*». Secondo gli AA. più sopra nominati, il limite è stato posto in corrispondenza della comparsa di dolomie a stratificazione indistinta o suddivisa in grossi banchi.

«*Formazione della Dolomia Principale*» (Norico). Si tratta di una successione di dolomie cristalline saccaroidi e calcari dolomitici biancastri o leggermente grigiastri, massicci o stratificati in grossi banchi soprattutto alla base della serie, con intercalazioni di sottili letti di marne bianco-verdastre.

Nella zona oggetto del presente studio, la parte inferiore della «*Dolomia Principale*», affiorante alla base del Monte Nabois Grande, Cime delle Rondini, Cime le Vergini, è assai ben stratificata, mentre in tutta la parte superiore del massiccio dello Jof-Fuart, la stratificazione è indistinta o in grossissimi banchi. (1)

Sul versante S dello Jof-Fuart, nella parte sommitale del rilievo, va sostituendosi con transizione sia verticale che laterale alla «*Dolomia Principale*», una facies più francamente calcarea paragonabile al «*Calcarea del Dachstein*». Si tratta qui di calcari compatti, bianchi, rosei o grigi, bene stratificati, con potenza variabile da qualche decimetro a qualche metro, con sottili intercalazioni marnose; talora questi calcari risultano debolmente dolomitici. In base alla posizione stratigrafica ed ai rapporti eterotipici con la «*Dolomia Principale*», a questa formazione è attribuibile un'età Norico-Retica.

FENOMENI PARACARSICI RISCONTRATI NEL GRUPPO DELLE CIME DELLE RONDINI

Le Cime delle Rondini costituiscono un piccolo gruppo montuoso isolato, dolomitico, a pareti verticali o molto inclinate. Le quote principali sono: 1845, 1919, 1954, 1877 e 1744 m. Sono separate: a N dalla Sella Prasnig che le divide dal gruppo della Cima del Cacciatore, ad E dalla parte alta della Valle di Riofreddo, a S dalla Sella Carnizza che le divide dal gruppo delle Cime le Vergini, a W dai grandi ghiaioni che scendono dal gruppo Cima di Riofreddo e Jof-Fuart, formanti la Carnizza di Rio Zapraha. Il versante di NW delle Cime delle Rondini presenta una vasta insenatura occupata da un ampio e ripido

1) In altre zone delle Alpi, come nelle Dolomiti di Cadore, la «*Dolomia Principale*» affiorante nelle montagne circostanti la conca di Sappada, è nettamente stratificata. C. D'AMBROSI & F. FORTI (1968).



Fig. 3: Sezione geologica attraverso la zona delle Cime delle Rondini (a: «*Dolomia dello Schlern*», Ladinico - Carnico; b: Raibliano, Carnico; c: «*Dolomia Principale*», Norico; d: faglia; e: fenomeni paracarsici).

conoide di deiezione di materiali ghiaiosi provenienti dalle pareti dolomitiche circostanti, altamente tettonizzate. A W della quota 1744 alla base dei ghiaioni che scendono dallo Jof-Fuart, si trova il Rifugio Luigi Pellarini (quota 1499).

Il rilievo delle Cime delle Rondini è costituito da rocce carbonatiche della formazione della «Dolomia Principale» che poggiano in concordanza stratigrafica sulla «Formazione di Tor» del Raibliano.

Alla base del rilievo la «Dolomia Principale» è stratificata con potenze variabili dall'ordine del decimetro a quello del metro. I giunti di stratificazione sono più o meno marcati, talora con intercalazioni centimetriche e decimetriche di marne biancastre. Verso la parte più alta del rilievo, la stratificazione tende a divenire sempre più indistinta.

I fenomeni paracarsici rilevati sono localizzati nella parte inferiore delle pareti dolomitiche, laddove la stratificazione è più evidente.

La roccia ricca di resti di Diplopore, si presenta macroscopicamente come una dolomia microcristallina compatta, grigio-chiara, con diffuse venature giallo-rossastre pallide, probabilmente limonitiche, con fessurazione reticolare capillare e millimetrica, cementata da calcite spatica. Ha una frattura scheggiata che segue preferenzialmente i piani di fessurazione.

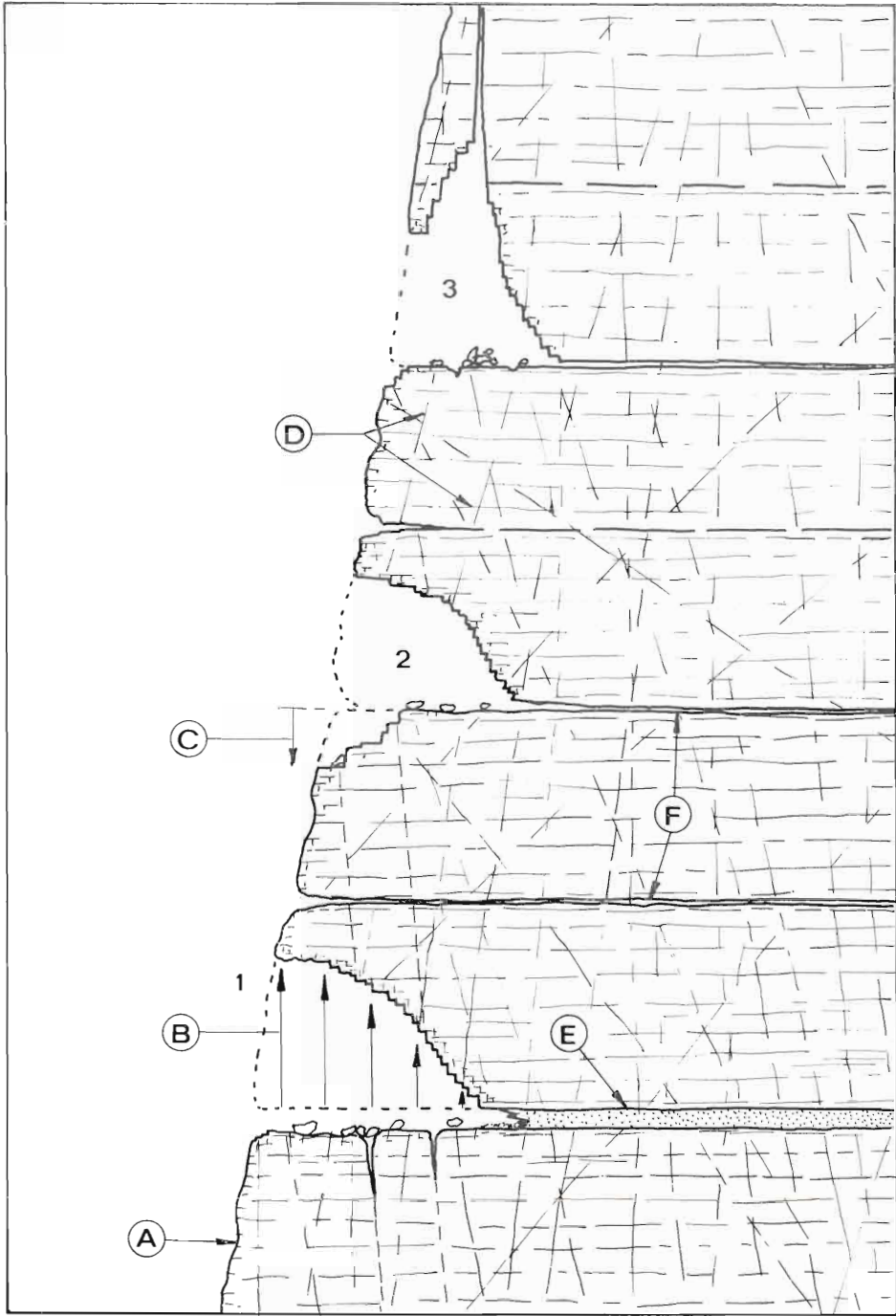
In sezione sottile si nota un mosaico dolomitico grigio-nocciola, a grana fine e media con plaghe di dolomite spatica a grana grossa con residui di dolomia afanitica e resti organici rappresentati da Diplopore, Ostracodi e rari minerali opachi. Talvolta la dolomitizzazione è stata così intensa che il mosaico dolomitico spatico risulta l'unico costituente della roccia, essendo stati oblitterati tutti gli allochimici presenti nel mosaico calcitico originale. E' inoltre presente nel mosaico dolomitico una certa porosità intergranulare. La permeabilità della formazione è però riferibile principalmente alla presenza di un sistema reticolare fitto e comminuto di fessurazioni di origine tettonica.

La direzione della stratificazione è SE-NW con inclinazione media di 35° a SW. Vi sono piani di fessurazione che hanno due direzioni preferenziali cioè: SE-NW, con giacitura normale ai piani di stratificazione e NE-SW con giacitura in genere subverticale. I piani di fessurazione dei due sistemi hanno frequenza centimetrica e millimetrica. Si è rilevata inoltre l'esistenza di un terzo sistema di fessurazione, con frequenza centimetrica, che è subparallelo ai piani di stratificazione, in modo da simularne talora l'aspetto.

Per la particolare disposizione spaziale e per l'alto grado di frequenza dei piani di discontinuità, la roccia dolomitica tende a suddividersi in bloc-

Fig. 4: Schema illustrativo di tre tipi di cavernette instauratesi per fenomeno paracarsico nelle dolomie noriche delle Cime delle Rondini. ➤

(1: Cavernetta originatasi in corrispondenza di un interstrato particolarmente beante; 2: Cavernetta originatasi in un interstrato particolarmente beante; 3: Cavernetta la cui genesi è stata condizionata da un incontro tra una soluzione di continuità, costituita da un giunto di stratificazione, ed una deformativa (frattura); A: Parete della montagna; B: Le frecce indicano l'intensità dell'ampiamiento della cavità dal basso in alto per clasticità differenziata; C: Ampiamiento della cavità dall'alto in basso per degradazione meteorica agente sul tetto dello strato sottostante la cavernetta; D: Fessurazione del complesso carbonatico; E: Giunto di stratificazione costituito da un letto marnoso; F: Giunto di stratificazione rappresentato da una soluzione di continuità parasedimentaria con possibili scorrimenti paradeformativi).



chetti prismatici a base quadrata o rombica di piccole dimensioni, determinando così un alto grado di instabilità delle pareti subverticali del rilievo che si sgretolano con facilità determinando imponenti conoidi ghiaiosi ai loro piedi.

Nei litotipi sopradescritti, già considerati da M. GORTANI (1948) semicarsici, in quanto relativamente poco solubili, sono stati rilevati fenomeni paracarsici alla cui genesi concorre in maniera determinante la fittissima rete di fessurazioni presente nella roccia, mentre i fenomeni di corrosione chimica hanno esercitato una azione subordinata.

Dal punto di vista morfologico, le rocce dolomitiche delle Cime delle Rondini si presentano con superfici arrotondate, ruvide, soprattutto lungo le pareti inclinate, prive di quelle scanalature e solcature che caratterizzano ogni affioramento di rocce calcaree.

Le principali fratture della massa rocciosa, quelle cioè che sono senza altro riferibili a piani di faglia e risultano bene evidenziati lungo le pareti di queste montagne, sono slabbrate e arrotondate. Il distacco di parti di roccia avviene in corrispondenza all'intersezione della superficie esterna della parete con il piano delle fratture. Dove la roccia diviene instabile è sufficiente una debole circolazione idrica per provocare il distacco progressivo di parti di roccia così da determinare un po' alla volta l'arrotondamento degli spigoli. Ciò rappresenta in ultima analisi il risultato di una forma di equilibrio clastico. Questi arrotondamenti o slabbrature delle fratture possono essere considerati fenomeni paracarsici penecontemporanei. Il fenomeno ovviamente si rinnova nel tempo in quanto l'arretramento del versante per la progressiva azione degli agenti meteorici, determina un nuovo spigolo di contatto frattura-parete, che tenderà ad arrotondarsi secondo le modalità sopradescritte.

Esistono delle fratture che presentano notevoli cavernosità. E' interessante notare che in questo caso le pareti hanno avuto nel tempo una relativa stabilità, per cui i fenomeni paracarsici di ulteriore ampliamento della slabbratura hanno potuto procedere progressivamente verso l'interno della massa rocciosa e di conseguenza creare un po' alla volta delle cavernosità anche di grandi dimensioni.

L'elemento morfologico più interessante e maggiormente diffuso è dato da successioni di brevi cavernette che si aprono in corrispondenza di giunti di stratificazione più marcati, talvolta per scorrimenti reciproci tra letto e tetto di strati o laddove i giunti di stratificazione sono costituiti da intercalazioni di letti marnosi.

Queste cavernette sono semicircolari con fondo piano costituito dal tetto dello strato sottostante, mentre la cavernosità si è formata nel corpo dello strato soprastante; le cavernette sono talora ravvicinate tanto da fondersi insieme formano un'unica cavità a volta ondulata. La genesi è evidentemente la stessa più sopra esposta per le fratture. Il distacco di parti di roccia avviene qui in corrispondenza dell'intersezione della superficie esterna della parete con il piano di stratificazione e sarà prevalente in corrispondenza del labbro superiore, minimo e talora nullo in quello inferiore.

Il progressivo ampliamento delle cavernette è probabilmente legato ad una clasticità differenziata, determinata da fenomeni termoclastici e crioclastici, clasticità che si esplica con una intensità progressivamente decrescente verso l'interno della massa rocciosa, fino ad arrivare ad un valore minimo che

di norma è raggiunto ad una distanza dalla superficie esterna della parete pari all'altezza massima raggiunta dalla cavernetta. La forma generica di queste cavernette a guisa di nicchie, la si può paragonare ad un settore sferico con angolo 90° (sedimento sferico corrispondente ad $1/4$ del volume totale di una sfera).

La volta si presenta a superficie irregolare, scabra, la roccia ha una debole coesione con distacco di frammenti e scheggie. Raramente si incontrano lievi tracce di concrezionamento calcitico e ciò soltanto in punti ove è sempre presente una circolazione idrica.

Come già accennato, il suolo o fondo delle cavernette è costituito da una superficie piana corrispondente al tetto dello strato dolomitico sottostante. Allo imbocco delle cavernette il margine superiore della testata dello strato presenta un arrotondamento per clasticità gravitativa; in certi punti di particolare instabilità si raggiunge una forma subcircolare irregolare.

Nella zona studiata le cavernette di genesi paracarsica sono alle quote più basse delle Cime delle Rondini, dove le dolomie hanno stratificazione netta e regolare, mancano invece verso la sommità dei rilievi, dove la stratificazione è indistinta.

Considerato da un punto di vista strettamente fisico, l'evoluzione della genesi delle cavernette può essere così ricostruita: l'ampiamiento della cavità procede dal basso all'alto per fenomeno graviclastico di intensità differenziata da un minimo in corrispondenza della imposta della volta ad un massimo in corrispondenza della chiave; la genesi è legata strettamente alle condizioni litologiche, stratigrafiche e tettoniche nel senso che la cavernetta si imposta dove vi è soluzione di continuità.

Al distacco progressivo delle parti rocciose già isolate dalla rete comminuta delle fessure e fratture concorre in generale anche la circolazione idrica ben visibile ad esempio, lungo le pareti delle Cime delle Rondini dove rivoletti d'acqua fuoriescono soprattutto in corrispondenza dei giunti di stratificazione o da incroci di fratture subverticali, formando talora stillicidi e cascatelle lungo le pareti. Quest'acqua contribuisce indubbiamente alla disgregazione di queste rocce, soprattutto durante il periodo del disgelo.

CONCLUSIONI

Lo studio delle cavernette aprentesi per lo più a nicchia lungo le pareti delle Cime delle Rondini nella parte basale della dolomia norica, ha dimostrato che la loro genesi è di natura essenzialmente graviclastica differenziata, legata alle condizioni litologiche, stratigrafiche e tettoniche dei luoghi. E' stato pure dimostrato che essa procede unilateralmente nel corpo inferiore di uno strato dolomitico dal basso in alto.

Il fenomeno è legato solo subordinatamente alla dissoluzione, pertanto rientra tra i fenomeni paracarsici, con leggera affinità ai fenomeni pseudocarsici, perchè la genesi di queste cavernosità è dovuta prevalentemente a soli fenomeni graviclastici.

Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste, maggio 1970.

BIBLIOGRAFIA

- ANELLI F. (1963) - *Fenomeni carsici, paracarsici e pseudocarsici*. Giorn. Geol., ser. 2, Vol. 31, 11-25 pp., Bologna.
- ANELLI F. (1964) - *Fenomeni paracarsici nei calcari grossolani terziari e quaternari delle Murge e del Salento in Puglia*. Dritter Intern. Congr. für Spel., sez. 1, 199-206 pp., Wien.
- ASSERETO R., DESIO A., DI COLBERTALDO D. & PASSERI L. D. (1968) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. Foglio 14a Tarvisio. Min. Ind., Comm., Artig., Dir. Gen. Miniere. Serv. Geol. It., 70 pp., Roma.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (1968) - F. 14a Tarvisio. (II edizione). Servizio Geologico d'Italia.
- D'AMBROSI C. & FORTI F. (1967) - *Prime osservazioni discriminatorie tra fenomeni carsici e paracarsici nella Regione Friuli-Venezia Giulia*. Le Grotte d'Italia. Riv. Ist. It. Spel., Sez. Ist. Geol. Univ. Bologna, ser. 4, Vol. 1, 109-126 pp.
- DESIO A. (1925) - *La costituzione geologica delle Alpi Giulie occidentali*. Atti Soc. It. Sc. Nat., Vol. 64, 258-312 pp., 6 ff., Pavia.
- DESIO A. (1926) - *L'evoluzione morfologica del bacino della Fella in Friuli*. Atti Soc. It. Sc. Nat., Vol. 65, 205-461 pp., 34 ff., 2 tt., 1 tabb., Pavia.
- GORTANI M. & DESIO A. (1925) - *Carta Geologica delle Tre Venezie*. Foglio 14 Pontebba, al 1:100.000. Sez. Geol. R. Magistrato alle Acque, Padova.
- GORTANI M. & DESIO A. (1927) - *Note illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie*. Foglio 14 Pontebba. Sez. Geol. R. Magistrato alle Acque, 86 pp., 1 tt., Padova.
- GORTANI M. (1933) - *Per lo studio idrologico e morfologico delle regioni carsiche e semicarsiche italiane*. Atti I Congr. Speleol. Naz., 109-115 pp., Trieste.
- GORTANI M. (1936) - *Rilevamento geologico dei dintorni di Tarvisio*. Mem. R. Acc. Sc. Bologna, Cl. Sc. Fis. Sez. Sc. Nat., ser. 9, Vol. 3, 165-185 pp., carta geol. 1:100.000, Bologna.
- GORTANI M., DI COLBERTALDO D. & SELLI R. (1949) - *Carta Geologica delle Tre Venezie*, Foglio 14a Tarvisio, al 1:100.000, Sez. Geol. Magistrato alle Acque, Padova.
- SELLI R. (1953) - *La geologia dell'alto bacino dell'Isonzo*. Giorn. Geol., ser. 2, Vol. 19, (1947), 1-153 pp., 13 ff., 8 tt., Bologna.
- SELLI R. (1933) - *Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulie occidentali*. Gior. Geol., ser. 2, Vol. 30, (1932), 1-121 pp., 6 tt., 1 carta geol. 1:100.000, Bologna.