

SIRIO CICCACCI, DONATELLA DE RITA & PAOLA FREDI (*)

GEOMORFOLOGIA QUANTITATIVA E MORFONEOTETTONICA DELL'AREA DI MORLUPO-CASTELNUOVO DI PORTO NEI MONTI SABATINI (LAZIO) (**)

Abstract: CICCACCI S., DE RITA D. & FREDI P., *Quantitative Geomorphology and Morphoneotectonics of the Morlupo-Castelnuovo di Porto area (Monti Sabatini, Latium).*

Within the Sabatini volcanic Complex, active between 0.6 and 0.05 m.y. b.p., the easternmost section, extending from Riano as far as Castelnuovo di Porto, is considered; the aim is to evaluate the way recent tectonics influenced the present landforms.

This area is located on the eastern edge of the graben, in which the whole Sabatini volcanism evolved, and is the place where the Morlupo-Castelnuovo di Porto eruptive center developed about 0.6 m.y. ago. This center, the oldest of the eastern sector of the volcanic complex, is not discernible on field, but its pyroclastics cover most of the studied area, even if some products of the westernmost and younger Sacrofano center are present.

Morphodynamic processes are particularly marked all over the area; the morphogenetic action is mainly due to channelled running waters, they cut the volcanic cover very deeply, which often makes the Plio-Pleistocene clayey-sandy lithotypes outcrop. Morphographic and morphometric characters of drainage networks show that many anomalies exist in the spatial arrangement and in the flow direction of fluvial channels, the latter being often inconsistent with regional and local slopes. Moreover, the two parameters index and density of hierarchical anomaly show generally anomalous values; which testifies for a poor organization of the drainage networks. Furthermore, the areal distribution of drainage density and of relief energy values, calculated for unit of area, shows frequent irregularities that cannot be explained by lithological conditions alone.

These irregularities, the peculiar geometry of drainage nets and their low degree of hierarchical organization, taken as a whole, suggest that watercourse directions are strictly controlled by deep structure.

Field survey shows that many morphological situations are clearly depending on recent tectonics; many morphotectonic evidences allow the identification of three main tectonic alignments trending respectively NW-SE, NE-SW and N-S. Finally, framing these alignments in a regional context, the attempt is made to establish the role they played in defining the morphological evolution of the area.

KEY WORDS: Morphoneotectonics, Quantitative Geomorphology, M. Sabatini, Latium.

Riassunto: CICCACCI S., DE RITA D. & FREDI P., *Geomorfologia quantitativa e morfoneotettonica nell'area di Morlupo-Castelnuovo di Porto nei Monti Sabatini (Lazio).*

Nell'ambito del Complesso vulcanico sabatino (Lazio), attivo a partire da 0,6 m.a. fino a circa 0,05 m.a. dal presente viene presa in considerazione la porzione più orientale compresa tra gli abitati di Riano e Rignano Flaminio, al fine di valutare l'influenza esercitata dai movimenti tettonici recenti sulle forme del rilievo.

L'area in esame è ubicata al margine orientale del «Graben principale» in cui si è impostato tutto il vulcanismo sabatino e rappresenta la sede in cui si è sviluppata, intorno a 0,6 m.a. fa, l'attività del centro di Morlupo-Castelnuovo di Porto, il più antico del settore orientale del complesso vulcanico. È all'attività di questo centro, non identificabile sul terreno, che si deve la deposizione della maggior parte delle piroclastiti affioranti nell'area, alle quali si intercalano e si sovrappongono, comunque, anche i prodotti del centro di Sacrofano, ubicato più ad Ovest e di età posteriore.

Caratteristica di tutta l'area studiata è l'esistenza di processi morfodinamici particolarmente vivaci; questi sono dovuti soprattutto all'azione delle acque correnti superficiali prevalentemente incanalate, la cui capacità erosiva è tale da portare spesso a giorno i litotipi argilloso-sabbiosi plio-pleistocenici sottostanti la spessa copertura vulcanica. L'esame delle caratteristiche morfografiche e morfometriche della rete idrografica mette in luce l'esistenza di numerose anomalie che riguardano sia la disposizione spaziale che la direzione di scorrimento delle aste; quest'ultima, in particolare, si presenta spesso discordante rispetto alle pendenze regionali e locali. Anche i valori dei parametri gerarchici (indice e densità di anomalia gerarchica) si presentano spesso anomali ed evidenziano come i reticoli idrografici siano generalmente poco organizzati. Infine, l'andamento areale dei parametri densità di drenaggio ed energia di rilievo, calcolati per aree unitarie, mette in risalto l'esistenza di situazioni non giustificabili con le sole condizioni litologiche.

Le osservazioni eseguite sulle caratteristiche geometriche e sull'organizzazione gerarchica dei reticoli idrografici, unite a quelle che riguardano la distribuzione spesso anomala dei valori della densità di drenaggio e dell'energia di rilievo indicano come lo scorrimento delle acque incanalate risenta di un marcato controllo strutturale.

I risultati delle indagini di campagna confermano queste osservazioni, evidenziando l'esistenza di situazioni morfologiche chiaramente controllate dalla struttura geologica; numerosi indizi morfotettonici consentono di individuare tre principali allineamenti con direzione NW-SE, NE-SW e N-S, corrispondenti ad altrettante direttrici tettoniche. Infine, l'inquadramento di queste ultime in un contesto regionale consente di stabilire il ruolo da esse svolto nella evoluzione geomorfologica dell'area.

TERMINI CHIAVE: Morfoneotettonica, Geomorfologia quantitativa, Complesso vulcanico sabatino, Lazio.

(*) Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Roma «La Sapienza».

(**) Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R. e del Ministero della Pubblica Istruzione (Resp. locale: E. Lupia Palmieri), nell'ambito del Progetto Nazionale di Ricerca del M.P.I. «Morfoneotettonica» (Fondi 40%).

INTRODUZIONE

Il lavoro si inquadra nell'ambito delle ricerche di morfotettonica condotte nell'area dei Monti Sabatini, un'area a Nord di Roma, interessata da attività vulcanica a partire da circa 0,6 m.a. fino a circa 0,05 m.a. fa.

Una prima indagine condotta a scala regionale ha portato alla definizione delle principali caratteristiche morfologiche di tutto il Complesso vulcanico sabatino (BIASINI & *alii*, 1986; CICCACCI & *alii*, 1986). Indagini successive di maggior dettaglio sono state condotte su aree più ristrette, di notevole interesse sia morfologico sia vulcanotettonico; particolare attenzione è stata rivolta al settore orientale, nel quale, tra l'altro, sono presenti i principali centri di emissione di tutto il complesso sabatino (CICCACCI & *alii*, 1988).

Nel presente lavoro è stata presa in considerazione la porzione più orientale di questo settore, compresa tra la caldera di Sacrofano ad Ovest, la piana del Fiume Tevere ad Est e gli abitati di Riano e Rignano Flaminio, rispettivamente a Sud e a Nord. Tale scelta è derivata principalmente dalla constatazione che, nell'ambito di tutto il complesso vulcanico, quest'area è caratterizzata da una dinamica morfologica particolarmente vivace, e ciò suggerisce la possibilità che l'attività tettonica, certamente recente nell'intero Complesso sabatino, si sia protratta fino a tempi recentissimi soprattutto nella porzione più orientale. In effetti l'unica porzione dell'intero Complesso vulcanico sabatino dove si manifesti attualmente una attività sismica, seppur limitata, è quella orientale compresa tra Sacrofano ad Ovest e la valle del F. Tevere ad Est.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Il settore orientale del Complesso vulcanico sabatino presenta una notevole complessità geologico-strutturale; sulla sua evoluzione hanno sicuramente influito i motivi tettonici distensivi a scala regionale che, a partire dal Pliocene medio-superiore, hanno controllato tutta la storia del margine tirrenico.

La parte più orientale di tale settore, esaminata nel presente lavoro, rappresenta l'area di raccordo tra il Monte Soratte e l'area ribassata del cosiddetto «graben principale» in cui si è impostato il Complesso vulcanico sabatino; tale raccordo è avvenuto tramite una serie di gradini tettonici ad andamento prevalente NW-SE (BORTOLANI & CARUGNO, 1979). Motivi trasversali hanno complicato la struttura, determinando il sollevamento della zona Morlupo-Castelnuovo di Porto, sede di deposizione del ciclo neoautoctono, e portando in affioramento alle quote più elevate di tutto il Complesso sabatino le argille del Plio-Pleistocene. In corrispondenza di questa zona rialzata si è impostato il centro di Morlupo-Castelnuovo di Porto, alla cui attività, datata intorno ai 0,6 m.a. fa, si deve la deposizione della maggior parte delle piroclastiti affioranti nell'area esaminata. L'attività di tale centro, la cui localizzazione risulta problematica per gli intensi fenomeni di erosione e per l'am-

pio mascheramento ad opera dell'attività vulcanica successiva, è la più antica del settore orientale e segue di poco quella del Complesso acido Tolfetano — Cerite — Manziati (2,5 m.a.) ubicato subito ad Ovest del Complesso sabatino. La presenza, alla base della serie piroclastica di Morlupo, di una lava trachitica, affiorante poco a Sud dell'abitato omonimo, rende estremamente probabile la localizzazione del centro proprio in questa zona.

La costruzione dell'edificio centrale di Morlupo-Castelnuovo di Porto è avvenuta tramite la deposizione di una serie di piroclastiti ed idromagmatiti spessa circa 80 m e costituita da un'alternanza di cineriti ricche in pomici, livelli a pisoidi e livelli più grossolani a lapilli e scorie. La serie è chiusa al tetto da un agglomerato caotico ricco in inclusi olocristallini e sedimentari (piroclastiti di Morlupo; fig. 1). Sulla serie piroclastica di Morlupo poggia la I^a colata piroclastica di Sacrofano («tufo giallo della Via Tiberina» *Auct.*); tale colata segnala l'inizio della fase di maggiore attività del centro di Sacrofano, ubicato più ad Ovest, che rappresenta l'edificio centrale più importante del Complesso vulcanico sabatino (DE RITA & *alii*, 1983).

L'attività del centro Morlupo-Castelnuovo di Porto si è chiusa con l'emissione di una colata piroclastica alla cui messa in posto hanno sicuramente contribuito fenomeni di interazione acqua/magma («tufo giallo»: DE RITA & SPASATO, 1988).

Nella zona settentrionale dell'area studiata, tra gli abitati di Morlupo e di Castelnuovo di Porto, sulla serie di Morlupo sono presenti sedimenti lacustri e tufitici potenti circa 20 m (BORTOLANI & CARUGNO, 1979), che permettono l'identificazione di una parte depressa estesa fino al Fosso di S. Martino. Quest'ultima risulta abbondantemente colmata dai depositi piroclastici, spessi fino a 100 metri (CORDA & *alii*, 1978) e legati all'attività stromboliana di Sacrofano e dei centri limitrofi, attivi subito dopo la chiusura del vulcanismo di Morlupo (Piroclastiti di Sacrofano e dei centri minori; «tufi varicolori stratificati de La Storta»). Tale depressione è stata interessata dalla deposizione del «tufo rosso a scorie nere» *Auct.* che si interrompe bruscamente contro il gradino tettonico del Fosso di S. Martino.

Gli affioramenti del tufo rosso a scorie nere risultano limitati ai margini più settentrionali dell'area studiata, indicando che la zona di Morlupo-Castelnuovo di Porto costituiva una barriera morfologica alla espansione verso Sud di tale colata piroclastica. Analoga situazione si riscontra al margine occidentale dell'area esaminata, dove la colata piroclastica superiore di Sacrofano, responsabile del collasso calderico intorno ai 0,36 m.a. fa, ed i prodotti dell'attività idromagmatica finale si arrestano in corrispondenza del Fosso della Torracchia.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Come già accennato, l'area esaminata è attualmente caratterizzata da processi morfodinamici particolarmente vivaci. L'azione morfogenetica predominante è senza dub-

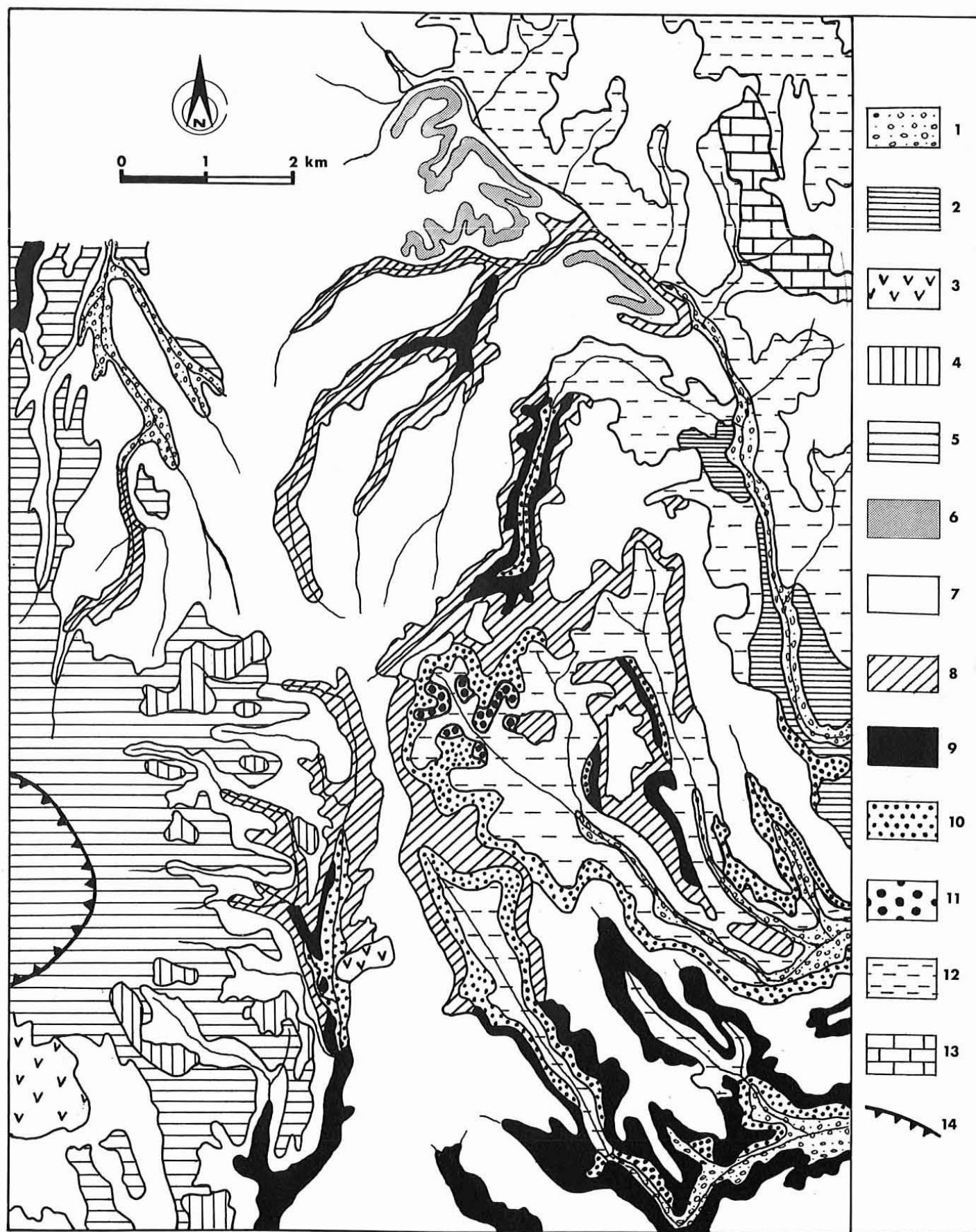


FIG. 1. - Schema geologico: 1) Alluvioni; 2) Travertini; 3) Coni di scorie e lave; 4) Piroclastiti di centri locali; 5) Prodotti dell'attività finale di Sacrofano; 6) Tufo rosso a scorie nere; 7) Prodotti di ricaduta di Sacrofano; 8) Colata piroclastica di Morlupo; 9) Colata piroclastica inferiore di Sacrofano; 10) Piroclastiti di Morlupo; 11) Lava trachitica di Morlupo; 12) Litotipi sabbioso-argillosi plio-pleistocenici; 13) Rocce carbonatiche mesozoiche; 14) Orlo di caldera.

bio quella esercitata dalle acque correnti superficiali, prevalentemente incanalate, che intagliano le coperture vulcaniche così profondamente da portare spesso alla luce le sottostanti unità sedimentarie plio-pleistoceniche. I corsi d'acqua principali, tutti in approfondimento, scorrono in valli generalmente strette e con versanti acclivi, spesso bordate da nette scarpate in corrispondenza dei prodotti vulcanici più coerenti. Decisamente meno efficaci sono attualmente i processi sui versanti, che si ritiene abbiano avuto in passato un ruolo molto importante nel modellamento delle piccole valli a conca, assai caratteristiche del paesaggio dei Monti Sabatini (CICCACCI & *alii*, 1988). Le zone di spartiacque, pur conservando talora un aspetto tabulare dovuto alla messa in posto di colate piroclastiche, si presentano strette e notevolmente articolate, quale conseguenza della marcata erosione regressiva operata dai corsi d'acqua. Questi aspetti morfologici differenziano nettamente il paesaggio dell'area esaminata da quello, meno accidentato e più monotono, della restante parte del settore orientale del Complesso sabatino.

Poiché le acque incanalate rappresentano il principale agente di modellamento dell'area studiata, l'attenzione è stata rivolta innanzitutto alla disposizione spaziale e alle caratteristiche morfometriche della rete idrografica (fig. 2). L'esame dell'andamento del drenaggio superficiale ha messo in luce in primo luogo l'esistenza di numerose irregolarità nella direzione di scorrimento delle aste fluviali; questa, infatti, si presenta spesso anomala tanto rispetto all'attuale pendenza regionale determinata dalla presenza del Fiume Tevere (che defluisce subito ad Est dell'area in studio, con decorso NNE-SSW), quanto rispetto alle pendenze locali create all'interno di ciascun bacino dai corsi d'acqua principali.

L'analisi della distribuzione azimutale delle aste fluviali, eseguita con una metodologia che tiene conto della lunghezza dei singoli tratti considerati come rettilinei (CICCACCI & *alii*, 1986), ha evidenziato che il reticolo idrografico risulta impostato prevalentemente secondo tre direzioni preferenziali orientate NW-SE, NE-SW e N-S (fig. 2). Più in particolare si può dire che nella parte più settentrionale e in quella più meridionale dell'area prevalgono le direzioni N-S e NW-SE, mentre in quella centrale acquista particolare significatività anche la direzione NE-SW.

Oltre a mostrare numerose irregolarità nella disposizione spaziale delle aste, i reticoli idrografici dei bacini esaminati presentano una certa anomalia anche per quanto riguarda l'organizzazione gerarchica. L'esame dell'*indice* (Δa) e della *densità* (ga) di *anomalia gerarchica* (AVENA & *alii*, 1967; AVENA & LUPA PALMIERI, 1969) ha messo in luce come i reticoli idrografici siano generalmente poco organizzati. Valori particolarmente elevati dei due parametri si osservano per i bacini del Fosso di S. Martino (bacino n. 1; $\Delta a = 1,01$ e $ga = 11,52$) e della Marrana di Prima Porta (bacino n. 8; $\Delta a = 1,40$ e $ga = 10,77$); all'interno di quest'ultimo, in particolare, risulta fortemente disorganizzato il reticolo idrografico del Fosso della Torraccia (bacino n. 8a; $\Delta a = 1,45$ e $ga = 12,55$).

Per gli altri bacini si osservano valori più bassi che comunque, date le dimensioni estremamente ridotte e il basso

ordine gerarchico (generalmente il terzo) dei bacini cui si riferiscono, testimoniano ancora una scarsa organizzazione della rete idrografica.

Di notevole interesse appare anche l'esame della *densità di drenaggio* (HORTON, 1945); i suoi valori, calcolati per aree unitarie, mettono in evidenza come nell'ambito dell'intero Complesso vulcanico sabatino, l'area in studio sia quella più densamente drenata ($4 < D < 8$). Una certa variazione areale del parametro si osserva comunque anche all'interno di quest'ultima; in particolare è possibile evidenziare come i valori più elevati della densità di drenaggio si concentrino in corrispondenza del bacino del Fosso di S. Martino e della testata del Fosso della Torraccia. Questa situazione non appare sempre giustificabile con le sole caratteristiche dei litotipi affioranti: è quindi possibile supporre che in queste aree il drenaggio superficiale sia favorito anche dalla presenza di una intensa fratturazione.

Un discorso a parte va fatto per il bacino del Fosso delle Cento Valli, ultimo affluente di destra del Fosso di S. Martino, e per quello del Fosso Chiarano (bacino n. 3). In questi due casi gli alti valori della densità di drenaggio sono fortemente influenzati dalle condizioni litologiche; in quest'area, infatti, affiorano diffusamente i litotipi argilloso-sabbiosi plio-pleistocenici, fortemente erodibili e prevalentemente impermeabili.

Interessanti informazioni si possono ottenere, inoltre, dall'analisi dell'*energia di rilievo*, anch'essa eseguita per aree unitarie. I valori di questo parametro (inteso come il dislivello massimo, espresso in metri, all'interno di ciascuna area unitaria) variano da minimi piuttosto bassi ($Er < 25$ m), osservati in corrispondenza della piana alluvionale del F. Tevere, a massimi che superano i 150 m. Valori piuttosto elevati ($Er > 100$) si riscontrano lungo il Fosso di S. Martino; quelli massimi si addensano nel bacino idrografico del Fosso Chiarano e in quello del Fosso delle Cento Valli. In questi ultimi due bacini l'elevata energia di rilievo è prodotta dalla marcata incisione operata dai corsi d'acqua; questa risulta infatti così efficace da riuscire a portare a giorno i litotipi argilloso-sabbiosi sottostanti la spessa copertura vulcanica. L'accentuata capacità erosiva delle aste fluviali non si osserva invece nei bacini idrografici adiacenti; ciò lascia supporre che la zona drenata dal Fosso delle Cento Valli e dal Fosso Chiarano abbia subito un sollevamento differenziale rispetto alle zone circostanti.

La disposizione geometrica e l'organizzazione gerarchica dei segmenti fluviali, insieme alla distribuzione areale dei valori della densità di drenaggio e dell'energia di rilievo, suggeriscono la possibilità che la rete idrografica dell'area esaminata risenta in modo marcato delle condizioni strutturali del substrato.

Indagini di dettaglio, eseguite mediante il rilevamento di campagna e l'esame di fotografie aeree, hanno permesso di evidenziare situazioni morfologiche assai significative, che mettono in luce il ruolo esercitato dalle condizioni tettoniche nella definizione dell'attuale aspetto morfologico dell'area in studio (fig. 3).

Particolarmente interessante appare a tal riguardo il bacino del Fosso di S. Martino con la sua rete idrografica.

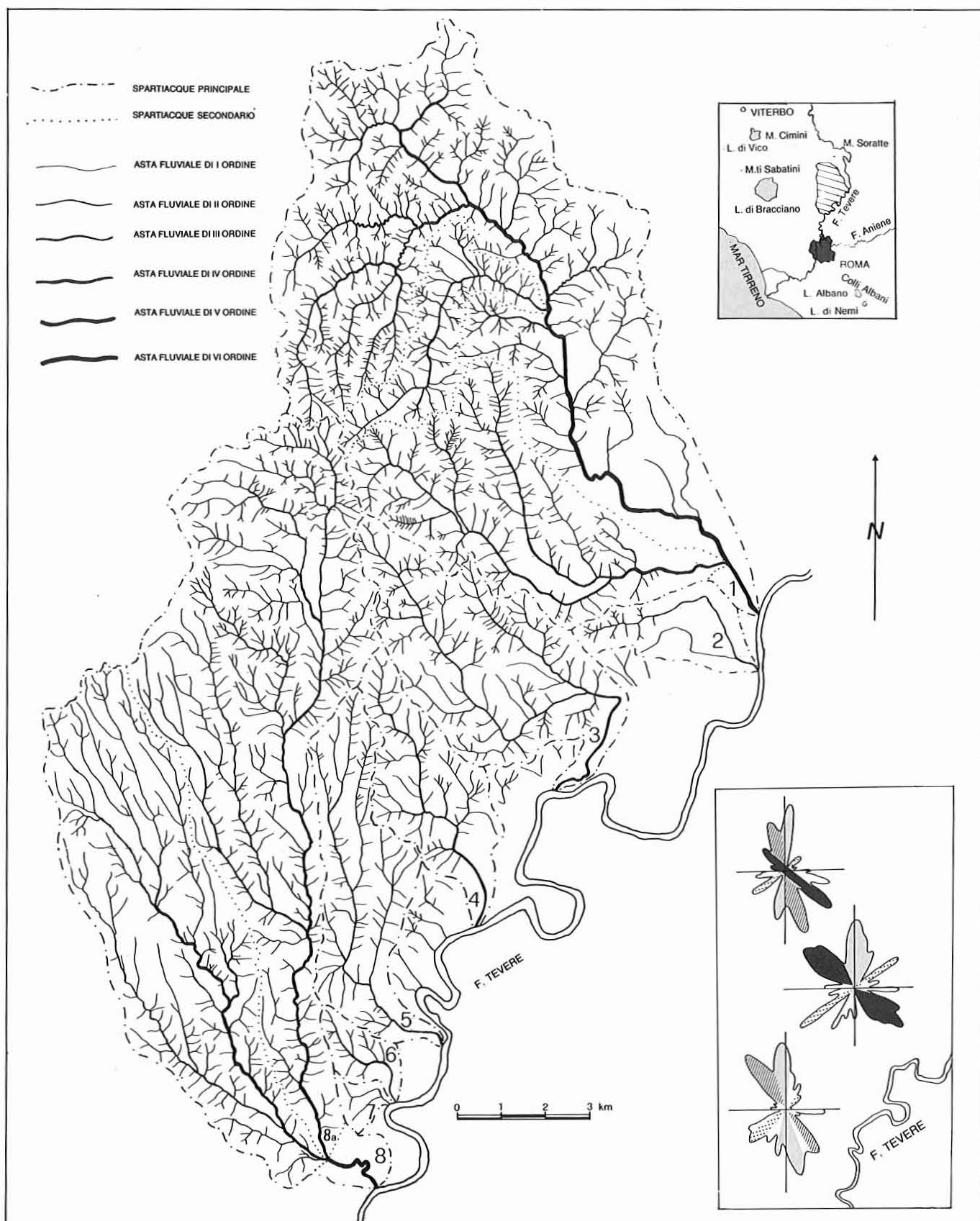


FIG. 2. - Carta del reticolo idrografico. Nel riquadro in basso sono riportate le direzioni preferenziali delle aste fluviali, analizzate per aree parziali (i diagrammi sono centrati sulle tre zone considerate). Le parti superiore ed inferiore dei diagrammi rappresentano le analisi eseguite tenendo conto rispettivamente delle lunghezze e del numero dei segmenti fluviali rettilinei.

Considerato nel suo insieme, questo bacino idrografico mostra una spiccata asimmetria: il versante sinistro si presenta poco esteso e solcato da corsi d'acqua brevi e di basso ordine gerarchico; il versante destro, invece, risulta assai più ampio ed è drenato da una rete idrografica che mostra numerose anomalie nella geometria e nel verso di scorrimento delle acque. I collettori di questo versante destro drenano dapprima in direzione praticamente opposta a quella del corso d'acqua principale, per poi assumere un andamento SW-NE che conservano in definitiva fino alla confluenza con il Fosso di S. Martino. Lungo quest'ultimo tratto i corsi d'acqua, attualmente in approfondimento, scorrono in valli generalmente rettilinee, spesso sottolineate da scarpate alte fino a 10 m (fig. 3). Il corso d'acqua principale presenta nella parte montana un tratto rettilineo e inciso, orientato in direzione NW-SE e bordato in destra da una netta scarpata, anch'essa rettilinea ($h > 15$ m), e intagliata nei materiali vulcanici; questi affiorano in successione regolare dalla colata piroclastica di Morlupo fino ai prodotti di ricaduta di Sacrofano, cui si intercala il tufo rosso a scorie nere. In sinistra, invece, compaiono soltanto i prodotti di ricaduta di Sacrofano, poggiati direttamente su litotipi argilloso-sabbiosi plio-pleistocenici. Questo insieme di osservazioni consente di ipotizzare che nel suo tratto montano il Fosso di S. Martino sia impostato lungo una discontinuità strutturale orientata NW-SE; lungo tale discontinuità si sarebbe generato l'innalzamento relativo del lato orientale, costituendo così una barriera naturale all'espansione verso Est delle due colate piroclastiche (colata piroclastica di Morlupo e Tufo rosso a scorie nere). La messa in posto di queste ultime avrebbe colmato, almeno parzialmente, il dislivello creato dalla dislocazione tettonica; quindi sarebbe avvenuta la deposizione dei prodotti di ricaduta di Sacrofano anche sul lato orientale, deposizione favorita, tra l'altro, dal particolare meccanismo di messa in posto di questi prodotti. I successivi processi di denudazione avrebbero quindi rimosso in buona parte questi ultimi prodotti e favorito la messa a giorno, sul versante sinistro, dei materiali plio-pleistocenici facilmente erodibili. La differenza di erodibilità tra i litotipi affioranti sui due versanti avrebbe infine innescato processi di erosione selettiva e prodotto la scarpata, con immersione opposta a quella dell'originario piano di faglia, che attualmente borda in destra il Fosso di S. Martino.

A questo primo tratto del corso d'acqua con orientazione NW-SE ne segue un secondo più irregolare, che scorre con direzione circa N-S su affioramenti di travertino; l'origine di quest'ultimo potrebbe essere collegata a risalita di acque ricche in bicarbonato di calcio lungo fratture ad orientazione N-S, che potrebbero aver influenzato la stessa impostazione di questo tratto del Fosso di S. Martino.

Infine, nella sua parte terminale il corso d'acqua torna ad assumere nelle linee generali l'andamento NW-SE, analogo a quello del primo tratto, che conserva fino alla confluenza con il F. Tevere.

Una analisi approfondita merita anche la complessa situazione morfologica riscontrata nel bacino idrografico del Fosso della Fontanella, affluente di destra del Fosso di

S. Martino. Il tratto iniziale del corso d'acqua in esame è impostato secondo una direzione SW-NE, che risulta del tutto anomala rispetto all'andamento generale della rete idrografica adiacente; procedendo verso valle il Fosso della Fontanella assume una direzione di scorrimento circa N-S, contraria a quella del Fosso di S. Martino, nel quale poi confluisce dopo aver descritto un'ampia curva. Nella parte montana del suo corso, orientata SW-NE, il Fosso della Fontanella scorre con andamento marcatamente rettilineo in una valle a spiccata asimmetria. Il versante sinistro si presenta più esteso, a minor acclività e drenato da numerose valleciole; il versante destro, a ridosso del quale scorre il collettore principale, è assai più ridotto ed è costituito essenzialmente da una unica scarpata rettilinea ($h > 15$ m), che fa da raccordo tra il fondovalle e la zona di spartiacque. Quest'ultima separa il bacino del Fosso della Fontanella da quello del Fosso delle Cento Valli, che drena in direzione NW-SE, ed è rappresentata da una stretta superficie suborizzontale, interessata da diverse selle che risultano allineate sia con i principali corsi d'acqua della testata del Fosso delle Cento Valli sia con gli affluenti di sinistra del Fosso della Fontanella (fig. 3). Tale allineamento permette di ipotizzare che, in una fase precedente all'attuale, il bacino idrografico del Fosso delle Cento Valli abbia avuto una testata più ampia, tanto da comprendere anche gli attuali affluenti di sinistra del Fosso della Fontanella. La maggiore estensione verso monte della rete idrografica del Fosso delle Cento Valli, in passato, è d'altra parte convalidata dalla presenza di alcuni alvei sepolti osservati in corrispondenza delle suddette selle, sulla parte subverticale che costituisce l'attuale testata del Fosso delle Cento Valli (fig. 3). Tali alvei si presentano incisi nella colata piroclastica di Morlupo e colmati dai prodotti di ricaduta di Sacrofano, che non mostrano invece traccia di incisione fluviale; ciò consente di affermare che la riduzione dell'area di drenaggio del Fosso delle Cento Valli sia avvenuta dopo la messa in posto della colata piroclastica (evento databile intorno a 0,5 m.a. fa) e molto probabilmente prima della fine dell'attività stromboliana di Sacrofano, terminata intorno a 0,36 m.a. fa.

In questo quadro evolutivo si può ritenere che il tratto montano del Fosso della Fontanella si sia impostato tra 0,5 e 0,36 m.a. fa, verosimilmente lungo una faglia orientata SW-NE che sollevando la parte sudorientale del bacino idrografico del Fosso delle Cento Valli ne avrebbe provocato la decapitazione. Il sollevamento del settore a SE della dislocazione tettonica individuata può giustificare ampiamente anche quanto già osservato riguardo il forte approfondimento operato dalla rete idrografica del Fosso delle Cento Valli e del Fosso Chiarano, e riguardo gli elevati valori dell'energia di rilievo che ne conseguono.

Una certa attenzione merita anche il tratto mediano del Fosso della Fontanella, orientato pressapoco in direzione N-S; anche in questo tratto il corso d'acqua scorre in una valle quasi rettilinea, bordata da scarpate molto nette, e mostra inoltre una capacità erosiva più marcata rispetto a quella di corsi d'acqua adiacenti a decorso analogo. Queste caratteristiche lasciano supporre che anche questa parte del

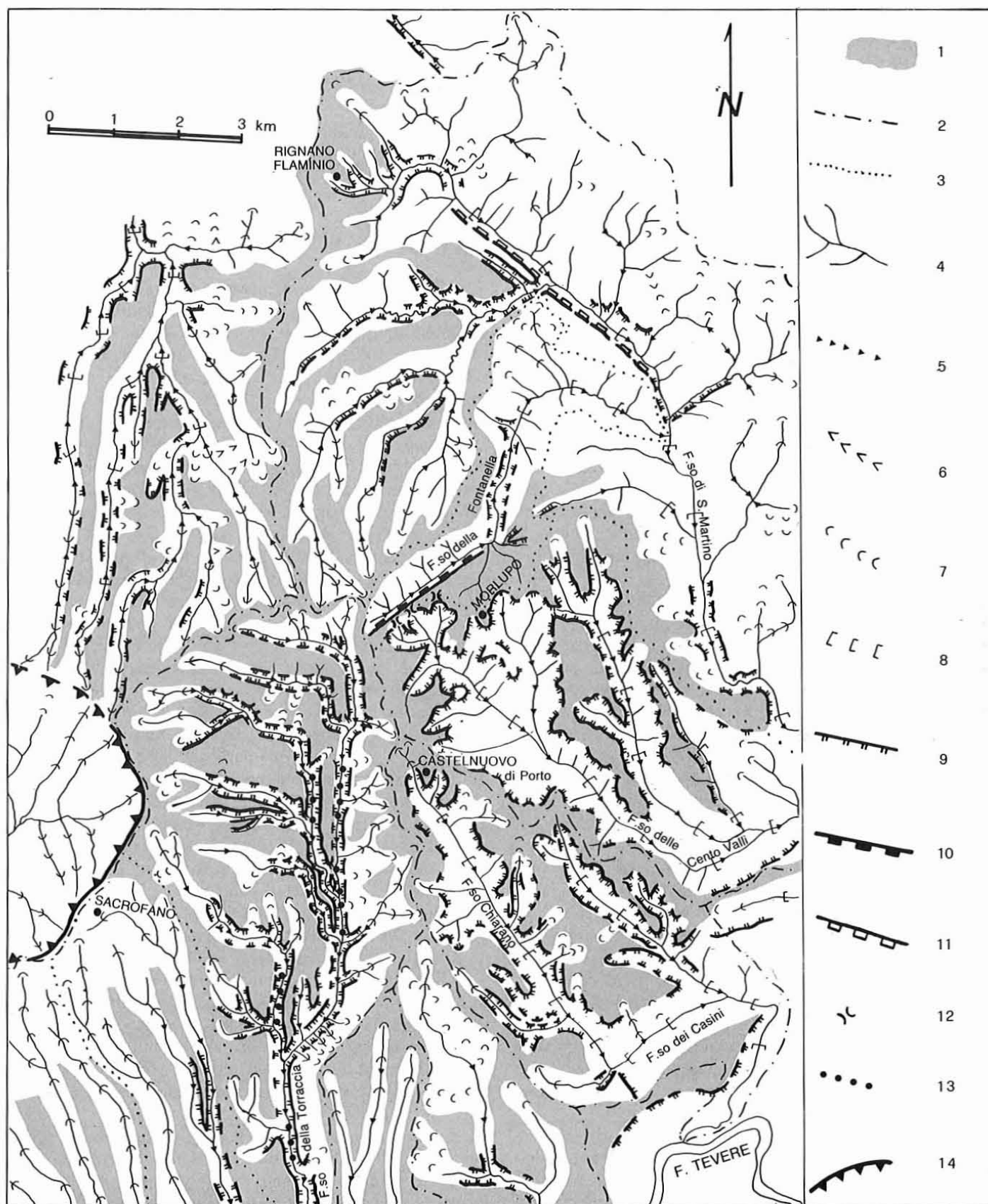


FIG. 3. - Schema geomorfologico: 1) Superfici strutturali suborizzontali; 2) Spartiacque principali; 3) Spartiacque secondari; 4) Tratto di reticolo idrografico; 5) Approfondimento dell'erosione in alveo; 6) Vallecole a V; 7) Vallecole a conca; 8) Vallecole a fondo piatto; 9) Scarpate di erosione fluviale e scarpate poligeniche con influenza strutturale; 10) Scarpate di faglia; 11) Scarpate di linea di faglia; 12) Selle in corrispondenza di alvei sepolti; 13) Allineamento di sorgenti minerali; 14) Orlo di caldera.

corso d'acqua sia controllata da una linea tettonica, diretta appunto N-S. Ad Est di questa ipotetica linea si riscontrano situazioni analoghe a quelle già osservate a SE della faglia lungo la quale è impostata la parte montana del Fosso della Fontanella. Infatti, sul lato orientale affiora il substrato sedimentario, mentre su quello occidentale, a parità di quota, sono presenti i litotipi vulcanici; inoltre i valori dell'energia di rilievo sono maggiori sul lato orientale che sul lato occidentale. In sostanza è verosimile che il tratto a decorso N-S del Fosso della Fontanella si sia impostato su una probabile dislocazione tettonica con sollevamento del lato orientale.

Considerazioni interessanti scaturiscono anche dall'esame dell'intero corso del già citato Fosso delle Cento Valli, ultimo affluente di destra del Fosso di S. Martino, e del Fosso Chiarano-Fosso dei Casini (bacino n. 3). Questi corsi d'acqua scorrono inizialmente con direzione NW-SE, compatibile con le pendenze regionali determinate dalla presenza del F. Tevere; successivamente entrambi assumono bruscamente una direzione SW-NE, analoga a quella già osservata e considerata anomala nel tratto iniziale del Fosso della Fontanella. Nel caso del Fosso dei Casini la netta deviazione verso NE fa assumere al corso d'acqua un verso di scorrimento contrario a quello del F. Tevere, nel quale confluisce poco a valle, dopo aver subito una ulteriore deviazione.

Vistose anomalie relative soprattutto alla direzione del drenaggio si riscontrano anche nel bacino idrografico della Marrana di Prima Porta (bacino n. 8). Qui appare particolarmente significativa la situazione del bacino parziale drenato dal Fosso della Torracchia (bacino n. 8a); analogamente a quanto visto per il Fosso di S. Martino, anche questo corso d'acqua scorre in una valle fortemente asimmetrica, con prevalente sviluppo del versante destro. La rete idrografica si sviluppa principalmente secondo una direzione intorno N-S, che mal si accorda con le pendenze regionali; fanno eccezione i tratti iniziali degli affluenti di destra della zona di testata, che mostrano invece un decorso WNW-ESE (fig. 2). L'esistenza di una direzione preferenziale di scorrimento, orientata N-S, caratterizza in modo particolare il collettore principale; esso infatti scorre secondo questa orientazione e con andamento nell'insieme rettilineo praticamente per tutta la sua lunghezza, tenendosi quasi a ridosso dello spartiacque sinistro.

Le indagini di campagna hanno messo in luce l'esistenza, soprattutto nella parte alta del bacino, di numerose fratture orientate N-S, tanto in corrispondenza degli spartiacque che in corrispondenza dei talweg, lungo i quali sono stati spesso osservati taluni allineamenti di sorgenti minerali (fig. 3).

L'insieme delle caratteristiche osservate rende assai verosimile l'ipotesi che il tratto a decorso N-S del Fosso della Torracchia sia strettamente influenzato dalle condizioni strutturali profonde: analogamente a quanto visto per il secondo tratto del Fosso della Fontanella, questa direzione N-S coinciderebbe con quella di una dislocazione tettonica che avrebbe rialzato il settore orientale. Tale linea separa infatti una zona orientale, a più elevata energia di

rilievo e più profondamente incisa dai corsi d'acqua, da una occidentale più piatta e monotona; inoltre, mentre nella prima zona il substrato sedimentario plio-pleistocenico affiora intorno ai 150-200 m s.l.m., i dati del pozzo «Ladispoli» perforato dall'AGIP — subito a SE dell'abitato di Sacrofano — evidenziano come nella seconda zona quest'ultimo si trovi ubicato a circa 100 m sotto l'attuale livello del mare (FUNICIELLO & PAROTTO, 1978).

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'insieme delle caratteristiche esaminate ha messo in luce come l'evoluzione geomorfologica dell'area di Morlupo-Castelnuovo di Porto abbia risentito di un marcato controllo strutturale; in particolare è stato evidenziato come tale controllo si sia esplicato principalmente secondo le direzioni NW-SE, NE-SW e N-S. L'inquadramento dell'area studiata in un contesto più ampio consente di evidenziare come le direzioni NW-SE e NE-SW coincidano con quelle di direttrici tettoniche di rilevanza regionale che hanno esercitato un ruolo di primo piano nell'evoluzione vulcanologica e morfologica di tutto il settore orientale del Complesso vulcanico sabatino (fig. 4).

La direzione tettonica NW-SE, che controlla in modo evidente l'alto corso del Fosso di S. Martino e probabilmente anche i tratti iniziali del Fosso delle Cento Valli e del Fosso Chiarano, a Sud di Morlupo, appare quella che ha guidato il progressivo sprofondamento del «Graben principale», all'interno del quale si è impostato il vulcanismo sabatino. Poco a NE dell'area esaminata questa direttrice tettonica si riconosce facilmente nelle faglie dirette che bordano il Monte Soratte; questo rilievo, costituito di calcari mesozoici, rappresenta una parte dell'alto strutturale che limita il suddetto graben verso Est. Queste considerazioni consentono di affermare che la direttrice tettonica NW-SE doveva essere di notevole importanza regionale già prima dell'inizio dell'attività del Complesso sabatino, che risale a circa 0,6 m.a. fa. Numerosi indizi, tuttavia, testimoniano che l'attività tettonica lungo questa direttrice ha condizionato l'impostazione del vulcanismo e deve essersi protratta per lungo tempo anche durante le manifestazioni vulcaniche. Stessa orientazione presenta, infatti, la faglia diretta che limita attualmente il versante occidentale di Monte Razzano e lungo la quale è avvenuto il collasso del settore orientale della caldera di Baccano, datato circa 0,08 m.a. fa (fig. 4). In tempi ancora più recenti questa stessa direttrice tettonica ha guidato l'evoluzione geomorfologica della rete idrografica che drena la caldera medesima (CICCACCI & *alii*, 1988).

La direzione tettonica NE-SW, individuata in modo evidente nella faglia che ha condizionato l'evoluzione del bacino idrografico del Fosso della Fontanella, assume, analogamente alla NW-SE, primaria importanza nell'evoluzione vulcanologica dell'area. Allineato con la faglia lungo la quale è impostato il tratto montano del Fosso della Fontanella, si dispone, infatti, l'asse maggiore della caldera di Sacrofano, originatasi circa 0,36 m.a. fa; tale caldera ha senza

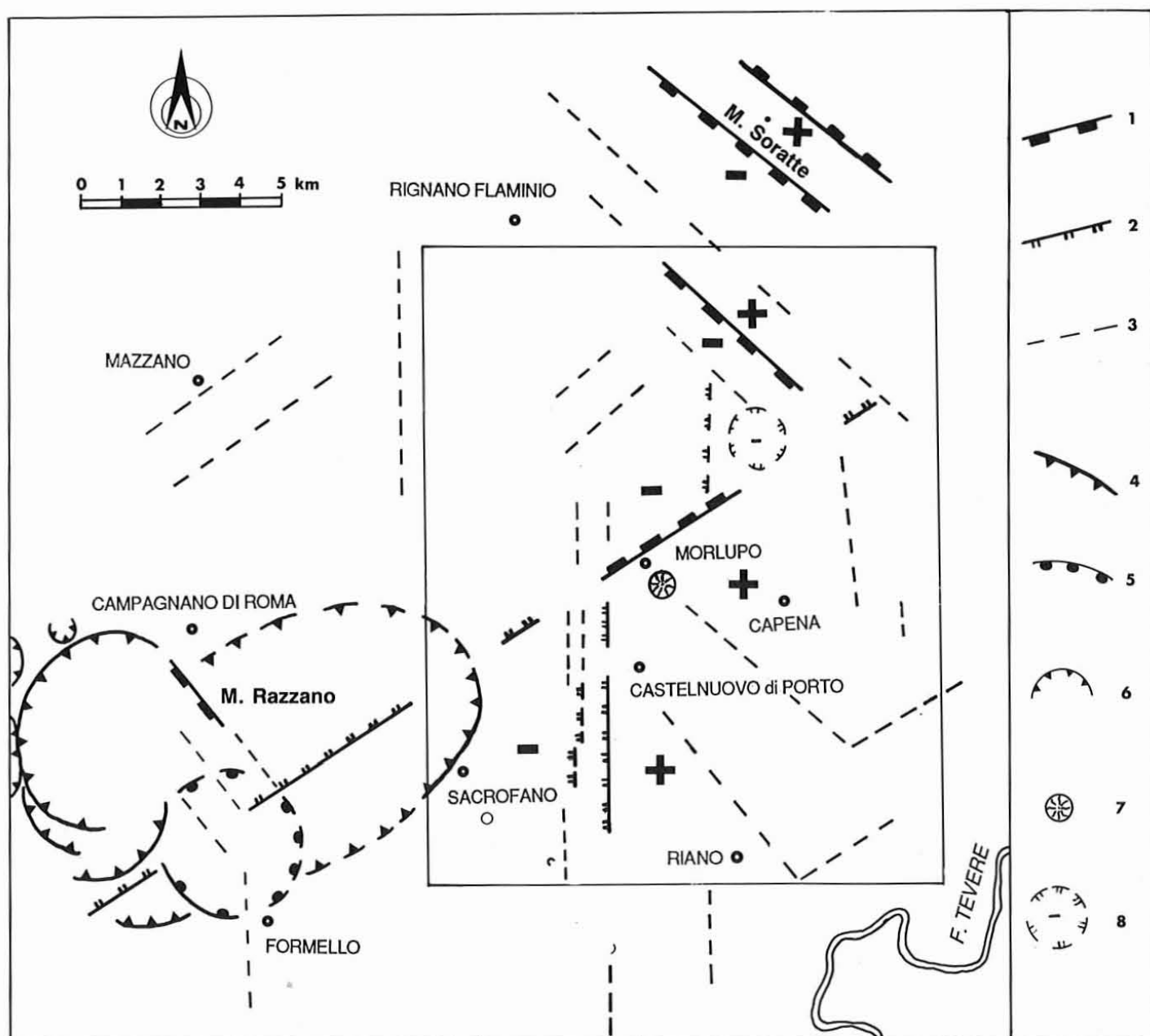


FIG. 4. - Schema morfotettonico dei Monti Sabatini orientali: 1) Faglie; 2) Faglie probabili; 3) Fratture; 4) Orlo di caldera; 5) Orlo di depressione di probabile origine vulcano-tettonica; 6) Orlo di cratere; 7) Affioramenti di lave trachitiche; 8) Depressione di origine incerta.

dubbio rappresentato il principale centro di emissione del settore orientale dei Monti Sabatini. L'età dei prodotti vulcanici, via via più recente procedendo verso Ovest, indica come in tale settore l'attività vulcanica sia andata progressivamente migrando approssimativamente verso occidente; in effetti, l'esistenza del vistoso allineamento morfologico diretto NE-SW (figg. 3 e 4) permette di ipotizzare come tale migrazione sia avvenuta più precisamente secondo questa direttrice. In quest'ottica il centro vulcanico di Morlupo, non identificabile sul terreno, risulterebbe ubicato lungo tale direttrice e poco lontano dall'attuale abitato di Morlupo; qui infatti affiorano lave trachitiche, che, per le loro caratteristiche di viscosità, non debbono essersi spostate molto rispetto al centro di emissione.

Più complesso si presenta l'inquadramento, in un contesto regionale, della direttrice tettonica N-S che nell'area esaminata appare evidente nei tratti mediani del Fosso della Fontanella e del Fosso di S. Martino e soprattutto in corrispondenza del Fosso della Torraccia. Tale direttrice, infatti, non sembra aver influenzato in alcun modo il vulcanismo, a differenza degli allineamenti strutturali NW-SE e NE-SW che, come già visto, hanno svolto un ruolo di primo piano nell'impostazione e nell'evoluzione dell'attività vulcanica. L'assenza di manifestazioni vulcaniche legate a direttrici tettoniche orientate N-S suggerisce la possibilità che queste ultime abbiano agito in una fase più recente, successiva almeno alle fasi principali del vulcanismo sabatino. Questa ipotesi appare suffragata da numerose

osservazioni di carattere geomorfologico che necessitano comunque di ulteriori approfondimenti e verifiche. Dati di campagna, sebbene preliminari, sembrano indicare che il decorso N-S del Fosso della Torraccia abbia interrotto in tempi recenti il drenaggio verso ESE dei corsi d'acqua che attualmente costituiscono i suoi affluenti di destra nella zona di testata (fig. 3). Analogamente, il tratto mediano del Fosso della Fontanella sembra essersi impostato lungo una discontinuità strutturale diretta N-S che appare intersecare la direttrice SW-NE, già attiva in precedenza; è molto probabile che lungo quest'ultima direttrice si sviluppasse inizialmente l'intero corso del Fosso della Fontanella, fino alla confluenza con il Fosso di S. Martino (fig. 3). Infine, la più recente attività dell'allineamento N-S appare convalidata dall'analisi della distribuzione azimutale delle aste fluviali dell'intero Complesso vulcanico sabatino; tale analisi dimostra infatti come le aste di primo ordine, verosimilmente le ultime impostate, si dispongano preferenzialmente secondo una direzione N-S (CICCACCI & alii, 1986).

La possibilità che la direttrice N-S abbia agito in tempi estremamente recenti appare suffragata anche da indizi di diversa natura. A tal riguardo appaiono particolarmente interessanti i dati relativi alla concentrazione di elio nel suolo; studi in corso sembrano dimostrare come nell'area in esame i valori più elevati di tale concentrazione si dispongano secondo direzioni preferenziali N-S, e come si concentrino in particolare lungo il Fosso della Torraccia ricalcandone in modo evidente l'andamento (S. LOMBARDI, comunicazione personale).

Anche se i dati attualmente disponibili non consentono di definire compiutamente l'effettivo ruolo svolto dagli allineamenti tettonici N-S nell'evoluzione geologica e morfologica del settore vulcanico esaminato, si può in definitiva concludere che essi hanno avuto rilevante importanza e che hanno agito in tempi estremamente recenti. D'altra parte, studi specifici (SELLI & FABBRI 1971; SARTORI 1987) evidenziano che la stessa evoluzione del bacino tirrenico, cui sono collegate le manifestazioni vulcaniche del Lazio, è stata controllata da direttrici tettoniche orientate prevalentemente N-S.

BIBLIOGRAFIA

- AVENA G.C., GIULIANO G. & LUPA PALMIERI E. (1967) - *Sulla valutazione quantitativa della gerarchizzazione ed evoluzione dei reticoli fluviali*. Boll. Soc. Geol. It., 86, 781-796, 4 ff., 5 tt.
- AVENA G.C. & LUPA PALMIERI E. (1969) - *Analisi geomorfica quantitativa*. In: «*Idrogeologia dell'Alto bacino del Liri (Appennino Centrale)*». Geol. Romana, 8, 319-378, ff. 62-72, tt. 38-49, 1 carta.
- BIASINI A., BUONASORTE G., CICCACCI S., FREDI P. & LUPA PALMIERI E. (1986) - *Geomorphological features of Monti Sabatini*. In: «*Geology of the volcanic complex of Monti Sabatini*» (in corso di stampa), 1 carta.
- BORTOLANI L. & CARUGNO P. (1979) - *Lineamenti geologico-strutturali dell'area a Sud del Monte Soratte (Lazio centro-settentrionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 98, 353-373, 12 ff.
- CICCACCI S., FREDI P., LUPA PALMIERI E. & SALVINI F. (1986) - *An approach to the quantitative analysis of the relations between drainage pattern and fracture trend*. Intern. Geom., 2, 49-68, 9 ff., 2 tt., JOHN WILEY & SONS Ltd, Chichester.
- CICCACCI S., DE RITA D. & FREDI P. (1988) - *Studio geomorfologico delle depressioni vulcaniche di Sacrofano e Baccano nei Monti Sabatini (Lazio)*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 1986, 13 pp., 3 ff., 2 tt., 1 carta.
- CORDA L., DE RITA D., TECCE F. & SPOSATO A. (1978) - *Le piroclastiti del sistema vulcanico sabatino: il complesso dei tufi stratificati varicolori de' La Storta*. Boll. Soc. Geol. It., 97, 353-356, 1 f., 2 tt.
- DE RITA D., FUNICIELLO R., ROSSI U. & SPOSATO A. (1983) - *Structure and evolution of the Sacrofano and Baccano Caldera*. Journ. Volcan. Geoth. Res., 17, 219-236, 3 ff.
- DE RITA D. & SPOSATO A. (1988) - *Correlazione tra eventi esplosivi e assetto strutturale del substrato sedimentario nel complesso vulcanico sabatino*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 1986, 7 pp., 3 ff.
- FUNICIELLO R. & PAROTTO M. (1978) - *Il substrato sedimentario nell'area dei Colli Albani (Vulcano Laziale)*. Geol. Romana, 17, 233-278, 28 ff.
- HORTON R.E. (1945) - *Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology*. Geol. Soc. Amer. Bull., 56, 275-370, 40 ff., 7 tt.
- SARTORI R. (1987) - *Drilling of ODP Leg 107 in the Tyrrhenian Sea: tentative basin evolution compared to deformation in the surrounding chains*. In: «*The lithosphere in Italy advances in earth science research*», Acc. Naz. Lincei, Roma, 125-138, 4 ff.
- SELLI R. & FABBRI A. (1971) - *Tyrrhenian: a Pliocene deep sea*. Acc. Naz. Lincei, Rend. Sc. Fis., Mat. e Nat., ser. 8, 50, 580-592, 4 ff.