

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
E AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI VICENZA

G. BARBIERI - A. DAL PRÀ - V. DE ZANCHE
P. SACCARDI - R. SEDEA - A. ZANFERRARI

STUDIO GEOLOGICO SULLA FRANOSITA'
NEL BACINO DEL TORRENTE CHIAMPO
(PREALPI VENETE)

(con 1 figura nel testo e 2 tavole fuori testo)



PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1973

Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell' Università di Padova

Vol. XXIX

1 - PREMESSA

Lo sviluppo economico di un determinato territorio montano può essere talvolta ostacolato dalle condizioni di instabilità latente o di dissesto dei versanti. La conoscenza dettagliata dei vari fenomeni che determinano situazioni sfavorevoli dal punto di vista statico risulta quindi di grande utilità per i tecnici, poichè permette di individuare le cause e conseguentemente di eliminarle o contenerle. Una conoscenza preventiva delle condizioni statiche dei terreni su cui si opera appare poi necessaria quando si voglia attuare una razionale pianificazione territoriale che preveda la realizzazione di opere di ingegneria civile.

I fattori naturali o artificiali che intervengono nei processi di dissesto dei versanti sono notoriamente molteplici e interessano varie discipline di studio. Tra queste spicca senz'altro la geologia: normalmente sono i caratteri geologici che, a parità di altre condizioni, predispongono o meno un territorio montano ad essere colpito da dissesti franosi.

Il bacino montano del torrente Chiampo fu scelto per uno studio della franosità, tra le tante valli delle Prealpi Venete, sia per l'esistenza di un numero considerevole di movimenti franosi e sia per la buona conoscenza geologica che ne possedevano gli autori.

Le ricerche, iniziate durante la primavera del 1970, furono condotte a termine nell'estate dell'anno successivo, interessando vari settori d'indagine.

Venne compiuto *ex novo* un rilevamento geolitologico di dettaglio che servì di base per la redazione di una Carta della franosità.

Contemporaneamente vennero individuate, cartografate e studiate tutte le frane esistenti nel bacino: esse sono riportate nell'allegata Carta dei movimenti franosi.

Le ricerche furono integrate anche con l'esame del drenaggio superficiale e della pendenza dei versanti: i risultati grafici sono riprodotti nelle Carte relative.

I rilevamenti originali furono eseguiti alla scala di 1:10.000 per ottenere un buon dettaglio: per esigenze di stampa vengono ora pubblicati alla scala di 1:50.000.

Dalle ricerche svolte si sono ottenuti dei risultati che forniscono un quadro sufficientemente valido sulla distribuzione, sulle cause e sulle modalità dei movimenti franosi, e sull'ubicazione delle aree predisposte a dissesti del suolo. Si deve però precisare che si tratta di uno studio di carattere generale, che offre dati tecnici utili ad una valutazione complessiva della fenomenologia. Ogni situazione locale necessita di indagini particolari, dettagliate ed approfondite in funzione del problema che si deve risolvere: ciò è la conseguenza della molteplicità e della variabilità dei fattori che determinano i movimenti franosi.

Lo studio è stato diretto da A. DAL PRÀ, che inoltre ha svolto l'esame dettagliato dei movimenti franosi; G. BARBIERI, T. CONTERNO, V. DE ZANCHE, R. SEDEA, A. ZANFERRARI hanno compiuto il rilevamento geolitologico del bacino, segnalando anche la maggior parte dei movimenti franosi. P. SACCARDI si è interessata delle ricerche sul drenaggio superficiale e sull'acclività dei versanti. I capitoli 2, 5 e 6 della presente memoria si devono ad A. DAL PRÀ; il capitolo 3 a G. BARBIERI, V. DE ZANCHE, R. SEDEA e A. ZANFERRARI; il capitolo 4 a P. SACCARDI e R. SEDEA; il capitolo 7 a G. BARBIERI, A. DAL PRÀ, V. DE ZANCHE, R. SEDEA e A. ZANFERRARI.

Le indagini di campagna sono state finanziate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (Contratto n. 69.01902/17.11.3/115.3116) mentre il testo della presente memoria è stato pubblicato a spese dello stesso C.N.R. (Assegnazione n. 206052/05/14012).

L'Amministrazione Provinciale di Vicenza ha cortesemente fornito i fondi necessari alla stampa delle Carte a colori.

Gli autori desiderano ringraziare vivamente, oltre agli Enti citati, l'Ispettorato Ripartimentale di Vicenza del Corpo Forestale dello Stato per il valido aiuto fornito e il Prof. Giambattista DAL PIAZ per la lettura critica del manoscritto.

Ricordano infine con gratitudine il Per. Min. Fulvio TODESCO che ha disegnato le due tavole allegate.

2 - CENNI GENERALI

Il bacino montano del torrente Chiampo si estende nella parte orientale dei Monti Lessini (Prealpi Venete) e rientra quasi interamente nel territorio della Provincia di Vicenza. Gli sono limitrofi i bacini dei torrenti Illasi e Alpone ad ovest, del torrente Agno a nord e ad est.

La sua forma planimetrica si presenta stretta ed allungata, con sviluppo da NNO a SSE. La lunghezza massima si aggira sui 30 km, mentre la massima larghezza raggiunge appena i 6 km.

Le quote più elevate, sull'ordine dei 1.600 m, si trovano all'estremità settentrionale, dove sorge anche la cima più elevata, il Monte Gramolón, con 1.814 m. L'altezza minima, riscontrabile allo sbocco della valle in pianura nei pressi di Arzignano, è di circa 100 m.

Il bacino montano copre una superficie totale di 115 km².

La sua forma planimetrica giustifica l'esistenza di un unico corso d'acqua di discrete dimensioni, che attraversa l'intero territorio per tutta la sua lunghezza; nella valle principale sboccano invece innumerevoli brevi vallette a sviluppo trasversale rispetto l'asse vallivo del Chiampo, che drenano bacini di dimensioni sempre molto limitate.

Il grado di piovosità del territorio in esame raggiunge un valore elevato. Le altezze pluviometriche vengono rilevate, a cura dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia, in tre stazioni di misura situate nelle località di Campodalbero, Ferrazza e Chiampo. Le prime due si trovano nella parte settentrionale della vallata, la terza nella parte centrale.

L'afflusso meteorico medio, calcolato nel trentennio 1921-1950, è risultato di 1742 mm a Campodalbero, di 1637 mm a Ferrazza e di 1311 a Chiampo. Valori più elevati si riscontrano negli anni successivi; per l'intervallo 1955-1965 la media annua è rispettivamente di 1959 mm, 1675 mm, 1458 mm.

Occorre precisare infine che le precipitazioni in certe annate raggiungono valori veramente notevoli, non raramente superiori ai 2.000 mm, come si può osservare nella tabella illustrativa sottoriportata.

a n n i	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Campodalbero	1655	1632	2029	2148	2685	2303	1663	1515	2376	1868	1874	1908
Ferrazza	1253	1397	1618	1852	2207	2190	1207	1275	2047	1734	1653	1532
Chiampo	1088	1236	1468	1535	1855	1888	1049	1202	1679	1643	1397	1256

3 - GEOLOGIA

La successione stratigrafica delle formazioni rocciose che affiorano nel bacino del T. Chiampo presenta un netto dualismo.

Inferiormente si hanno depositi essenzialmente carbonatici che, nella loro varietà di facies talora notevole e tipica, si estendono dal Triassico superiore (Dolomia principale) al Cretacico superiore (Scaglia rossa veneta). Superiormente affiorano potenti formazioni vulcaniche (riconducibili al ben noto vulcanismo basaltico del Paleogene nel Veneto occidentale) nelle quali si intercalano livelli calcarei di età eocenica da cui si estraggono i famosi *Marmi di Chiampo*.

Le formazioni carbonatiche mesozoiche ed anche le formazioni terziarie sono frequentemente tagliate da filoni e da camini vulcanici riempiti da lava o da breccie i cui prodotti predominano nettamente sui versanti della parte meridionale della valle.

Riportiamo qui di seguito, secondo l'ordine cronologico, una descrizione sommaria delle caratteristiche geolitologiche delle formazioni rocciose affioranti nella Valle del Chiampo, ricordando, come è già stato fatto in precedenza, che nella Carta geolitologica della franosità non compaiono tutte le suddivisioni cui verrà ora fatto cenno, dato che sono state riunite in un unico simbolo le formazioni che presentano un analogo comportamento dal punto di vista meccanico e statico.

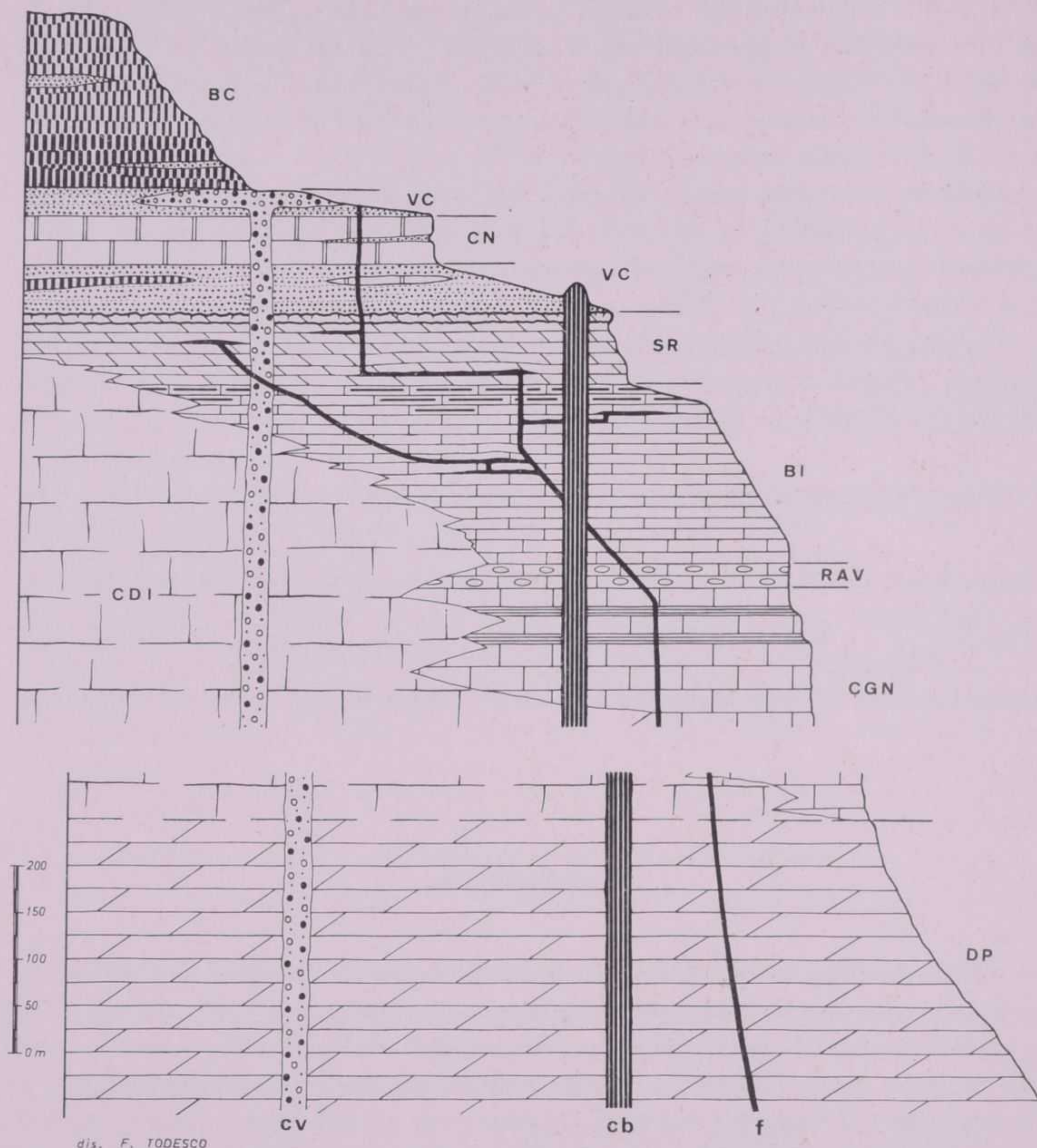


FIG. 1 - Schema stratigrafico-morfologico delle formazioni rocciose affioranti nella Valle del Chiampo.

Spiegazione dei simboli: BC - basalti di colata; CN - calcari nummulitici; VC - rocce vulcanoclastiche (breccie d'esplosione, tufi, ialoclastiti); CDI - « Complesso dolomitico indifferenziato »; SR - Sca-glia rossa; BI - Biancone; RAV - Rosso ammonitico veronese; CGN - Calcarei grigi di Noriglio; DP - Dolomia principale; cv - camini vulcanici d'esplosione; cb - camini di basalto; f - filoni basaltici.

DOLOMIA PRINCIPALE

La formazione più antica che compare nell'area in esame è rappresentata dalla Dolomia principale, la quale affiora solo nell'alta Valle del Chiampo, a nord della faglia di Marana. I caratteri litologici di questa formazione, di età norico-retica, sono costanti in tutta l'area di affioramento e non si differenziano da quelli che la Dolomia principale presenta nella circostante regione veneto-trentina.

Si tratta di dolomie più o meno calcaree a stratificazione netta; gli strati raramente superano i 2-3 metri di potenza, il colore varia dal bianco al grigio chiaro.

La formazione è costituita essenzialmente da un'alternanza irregolare di strati o di banchi di dolomie cristalline, di dolomie stromatolitiche e di dolomie laminate a grana più fine, nonchè da rari e sottili livelli argillosi di colore rossastro o verdastro, ad andamento irregolare e discontinuo. La potenza affiorante della formazione in parola raggiunge uno spessore di almeno 600 metri.

Le buone caratteristiche meccaniche naturali della Dolomia principale sono attestate dalle pareti subverticali e dalle cime ardite che caratterizzano più a nord le Piccole Dolomiti; esse sono dovute anche al fatto che quasi ovunque la stratificazione è suborizzontale. Localmente tuttavia (lungo la faglia di Marana, presso M. Telegrafo, ecc.) sono riconoscibili ampie ed estese fasce di cataclasi in corrispondenza delle quali la Dolomia principale e subordinamente i Calcari di Noriglio sono così frantumati da presentare le caratteristiche meccaniche di un detrito calcareo scarsamente cementato.

CALCARI GRIGI DI NORIGLIO

Rocce appartenenti a questa formazione di età liassica affiorano con facies tipiche essenzialmente tra Ferrazza e Zanconati, ove il T. Chiampo ha inciso profondamente le formazioni giurassiche ed il profilo vallivo (nella sua parte inferiore) assume quasi l'aspetto di una forra. Qui compare tuttavia solo la parte sommitale della formazione, per una potenza di poco superiore ai 100 metri, che è rappresentata dai caratteristici calcari di color grigio o bruno più o meno intenso, a grana molto fine, nettamente suddivisi in strati di 30-60 centimetri di spessore; spesso alla facies dominante si intercalano ed in parte si sostituiscono calcari minutamente oolitici bruno-chiari in strati o banchi di spessore variabile (50 cm - 5 m). Tra i 40 e gli 80 metri dal tetto della formazione sono più frequenti intercalazioni di marne fogliettate grige o nerastre, talora bituminose, di spessore variabile tra meno di un centimetro e poco più di un metro. La presenza di questi interstrati marnosi facilmente erodibili accentua l'aspetto ben stratificato della massa dei Calcari grigi di Noriglio.

Il contatto riscontrato in vari punti tra i Calcari di Noriglio e la sovrastante formazione del Rosso ammonitico veronese fa escludere la presenza dei Calcari oolitici di S. Vigilio nella Valle del Chiampo.

ROSSO AMMONITICO VERONESE

Sempre tra Ferrazza e Zanconati compaiono i ben noti calcari nodulari rossi o rosei o giallastri del Giurassico medio-superiore che qui possiedono una potenza complessiva di 15-20 metri. In Valle del Chiampo essi non sono oggetto di scavo per uso ornamentale, come avviene invece in altre parti dei Monti Lessini; qualche tentativo saltuario di coltivazione è stato effettuato a livello di industria familiare e per uso locale, ma l'attività estrattiva non è destinata almeno per ora ad estendersi.

Il Rosso ammonitico è nettamente delimitato verso i sottostanti Calcari grigi di Noriglio, mentre sfuma verso il Biancone con 1-2 metri di calcari bianchi a grana finissima con qualche cenno di nodulosità.

I Calcari di Noriglio, il Rosso Ammonitico veronese ed i primi 10 metri circa di Biancone (costituiti da calcari bianchi a grana finissima in strati di 20-30 centimetri di spessore) formano in questo tratto della Valle del Chiampo un complesso roccioso che dal punto di vista della franosità e della erodibilità presenta caratteristiche notevolmente omogenee. Gli strati sono pressochè ovunque suborizzontali e di composizione e potenza quasi sempre prossime al valore medio. Tale omogeneità è ben visibile sul versante sinistro della valle ove sono frequenti le pareti verticali, che verso l'alto terminano sempre pochi metri sopra il Rosso ammonitico, sovrastate dai pendii meno ripidi caratteristici del Biancone e della Scaglia rossa.

BIANCONE

La formazione del Biancone (Giurassico superiore *p.p.* - Cretacico superiore *p.p.*) può essere suddivisa in due parti, che si differenziano dal punto di vista geolitologico e conseguentemente presentano caratteristiche meccaniche e geomorfologiche diverse.

Quella inferiore, della potenza di circa 100 metri, è costituita prevalentemente da calcari bianchi a grana finissima e a frattura concoide, fittamente stratificati e ricchi di lenti di selce variamente colorata tra il bruno e il grigio nerastro.

Nella porzione superiore, della potenza di 70 metri circa, ai tipici calcari bianchi fittamente stratificati si sostituiscono quasi sempre calcari argilloso-bituminosi di colore bianco-grigiastro, in strati molto sottili con intercalazioni argillose o marnose grige più o meno frequenti. Anche in questa parte del Biancone sono presenti piccole lenti di selce per lo più grige o nerastre.

In corrispondenza al Biancone sommitale, si osserva frequentemente una pendenza dei versanti assai più dolce di quella che si riscontra nella parte inferiore della formazione, priva di intercalazioni argillose, e nella soprastante Scaglia rossa.

La formazione del Biancone, ed in particolare la sua porzione superiore, non dà affioramenti estesi se non in corrispondenza di incisioni vallive. La ragione di ciò va ricercata nell'estesa copertura detritica, quasi sempre di spessore trascurabile e formata da frammenti di calcari dello stesso Biancone, dovuta alla poca resistenza di gran parte della formazione all'aggressione meccanica degli agenti esogeni.

Alla stregua di altri complessi rocciosi affioranti nella Valle del Chiampo il Biancone è sovente sostituito da dolomie e calcari dolomitici in conseguenza di successivi processi di dolomitizzazione o di semplice ricristallizzazione che hanno sovente cancellato le primitive strutture sedimentarie e hanno completamente modificato le caratteristiche meccaniche della formazione.

« COMPLESSO DOLOMITICO INDIFFERENZIATO »

Sulle formazioni del Giurassico e del Cretacico affioranti nella media e nell'alta Valle del Chiampo hanno agito fenomeni più o meno estesi di « dolomitizzazione » tardiva, testimoniati dalla presenza di dolomie e di calcari dolomitici. Tali rocce, subsaccaroidi o saccaroidi, porose e talora farinose, per lo più di colore giallastro o bruno-rossastro, grigiastro o bianco, si rinvengono in eteropia con i Calcari di Nori-

glio, con il Rosso ammonitico, con il Biancone e molto raramente anche con la Scaglia rossa. L'andamento degli orizzonti dolomitizzati in seno alle formazioni ora menzionate è irregolare e discontinuo. In generale tali « dolomie » appaiono massicce ma, in casi favorevoli, si possono ancora osservare la stratificazione originaria e le strutture sedimentarie della roccia.

Nel bacino del Chiampo le rocce del « complesso dolomitico indifferenziato » affiorano frequentemente in vicinanza del fondovalle a monte della frazione di Arso, formando versanti molto ripidi, anche subverticali. Gli affioramenti più estesi sono peraltro ubicati a nord di S. Bortolo, costituendo gran parte dell'aspro fianco destro dell'alta Val Corbiolo fino a congiungersi con i contrafforti meridionali di M. Telegrafo. Un ultimo importante affioramento si rinviene alla testata della Val Righello, a nord di Bertoldi.

Le caratteristiche meccaniche di questo complesso roccioso sono simili a quelle delle formazioni calcaree giurassiche e della Dolomia principale.

SCAGLIA ROSSA

La formazione della Scaglia rossa (Cretaceo superiore *p.p.*) è costituita da calcari rosei o rossi. Non mancano tuttavia livelli di Scaglia di colore biancastro; in tali casi è difficile, quando intervengono complicazioni tettoniche oppure quando si tratta di affioramenti isolati, attribuire queste facies alla formazione in parola o a quella del Biancone.

La potenza della Scaglia rossa si aggira sui 70 metri con locali leggere variazioni di una decina di metri.

La porzione sommitale della formazione è costituita da un banco (2-4 metri) di calcare roseo, rosso mattone o localmente biancastro, di aspetto arenaceo sempre ben distinguibile dalle altre facies della formazione. Il banco in parola è delimitato al tetto ed al letto da due *hard-grounds* riconoscibili ovunque le condizioni di affioramento siano favorevoli. Questa parte più alta della Scaglia, quasi sempre caratterizzata da stratificazione maldistinta, si comporta come un banco poco erodibile che determina, praticamente lungo gran parte della Valle del Chiampo, un risalto morfologico netto sotto forma di ripide paretine o talora di tetti sporgenti. Tale risalto è reso ancor più evidente dalla presenza costante, al tetto della Scaglia, di rocce vulcanoclastiche fini che, per la loro elevata erodibilità, determinano una netta variazione di pendenza del versante.

Le caratteristiche meccaniche della Scaglia rossa sono complessivamente analoghe a quelle della parte inferiore del Biancone.

ROCCE VULCANICHE

Come si è detto in precedenza le rocce vulcaniche, di età compresa tra il Paleocene e l'Oligocene, affiorano in ampie aree sui due versanti della Valle del Chiampo a partire dal tetto della Scaglia rossa. La potenza media del complesso vulcanico è di circa 200 metri ma, specialmente nella parte bassa della valle, tale valore può aumentare considerevolmente.

Queste rocce sono riferibili al noto vulcanismo terziario veneto, caratterizzato da prodotti a chimismo basaltico. Alla spiccata uniformità di chimismo si contrappone la grande variabilità dei prodotti vulcanici, sia in senso laterale che verticale, in rapporto al meccanismo di formazione e all'ambiente. Così accanto a basalti di colata abbondano tufi, ialoclastiti e breccie d'esplosione.

Non è possibile in questa sede fornire una descrizione dettagliata di tutti i tipi di prodotti vulcanici che si possono riconoscere nella regione; pertanto si rimanda alle pubblicazioni specializzate elencate in bibliografia.

Nella Valle del Chiampo alle vulcaniti sono intercalati banchi di calcari nummulitici. Tra la sommità della Scaglia e questi ultimi prevalgono rocce vulcanoclastiche fini, mentre al di sopra dei calcari stessi sono particolarmente abbondanti basalti di colata.

E' di grande importanza notare come le vulcaniti della Valle del Chiampo siano molto spesso alterate e non di rado argillificate e pertanto facilmente erodibili. Ciò determina nelle loro aree di affioramento una morfologia piuttosto dolce, che contrasta nettamente con quella dei versanti costituiti da formazioni calcaree e dolomitiche. Si differenziano tuttavia dal punto di vista morfologico alcuni rilievi molto ripidi, di forma approssimativamente conica, che costituiscono i resti di antichi condotti vulcanici riempiti di basalto compatto a fessurazione colonnare e circondati da prodotti tufacei assai erodibili.

E' essenziale precisare come di norma le rocce vulcanoclastiche non affiorino direttamente alla superficie, ma siano ricoperte da una coltre eluviale e colluviale argillosa (di spessore variabile da qualche decimetro ad alcuni metri) formata dai prodotti della degradazione superficiale delle vulcaniti stesse.

Rocce vulcaniche possono essere rinvenute anche entro le formazioni preterziarie. Si tratta di corpi filoniani, condotti di basalto più o meno alterato, camini di esplosione sparsi un po' ovunque nel bacino in esame.

CALCARI NUMMULITICI

I calcari nummulitici eocenici affiorano sui versanti della Valle del Chiampo formando due fasce continue (salvo interruzioni dovute a disturbi tettonici) che degradano dalle dorsali sovrastanti Crespadoro fino a raggiungere il fondovalle nei pressi di Arzignano.

Essi sono messi in particolare evidenza nella parte media e bassa della valle dalle numerose cave che ne sfruttano le porzioni più pregiate come pietra ornamentale apprezzata in tutto il mondo (« Marmi di Chiampo »).

I calcari nummulitici nel complesso sono di colore biancastro; localmente tuttavia assumono colorazioni che vanno dal violaceo al rosa, al paglierino. Essi sono per lo più caratterizzati da stratificazione assente o maldistinta: si presentano infatti spesso in grossi banchi che talvolta superano la decina di metri di spessore. Non mancano tuttavia casi in cui i calcari in parola sono suddivisi in strati di 10-50 centimetri di potenza.

I calcari nummulitici della Valle del Chiampo sono intercalati alla potente massa di vulcaniti che sovrastano la Scaglia rossa. A loro volta vulcaniti possono essere comprese entro gli stessi calcari. Queste intercalazioni sono costituite per lo più da rocce vulcanoclastiche fini in livelli di 3-4 metri al massimo e spesso anche molto meno, che si estinguono lateralmente quasi sempre entro un raggio di alcune centinaia di metri. Nella porzione medio-bassa della valle tuttavia, uno di questi livelli raggiunge uno spessore massimo di 50 metri.

La potenza totale dei calcari nummulitici, escluse le intercalazioni di vulcaniti, varia tra i 30 ed i 50 metri.

COPERTURE ED ACCUMULI DETRITICI

Nella Valle del Chiampo le coperture e gli accumuli detritici sono largamente rappresentati. Purtroppo la scala della Carta geolitologica della franosità non ne ha permesso una distinzione completa e dettagliata; nella stessa carta non appaiono inoltre tutte le suddivisioni qui descritte in quanto sono state riunite per la maggior parte in un'unica classe di franosità.

Ricorderemo innanzitutto le *alluvioni di fondovalle* prevalentemente ciottolose che, nella parte medio-bassa del bacino da S. Pietro Mussolino fino alla pianura vicentina, formano un fondovalle ampio e suborizzontale o con deboli inclinazioni.

Il *detrito di versante* costituisce il deposito incoerente più estesamente distribuito entro il bacino. Esso è costituito da frammenti di roccia, localmente cementati, che si accumulano ai piedi delle pareti subverticali o ammantano i versanti. Le formazioni rocciose da cui traggono soprattutto origine le masse e le coperture detritiche sono la Dolomia principale, il Biancone, la Scaglia rossa ed infine i basalti che affiorano nelle parti più elevate dei versanti nel settore medio-basso della valle.

I calcari nummulitici non danno in genere accumuli detritici degni di menzione. Vale la pena tuttavia di segnalare che dagli stessi presero origine in passato alcune estese coltri di materiale di frana, delle quali la più grande è quella osservabile nei dintorni di Pardince sul versante destro della valle. Queste antiche frane sono costituite in gran parte da grossi massi di calcare (talora di qualche centinaio di metri cubi) accumulati caoticamente insieme a frammenti più piccoli. Sono state riconosciute alcune aree a blocchi caotici di Scaglia rossa pure interpretabili come accumuli di vecchie frane.

Di primaria importanza, per quanto riguarda il problema della stabilità dei versanti nella Valle del Chiampo, è la *copertura eluviale e colluviale* delle rocce vulcanoclastiche a grana fine che sono particolarmente frequenti tra il tetto della Scaglia ed i calcari nummulitici. Si tratta di materiale parzialmente argilloso derivante dalla degradazione delle sottostanti vulcaniti; queste si trovano a profondità variabile da qualche decimetro ad alcuni metri. Tali coperture, dato l'assetto strutturale della regione, formano generalmente pendii ad inclinazione molto debole. Nonostante questa loro caratteristica esse sono i terreni più infidi riguardo alla stabilità dei versanti. E' sufficiente infatti un locale aumento della pendenza (dovuto a cau-

se naturali o artificiali) per innescare in taluni casi movimenti franosi che possono estendersi a monte anche su ampie aree.

Nel bacino sono presenti estesi accumuli di *materiali di discarica* dovuti alla attività estrattiva dei « Marmi di Chiampo »; di questo particolare tipo di deposito si tratterà ampiamente a parte.

TETTONICA

La tettonica del territorio compreso entro il bacino del T. Chiampo può essere definita nel complesso piuttosto semplice.

La giacitura delle varie formazioni rocciose infatti è quasi sempre suborizzontale con una leggera inclinazione generale verso SE. Fa eccezione una fascia disposta trasversalmente all'alto bacino del Chiampo, parallela all'importante faglia di Marana (direzione ENE-WSW); qui gli strati delle formazioni giurassiche e cretache possono avere una inclinazione molto forte o talora possono assumere una giacitura verticale.

La suddetta faglia di Marana rappresenta il più importante motivo tettonico entro l'area esaminata. Ad essa si accompagna una larga fascia di cataclasi calcaree e dolomitiche soggetta ad una intensa degradazione accelerata. Effetti analoghi si osservano alla testata della valle in conseguenza di un sistema di faglie subparallele con direzione NNW-SSE.

A sud della faglia di Marana esiste una rete di fratture e di faglie che, se generalmente non hanno importanza per quanto riguarda la stabilità dei versanti, influenzano localmente la morfologia ed assumono un notevole interesse per l'attività estrattiva.

Nella carta geolitologica allegata, che è stata elaborata essenzialmente in funzione della franosità, vennero riportate solo le faglie a maggior rigetto, quelle che sono essenziali alla comprensione della tettonica complessiva del bacino ed infine quelle che modificano nettamente le caratteristiche meccaniche della roccia interessata.

4 - CENNI SUL DRENAGGIO E SULL'ACCLIVITA'

La carta del reticolo idrografico è stata compilata trasferendo sulla base topografica alla scala di 1:25.000 i dati ricavati dall'esame di fotografie aeree alla scala di 1:33.000.

Il disegno del drenaggio si articola in numerose incisioni vallive che interessano singoli bacini ad estensione sempre molto limitata e che confluiscono, dopo brevi percorsi, nella valle principale in cui scorre il T. Chiampo.

Il reticolo idrografico si può classificare subdendritico in corrispondenza alle parti centrale e meridionale del bacino, dove le formazioni vulcaniche sono prevalenti, e subparallelo nelle aree costituite da rocce calcaree e calcareo-dolomitiche (parte settentrionale).

Risulta interessante notare la soluzione di continuità di alcuni impluvi: dall'esame delle foto aeree si osserva infatti come la rete idrografica di certi bacini si interrompa. Questo fenomeno assume particolare importanza quando si verifica, come spesso avviene, in corrispondenza ai pianori costituiti da rocce vulcanoclastiche, poichè favorisce l'infiltrazione d'acqua nel sottosuolo.

Per la costruzione della carta dell'acclività è servita la base topografica delle tavolette dell'I.G.M. alla scala di 1:25.000.

Sono state distinte 4 Classi di pendenza: tra 0 e il 20 %, tra il 20 e il 40 %, tra il 40 e il 60 % e infine maggiore del 60 %.

La delimitazione delle aree appartenenti alle singole classi è basata sull'esame delle distanze planimetriche delle curve di livello per intervalli di 25 m.

Dall'osservazione della carta appare evidente la variabilità delle pendenze e soprattutto le frequenti rotture di pendio, che si verificano in modo particolarmente accentuato nella parte centrale e meridionale del bacino.

I caratteri dell'acclività e i mutamenti rapidi dei quali si è accennato risultano in stretta relazione con la natura litologica e le caratteristiche strutturali delle varie formazioni affioranti.

Nella parte settentrionale della vallata la presenza di rocce in generale assai resistenti all'erosione e alla degradazione (calcari e calcari dolomitici) determina versanti molto ripidi, a morfologia aspra ma complessivamente piuttosto uniforme: solo l'esistenza di ampie fasce detritiche ne attenua localmente la pendenza.

La parte centrale, pressapoco fino a Chiampo, mostra una conformazione del rilievo nettamente diversa: infatti, a differenza della zona sopradescritta, dove si riscontra una buona uniformità litologica, compaiono qui litotipi diversi. Le condizioni di giacitura dei vari terreni e l'andamento dell'asse vallivo principale fanno affiorare le stesse formazioni su ambedue i fianchi della vallata e anche pressapoco alla stessa altezza: ne consegue che la morfologia dei due versanti risulta molto simile e caratterizzata da brusche variazioni di pendenza.

Alle quote più elevate, dove affiorano prevalentemente lave basaltiche, si riscontrano pendii ripidi e dossi arrotondati. L'inclinazione si attenua rapidamente allorchè si giunge alle sottostanti rocce vulcanoclastiche, generalmente degradate e quindi facilmente erodibili: si osservano qui ampie fasce pianeggianti con sviluppo parallelo alla valle principale.

Il profilo dei versanti ritorna bruscamente ripido, con scarpate subverticali, in corrispondenza ai banchi calcarei eocenici, per diventare nuovamente pianeggiante sulle vulcaniti sottostanti, dove si ritrovano lunghi pianori.

Infine la pendenza subisce un ulteriore, improvviso e accentuato aumento con il passaggio ai calcari cretacei, che costituiscono la parte inferiore dei versanti vallivi.

Ne risulta, da quanto esposto, un profilo che oltre ad essere simmetricamente simile sui due fianchi della vallata appare caratterizzato da un andamento a gradinata.

Nella parte meridionale del territorio esaminato la scomparsa quasi totale dei calcari cretacei ed eocenici, che immergono sotto le alluvioni del fondovalle, determina una morfologia ben più uniforme e complessivamente dolce, essendo i versanti costituiti quasi interamente da uno stesso tipo di rocce, cioè da vulcaniti in generale molto degradate.

Resta infine da segnalare una singolare caratteristica del paesaggio: la presenza di alcuni rilievi conici (le « purghe ») che si elevano per qualche decina di metri in netto contrasto con la morfologia dolce dei terreni circostanti; si tratta di camini eruttivi ricolmi di basalto compatto, molto resistente alla degradazione.

5 - I MOVIMENTI FRANOSI

Le considerazioni che qui vengono esposte riguardano la situazione esistente fino l'estate del 1971 e si riferiscono a movimenti franosi recenti o in atto.

Le aree colpite da dissesti del suolo sono state esaminate singolarmente per individuarne i vari fattori che servono per inquadrare il fenomeno: la Carta dei movimenti franosi ne indica la distribuzione.

In tutto il bacino del torrente Chiampo sono state individuate 80 zone dissestate per un totale di circa 160 ettari, pari a circa 1,4 % della superficie totale del territorio esaminato.

Non considerando l'area pianeggiante del fondovalle, circa 13 km², il rapporto si avvicina all' 1,7 %.

Delle 80 aree colpite da fenomeni di frana 8 superano i 5 ettari; 24 sono comprese tra 2 e 5; 48 sono inferiori ai 2 ettari e di queste 33 coprono una superficie di circa 1 ettaro ciascuna o meno.

Il 75 % dei movimenti franosi (60 su 80) interessa zone il cui sottosuolo risulta costituito da rocce in grandissima prevalenza di natura vulcanoclastica (tufi e ialoclastiti); è bene precisare subito che generalmente i dissesti coinvolgono la coltre di degradazione argillosa di tali rocce (che d'altra parte è quasi sempre presente); solo in casi eccezionali viene colpito il substrato.

Poco meno del 14 % delle frane (11 su 80) investe totalmente o parzialmente accumuli di discarica dell'attività estrattiva, molto diffusa lungo i versanti della valle del Chiampo. Infine 7 coinvolgono materiali detritici di natura calcarea e 2 formazioni lapidee.

E' interessante rilevare che il 20 % dei movimenti franosi (16 su 80) sono risultati in qualche modo dipendenti dai lavori di cave attive o abbandonate.

La tipologia delle frane osservate non si presenta varia: in pratica quasi tutti i dissesti individuati sono riferibili a movimenti per scoscendimento o per lama superficiale. Questa constatazione d'altra parte viene facilmente giustificata dall'esistenza di due fattori importanti che caratterizzano spesso in concomitanza i fenomeni di

frana della valle del Chiampo: da una parte la natura litologica dei materiali franosi, costituiti generalmente da terreni argillosi o in via di argillificazione; dall'altra la modesta pendenza che di norma presentano i versanti formati da questi materiali, derivata dal modellamento subito nel tempo a causa della loro facile degradabilità ed erodibilità.

La concomitanza di questi due fattori favorisce soprattutto i fenomeni di lama che, come è noto, sono movimenti lenti o lentissimi che interessano materiali argillosi e che avvengono per deformazione plastica su pendenze molto limitate.

Gli scoscendimenti (frane che si verificano lungo superfici di taglio di neoformazione in terreni di solito argillosi) generalmente colpiscono gli ammassi di discarica dell'attività estrattiva, che vengono spesso accumulati con una certa pendenza, oppure gli stessi materiali naturali situati però in aree più inclinate del normale: infatti l'innescò di quest'ultimo tipo di frana richiede generalmente, a parità di altre condizioni, una inclinazione maggiore di quella necessaria al verificarsi dei fenomeni di lama.

Sono abbastanza diffuse frane di tipo misto: lame superficiali a valle con scoscendimenti di richiamo a monte; lame superficiali che si evolvono in scoscendimenti sul fronte di avanzamento; zone di lama molto estese che localmente, in aree interne, sono colpite da scoscendimenti.

Risultano infine presenti, con diffusione molto scarsa, fenomeni di fluimento e smottamento.

La natura prevalentemente argillosa dei terreni soggetti a dissesto, il meccanismo delle frane che generalmente colpiscono questi terreni e infine la limitata pendenza dei versanti determinano velocità di movimento delle frane stesse che possono essere definite lente o lentissime. Nelle lame superficiali si osservano avanzamenti di qualche decimetro all'anno, con spostamenti continui o periodici che si prolungano in lassi di tempo talora molto rilevanti: si conoscono zone franose che sono in movimento da decine di anni.

Anche negli stessi scoscendimenti, nei quali in generale l'evoluzione avviene rapidamente, si riscontra qui un'evoluzione relativamente lenta; e quasi sempre l'avverarsi della frana in senso stretto è preceduto da tutta una serie di segni premonitori che si manifestano anche molto tempo prima.

Questo carattere di lentezza dei movimenti franosi nella valle del Chiampo offre il grande vantaggio ai fini pratici che si può molto spesso seguire la progressione del dissesto e in certi casi anche prevederne l'evoluzione e predisporre i provvedimenti atti ad arrestare o quanto meno a limitare il fenomeno.

Infine, ad eccezione di pochi casi, la lentezza dei processi di dissesto del suolo determina aspetti non appariscenti delle aree di frana, che talvolta sono anche difficilmente individuabili sul terreno da chi non ne abbia dimestichezza.

E' ovvio che la presenza di numerosi fenomeni di frana provoca dei danni nelle aree colpite. Si può tuttavia affermare che questi danni non sono molto rilevanti se si considera il numero elevato delle frane. Ciò dipende soprattutto dal fatto

che le zone dissestate si estendono su versanti interessati da coltivazioni estensive, dove le costruzioni sono poco diffuse.

Nella maggioranza dei casi si verificano avanzamenti ed ondulazioni lenti ma continui della superficie del suolo, periodiche crepacciature del terreno, lesioni e dissesti dei muretti di contenimento a secco, dissesti dei vigneti e del bosco. A tutto questo si aggiungono periodiche lesioni alle numerose strade private e pubbliche che percorrono i versanti, saltuarie rotture delle tubazioni dei numerosi acquedotti rurali, interruzioni di locali linee elettriche, ecc.

Sono danni che singolarmente non rappresentano un forte onere, ma che tuttavia costringono a continui lavori di manutenzione e di ripristino e che a lungo andare vengono ad incidere economicamente in maniera gravosa.

Fortunatamente i casi in cui un movimento franoso ha determinato danni rilevanti, coinvolgendo abitazioni o altre costruzioni, sono piuttosto rari, valutabili pressapoco al 10 %. Occorre anche precisare che in tali casi quasi sempre l'instabilità del versante si è verificata quando ad una situazione naturale di equilibrio precario si è sovrapposta una causa artificiale.

L'analisi dei fattori causali dei movimenti franosi è spesso un compito piuttosto arduo soprattutto quando entrano in gioco più cause concomitanti, come in generale si verifica nella vallata del Chiampo.

Entrando nei particolari si deve mettere subito in evidenza il ruolo predominante assunto dalla situazione geologica del territorio esaminato: una vasta parte dei rilievi è infatti costituita da materiali nettamente sfavorevoli alla stabilità dei versanti. Ci si intende con ciò riferire ai terreni argillosi, già più volte ricordati, che formano la coltre di degradazione dei substrati rocciosi di natura vulcanoclastica.

I materiali argillosi sono notoriamente tra i più pericolosi ed infidi dal punto di vista statico: la rapida diminuzione della loro coesione, e quindi della resistenza meccanica, determinata da impregnazioni d'acqua, li rendono facilmente soggetti ai movimenti franosi. Si ricorda a questo proposito che circa il 90 % delle frane individuate nella valle del Chiampo si è verificato in terreni argillosi: il 75 % ha interessato la citata coltre di degradazione e il 14 % accumuli di discarica con abbondante matrice argillosa.

A differenza di quanto ora esposto a proposito della natura litologica, la struttura tettonica non assume importanza particolare nel determinare situazioni di dissesto del suolo, soprattutto per le giaciture suborizzontali o scarsamente inclinate degli strati delle formazioni sedimentarie e per la limitata estensione di aree intensamente fratturate. Solo nella parte più elevata del bacino sono state rilevate zone dolomitiche colpite da fenomeni di cataclasi e soggette a degradazione relativamente accelerata, che tuttavia non si è ritenuto opportuno classificare come frane.

Una delle cause predisponenti che in un dato territorio entrano in gioco nel provocare movimenti franosi è la conformazione topografica e in particolar modo la pendenza dei versanti: in generale i dissesti si manifestano là dove esistono le inclinazioni maggiori. Nella valle del Chiampo questo non si verifica: le frane in grandissima maggioranza si trovano nelle zone a minor pendenza.

Questa situazione, apparentemente strana, è spiegabile col fatto che il fattore geologico, quale agente causale del dissesto, assume una netta prevalenza rispetto al fattore morfologico. Infatti le formazioni litologiche più franose, costituite come è noto da rocce vulcaniche, affiorano lungo fasce di versante a dolci inclinazioni; le zone maggiormente inclinate risultano invece formate da rocce calcaree, calcareo-dolomitiche o basaltiche, nel complesso stabili per la loro alta coesione, per la loro giacitura debolmente inclinata e infine per la scarsa frequenza di aree intensamente fratturate.

Occorre però precisare che la modesta inclinazione che in generale si riscontra nelle aree dissestate favorisce i movimenti franosi in modo indiretto: sia perchè ha permesso l'accumulo nel tempo dei materiali argillosi di degradazione ostacolando il loro trasporto a valle e sia perchè favorisce l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque superficiali a discapito del ruscellamento.

E l'infiltrazione d'acqua nel sottosuolo risulta nella valle del Chiampo la causa determinante di quasi tutte le frane. Infatti i materiali di natura argillosa o a matrice argillosa presenti nella vallata, notoriamente stabili in assenza d'acqua, diventano facilmente franosi solo quando s'impregnano eccessivamente.

D'altra parte è un fatto ben noto nella regione esaminata che i dissesti del suolo normalmente si manifestano o si aggravano durante o subito dopo periodi molto piovosi.

A questo punto occorre ritornare brevemente sul grado di piovosità del territorio e sul regime delle precipitazioni.

Dalla media dei valori pluviometrici registrati nelle tre stazioni di misura esistenti nella valle risulta una piovosità media annua valutabile tra 1600-1700 mm: un valore quindi considerevole, come si è già esposto in un precedente capitolo. Si tenga anche presente che in certe annate la media supera i 2.000 mm.

Inoltre le precipitazioni sono normalmente concentrate in due periodi relativamente ristretti: aprile - maggio e ottobre - novembre. La media mensile dei mesi più piovosi si aggira attorno ai 350 mm. Il mese con maggiori precipitazioni risulta generalmente novembre.

Dai dati riportati e da quanto esposto in precedenza si potrebbe tentare di stabilire dei criteri per una certa previsione delle frane. Occorre però tenere ben presente oltre alla quantità della pioggia anche la sua durata: infatti a parità di altezze pluviometriche, non sono tanto le piogge violente e ristrette nel tempo ad essere pericolose, quanto invece piogge non copiose ma continue, che si prolungano per giorni. Ciò è dovuto a vari fattori tra i quali la scarsa permeabilità dei terreni argillosi, che si impregnano lentamente e il meccanismo stesso delle frane, che si verificano per infiltrazione dell'acqua e non per erosione.

La possibilità di una diffusa infiltrazione e di una lenta percolazione nei materiali argillosi della coltre di degradazione viene confermata dalle innumerevoli sorgenti che si rinvencono lungo le fasce costituite dalle formazioni vulcaniche: data la modalità con cui avviene la circolazione, sono naturalmente sorgenti di portata sempre assai limitata ma di solito perenni, che risentono delle piogge con ritardo.

Per dare un esempio dell'effetto della piovosità quale causa importante di dissesto si riportano alcune notizie di un grave evento franoso verificatosi nel 1972, quando il presente studio era già concluso, ma che si ebbe modo di seguire.

Durante i mesi di febbraio e marzo una vasta area di natura vulcanoclastica, situata sul fianco sinistro della valle del Chiampo, nella zona delle contrade Furlani, Filippozzi e De Facci, venne colpita da una frana che provocò ampi e vistosi dissesti del suolo e gravi lesioni ad un caseggiato: l'area interessata fu di circa 120 ettari su un fronte di 600 m. L'evento si manifestò durante un periodo particolarmente piovoso: dal 29 dicembre 1971 al 13 marzo 1972 (77 giorni) precipitarono ben 698 mm di acqua (poco meno della metà della media annua del periodo 1955-1965) con un totale di ben 45 giorni piovosi.

Nella stessa occasione si verificarono nella vallata nuove frane, sempre in terreni argillosi, e si rimisero in movimento aree già colpite da precedenti dissesti. Questa osservazione serve tra l'altro a precisare come la situazione attuale (estate 1972) risulti notevolmente peggiorata rispetto al quadro che si aveva nell'estate del 1971.

Un fatto che può colpire per la sua singolarità è che nonostante l'alto valore delle precipitazioni, tra l'altro concentrate in due periodi relativamente brevi, non si verificano quasi mai frane per erosione al piede. Ciò dipende soprattutto dal tipo del drenaggio superficiale che oltre ad essere di diffusione capillare risulta caratterizzato da tutta una serie di bacini minori ad estensione singola assai limitata i cui fondivalle non possono quindi convogliare quantità rilevanti d'acqua.

L'infiltrazione idrica nel sottosuolo, il cui effetto negativo ai fini della stabilità è stato illustrato in precedenza, viene spesso favorita da fattori artificiali. Uno di questi è l'abbandono progressivo della coltivazione dei campi che si estendono sui vasti pianori costituiti dalle formazioni vulcaniche.

Un tempo l'intensa attività agricola della valle determinava una rigorosa regolazione delle acque di ruscellamento superficiale, una attenta manutenzione delle opere di presa delle acque sorgive, un continuo ripristino delle opere di sostegno e delle capillari canalizzazioni realizzate. Ora invece questa benefica opera di conservazione è venuta man mano a mancare e questo purtroppo gioca a favore dell'infiltrazione di acqua nel sottosuolo. Si osservano per esempio frequenti fossetti, una volta mantenuti funzionanti, non più in grado di smaltire l'apporto anche di piogge modeste, perchè intasati o parzialmente distrutti: e ciò determina logicamente trabocchi e ristagni d'acqua.

Un'altra importante causa artificiale delle frane individuate nella valle del Chiampo è risultata essere l'attività estrattiva diffusa sui fianchi vallivi e di cui si tratterà a parte, nel capitolo seguente.

A questo punto, dopo aver esposto i caratteri principali dei movimenti franosi nel territorio esaminato, si deve porre particolare attenzione su di un dato molto importante ottenuto dalle ricerche svolte: la maggior parte delle frane individuate sono attualmente suscettibili di evoluzione e quindi le aree già in dissesto possono subire un ulteriore allargamento.

Dai risultati ottenuti mediante l'esame dei singoli movimenti franosi (che ha permesso di precisare la natura del terreno generalmente colpito dai dissesti, i tipi più comuni di frane e i fattori causali) è possibile indirizzare, naturalmente in modo indicativo, eventuali programmi di stabilizzazione delle aree in dissesto e di conservazione del suolo.

Qualsiasi intervento, per risultare veramente efficace, deve tendere all'eliminazione o al contrasto delle cause che determinano il movimento. Nel caso in esame il fattore causale su cui è possibile agire è l'infiltrazione d'acqua nel sottosuolo: occorre in altre parole operare in modo che la copertura argillosa dei substrati rocciosi di natura vulcanica si impregni d'acqua il meno possibile.

Non è opportuno in questa sede scendere nei particolari, poichè ogni caso richiede un esame singolo. Comunque in generale può risultare valida qualsiasi opera che favorisca il rapido smaltimento a valle delle acque di ruscellamento entro canalizzazioni funzionali, che impedisca ristagni e che eviti l'arrivo di acque superficiali o sotterranee nelle zone costituite da terreni potenzialmente franosi.

6 - RELAZIONI TRA ATTIVITA' ESTRATTIVA E MOVIMENTI FRANOSI

Da lungo tempo nella valle del Chiampo esiste una fiorente attività estrattiva che sfrutta con numerose cave a cielo aperto le porzioni più pregiate dei calcari nummulitici affioranti con continuità sui due fianchi vallivi.

Essa rappresenta un fattore tra i più importanti nell'economia dell'intero territorio, anche perchè a fianco dell'attività di cava sono sorti innumerevoli laboratori per la lavorazione dei « marmi ».

E' dunque un aspetto sociale che va protetto ed incoraggiato, ma anche razionalmente programmato ed indirizzato. Quest'ultima osservazione scaturisce in base a quanto è risultato dalle indagini svolte sui dissesti del suolo: il 20 % dei movimenti franosi individuati fino all'estate del 1971 sono risultati in qualche modo legati ai lavori svoltisi in cave attive o recentemente abbandonate.

Quanto si espone in questo capitolo, ben lungi dal voler assumere un carattere polemico, ha il solo scopo di analizzare i problemi che l'attività di cava può creare nei riguardi della conservazione del suolo, e fornire dei dati tecnici che si ritengono utili per la loro soluzione.

Nella valle del Chiampo le cave possono determinare fenomeni di dissesto oppure favorire i movimenti franosi in svariati modi. Si tenga presente che i banchi calcarei coltivati, a giacitura suborizzontale o leggermente inclinata, si trovano intercalati a formazioni vulcaniche di natura tufacea quasi ovunque ricoperte da una spessa coltre di degradazione.

Il progredire del fronte di cava verso l'interno del versante richiede sovente ampi sbancamenti della copertura vulcanoclastica, che rimane spesso limitata da scarpate artificiali notevolmente inclinate e alte anche parecchi metri. Mentre in genere

il substrato vulcanico si mantiene relativamente stabile, la coltre argillosa di alterazione può invece venire colpita da scoscendimenti che risalgono progressivamente il versante, dissestando il terreno per decine di metri a monte del fronte di cava: lo testimoniano vari esempi osservati.

La necessaria scopertura del tetto dei banchi calcarei produce quantitativi spesso rilevanti di materiali argillosi di alterazione o di depositi tufacei facilmente e rapidamente degradabili, completamente disgregati dai macchinari usati per lo sbancamento, che devono essere trasportati e depositati altrove. Generalmente essi vengono scaricati a valle delle cave stesse, frammisti sovente con i materiali calcarei di scarto, costituiti da massi e blocchi informi.

Questi accumuli argillosi o a matrice argillosa, praticamente privi di coesione, spesso depositati con pendenze accentuate e su superfici inclinate, risultano frequentemente instabili, tendendo a scoscendere o a colare a valle.

Le dimensioni degli accumuli di discarica in alcuni casi sono veramente notevoli, dell'ordine delle decine di migliaia di metri cubi. Essi quindi determinano talora un sovraccarico considerevole sui terreni di appoggio, soprattutto quando la porzione calcarea è predominante: ciò può causare in certe condizioni la rottura dell'equilibrio statico degli stessi terreni di base, quando questi, come spesso si verifica, sono rappresentati dalla copertura argillosa dei substrati vulcanici al letto degli orizzonti calcarei in cui sono aperte le cave. Sono stati individuati esempi di dissesti di questo tipo che investono aree veramente vaste a valle delle zone di discarica, dissesti che talora si manifestano con singolari deformazioni plastiche del sottosuolo: abbassamenti nelle zone caricate e rigonfiamenti a valle, anche a notevole distanza, senza che la superficie del suolo mostri particolari segni di dissesto.

L'attività estrattiva, oltre che giocare sfavorevolmente sulla stabilità dei versanti nei modi descritti, può contribuire ai dissesti anche in maniera indiretta.

Infatti gli sbancamenti dei versanti in certi casi determinano dei disordini di carattere idrologico. Questo si può verificare quando i fronti di cava intercettano il corso di vallette che nei periodi piovosi convogliano quantitativi non trascurabili di acqua; o interrompono il naturale deflusso di acque sotterranee; oppure quando i piazzali di cava scaricano a valle le acque, che talora vi si accumulano abbondantemente, in zone potenzialmente franose o nelle aree di discarica; infine quando la deposizione dei materiali di rifiuto avviene sul fondo di vallette o comunque in zone dove ostacolano il naturale deflusso delle acque superficiali.

Tutte queste situazioni favoriscono notevolmente l'infiltrazione idrica nel sottosuolo, infiltrazione che in pratica rappresenta la causa principale dei movimenti franosi nella regione esaminata.

Si comprende facilmente da quanto abbiamo esposto la necessità di adottare attente precauzioni ed accorgimenti particolari sia nello svolgimento dell'attività estrattiva e sia in certi casi nell'ubicazione della cava stessa.

Talvolta sono sufficienti opere di modesto valore economico, purchè razionali, per evitare il verificarsi di situazioni di instabilità che possono poi incidere in modo molto oneroso.

Non è qui possibile indicare le modalità più adatte per la coltivazione delle cave nella vallata, poichè ogni caso deve essere risolto singolarmente in funzione dei caratteri geologici, topografici ed idrologici della zona interessata. Comunque, da quanto è stato esposto, si può già avere un utile quadro dei numerosi problemi che si pongono e che è necessario risolvere.

7 - LA FRANOSITA' DELLA VALLE DEL CHIAMPO

Per poter valutare la distribuzione delle zone predisposte ai movimenti franosi venne compilata una Carta geolitologica dove i vari terreni sono distinti in cinque classi di franosità, ciascuna delle quali riunisce litotipi simili o anche diversi ma con analoghe caratteristiche statiche.

Nella carta si è ritenuto opportuno introdurre un numero maggiore di suddivisioni (sette) sia per non mascherare eccessivamente il quadro della situazione geologica e sia per l'utilità che può offrire un certo dettaglio per altri problemi tecnici.

Si sono così tenuti distinti, pur appartenendo alla stessa classe di franosità, i basalti alterati e le breccie vulcaniche dagli accumuli detritici in genere; a parte sono indicate le alluvioni di fondovalle, formate prevalentemente da ciottoli e ghiaie: il fatto che esse costituiscano il sottosuolo di aree pianeggianti e attraversate dal torrente Chiampo con un alveo completamente arginato e imbrigliato (che tra l'altro ha retto egregiamente anche in occasione dell'alluvione del 1966) ci ha indotto a non includerle in alcuna classe di franosità.

Il grado di predisposizione dei vari terreni ai movimenti franosi venne valutato sulla base sia di osservazioni qualitative riguardanti i caratteri litologici, tettonici, meccanici, di degradabilità, ecc. e sia della distribuzione numerica e percentuale delle aree di frana individuate.

A bassissima franosità si ritengono le formazioni che, in virtù dell'alta coesione, il grande angolo di attrito, l'andamento e la frequenza delle superfici di discontinuità, difficilmente possono essere colpite da fenomeni di dissesto (vedi la Carta geolitologica).

Un basso grado di franosità viene attribuito a quelle rocce calcaree che per la loro fitta stratificazione possono talora dar luogo a coltri detritiche di degradazione suscettibili, in certe condizioni, di qualche dissesto.

Sono valutati a media franosità quelle vulcaniti che, seppur degradate, raramente presentano una coltre di alterazione argillosa e gli accumuli detritici di varia natura più o meno sciolti. Nei terreni inclusi in questa classe già si comincia ad osservare una modesta predisposizione al dissesto.

L'alta e l'altissima franosità si riferisce ai materiali di natura prevalentemente argillosa o ricoperti di norma da coltri argillose. In particolare il grado di maggiore instabilità viene attribuito agli accumuli artificiali di discarica dell'attività estrattiva, che frequentemente risultano costituiti da porzioni elevate di materiali argillosi e

depositati con forti pendenze e spessori notevoli. Anche nei casi di discariche di natura prevalentemente calcarea la stabilità della zona interessata può venire compromessa dal forte carico che esse esercitano quando i terreni di appoggio siano argillosi.

Sui versanti formati dai materiali appartenenti a questi due ultimi gradi di franosità i movimenti del suolo sono frequentissimi.

La superficie totale delle aree dissestate, come si è esposto in precedenza, raggiungeva nel 1971 i 160 ettari, pari a poco meno dell'1,7% della superficie montuosa del bacino. Se si considerano anche i gravi dissesti verificatisi nel 1972, che hanno interessato sia zone parzialmente già franose e sia aree fino ad allora stabili, la superficie complessiva di territorio colpito da movimenti del suolo può essere valutata attorno ai 260 ettari, cioè circa il 2,5 % dell'area totale della vallata.

Non è un valore complessivo particolarmente elevato. Tuttavia il fenomeno dei movimenti franosi nella valle del Chiampo deve venire considerato alla luce di queste importanti constatazioni: la diffusa distribuzione e il numero notevole delle aree in frana; la possibilità di evoluzione che mostrano gran parte delle frane individuate, molte delle quali si trovano in movimento da anni; la rilevante estensione delle aree costituite da terreni potenzialmente franosi, che conferisce alla vallata un'alta predisposizione al dissesto.

La superficie globale di queste ultime, che comprende le zone di affioramento di materiali classificati ad alta e altissima franosità, risulta poco più di 26 Km² pari a circa il 25 % dell'area totale dei rilievi del bacino.

Si può valutare la possibilità di evoluzione del fenomeno franoso dal rapporto tra la superficie complessiva delle aree in frana e l'estensione delle zone potenzialmente franose: il valore che si ottiene è del 10 %.

E' lecito a questo punto affermare che il territorio della valle del Chiampo non risulta colpito in modo esteso da movimenti franosi, ma tuttavia mostra una notevole predisposizione ai fenomeni di frana.

Quest'ultima constatazione, derivata da tutta una serie di dati di fatto e facilmente comprensibile da quanto si è finora esposto, rappresenta uno dei risultati più importanti dello studio. L'individuazione e la localizzazione delle zone suscettibili di dissesto futuro indicano dove è necessario intervenire per la difesa del suolo, oltre a fornire ai tecnici la possibilità di agire adeguatamente nella programmazione di opere di pubblico interesse.

Fortunatamente sono piuttosto rare le attuali aree di frana in cui è ormai difficile realizzare una sistemazione definitiva; in generale si può ancora intervenire con successo.

E' però il caso di sottolineare che l'intervento dei tecnici deve essere rivolto in modo particolare ad un'ampia azione preventiva, che deve tenere in evidenza, oltre alle varie situazioni che si presentano nei singoli casi, soprattutto le modalità più frequenti con le quali si verificano i movimenti franosi nella vallata del Chiampo.

RIASSUNTO

La franosità della Valle del Torrente Chiampo viene analizzata sulla base del rilevamento geolitologico e dell'esame degli 80 movimenti franosi individuati. I risultati consentono di riunire le varie formazioni rocciose in 5 classi di franosità.

Il territorio esaminato mostra una netta predisposizione ai movimenti franosi, dovuta soprattutto alla larga diffusione della copertura argillosa di vulcaniti basaltiche.

Vengono indicate le aree suscettibili di dissesto ed i rimedi generali atti alla protezione del suolo.

Vengono anche esaminati i rapporti tra l'attività estrattiva in cave a cielo aperto ed i movimenti franosi.

ABSTRACT

The slope stability of the Chiampo Valley (Lessinian Alps, N. Italy) is analysed on the basis of the geolithological field survey and the examination of 80 individualized landslip movements. The results obtained allowed us to classify the various rocky formations into 5 degrees of stability.

The examined area shows a definite predisposition towards landslip movements, due principally to the widespread clayey cover of basaltic volcanites.

The areas susceptible to mass-wasting are indicated, together with generalized remedies for avoiding land disorders.

The relationships between open quarrying and landslip movements are also taken into examination.

B I B L I O G R A F I A

- ACCORDI B. *et al.*, 1969 - *Idrogeologia dell'alto bacino del Liri (Appennino Centrale). Ricerche geologiche, climatiche, idrologiche, vegetazionali, geomorfiche e sistematorie.* Geol. Romana, 8, pp. 1-559, 170 fig. n. t., 3 tav. f. t., Roma.
- BARBIERI G., 1972 - *Sul significato geologico della faglia di Castelvero.* Atti e Mem. Acc. Patav. SS. LL. AA., Cl. Sc. Mat. Nat., 84, pp. 297-302, Padova.
- BARBIERI G., MEDIZZA F., 1969 - *Contributo alla conoscenza geologica della regione di Bolca.* Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, 27, pp. 1-36, 7 fig. n. t., 1 tav. f. t., Padova.
- CAFFARATTI M., 1913 - *Il bacino del Chiampo. Morfologia, idrografia e carta della permeabilità delle rocce.* Uff. Idrogr. Mag. Acque, pubbl. n. 46 e 47, pp. 1-45, 4 fig. n. t., 6 tav. f. t., Venezia.
- CARRARO F., 1964 - *Nuovi dati per la geologia dei Lessini sud-occidentali.* Boll. Soc. Geol. Ital., 83, pp. 315-334, 1 fig. n. t., 1 tav. n. t., Roma.
- CESTARI G., 1971 - *Carta sperimentale della franosità alla scala 1 : 200.000 del Foglio 198 (Eboli).* Geol. Tecnica, n. 4, pp. 137-143, 2 fig. n. t., Milano.
- CIVITA M., LUCINI P., 1968 - *Sulla franosità nella zona nord-occidentale della Penisola Sorrentina (Campania).* Mem. e note Ist. Geol. Appl. Napoli, 10, pp. 1-58, 17 fig. n. t., 2 tav. f. t., Napoli.
- COTECCHIA V., 1959 - *Il dissesto idrogeologico nella provincia di Matera.* Ann. Fac. Ing. Univ. Bari, 3, pp. 363-388, 20 fig. n. t., 4 tav. n. t., Bari.
- DAL PRÀ A., 1968 - *I movimenti franosi e l'alluvione del T. Posina avvenuti presso Arsiero (Prealpi Vicentine) nel novembre 1966.* Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., 80, pp. 41-66, 9 fig. n. t., 2 tav. f. t., Padova.
- DAL PRÀ A., 1970 - *Considerazioni generali sui rapporti tra la situazione geologica e i fenomeni di erosione torrentizia e di frana nei bacini montani del Vicentino.* Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., 82, pp. 221-241, 9 fig. n. t., Padova.
- DAL PRÀ A., SEDEA R., 1972 - *Relazione geologica sui movimenti franosi verificatisi durante i mesi di febbraio e marzo 1972 in Comune di Chiampo sul fianco sinistro della vallata nella zona delle contrade Furlani, Filippozzi e De Facci.* Relazione inedita all'Amm. Comunale di Chiampo. pp. 1-22, 38 fig. n. t., 4 tav. f. t., Padova.
- DE BOER J., 1963 - *The geology of the Vicentinian Alps (NE - Italy).* Geol. Ultraiect., 11, 178 pp., 52 fig. n. t., 2 tav. f. t., Utrecht.
- DE ZANCHE V., CONTERNO T., 1972 - *Contributo alla conoscenza geologica dell'orizzonte eocenico di Roncà nel Veronese e nel Vicentino.* Atti e Mem. Acc. Patav. SS. LL. AA., Cl. Sc. Mat. Nat., 84, pp. 287-295, Padova.

- FABIANI R., 1914 - *La serie stratigrafica del M. Bolca e dei suoi dintorni*. Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova, 2, pp. 223-235, 2 tav., 1 carta geol. 1 : 10.000, Padova.
- FABIANI R., 1915 - *Il Paleogene del Veneto*. Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova, 3, pp. 1-336, 36 fig. n. t., 9 tav. f. t., 1 carta geol. 1 : 500.000, Padova.
- FRANCANI V., 1969 - *I movimenti franosi della Val Tartaro (Valtellina, Sondrio)*. Geol. Tecnica, n. 3, pp. 73-82, 6 fig. n. t., Milano.
- FRANCANI V., 1969 - *I movimenti franosi della Valmalenco (Sondrio)*. Geol. Tecnica, n. 6, pp. 219-233, 7 fig. n. t., Milano.
- FRANCESCHETTI B., 1962 - *La degradazione accelerata nei bacini montani del fiume Astico e dei torrenti Laverda e Longhella (Prov. di Vicenza)*. C.N.R. L'erosione del suolo in Italia, n. 1, pp. 1-129, 30 fig. n. t., 4 tav. f. t., Padova.
- GELMINI R., PELLEGRINI M., 1969 - *Le frane del bacino del Panaro*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, C., pp. 112-149, 22 fig. n. t., 2 tav. f. t., Modena.
- MEDIZZA F., 1965 - *Ricerche micropaleontologico-stratigrafiche sulle formazioni al limite tra Cretaceo e Terziario nell'alta Valle del Chiampo (Lessini orientali)*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, 25, pp. 1-41, 5 fig. n. t., 3 tav. n. t., Padova.
- MELIDORO G., 1971 - *Movimenti franosi e zonizzazione del bacino del fiume Fortore*. Geol. Appl. e Idrogeol., VI, pp. 17-39, 6 fig. n. t., 3 tav. f. t., Bari.
- MELIDORO G., GUERRICCHIO A., 1969 - *Geologia, fenomeni franosi e problemi di difesa del suolo nel Vallone Colella (Aspromonte)*. Geol. Appl. e Idrogeol., 4, pp. 63-83, 6 fig. n. t., 2 tav. f. t., Bari.
- MOZZI G., 1965 - *Accumuli da risedimentazione paleocenici nell'Alta Valle del Chiampo (Lessini Orientali)*. Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., 77, pp. 217-239, 6 fig. n. t., 3 tav. n. t., Padova.
- NICOTERA P., 1959 - *Lo stato di dissesto idrogeologico della penisola calabrese*. Geotecnica, n. 6, pp. 1-40, 22 fig. n. t., 8 tav. n. t., 8 tab. f. t., Milano.
- PETRUCCHI F., 1972 - *Il bacino del torrente Cinghio (Prov. Parma) - Studio sulla stabilità dei versanti e conservazione del suolo*. Mem. Soc. Ital. Sc. Nat. e Museo Civ. St. Nat. Milano, XX, pp. 83-127, 35 fig. n. t., 1 tav. f. t., Milano.
- PICCOLI G., 1964 - *Tettonica e attività vulcanica nel Paleogene dei Lessini (Alpi Meridionali, Italia)*. XXII Int. Geol. Congr. New Delhi 1964, pp. 497-513, 3 fig. n. t., New Delhi.
- PICCOLI G., 1965 - *Rapporto tra gli allineamenti dei centri vulcanici paleogenici e le strutture tettoniche attuali nei Lessini*. Boll. Soc. Geol. Ital., 84, pp. 141-157, 1 tav. f. t., Roma.
- PICCOLI G., 1966 - *Studio geologico del vulcanismo paleogenico veneto*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, 26, pp. 1-100, 16 fig. n. t., 5 tav. f. t., Padova.
- PICCOLI G., DE ZANCHE V., 1968 - *Rapporti tra vulcanismo e sedimentazione nel Paleogene del Veneto (Italia nord-orientale)*. XXIII Int. Geol. Congr. Praha 1968, 2, pp. 49-60, 4 fig. n. t., Praha.
- RADINA B., 1964 - *Contributo alla conoscenza del dissesto idrogeologico del versante jonico-lucano*. Boll. Soc. Nat. Napoli, 73, pp. 211-266, 11 fig. n. t., 2 tav. f. t., Napoli.
- SFONDRINI G., 1970 - *Il bacino del Bitto (Sondrio): la stabilità dei versanti connessa con la situazione idrogeologica*. Geol. Tecnica, n. 3, pp. 3-23, 12 fig. n. t., Milano.

- VALENTINI G., 1967 - *Un modello statistico nello studio della franosità nel quadro morfologico, geologico e geotecnico della media valle del F. Fortore*. Geol. Appl. e Idrogeol., 2, pp. 197-226, 13 fig. n. t., 1 tav. f. t., Bari.
- VENZO G. A., 1960 - *Fenomeni franosi nel Trentino*. Mem. Mus. Trident. Sc. Nat., 13, fasc. 2, pp. 5-118, 49 fig. n. t., 5 tav. f. t., Trento.
- VENZO G. A., 1968 - *Rapporti e relazioni fra caratteristiche geologiche e aspetti della grande alluvione del novembre 1966 nel Trentino*. Atti Acc. Naz. Lincei, Convegno: Le Scienze della Natura di fronte agli eventi idrogeologici, pp. 147-160, 14 fig. n. t., Roma.
- VENZO G. A., LARGAIOLLI T., 1969 - *Il bacino del Chieppena (Trentino). Stratigrafia - Tettonica - Geomorfologia e idrologia - Fenomeni franosi*. Mem. Mus. Trident. Sc. Nat., 17, fasc. 2, pp. 1-103, 72 fig. n. t., 3 tav. f. t., Trento.
- VENZO G. A., LARGAIOLLI T., 1970 - *Il bacino del Cinaga (Trentino). Stratigrafia-Tettonica, Geomorfologia e Idrologia, Fenomeni franosi*. Mem. Museo Tridentino Sc. Nat., 18, pp. 144-172, 19 fig. n. t., 2 tav. f. t., Trento.
- VENZO G. A., ULCIGRAI F., 1970 - *Studio geologico della zona di Mezzano e Imer (Val Cismon-Trentino) - Stratigrafia, Tettonica, Geomorfologia e Idrologia - Fenomeni franosi*. Mem. Museo Tridentino Sc. Nat., 18, pp. 83-140, 37 fig. n. t., 3 tav. f. t., Trento.
- ZANFERRARI A., 1972 - *Primi risultati di uno studio geologico sugli Alti Lessini centro-orientali tra la Valle dell'Agno e il Progno d'Illasi*. Atti e Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat., 84, pp. 23-49, 6 fig. n. t., 1 tav. f. t., Padova.

I N D I C E

PREMESSA	Pag. 3
CENNI GENERALI	» 4
GEOLOGIA	» 5
CENNI SUL DRENAGGIO E SULL'ACCLIVITA'	» 12
I MOVIMENTI FRANOSI	» 14
RELAZIONI TRA ATTIVITA' ESTRATTIVA E MOVIMENTI FRANOSI	» 19
LA FRANOSITA' DELLA VALLE DEL CHIAMPO	» 21
RIASSUNTO	» 23
ABSTRACT	» 23
BIBLIOGRAFIA	» 24