

CLAUDIO GHEZZO

RELAZIONI FRA FESSURAZIONE E PETROGENESI
DELLE VULCANITI PALEOZOICHE DI SOTTO SASSA
(VAL TRAVIGNOLO) (*)

RIASSUNTO. — Viene illustrata la distribuzione spaziale e la genesi delle fessurazioni nella unità ignimbrítica affiorante nel fondo della gola di Sotto Sassa.

Vengono distinti tre tipi di fessurazioni: 1) fessurazioni subverticali singenetiche formatesi per contrazione della massa ignimbrítica durante il suo raffreddamento; 2) fessurazioni subverticali epigenetiche di origine tettonica; 3) fessurazioni suborizzontali epigenetiche di origine tettonica.

Le prime suddividono spazialmente la roccia in colonne prismatiche, del diametro medio di 2 m, a sezioni poligonali diverse; le seconde sono disposte in sistemi a « simmetria rombica » variamente orientati ed hanno intersecato le prime talora rigettandole; le fessurazioni suborizzontali costituiscono un sistema sviluppatosi secondo la giacitura delle bancate ignimbrítiche.

Viene in particolare segnalato come le fessurazioni da raffreddamento in alcuni punti siano evidenziate da fasce marginali di spessore variabile, pigmentate da ossidi ed idrossidi di ferro, che rappresentano fasi stadiali di un processo deuteroico sviluppatosi in parte in un quadro metasomatico per mobilitazione di materia entro l'unità ignimbrítica.

ABSTRACT. — Jointing patterns of an ignimbrític cooling unit of rhyodacitic composition are described. The unit belongs to the Permian volcanic complex in Trentino, North Italy.

The joints are of three kinds: 1) subvertical syngenetic joints produced, during cooling, by thermal stresses that break the rock into 30 meter higher prismatic columns with 4-5-3-6 sides (in order of frequency) and an average diameter of 2 m.; 2) subvertical epigenetic joints, of tectonic origin, disposed in systems with « rhombic symmetry »; 3) subhorizontal epigenetic joints, of tectonic origin, perpendicular to the columns (« transverse joints »).

Syngenetic subvertical joints are locally marked by marginal bands of variable size, which are reddish in colour because of the presence of Fe-oxides and hydroxides. These bands represent various stages of a deuteric alteration involving, among others, a partial oxidation of Fe^{2+} to Fe^{3+} .

(*) Lavoro eseguito nell'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Siena con contributi ed apparecchiature del C.N.R.

Introduzione.

Uno degli aspetti più caratteristici fra quelli rilevabili macroscopicamente nelle estese coltri ignimbritiche costituenti le assise superiori del complesso effusivo atesino è quello delle numerosissime lito-clasi che attraversano in direzione prevalentemente subverticale dette vulcaniti suddividendole in prismi di forma variabile sino a lastre.

Questa loro facile naturale suddivisibilità è ben nota da tempo e viene tuttora utilizzata per ricavarne cubetti per pavimentazioni stradali, blocchi e lastre per vari usi, date le elevate caratteristiche di resistenza meccanica della compagine della roccia alla compressione ed alla abrasione. Numerose cave, distribuite in varie zone d'affioramento delle vulcaniti ignimbritiche (Pinè, Lases, Albiano, Val di Cembra, Val d'Ega, Bronzolo, ecc.), ne testimoniano l'intenso sfruttamento.

I vari Autori che si sono interessati ai problemi geopetrografici della cosiddetta « Piattaforma Porfirica Atesina » hanno diversamente interpretato la genesi delle fessurazioni.

Due sono le ipotesi genetiche formulate: la prima attribuisce le fessurazioni ad un fenomeno di contrazione conseguente al raffreddamento delle vulcaniti all'atto della loro messa in posto, con un meccanismo paragonabile a quello che produce le colonne prismatiche in vulcaniti di tipo basaltico; la seconda attribuisce le stesse fessurazioni alla tettonica legata all'orogenesi alpina.

Gli studi specifici sull'argomento sono però in numero limitato.

ANTOLINI (1949) mediante uno studio statistico delle direzioni principali dei piani di fessurazioni verticali; studio eseguito in 33 cave ed in litofacies presentanti una fessurazione di tipo lastriforme, rilevò che di regola sono presenti complessivamente tre fondamentali direzioni di fessurazione:

I Fessurazione prevalente $D = 51^\circ$ (angolo giro di 64°)

II fessurazione secondaria a) $D = N - S$

III fessurazione secondaria b) $D = E - W$.

I valori delle singole misure nelle diverse cave sono notevolmente costanti e simili fra loro. Questo parallelismo delle direzioni di fessurazione su « tutto il Tavolato Porfirico (colata di Lagorai) » porta l'Autore ad affermare che il fenomeno della formazione delle fessurazioni stesse « è dovuto al raffreddamento uniforme della massa » ed « è stato contemporaneo su tutto il territorio ».

P. BAGGIO (1956) riporta uno studio statistico della giacitura di 970 piani di litoclasti eseguito nella zona compresa fra il Dossaccio e Sotto Sassa nella Val Travignolo, nella zona cioè oggetto delle ricerche riferite in questa nota.

Detto Autore, dopo aver premesso che in tale zona sono distinguibili nelle vulcaniti due sistemi di litoclasti, il primo subverticale, il secondo suborizzontale, mediante l'esame della rappresentazione in proiezione stereografica (reticolo di Wulff e reticolo ad aree equivalenti di Schmidt - tav. 3, pag. 19) dei piani di fessurazione misurati, giunge alla conclusione che « *Le superfici di litoclaste sub-verticali e normali alle colate porfiriche, sono, almeno nella maggior parte, ricollegabili a fenomeni di raffreddamento lavico, stante soprattutto la loro relativa omogeneità, messa in luce dal diagramma stereografico* », e che « *la genesi delle superfici di fessurazione sub-orizzontali trova invece una più plausibile spiegazione, qualora si ricollegli ad azioni di sollecitazione, dovute a variazioni di carico* ».

Recentemente alcuni AA. (VENZO, 1962; FUGANTI, 1965; FUGANTI e ULCIGRAI, 1965; FUGANTI e MORTEANI, 1965) sono giunti a conclusioni diverse. Lo studio dei suddetti AA. si articola su indagini statistiche della distribuzione spaziale e della frequenza dei vari sistemi di fessurazione (nonchè dei piani di stratificazioni, assi di piega, faglie e striature) sia nelle vulcaniti che nelle formazioni sedimentarie sovrastanti. L'analisi simmetrologica degli elementi misurati, proiettati su reticolo di Schmidt, è stata dagli Autori eseguita secondo i concetti della « Gefügekunde » di B. SANDER (1948, 1950), consentendo di riconoscere le modalità delle deformazioni subite dalle varie formazioni, e mediante il confronto fra i quadri simmetrologici delle vulcaniti e dei sovrastanti sedimenti permo-triassici, di dedurre le modalità di formazione delle fessurazioni delle vulcaniti.

Secondo G. A. VENZO (1962, pag. 361) il confronto fra i vari diagrammi ottenuti dalle misure eseguite nella serie permo-triassica della zona Ora-Montagna-M. Cislón, dimostra, in contrasto con quanto sostenuto da Baggio, che « *nelle ignimbriti le litoclasti con direzione non corrispondenti a massimi e submassimi (cioè quelle suborizzontali o poco inclinate) siano state originate da fenomeni di contrazione connessi con il raffreddamento*....

Le altre fessurazioni, cioè quelle raggruppate secondo alcune direzioni prevalenti e con immersione subverticale, sono da attribuire a cause meccaniche e pertanto da considerare epigenetiche. Queste lito-

clasi infatti si ritrovano sia nelle vulcaniti come negli altri complessi litologici della serie ».

FUGANTI (1965), in uno studio sulla serie permo-triassica della zona di Caldaro (Bolzano), fa rilevare come le fessurazioni osservabili nelle vulcaniti ignimbriche (costituite da una unità di raffreddamento di tipo quarzolatitico e da una sovrastante unità di tipo riolitico) presentano una simmetria rombica con disposizione dei massimi e sub-massimi in posizioni analoghe a quelli delle sovrastanti formazioni sedimentarie, e che sono simmetrologicamente ricollegabili agli assi di piega delle stesse formazioni sedimentarie. Detto Autore conclude affermando che l'origine delle fessurazioni nelle vulcaniti ignimbriche esaminate è tettonica e conseguente agli eventi plicativi di età alpina che hanno contemporaneamente deformato le formazioni sedimentarie. L'Autore inoltre sottolinea: « *se i piani di raffreddamento fossero i più importanti, dovremmo ritrovare una simmetria circolare e non striature sui singoli piani* ».

Ad analoghe conclusioni giungono FUGANTI e ULCIGRAI (1965) per la zona di Tregiovo affermando: « *le fessurazioni, che presentano simmetria rombica sono sostanzialmente da riferire ad una tettonica tangenziale, mentre i piani di raffreddamento risultano, allo stato attuale, senza caratterizzazione* ».

Analoghe sono infine anche le conclusioni riportate in FUGANTI e MORTEANI (1965) per le vulcaniti affioranti nella zona di Roncegno.

* * *

Nel corso delle ricerche da me compiute nell'area centro-orientale del complesso effusivo atesino il variabile sviluppo delle fessurazioni prismatiche è stato uno degli elementi distintivi delle singole unità ignimbriche costituenti la successione vulcanologica ampiamente descritta nella memoria « *Le vulcaniti paleozoiche nell'area centro-orientale del complesso effusivo atesino* » (GHEZZO, 1967). In tale memoria è stata riportata una sintetica illustrazione, limitatamente alla unità ignimbrica definita U₃, delle fenomenologie connesse ai fenomeni di fessurazione.

In un'area limitrofa a quella oggetto di detta memoria e precisamente nella gola di Sotto Sassa, situata lungo la Val Travignolo, analoghe fenomenologie sono particolarmente evidenti e tali da aver suggerito e consentito le ricerche, di seguito riferite, condotte nell'intento

di chiarire la genesi delle fessurazioni e delle bande fortemente pigmentate da ossidi di ferro ad esse strettamente connesse.

Per la stretta analogia esistente fra la successione vulcanologica della zona in esame e quella della zona di cui alla citata memoria, nelle descrizioni che seguono si è fatto riferimento alla nomenclatura e simbologgiatura in essa riportata.

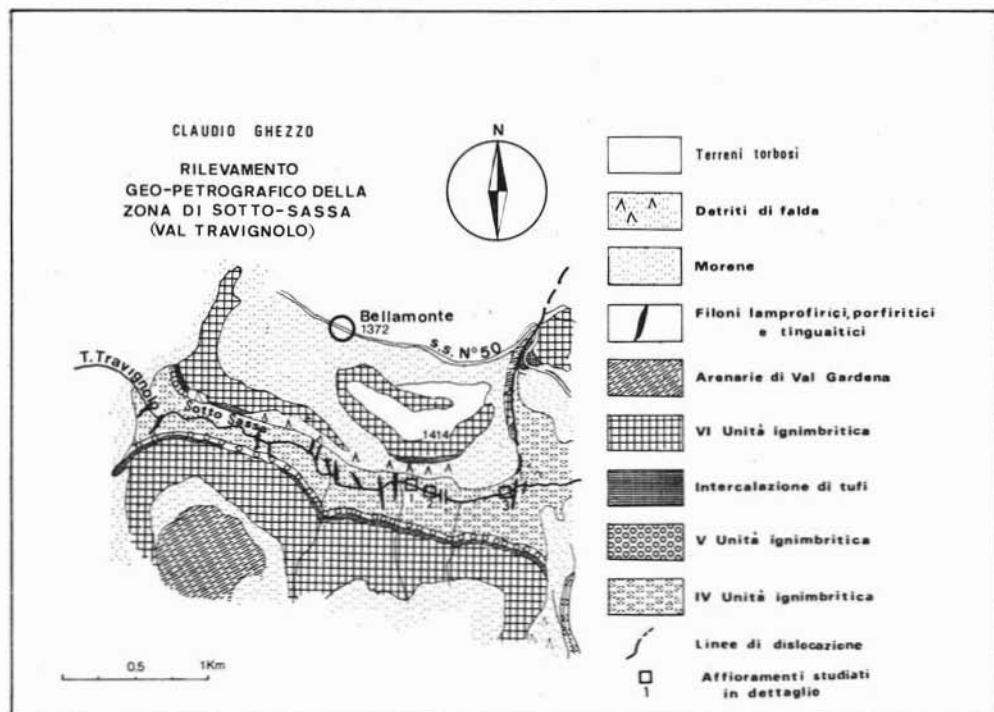


Fig. 1.

Il rilevamento geo-petrografico della zona di Sotto Sassa ha permesso di riconoscere la presenza di alcuni livelli della successione già distinti più ad est. Sono presenti, procedendo dal basso verso l'alto, le unità ignimbratiche di raffreddamento U_4 - U_5 - U_6 e l'intercalazione di tufi T_2 . Particolarmente potente in quest'area risulta l'unità U_6 (circa 100 m). La minor compattezza del livello tufaceo T_2 e dell'unità U_5 rispetto alle unità U_4 e U_6 è all'origine del caratteristico gradino morfologico che interrompe i due versanti vallivi.

Il torrente Travignolo scorre entro l'unità ignimbritica U_4 che incide per una profondità variabile da 50 a 100 metri circa. Questa unità presenta proprio sul letto del torrente esempi particolarmente significativi delle fenomenologie connesse ai fenomeni di fessurazione: molte fessurazioni subverticali presentano delle caratteristiche bande fortemente pigmentate da ossidi di ferro che impartiscono in tali punti alla roccia un colore rossastro, ben diverso quindi dal colore grigio-verde delle parti limitrofe. Tali bande delineano su superfici suborizzontali, parallele alla giacitura della bancata ignimbritica, dei poligoni di forma diversa e diametri variabili da 1 a 3 metri circa; entro il deposito ignimbrítico tali bande risultano inoltre sviluppate parallelamente a piani di fessurazione subverticali che delimitano colonne prismatiche di forma e dimensioni variabili.

Il singolare aspetto chiazzato della roccia, l'esistenza di « zolle porfiriche tabulari e irregolari » di colore grigio-verdastro che si « staccano nettamente dalla massa circostante rosso-mattone » sono già state osservate da BAGGIO (1956). Questo Autore limita la sua illustrazione ad una breve descrizione morfologica e petrografica non sempre peraltro precisa.

L'unità ignimbritica U_4 .

Come si è accennato l'unità ignimbritica U_4 , negli affioramenti situati lungo l'alveo del T. Travignolo nella gola di Sotto Sassa, è costituita da due litofacies: una di colore grigio-verde, l'altra di colore rossastro. Per semplicità di esposizione queste due litofacies verranno di seguito chiamate rispettivamente « facies A » e « facies B ». Questa ultima si identifica con quella delle bande rossastre di cui in precedenza si è fatto cenno.

Lo studio dettagliato delle due facies ha consentito di mettere in evidenza le seguenti differenze di tessitura e di paragenesi.

La « facies A » presenta una tessitura uniforme: di regola nella compagine della roccia spiccano in modo marcato alcuni inclusi allotigeni di colore diverso e numerosi fenoclasti fra i quali ben riconoscibili quarzo, feldispati e biotite. La « facies B » presenta una tessitura eterogenea. Le bande rossastre si sviluppano come fasce marginali lungo fessure leggermente sinuose e irregolari. La larghezza delle singole fasce varia da valori minimi di circa 5 cm. fino ad oltre 50 cm; si aggira

mediamente intorno a 10-20 cm; in alcuni casi è uguale per entrambe le fasce, in altri casi è diversa. Procedendo dalla fessura in senso centrifugo s'incontra generalmente una prima vena di ossidi di ferro, dello spessore di alcuni millimetri, molto irregolare e subparallela alla fessura stessa da cui dista mediamente 5 cm. Il bordo esterno delle bande, al contatto con la « facies A », è contrassegnato da una seconda vena di ossidi di ferro; solo in alcuni casi la « facies B » si spinge di qualche centimetro oltre la vena stessa. Non è infrequente infine che entro le fasce, tra la prima vena di ossidi di ferro e quella marginale, si delineino altre vene più sottili, irregolari e variamente anastomizzantesi fra loro.

Il progressivo estendersi delle bande verso il centro dei poligoni da esse delimitati può portare come estrema conseguenza alla totale sostituzione della « facies A » con la « facies B ». In questi casi le fessure sono marcate dalla presenza più o meno evidente delle vene di ossidi di ferro.

Anche gli inclusi compresi entro la « facies B » assumono generalmente il colore di quest'ultima. Solo in alcuni casi si osservano in essi nuclei con il colore originario. Gli inclusi sono spesso delimitati da un bordo di ossidi di ferro e quando si trovano ai margini di una banda gli ossidi di ferro delineano una strozzatura della banda stessa.

L'esame microscopico permette di rilevare, in accordo con P. BAGGIO (1956), come non vi sia alcuna differenza sostanziale fra la « facies A » e la « facies B » per quanto riguarda l'associazione mineralogica fondamentale.

La compagine è mediamente costituita per il 50% da fenocristalli e fenoclasti di cui il 25-30% è rappresentato da plagioclasti, il 15% da quarzo e il 7-9% da biotite; fra gli accessori primari si notano apatite, zircone e qualche raro cristallo frammentario di ortite.

La maggior parte dei plagioclasti è costituita da albite deutERICA che sostituisce pseudomorficamente il plagioclasio primario. Quest'ultimo è rappresentato da andesina di A.T. (An_{42-44}) presente in pochi relitti informi. Entro l'albite sono sparse numerose piccole lamelle sericitiche. La biotite risulta trasformata in un aggregato pseudomorfo granulare di difficile risoluzione per via ottica; ove è possibile la risoluzione questo risulta costituito da granulazioni di ossidi di ferro, granulazioni quarzo-feldspatiche, epidotiche. La trasformazione, che di regola investe

totalmente i cristalli di minori dimensioni e parzialmente gli altri, interessa mediamente il 50% dei fenocristalli biotitici.

Da citare infine la presenza di alcuni aggregati pseudomorfi su originari anfiboli del tutto analoghi a quelli descritti in un precedente lavoro (GHEZZO, 1967). Fra i minerali secondari si trovano quantità variabili di calcite e talora di cloriti (termini abbastanza ferriferi sec. ALBEE, 1962) e granulazioni e pigmentazioni di ossidi di ferro. La pasta di fondo è totalmente devetrificata con formazione di strutture cripto e microfelsitiche e sferulitiche.

Le « facies A » e « B » differiscono invece notevolmente per quanto riguarda la pigmentazione e le venature di ossidi di ferro praticamente assenti nella « facies A » e notevolmente diffuse nella « facies B ».

Allo scopo di stabilire se esistano delle differenze petrochimiche nelle suddette due facies sono state eseguite quattro analisi chimiche su due coppie di campioni particolarmente significativi ed analisi parziali su altri tre campioni. La tabella 1 riassume i risultati di dette analisi.

Dai dati riportati in tabella 1 è possibile rilevare sensibili differenze tra le due facies e nell'ambito di una stessa facies. Particolarmente variabili sono i valori del potassio, calcio, magnesio, ferro bivalente e trivalente, della CO_2 ; relativamente costanti sono invece i valori del sodio, titanio, alluminio, manganese e fosforo.

Tenendo presente quanto sopra riferito sulla costanza delle paragenesi primarie appare evidente come tali variazioni non possano essere imputate a sostanziali differenze fra i caratteri petrografici primari delle due facies. Tali variazioni sono invece legate alle profonde trasformazioni delle paragenesi primarie, trasformazioni dovute ad autometamorfosi in fase deuterica.

Le variazioni del calcio sono imputabili al processo di albitizzazione dei plagioclas primari. Il calcio liberato dalla reazione di sostituzione può rimanere in posto legandosi nella calcite (di qui i valori relativamente alti rilevabili nei campioni B_1 e A_2), oppure può migrare trasportato dai fluidi deuterici: il campione B_2 è quasi privo di calcite pur essendo l'albitizzazione notevolmente pronunciata. Che le oscillazioni del calcio siano legate alle variabili quantità di calcite presente nei vari campioni è deducibile sottraendo dal calcio totale il calcio legato alla calcite: si ottengono dei valori che corrispondono alle quantità di calcio che presumibilmente sono in gran parte legate nella com-

TABELLA 1 - *Chimismo - % in peso.*

Campione	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂	B ₂	A ₃	B ₃
SiO ₂	66,97	65,37	67,63	65,50			
TiO ₂	0,60	0,57	0,54	0,55			
Al ₂ O ₃	16,05	15,11	14,68	15,14			
Fe ₂ O ₃	1,94	3,60	2,17	5,36	3,05	2,05	4,09
FeO	2,72	1,32	1,27	0,80	0,70	1,07	0,86
MnO	0,07	0,07	0,06	0,04			
MgO	0,88	0,97	1,49	1,31			
CaO	1,85	2,74	2,03	1,50			
Na ₂ O	3,40	3,71	4,24	4,30	4,35	3,87	3,91
K ₂ O	3,74	4,64	3,37	3,74	3,65	3,17	3,63
P ₂ O ₅	0,14	0,13	0,16	0,16			
CO ₂	0,76	1,55	0,95	0,45		0,57	0,51
H ₂ O ⁻	0,32	0,36	0,52	0,36			
H ₂ O ⁺	1,14	0,40	0,97	1,25			
	100,58	100,54	100,08	100,46			

% cationi

Si	63,21	60,98	63,55	61,85
Ti	0,43	0,40	0,38	0,39
Al	17,86	16,61	16,25	16,84
Fe ^{'''}	1,38	2,53	1,54	3,81
Fe ^{''}	2,15	1,03	1,00	0,63
Mn	0,06	0,05	0,05	0,04
Mg	1,24	1,35	2,09	1,84
Ca	1,87	2,74	2,04	1,52
Na	6,21	6,66	7,72	7,87
K	4,50	5,53	4,04	4,50
P	0,11	0,10	0,12	0,13
C	0,98	1,97	1,22	0,58
	100,00	100,00	100,00	100,00

Parametri magmatici secondo Niggli

si	301	276	307	276
al	42,6	37,5	39,2	37,5
fm	23,0	22,5	22,5	28,1
c	8,9	12,4	9,9	6,8
alk	25,5	27,6	28,4	27,6
c/fm	0,39	0,55	0,44	0,24
k	0,42	0,45	0,34	0,36
p	0,27	0,23	0,21	0,28
co ₂	4,67	8,91	5,88	2,58
ti	2,0	1,8	1,8	1,7
w	0,39	0,71	0,61	0,86

I simboli A e B indicano rispettivamente campioni della «litofacies A» e della «litofacies B».

ponente anortitica dei relitti di plagioclasì primari. I valori così ottenuti (vedi tabella 2) sono molto simili per tutte e quattro le analisi.

TABELLA 2.

Camp.	a) CaO tot.	b) CaO legato alla CO ₂	$\Delta = a)-b)$
A ₁	1,85	0,97	0,88
B ₁	2,74	1,97	0,77
A ₂	2,03	1,21	0,82
B ₂	1,50	0,57	0,93

Questi risultati confermano le osservazioni microscopiche in base alle quali risulta che il grado di albitizzazione è equivalente in tutti e quattro i campioni esaminati. Dal confronto per ciascuna analisi tra la quantità di calcio totale e quella del calcio desunto come originariamente legato nei solo fenoclasti plagioclasici (costituenti mediamente il 28% in volume della compagine e di composizione media An₄₃) risulterebbe che solo nel campione B₁ il calcio legato alla calcite compensa all'incirca la perdita in calcio dei plagioclasì albitizzati.

Non esiste una ben definita relazione tra il tipo di facies e le quantità di CO₂.

Accentuata è la variazione del potassio il quale presenta una tendenza ad aumentare nella « facies B ». Poichè non è rilevabile alcun effetto di sostituzione dei plagioclasì da parte di K-feldispato è presumibile che il potassio sia distribuito in fini granulazioni di K-feldispato entro gli aggregati cripto e microcristallini della pasta di fondo.

Sensibili sono le variazioni degli ossidi di ferro in diretta relazione con il tipo di facies: nella « facies B » il ferro bivalente diminuisce, mentre aumenta notevolmente il ferro trivalente; il contenuto totale in ferro bivalente e trivalente risulta all'incirca uguale nelle due facies per campioni prelevati al centro delle aree costituite dalla « facies B » (camp. B₁-B'₂), mentre risulta maggiore nelle bande rossastre interessate dalle numerose vene di ossidi di ferro (camp. B₂-B₃).

Da questi dati, tenuto conto dei caratteri fisiografici delle due facies, risulta come la « facies B », diversamente da quella « A », sia stata interessata da un processo di parziale ossidazione del ferro bivalente e da un variabile apporto di ferro.

Gli altri ossidi rimangono grosso modo costanti. L'alluminio è presente in lieve eccesso in tutti i campioni e questo è da porre in relazione con la diffusa albitizzazione e sericitizzazione dei plagioclasti primari.

Il sodio presenta un aumento nella « facies B », aumento peraltro molto modesto; nei tre campioni $A_2-B_2-B'_2$ può ritenersi praticamente costante.

In conclusione anche i dati petrochimici confermano come le differenze fra le due facies siano da imputarsi alla mobilitazione della materia in conseguenza del processo deutero magmatico. Di tali differenze le più significative sono quelle legate al processo di ossidazione che ha modificato il rapporto Fe_2O_3/FeO e determinato la trasformazione dell'originaria « litofacies A » nella « litofacies B ». Le bande rossastre in precedenza descritte, che caratterizzano l'unità U_4 in alcuni punti della gola di Sotto Sassa, rappresentano degli esempi particolarmente significativi di una fase stadiale del suddetto processo di ossidazione che si è sviluppato in senso centrifugo da le fessure di contrazione della massa ignimbritica in via di raffreddamento.

Le fessurazioni.

Le fessurazioni presenti nei vari affioramenti sono sostanzialmente riconducibili a tre tipi:

- a) fessurazioni subverticali connesse alle bande di ossidazione deutero magmatica;
- b) fessurazioni subverticali prive di fasce marginali di ossidazione;
- c) fessurazioni suborizzontali prive di fasce marginali di ossidazione.

Le fessurazioni subverticali di cui al punto a) sono caratterizzate dai seguenti elementi: le due superfici limiti della fessura sono notevolmente scabre ed ondulate e sempre perfettamente equivalenti; le fessurazioni sono delineate, come si è già accennato, da fasce marginali di ossidazione di spessore variabile e da venature di ossidi di ferro ad andamento subparallelo alle superfici limiti della fessura stessa sulle quali sono spesso presenti delle spalmature nerastre, a volte lucenti, di ematite; le tracce delle superfici di fessurazione, talora ad andamento curvilineo, hanno sul piano orizzontale limitato sviluppo, interrompen-

dosi contro quelle di altre fessure di tipo analogo e diversamente orientate.

Le fessurazioni subverticali prive di fasce marginali di ossidazione sono caratterizzate dai seguenti elementi: non sono delineate da fasce marginali di ossidazione nè da spalmature di ossidi di ferro; sono superfici piane, regolari, subparallele, disposte in sistemi; attraversano sia la « litofacies A » che quella « B » ed i loro inclusi, come pure le fessure di tipo a), talora accompagnate da rigetti di varia entità; queste fessure di tipo b) s'intersecano anche fra loro, talora accompagnate da piccoli rigetti; sono generalmente più numerose delle fessurazioni del primo tipo e tra loro distanziate di 5-50 cm.

Talora sulle superfici di fessurazione subverticali, sia di tipo a) che b) sono presenti delle striature con andamento per lo più suborizzontale, dovute a movimenti reciproci dei blocchi fessurati.

Le fessurazioni suborizzontali sono variamente pronunciate da punto a punto: in alcune località possono essere molto numerose e distanziate di 10-50 cm, in altre sono più rare e distanziate di 2-3 o più metri.

Queste fessure conferiscono alla massa rocciosa un aspetto paragonabile a quello di rocce stratificate. Si tratta di superfici piane che attraversano in continuità le varie colonne delimitate dalle fessure del primo tipo. Le fessurazioni suborizzontali non sono delineate da fasce marginali di ossidazione nè da venature di ossidi di ferro.

Per quanto concerne la genesi si può già affermare che le fessurazioni subverticali del primo tipo sono chiaramente singenetiche essendo ad esse costantemente connesso il processo deuterico di trasformazione della « facies A » nella « facies B ». Le fessurazioni di tipo b) sono posteriori alle prime e pertanto epigenetiche: la caratteristica disposizione in sistemi incrociantsi secondo maglie di forma rombica e la presenza di rigetti anche sensibili (50 e più cm) delle fessure singenetiche (subverticali del primo tipo) provano la loro origine tettonica.

Anche le fessurazioni suborizzontali sono di origine tettonica non essendo rilevabili lungo tali superfici alcuno degli elementi distintivi delle fessurazioni singenetiche.

Nelle figure 2, 3 e 4 sono riportate le planimetrie schematiche di tre affioramenti, particolarmente significativi, che si trovano lungo il letto del torrente Travignolo. In esse sono indicate sia le fessure singenetiche che quelle di origine tettonica, nonchè la disposizione e la conformazione delle bande e delle plaghe costituite rispettivamente dalla « facies B » e dalla « facies A ».

PLANIMETRIA SCHEMATICA
DEL 1° AFFIORAMENTO

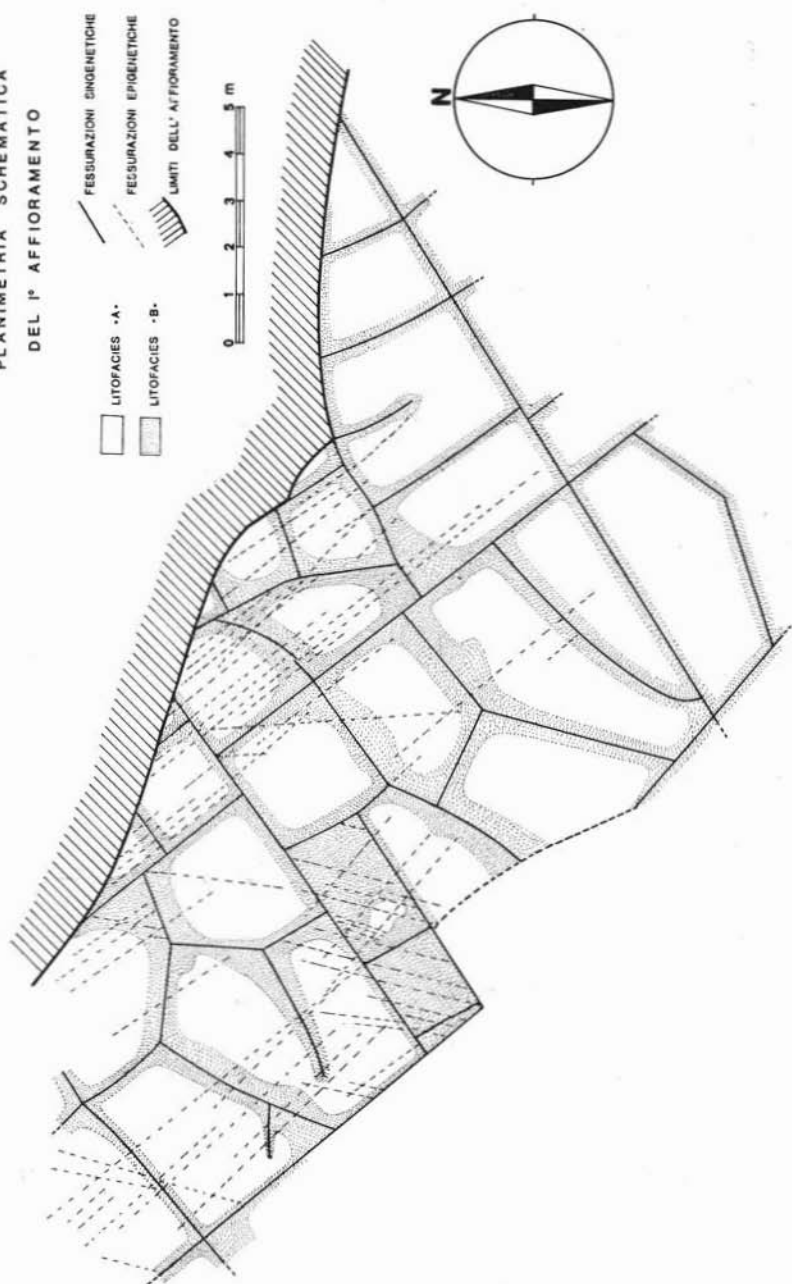


Fig. 2.

PLANIMETRIA SCHEMATICA
DEL II° AFFIORAMENTO

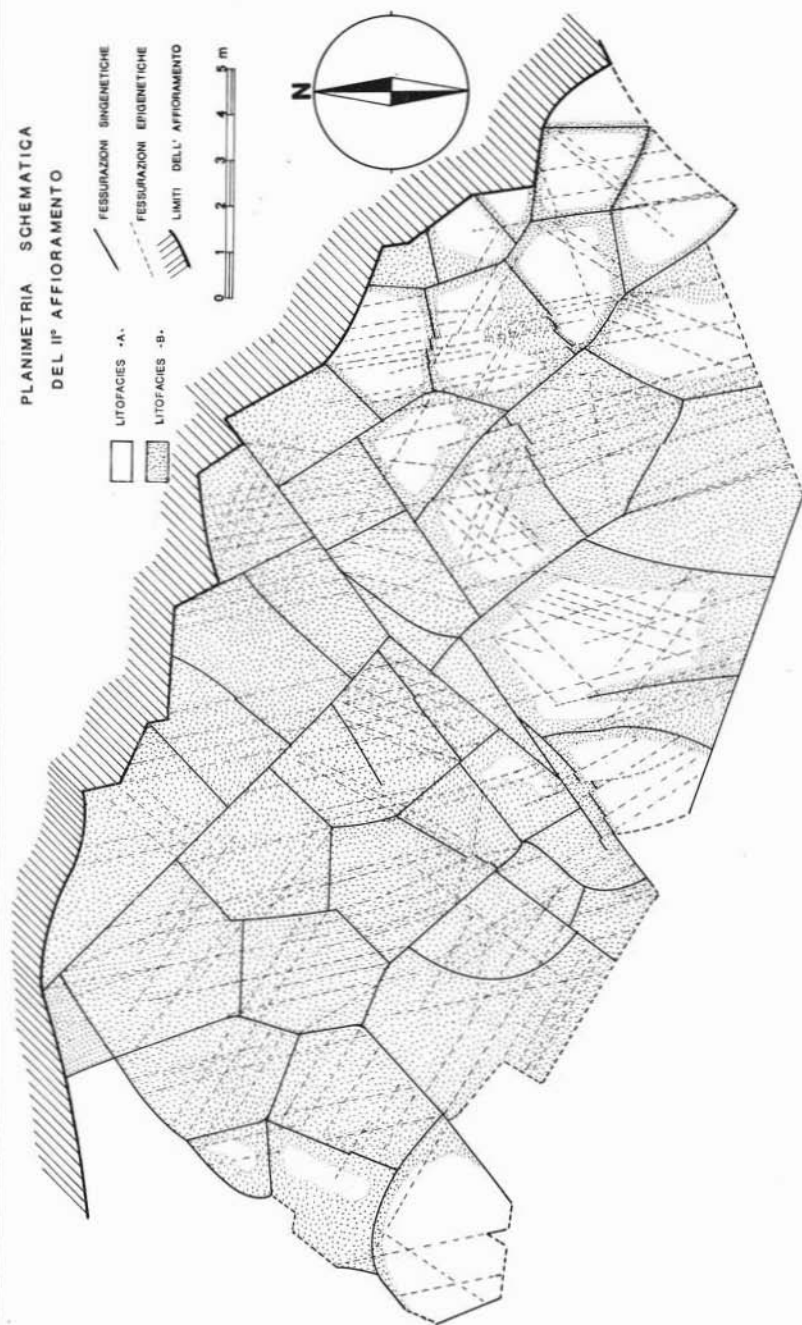


Fig. 3.

PLANIMETRIA SCHEMATICA
DEL III° AFFIORMENTO

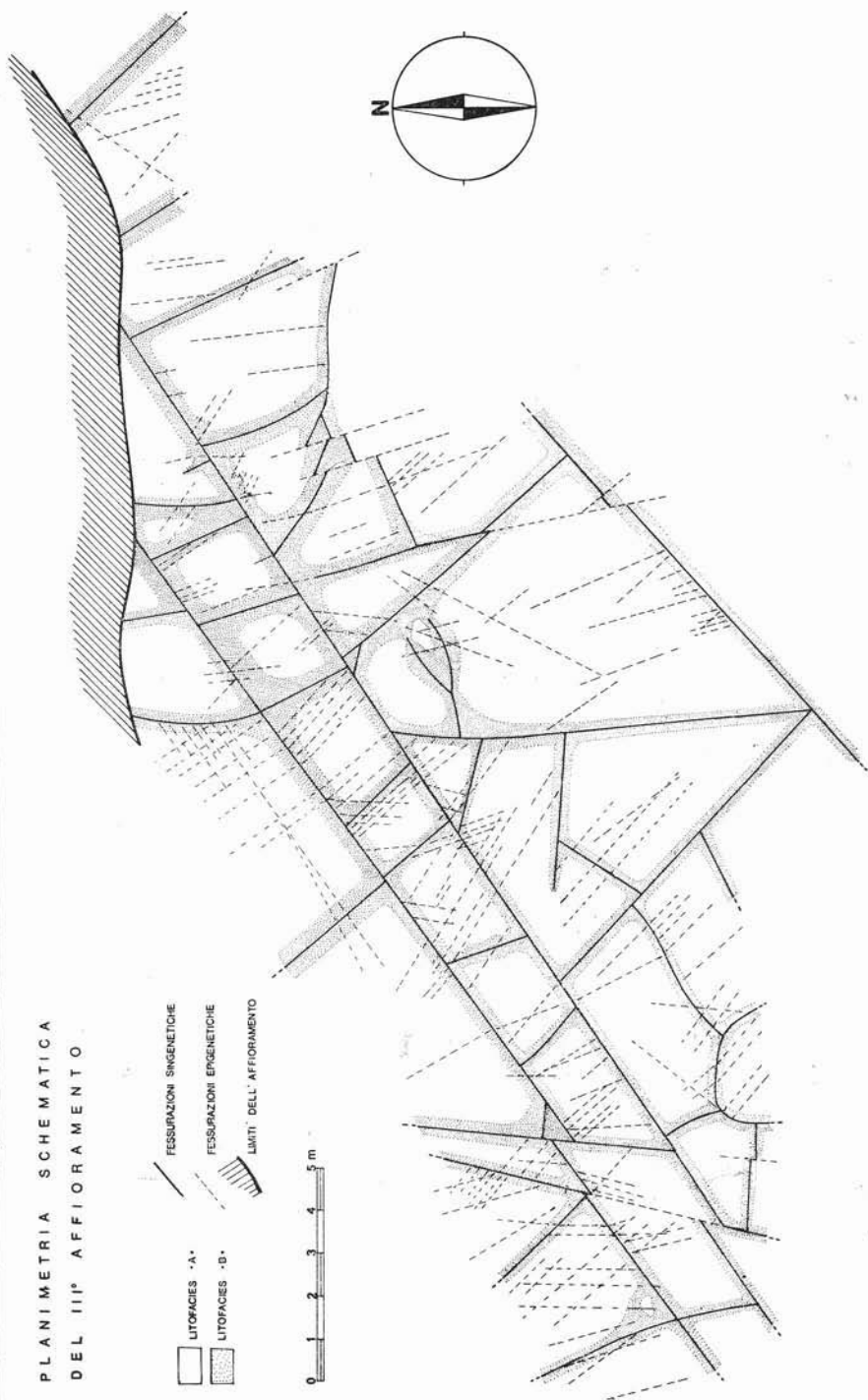
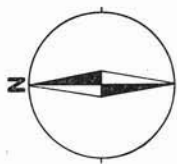
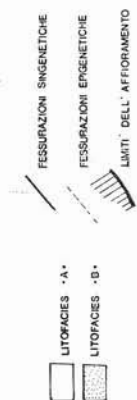


Fig. 4.

Dalle planimetrie è possibile rilevare come le fessurazioni singenetiche delimitino delle aree poligonali di forma diversa rappresentanti sezioni all'incirca normali alle colonne prismatiche di raffreddamento. La forma di questi poligoni è sovente rettangolare o meno frequentemente pentagonale, triangolare od esagonale.

Dal diagramma di figura 5, che riporta la frequenza delle colonne di varia forma, risulta che in due dei tre affioramenti prevalgono nettamente le colonne a sezione rettangolare e sono meno numerose quelle a 3-5-6 facce; nell'affioramento II prevalgono le colonne a sezione pentagonale e sono meno numerose quelle a 3-4-6 facce. Su un totale di 108 colonne, sono nettamente prevalenti quelle a sezione rettangolare (53%) e subordinate quelle pentagonali (28%), triangolari (14%) ed esagonali (5%).

Un primo confronto con la forma presentata dalle colonne di raffreddamento in rocce di tipo basaltico (JELLET, 1879; JAMES, 1920; SPRY, 1962; ed altri AA.) permette di rilevare la netta differenza fra la forma delle colonne caratteristiche delle vulcaniti ignimbriche in esame e quelle delle rocce basaltiche. In queste ultime le colonne di raffreddamento sono infatti caratterizzate da un numero più alto di facce (fino a 8) con prevalenza delle colonne esagonali (JAMES, 1920) o pentagonali (BEARD, 1959).

Nette sono inoltre le differenze di dimensioni: nelle colonne basaltiche il diametro medio generalmente si aggira intorno a due piedi (SPRY, 1962).

Nella unità ignimbrica U₄ il diametro si aggira sui 1,5-3 m. e raggiunge valori di 5-6 m.

L'altezza delle colonne non è valutabile non affiorando il letto della unità ignimbrica: nelle varie sezioni naturali ed artificiali presenti lungo la gola di Sotto Sassa le colonne risultano esposte per altezze che possono superare i 30 metri.

Dai diagrammi stellari riportati in figura 6, relativi alla frequenza delle direzioni delle fessurazioni singenetiche ed epigenetiche, si può rilevare come le fessurazioni singenetiche non presentino affatto una distribuzione statisticamente uniforme, ma come siano disposte secondo due direzioni fondamentali [a) N 40°-60° E; b) N 30°-40° W] facenti fra loro un angolo di circa 90°.

Nei suddetti affioramenti le fessurazioni di origine tettonica sono disposte in due sistemi principali facenti fra loro un angolo di circa 40°.

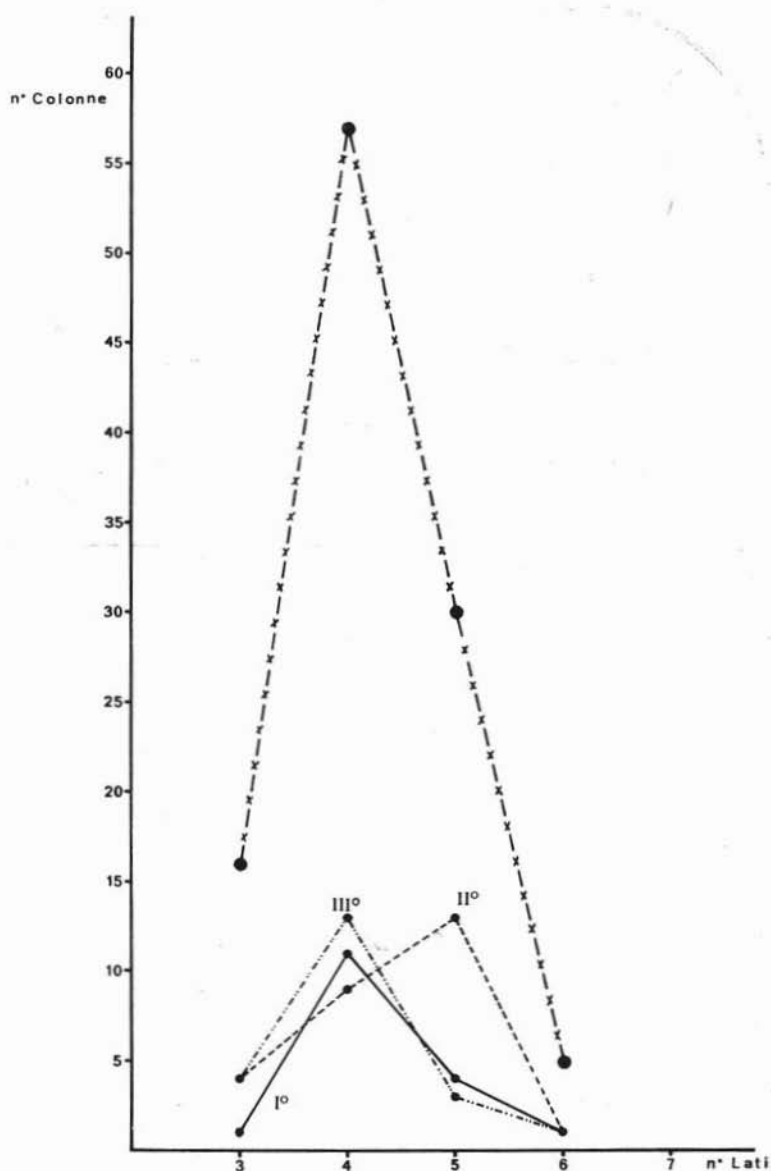


Fig. 5. — Frequenza delle colonne a sezione triangolare, tetragonale, pentagonale ed esagonale nel I-II-III affioramento. A tratto e croce, frequenza su 108 colonne complessivamente esaminate.

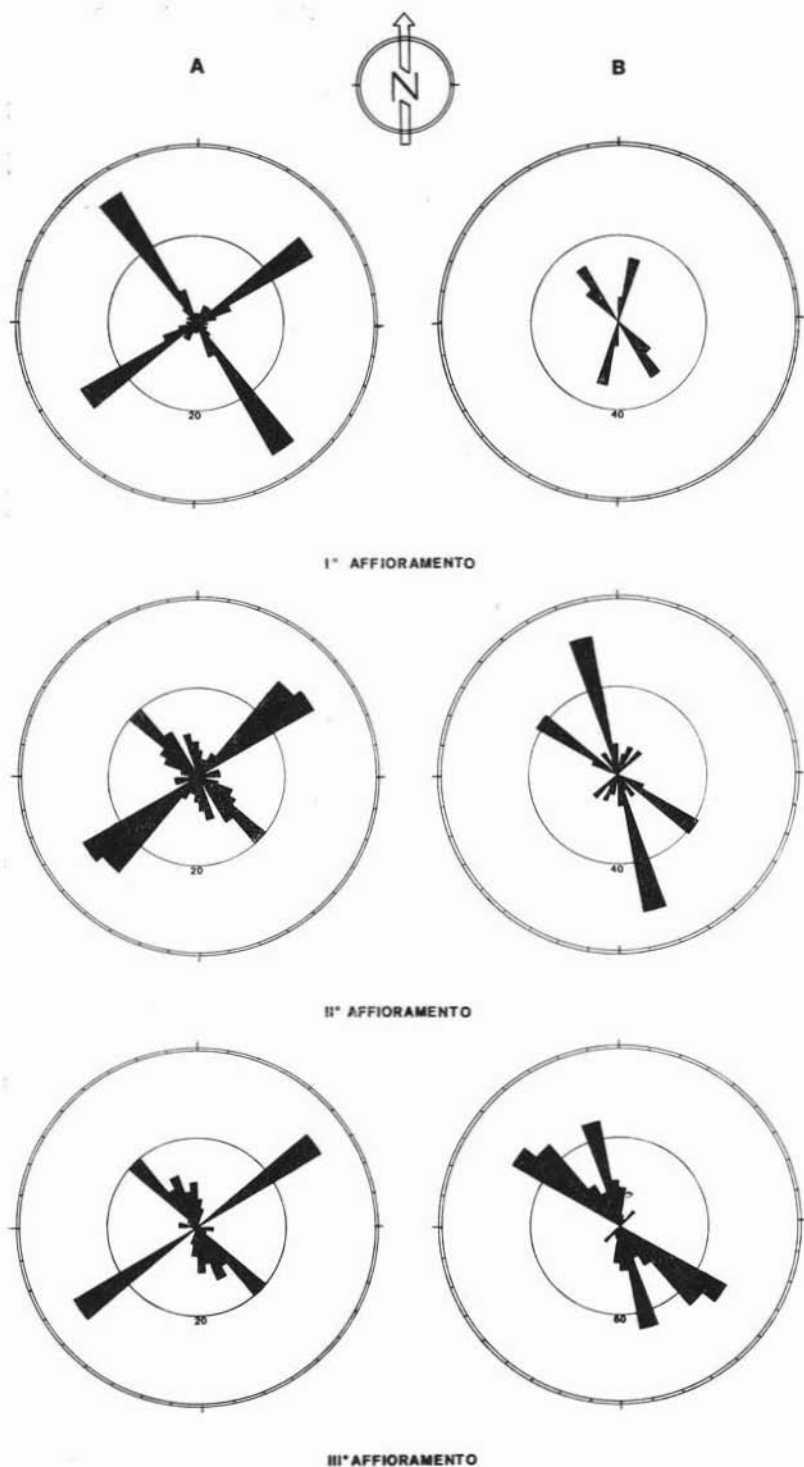


Fig. 6. — Frequenza delle direzioni di fessurazione. Fessurazioni singenetiche (A) ed epigenetiche (B) negli affioramenti I-II-III.

Le direzioni di questi sistemi sono lievemente diverse nell'affioramento I [a) N 10°-20° E; b) N 30°-50° W] rispetto agli affioramenti II e III [a) N 10°-20° W; b) N 40°-60° W].

Circa la disposizione delle fessure di raffreddamento si può inoltre rilevare dalle planimetrie delle figure 2, 3 e 4 come alcune siano particolarmente sviluppate per estensione orizzontale e come da queste si dipartano in direzione normale altre fessure singenetiche che suddividono la roccia nelle varie colonne prismatiche. Questa caratteristica è particolarmente evidente nel III affioramento, dove sono osservabili ben tre grandi fessure singenetiche subparallele poste fra loro ad una distanza variabile da 2 a 8 metri.

La particolare estensione e disposizione di queste fessurazioni appare piuttosto singolare e problematica, tenuto conto che le fessurazioni, conseguenti a fenomeni di contrazione per raffreddamento, di regola presentano una distribuzione statisticamente uniforme. Il problema rimane per il momento aperto in attesa che ulteriori ricerche estese su più ampie aree possano verificare se quanto osservato negli affioramenti di Sotto Sassa sulla estensione e disposizione delle fessurazioni singenetiche rappresenti o meno una caratteristica ricorrente nelle unità ignimbriche.

Allo scopo di rilevare il quadro simmetrologico delle fessurazioni di origine tettonica è stato eseguito uno studio statistico delle posizioni spaziali delle fessurazioni subverticali di tipo b) e di quelle suborizzontali lungo la gola di Sotto Sassa.

La distribuzione spaziale degli elementi è stata riportata in proiezione stereografica su reticolo ad aree equivalenti di Schmidt adottando il metodo dei contorni.

Dal diagramma ottenuto (fig. 7) si può rilevare un massimo addensamento di punti nell'area centrale della proiezione, corrispondente ai piani di fessurazione suborizzontali, ed una serie di massimi e submassimi alla periferia, corrispondenti alle fessurazioni subverticali di tipo b).

Il diagramma risulta simmetrico se riferito alla sola posizione dei massimi, asimmetrico se riferito alla « densità » degli stessi; un maggior addensamento di punti rappresentativi sul lato destro del diagramma delinea tale asimmetria dovuta al fatto che l'asse della sinclinale del Travignolo è lievemente inclinato verso ovest e al fatto che le fessurazioni subverticali di tipo b), generalmente normali alle bancate ignim-

britiche, sono conseguentemente inclinate verso est. La simmetria risultante dalla posizione dei massimi è rombica e chiaramente dipendente dalla direzione (E-W) dell'asse della sinclinale del Travignolo, rispetto al quale l'area esaminata è in posizione lievemente eccentrica. Ciò avva-

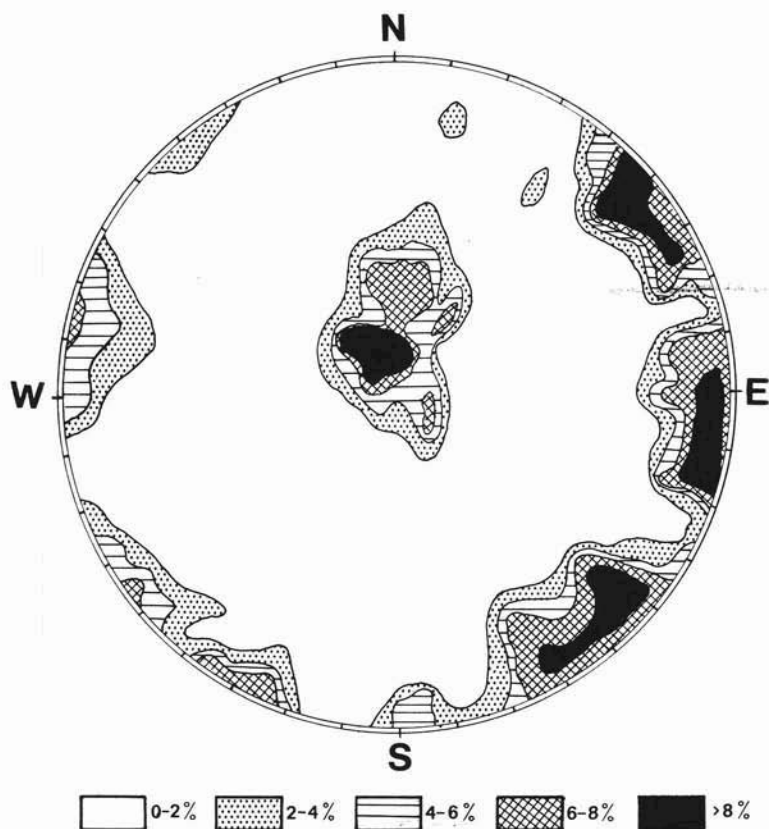


Fig. 7. — Posizione spaziale delle fessurazioni subverticali epigenetiche e di quelle suborizzontali (complessivamente 735 misure; reticolo di Schmidt, emisfero superiore).

lora l'interpretazione, in precedenza data, di una origine tettonica delle fessurazioni subverticali di tipo b).

Alcune di queste sono riempite da esili vene di calcite che si trova di regola nelle fessurazioni del sistema posto in direzione N-S, cioè in posizione « ac » rispetto all'asse B di piegamento secondo la nomenclatura di Sander.

I poli delle superfici di fessurazione suborizzontale cadono come si è già accennato nella zona centrale del diagramma in una area allungata secondo N-S. I punti ricadenti nella parte centrale di tale area corrispondono alle fessurazioni più evidenti nei vari affioramenti, cioè a quelle subparallele alla giacitura della unità ignimbritica U₄. I punti ricadenti nelle parti periferiche di tale area corrispondono alle fessurazioni più inclinate rispetto alla giacitura dell'unità stessa. Tale assetto delle fessure non è in accordo con una loro genesi per contrazione della massa solidificantesi. Non può quindi essere riferito che ad una origine tettonica.

La facilità delle ignimbriti in esame alla fessurazione suborizzontale in un quadro cinematico è probabilmente dovuta ad una anisotropia strutturale della compagine della roccia, evidente sia all'osservazione macroscopica, sia all'osservazione microscopica. Macroscopicamente è ben visibile una tessitura orientata per l'isoorientamento di numerose « fiamme » e venature di ossidi di ferro in piani suborizzontali. Tale tessitura orientata microscopicamente è ben visibile in sezioni sottili, normali alla giacitura delle bancate ignimbratiche, per essere delineata da primari motivi pseudofluidali attualmente in buona parte mascherati dalla accentuata cristallizzazione deutERICA.

Conclusioni.

Le illustrazioni in precedenza fatte sulle varie fessurazioni delle ignimbriti riodacitiche di Sotto Sassa e sulle loro relazioni con gli eventi petrogenetici e tettonici, contengono in se stesse le possibili considerazioni conclusive.

Pertanto, a conclusione del lavoro può avere significato solo una schematizzazione riassuntiva delle risultanze fondamentali.

Le fessurazioni delle ignimbriti paleozoiche di Sotto Sassa sono di tre tipi:

a) fessurazioni subverticali singenetiche, formatesi per contrazione della massa ignimbritica durante il suo raffreddamento, e attualmente delineate da bande, fortemente pigmentate da ossidi di ferro, espressione di fasi stadiali di una intensa modificazione deutERICA.

b) fessurazioni subverticali epigenetiche formatesi durante gli eventi plicativi di età alpina.

c) fessurazioni suborizzontali epigenetiche parimenti riferibili a deformazioni connesse con l'orogenesi alpina.

Le fessurazioni subverticali singenetiche suddividono l'unità ignimbrítica U₄ in colonne prismatiche di forma variabile, di notevoli dimensioni, disposte normalmente alla giacitura delle bancate ignimbrítiche.

Le fessurazioni subverticali epigenetiche sono disposte a fasci in sistemi a « simmetria rombica » chiaramente ricollegabili all'elemento tettonico fondamentale della zona, e cioè alla « sinclinale del Travignolo ».

Le fessurazioni subverticali epigenetiche intersecano quelle singenetiche, talora con evidenti rigetti.

Le fessurazioni suborizzontali epigenetiche, fra loro subparallele, costituiscono un sistema sviluppatosi per l'anisotropia tessiturale della roccia secondo la giacitura delle bancate ignimbrítiche.

Queste fessurazioni non sono interessate da fenomeni di deuteresi.

Concludendo, non va sottaciuto come le deduzioni di ordine genetico, tratte dalle fenomenologie in precedenza illustrate, non abbiano valore per tutte le vulcaniti del « complesso effusivo atesino », ma possano essere riferite al più a vulcaniti dello stesso complesso petrograficamente affini a quelle oggetto del presente lavoro. Va sottolineato in particolare come non possano essere estese « sic et simpliciter » alle ignimbriti riolitiche costituenti le assise superiori, le cui « fessurazioni lastriformi » sono ben diverse da quelle delle ignimbriti di tipo rioclitico.

BIBLIOGRAFIA

- ALBEE L. A., 1962 - *Relationsships between the mineral association, chemical composition and physical properties of the chlorite series*. « Am. Miner. », vol. 47, n. 7-8, pp. 851-870.
- ANTOLINI P., 1949 - *Parallellismo dei piani di fessurazione del porfido di Lagorai*. « Studi Trentini di Sc. Nat. », anno XXVI, Trento.
- BAGGIO P., 1956 - *Geologia e petrografia della Val Travignolo nei dintorni di Forte Buso (Trentino orientale)*. « Mem. Museo St. Nat. Venezia Trid. », anno XIX, vol. XI, pp. 1-46.
- BEARD C. N., 1959 - *Quantitative Study of Columnar Jointing*. « Bull. Geol. Soc. Amer. », 70, pp. 379-381.
- D'AMICO C., GHEZZO C., 1963 - *La sequenza delle vulcaniti permiane nell'area meridionale del sistema atesino (Trentino)*. « Miner. Petrogr. Acta », vol. 9, pp. 279-306.
- FUGANTI A., 1965 - *La geologia dei dintorni del Lago di Caldaro (Bolzano)*. « Studi Trentini di Sc. Nat. », vol. XLII, n. I, pp. 13-54.

- FUGANTI A., MORTEANI G., 1965 - *La geologia dei dintorni di Roncegno (Trento)*. « Studi Trentini di Sc. Nat. », vol. XLII, n. 2, pp. 5-80.
- FUGANTI A., ULCIGRAI F., 1965 - *Analisi strutturale della « Formazione di Tre-giovo »*. « Studi Trentini di Sc. Nat. », vol. XLII, n. 2, pp. 323-334.
- GHEZZO C., 1967 - *Le vulcaniti paleozoiche nell'area centro-orientale del complesso effusivo atesino*. « Miner. Petrogr. Acta », vol. XIII. In corso di stampa.
- JAMES A. V. G., 1920 - *Factors producing columnar structure in lavas*. « J. Geol. », 28, pp. 458-469.
- JELLET J. H., 1879 - *Measurement of angle of basaltic columns in the Giant's Causeway*. « Min. Mag. », 3, pp. 101-104.
- SANDER B., 1948 - *Einführung in die Gefügekunde der geologische Körper. I Teil*. Springer Verl., pp. 1-215, Wien u. Innsbruck.
- SANDER B., 1959 - *Einführung in die Gefügekunde der geologische Körper. II Teil*. Springer Verl., pp. 1-409, Wien. u. Innsbruck.
- SPRY A., 1962 - *The origin of columnar jointing, particularly in basalt flows*. « J. Geol. Soc. Australia », vol. 8, Pt. 2, pp. 191-216.
- VENZO G. A., 1962 - *Indagini sulle litoclasti nel Permo-Trias della zona Ora-Montagna-M. Cislone (Alto Adige)*. « Studi Trentini di Sc. Nat. », anno XXXIX, n. 3, pp. 357-363.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I

Figg. 1-2-3-4. — Esempi del caratteristico aspetto chiazato dell'unità ignimbritica U₁ lungo l'alveo del T. Travignolo: le zone più chiare di forma tendenzialmente ellittica corrispondono alla «litofacies A», le bande e plaghe più scure corrispondono alla «litofacies B».

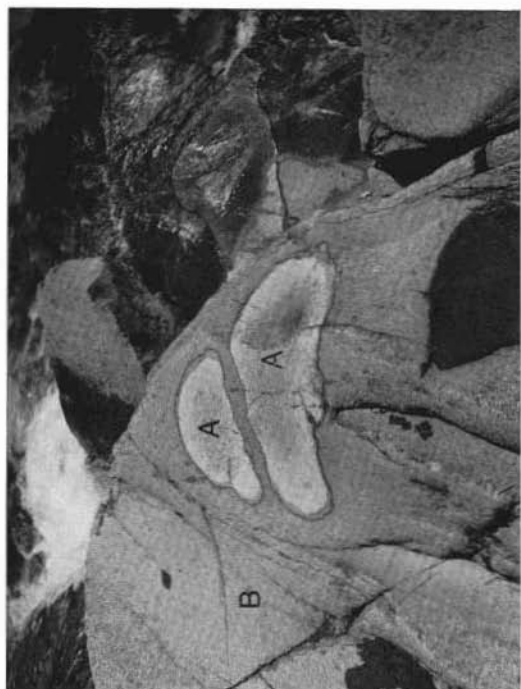


Fig. 2.

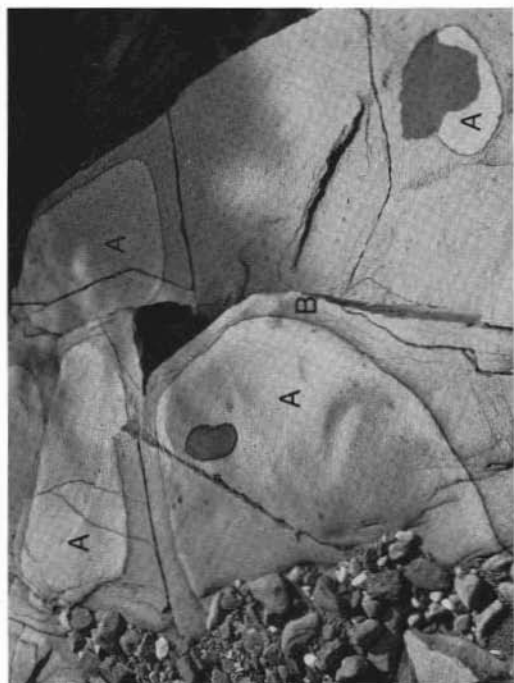
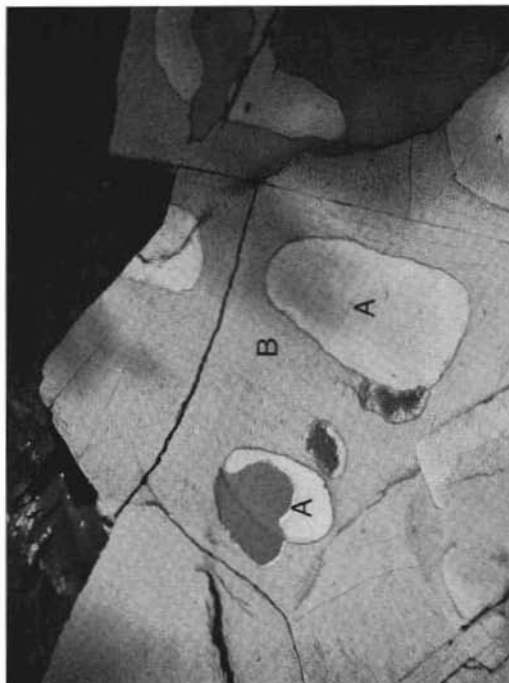


Fig. 1.



SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II

- Fig. 1-2. — Fessurazioni singenetiche delineate da bande rossastre («litofacies B») e da venature irregolari di ossidi di ferro.
- Fig. 3. — Cava grande nella gola di Sotto Sassa: le fessurazioni singenetiche subverticali delimitano colonne prismatiche di forma variabile con allungamento normale alla giacitura della baneata ignimbrtica. Le numerose fessurazioni suborizzontali che intersecano le colonne prismatiche sono di origine tettonica.
- Fig. 4. — Particolare della Fig. precedente. Caratteristico aspetto delle colonne delimitate dalle fessurazioni singenetiche: le superfici sono notevolmente scabre ed irregolari.

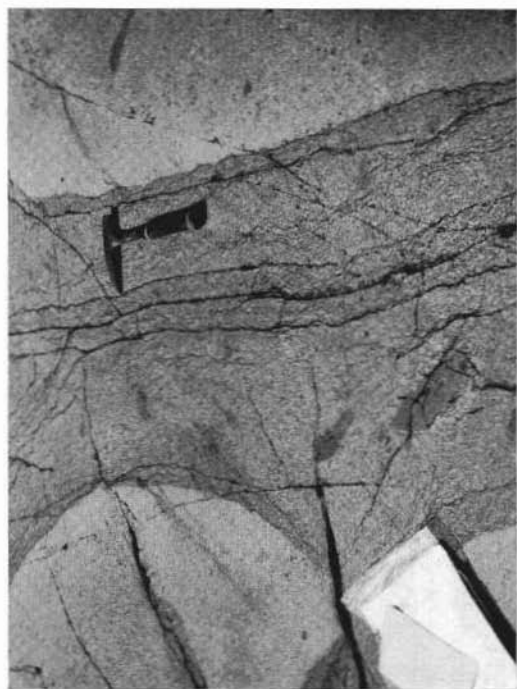


Fig. 2.

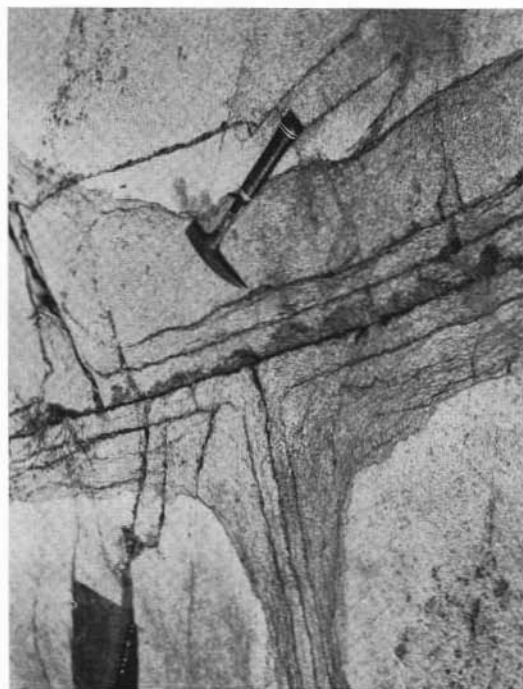
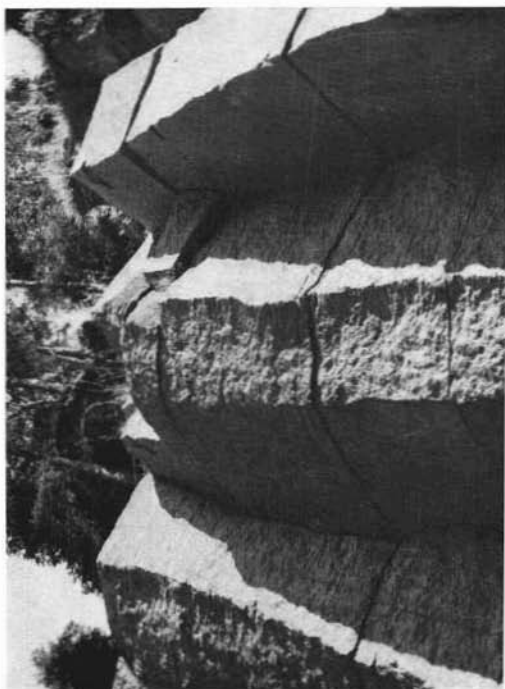
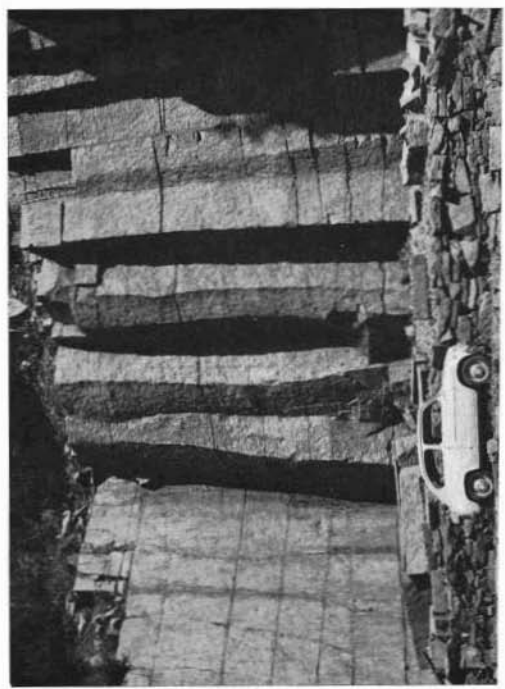


Fig. 1.



SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III

Figg. 1-2-3-4. — Fessurazioni subverticali epigenetiche (di origine tettonica) disposte in uno o più sistemi intersecano le « litofacies A » e « B » talora rigettandole (Figg. 2-3-4); si noti come lungo le fessurazioni di origine tettonica non siano presenti gli effetti della deuteresi.

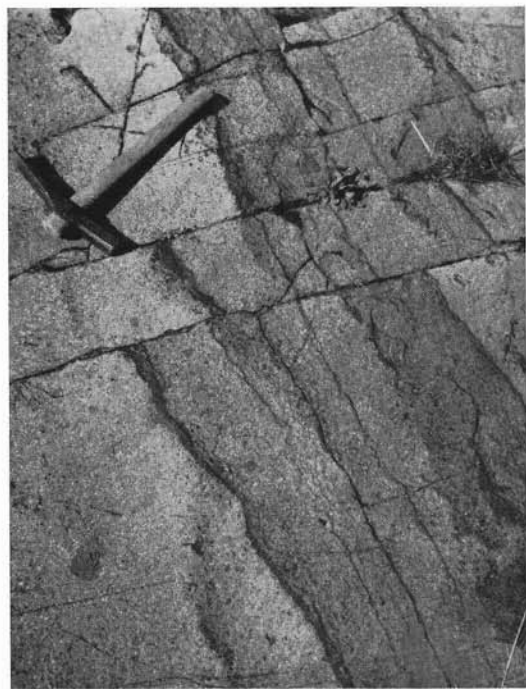


Fig. 2.

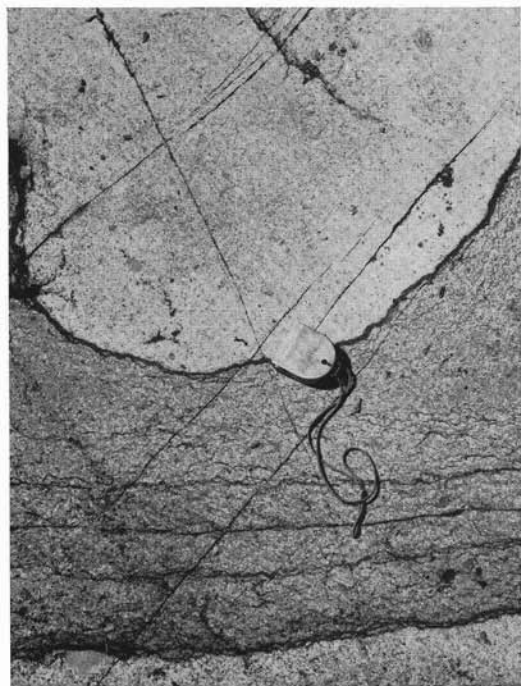
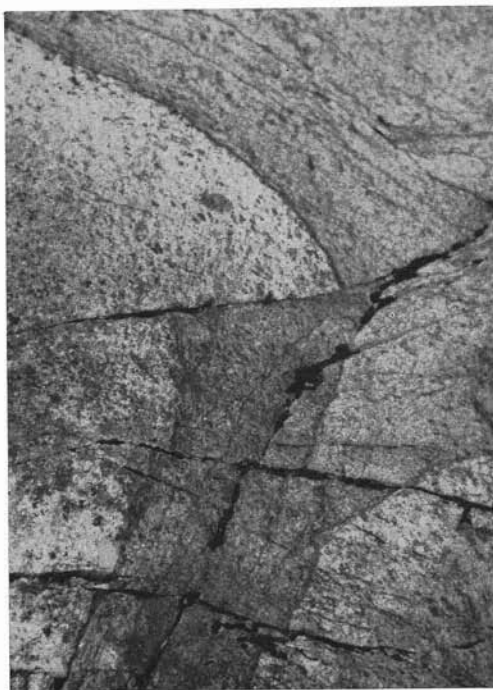


Fig. 1.

