

IL CONTRIBUTO DEI DATI MORFOLOGICI NELLA DETERMINAZIONE DELLO STATO DI ATTIVITA' DI FAGLIE NEOTETTONICHE: ESEMPIO DEL VERSANTE MERIDIONALE DEI MONTI NEBRODI (SICILIA SETTENTRIONALE)

S. Catalano

Istituto di Geologia e Geofisica, Università di Catania, Catania

ABSTRACT - *The contribution of geomorphology in recognizing neotectonic faults activity: the case of the Mounts Nebrodi southern slope (northern Sicily)* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 9(1), 1996, 369-374 -The results of a morphological study along part of the Mounts Nebrodi southern slope (to the NW of Etna Volcano, in northern Sicily) are used as evidence of recent tectonics along the main structures cropping out in this area. The studied area is part of the Apenninic-Maghrebian mountain chain and is characterized by a NW-SE trending right lateral transcurrent zone. This tectonic system is associated with N-S trending normal faults and S-verging E-W stretching thrust faults. This tectonic pattern gave rise to a stepped morphology; "step" surfaces are remnants of an original low-relief energy summit surface developed in a fluvial environment, still preserved locally on the top of the highest hills. The slope connecting stepped surfaces are portions of fault scarps. Two generations of fault scarps have been recognized: the older generation is linked with the N-S trending normal faults, the younger with E-W stretching thrusts faults. This evolution is explained by hypothesising that an original transtensional tectonic regime changed to a transpressive regime, latest phases of which continued up to the onset of the Mt. Etna volcanic activity in the late Middle Pleistocene.

Parole chiave: Geomorfologia, neotettonica, Sicilia settentrionale
Key words: Geomorphology, neotectonics, Northern Sicily

1. PREMESSA

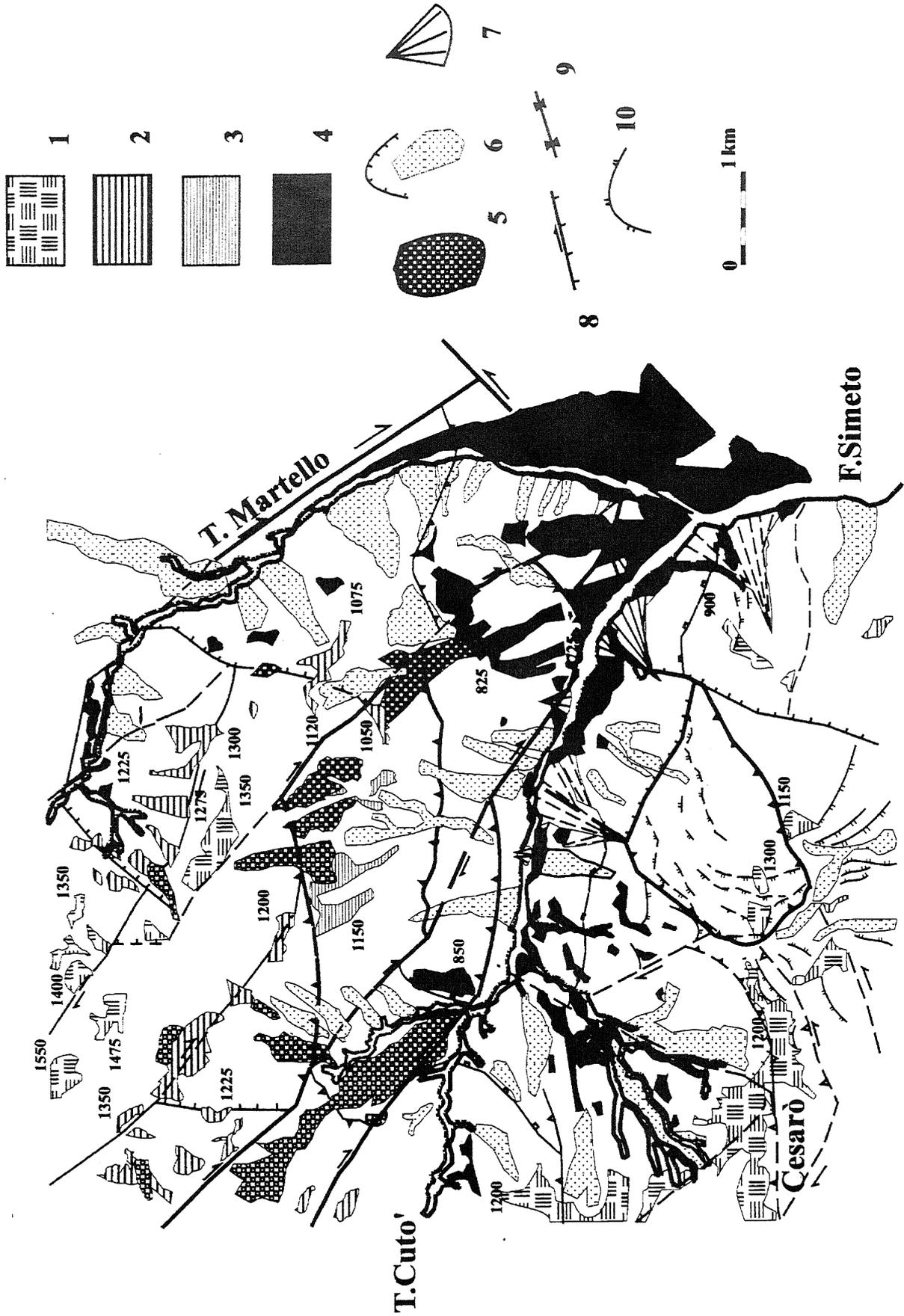
Nelle aree ad evoluzione neotettonica, l'analisi geologico-strutturale viene generalmente integrata da analisi morfologiche finalizzate alla verifica dello stato di conservazione delle forme tettoniche (scarpate di faglia, versanti di faglia) lungo determinate strutture che ne attestino la loro riattivazione recente. Questo tipo di approccio appare insufficiente in aree dove sono diffusi i fenomeni di erosione selettiva che rendono difficile una univoca valutazione sul reale significato di alcune forme (scarpate di faglia o scarpate di linea di faglia). In questo caso sembra più opportuno ricorrere ad una completa lettura del paesaggio al fine di porre in relazione l'evoluzione morfologica nel suo complesso con l'evoluzione tettonica recente. Questo tipo di approccio è stato utilizzato nell'analizzare un settore del versante meridionale dei Monti Nebrodi, in Sicilia settentrionale, nei pressi del paese di Cesarò, attraversato dai torrenti Cutò e Martello dalla cui confluenza, a nord-ovest dell'Etna, ha origine il Fiume Simeto (Fig. 1).

La dorsale dei Monti Nebrodi costituisce l'elemento orografico di separazione tra i bacini fluviali drenanti a nord verso il mar Tirreno e quelli drenanti verso est in direzione della costa ionica. In entrambi i versanti i bacini fluviali mostrano gli effetti di un continuo ringiovanimento in risposta ad un notevole sollevamento regionale in età plio-pleistocenica (Di Geronimo *et al.*, 1978; Schilirò, 1985), che sarebbe stato accompagnato da dislocazioni lungo strutture orientate E-W (Ghisetti & Vezzani, 1977). Nel versante meridionale, a partire dal Pleistocene medio terminale, le fasi di approfondimento dei corsi d'acqua, tributari del Fiume Simeto, sono state

interrotte a causa di ripetuti fenomeni di sbarramento del corso principale da parte delle lave etnee (Romano, 1982; Di Grande & Neri, 1991), che si sono tradotti in un generale sovralluvionamento dei fondovalle.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Nel settore analizzato è riconoscibile la terminazione meridionale del cosiddetto "Sistema Sud-Tirrenico" una complessa fascia trascorrente destra lungo la quale si esaurisce verso sud l'effetto dell'estensione tirrenica (Finetti *et al.*, 1995). Il "Sistema sud tirrenico" attivo sin dal Serravalliano, si è delineato nelle sue geometrie attuali durante il Plio-Pleistocene (Lentini *et al.*, 1994). Esso è composto da faglie trascorrenti destre orientate NW-SE, disposte "en-echelon", cui si associano faglie antitetiche sinistre orientate NE-SW e faglie prevalentemente normali ad orientazione meridiana. Le strutture destre si accomodano verso sud lungo accavallamenti orientati E-W, a vergenza meridionale, riconosciuti immediatamente a nord dell'Etna ("North Etna Thrust Front" di Finetti *et al.*, 1995) ed estesi lungo tutto il margine meridionale nebrodico. L'associazione di strutture descritte deforma un sistema a falde derivante da una deformazione a *thrust* polifasata di età miocenica (Lentini *et al.*, 1994). In particolare nell'area investigata affiorano le unità alloctone più interne della Catena Appenninico-Maghrebide. Nel settore in sinistra orografica del Torrente Cutò ed in tutte le aree occidentali dell'area affiorano i terreni classicamente attribuiti al cosiddetto Flysch di M. Soro (Lentini & Vezzani, 1978; Lentini, 1982). Recentemente essi sono stati suddivisi in



un'unità superiore, rappresentata da un *melange* tettonico a matrice argillosa prevalente ("Argille Scagliose Superiori" di Lentini *et al.*, 1994) ed una unità inferiore prevalentemente quarzarenitica (Unità di M. Soro s.s. degli stessi Autori). Gli scarsi dati biostratigrafici attribuiscono ad entrambe le successioni un'età cretacea. Le unità del Flysch di M. Soro poggiano estesamente, mediante un contatto di ricoprimento di età mediomiocenico, al tetto delle successioni prevalentemente argillose delle unità sicilidi, di età cretaceo-inframiocenica (Lentini *et al.*, 1987), e del sottostante Flysch Numidico, formazione oligo-miocenica quarzarenitico-argillosa (Ogniben, 1960). Nell'area analizzata i rapporti tra le unità descritte sono stati parzialmente modificati da estesi fenomeni di retroscorrimento, con vergenza settentrionale, occorsi nel Miocene superiore, che hanno causato l'accavallamento delle unità profonde (Flysch Numidico ed unità sicilidi), al tetto delle unità del Flysch di M. Soro (Lentini *et al.*, 1994). Questi rapporti sono ben conservati in destra orografica del Torrente Cutò dove le successioni di Flysch Numidico e Argille Varicolori sicilidi ivi affioranti sono nel loro complesso accavallate sulle successioni del Flysch di M. Soro, esposte nei versanti a nord dell'abitato di Cesarò. Questo accavallamento retrovergente è avvenuto quando le unità coinvolte erano già in gran parte scoperte dalle originarie coperture discordanti seravalliano-infratorntoniane. Queste se presenti in ingenti volumi nel momento della deformazione si sarebbero dovute conservare nelle depressioni strutturali, mentre affiorano solo in lembi ridottissimi e discontinui lungo i contatti retrovergenti. Tale evidenza risulta fondamentale nella successiva interpretazione del paesaggio modellato sui terreni fin qui descritti. La tettonica trascorrente tardiva ha prodotto nell'area studiata l'accostamento laterale tra i terreni affioranti in destra e sinistra orografica del T. Cutò, ad opera di faglie destre disposte en-echelon che controllano il tracciato del torrente. A questa fase tardiva sono imputabili anche le scaglie tettoniche embriccate con vergenza meridionale affioranti in sinistra del T. Cutò.

3. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

L'area analizzata è caratterizzata da numerose forme relitte sospese al di sopra del livello dell'erosione attuale. La loro ampia dispersione altimetrica rende molto difficile una loro immediata correlazione basata sulle sole quote. Si è operato quindi una loro classificazione preliminare per tipologie che ha consentito di

distinguere tre grandi categorie di paleosuperfici di erosione. Ognuna di esse è rappresentata da lembi posti a quote decrescenti verso SE.

In primo luogo è stato distinto un paesaggio fluvio-denudazionale che occupa vasti tratti alla sommità dei versanti. In tutta l'area questo "paesaggio sommitale" mostra i caratteri di una paleosuperficie erosionale fortemente discordante rispetto all'assetto litostrutturale. Essa sopporta un reticolo idrografico poco inciso di cui sono conservati antichi tracciati fluviali ad andamento meandriforme, da cui emergono radi elementi molto degradati di un antico paesaggio monoclinale a scarsa energia del rilievo. Il paesaggio sommitale in parte sigilla le strutture del "Sistema Sud-tirrenico" ed in parte ne ha registrato l'attività come testimoniato dalla presenza di scarpate di faglia estremamente degradate ed a bassa acclività che seguono l'andamento dei sistemi orientati NW-SE e N-S. In sinistra orografica del T. Cutò i lembi del "paesaggio sommitale" si rinvengono da 1550 a 1350 m s.l.m.. La loro attuale dispersione altimetrica appare di origine tettonica, in quanto è consistente con la distribuzione delle forme strutturali descritte. Queste spesso risultano arretrate rispetto alle linee tettoniche generatrici e sostituite al piede da forme di spianamento raccordate ai lembi ribassati ed incastrate nei lembi rialzati, a dimostrare che un ampio lasso di tempo è intercorso tra la fine dell'attività tettonica e l'abbandono della paleosuperficie alla sommità del rilievo. Una notevole differenza di quota separa i lembi del "paesaggio sommitale" descritti da quelli che affiorano in destra orografica del Torrente Cutò. Quest'ultimi non individuano una paleosuperficie più recente. Infatti essi sono modellati su unità già scoperte al momento dell'inizio della morfogenesi cosa che esclude la possibilità di ipotizzare l'originaria presenza di volumi, oggi completamente erosi, che un tempo bilanciavano il dislivello attuale. Anche in questo caso il dislivello è imputabile a cause tettoniche.

Ulteriori forme di spianamento sono conservate in lembi estremamente dispersi altimetricamente lungo i versanti della dorsale compresa tra il T. Cutò ed il T. Martello. Questi lembi sono riferibili per l'omogeneità delle forme a due gruppi che caratterizzano due fasce altimetriche sovrapposte. I lembi di paleosuperficie della fascia superiore hanno apici, spesso sepolti sotto notevoli coltri detritiche, attestati lungo scarpate che li separano verticalmente dalla superficie sommitale. L'origine tettonica delle scarpate è suggerito dalla loro coincidenza con tratti delle faglie orientate NW-SE e di quelle ad orientazione N-S. Queste scarpate di faglia parzialmente



Fig. 1: Carta morfologica e strutturale dell'area di confluenza tra il T. Cutò ed il T. Martello. Legenda: 1) lembi del "paesaggio sommitale" (con relative quote); 2) lembi della paleosuperficie di versante superiore (con relative quote); 3) lembi della paleosuperficie di versante inferiore (con relative quote); 4) terrazzi fluviali (le tonalità più chiare indicano i terrazzi più recenti); 5) detriti; 6) frane e nicchie di frana; 7) conoidi; 8) faglie: nelle faglie normali i trattini indicano il lato ribassato; nei sovrascorrimenti i tringolini indicano i terreni sovrascorsi; le frecce indicano i movimenti trascorrenti; le faglie a tratto più grosso sono quelle relative all'ultima fase deformativa; 9) asse di sinclinale; 10) orli di *cuestas*.

*Morphological and structural map of the study area. Legend: 1) fluvial landscape summit surface (average altitudes are quoted); 2) upper downthrown portions of the summit surface (average altitudes are quoted); 3) lower downthrown portions of the summit surface (average altitudes are quoted); 4) alluvial terraces; 5) talus debris; 6) landslide crowns and bodies; 7) alluvial fans; 8) faults: indentation (hatches) shows the downthrown part of normal faults and (saw-tooth) the upthrown part of reverse faults; arrows indicate strike-slip displacements; bold lines indicate younger faults; 9) synclines; 10) *cuestas*.*

arretrate sono state sostituite al piede da forme di spianamento che sigillano le linee tettoniche generatrici delle scarpate. In alcuni casi la riattivazione delle strutture ha comportato la dislocazione degli apici della paleosuperficie originatisi per la recessione della scarpata, che si possono ritrovare così sospesi lungo le scarpate di faglia. In ogni caso l'arretramento di queste scarpate non è tale da giustificare da solo la formazione di tutta la paleosuperficie al piede. Ciò suggerisce che i lembi spianati incastrati nel paesaggio sommitale erano in gran parte pre-esistenti all'attività delle faglie. In sostanza essi possono corrispondere a settori della stessa paleosuperficie sommitale ribassati tettonicamente. Questa ipotesi è avvalorata dall'evidenza che il dislivello tra i lembi del "paesaggio sommitale" e quelli della spianata immediatamente sottostante è differente lungo le diverse scarpate di faglia e quindi probabilmente connesso al rigetto lungo le singole strutture. Ai lembi della paleosuperficie descritti si raccordano, mediante un profilo longitudinale a basse acclività, le incisioni di ordine gerarchico maggiore che nei settori rialzati dalle faglie si sono profondamente incastrate nel paleopaesaggio sommitale. Quindi un notevole arco di tempo è intercorso dalla fine dell'attività lungo le faglie ed il successivo abbandono dei lembi di paleosuperficie lungo i versanti.

L'ordine più basso di spianamenti sospesi ha apici coincidenti con scarpate di faglia relative alle strutture orientate NW-SE ed agli accavallamenti orientati E-W. La natura tettonica di questi lineamenti morfologici è confermata dalla coincidenza tra i dislivelli orografici ed il rigetto delle strutture ricostruito dai dati geologici, che escludono la loro origine da fenomeni di erosione selettiva. Tali scarpate, talora nascoste sotto potenti lingue detritiche, mantengono tuttora una notevole acclività e risultano ancora attestate lungo le linee tettoniche generatrici. A ciò si aggiunga che il raccordo tra il reticolo sospeso a monte delle faglie e quello modellato sullo spianamento al piede delle strutture avviene mediante incisioni conseguenti molto acclivi modellate sulle scarpate stesse. Tali evidenze attestano una età molto recente di tali lineamenti morfostrutturali.

Gli elementi morfologici più recenti sono rappresentati da lembi di terrazzi fluviali distribuiti lungo i principali corsi d'acqua. Essi formano ordini sovrapposti che in sinistra orografica del T. Cutò si incastrano al di sotto degli spianamenti di versante, mentre in destra orografica si incastrano direttamente al di sotto del paesaggio sommitale, nell'ambito di un rilievo di tipo monoclinale. L'assenza in destra orografica delle spianate di erosione attestano che quelle presenti nel versante opposto non hanno significato ciclico, bensì devono essere interpretate come duplicazioni tettoniche di paleosuperfici pre-esistenti. In sostanza la differenza di numero di paesaggi sospesi ai due lati della valle è da addebitare interamente a cause tettoniche. Gli effetti della dislocazione sul paesaggio hanno interessato anche gli elementi morfologici più recenti e sono ben evidenti alla confluenza tra il T. Cutò ed il T. Martello. In quest'area i depositi di un terrazzo alluvionale sono coinvolti in una sinclinale, con asse N-S, formatasi al letto di un accavallamento orientato E-W e bordata verso nord da una faglia orientata NW-SE. La chiara deformazione recente coincide anche

con un rapido adeguamento del paesaggio alla dislocazione tettonica. Infatti se nel settore ribassato le alluvioni terrazzate sono sospese al di sopra delle alluvioni di fondovalle, nei settori rialzati tra i depositi alluvionali sospesi ed il fondovalle si rinvengono due ordini di terrazzi fluviali rappresentati con continuità in tutto il bacino, verso monte. C'è da notare che la dislocazione, seppure abbia lasciato evidenti tracce nel paesaggio fluviale, non è denunciata da alcuna forma tettonica morfologicamente evidente. Questo caso suggerisce che la deformazione in superficie non solo duplica eventuali forme terrazzate pre-esistenti, ma innesca una instabilità nei profili di equilibrio dell'erosione che si riflettono in tutto il lato rialzato della struttura. Nel caso specifico l'adeguamento del paesaggio è coinciso con una onda di erosione regressiva che ha interessato tutta la porzione del bacino sollevata tettonicamente. L'attività delle faglie sembra complessivamente confinata ad un'età immediatamente precedente alle fasi di sovralluvionamento dei corsi d'acqua, databile al Pleistocene medio terminale, in quanto le alluvioni di fondovalle sembrano non aver subito alcuna deformazione.

Nel complesso l'evidenza di un sollevamento differenziale recente del settore in sinistra orografica del T. Cutò è testimoniato anche dalla notevole instabilità che ha caratterizzato il versante durante la sua evoluzione, con movimenti ancora attuali nonostante l'effetto stabilizzante del sovralluvionamento del T. Cutò.

4. CONCLUSIONI

Nell'area analizzata, la lettura complessiva del paesaggio ha consentito di interpretare i paesaggi relitti sospesi riconosciuti come duplicazioni tettoniche dell'originario "paesaggio sommitale", piuttosto che il prodotto di eventi ciclici ripetuti nel tempo. L'analisi dei rapporti tra i lembi via via ribassati della paleosuperficie e le scarpate di faglia prodottesi durante le dislocazioni ha fornito gli elementi per una datazione relativa dell'attività delle diverse strutture, evidenziando anche periodi lunghi di stasi tettonica. Infine, l'analisi dei rapporti tra le forme fluviali più recenti ha evidenziato un meccanismo di immediato adeguamento del paesaggio alla deformazione tettonica, con ringiovanimento dei profili d'erosione nei settori rialzati dalle faglie.

L'evoluzione morfologica dell'area è stata sostanzialmente contemporanea a due fasi tettonogenetiche successive, con regimi tettonici differenti. Una prima fase è stata quella relativa allo smembramento del "paesaggio sommitale", avvenuto in un regime trassensivo, in un periodo precedente alle principali fasi surrettive. Questo stadio deformativo ha determinato la formazione di depressioni morfologiche di origine tettonica ed ha innescato una prima dissezione della sommità del rilievo nei settori rialzati dalle faglie. Una seconda fase, in gran parte coincidente con i processi di surrezione dell'area, ha comportato un sollevamento differenziale delle aree settentrionali rispetto a quelle meridionali, mediante strutture di carattere prevalentemente traspressivo. Nelle due fasi si sono via via riattivati tratti di strutture pre-esistenti, la cui presenza era già registrata nei paesaggi più

antichi. L'attività tettonica sembra essersi protratta almeno fino al Pleistocene medio terminale, età in cui le alluvioni di fondovalle hanno sigillato le strutture analizzate.

RINGRAZIAMENTI

Lavoro eseguito con fondi CNR 94.00182.05 (Responsabile Prof. Fabio Lentini).

BIBLIOGRAFIA

- Di Geronimo I., Ghisetti F., Lentini F. & Vezzani L., 1978 - *Lineamenti neotettonici della Sicilia Orientale*. Mem. Soc. Geol. It., **19**, 543-549.
- Ghisetti F. & Vezzani L., 1977 - *Evidenze di linee di dislocazioni sul versante meridionale dei Monti Nebrodi e Madonie e loro significato neotettonico*. Boll. Geod. Sc. Aff., **36**(4), 411-437.
- Lentini F., 1982 - *The geology of the Mt. Etna basement*. Mem. Soc. Geol. It., **23**, 7-25.
- Lentini F., Grasso M., Carbone S. & Catalano S., 1994 - *Elementi per la ricostruzione del quadro strutturale della Sicilia orientale*. Mem. Soc. Geol. It., in stampa.

Lentini F. & Vezzani L., 1978 - *Tentativo di elaborazione di uno schema strutturale della Sicilia orientale*. Mem. Soc. Geol. It., **19**, 495-500.

Ogniben L., 1960 - *Nota illustrativa dello schema geologico della Sicilia nord-orientale*. Riv. Min. Sic., **64-65**, 183-222.

Schilirò F., 1985 - *Neotettonica e franosità dei versanti nell'alto Bacino del fiume Simeto (Sicilia centro-setentrionale)*. Geol. Appl. Idrogeol., **20**(II), 143-154.

Romano R., 1982 - *Succession of the volcanic activity in the Etnan area*. Mem. Soc. Geol. It., **23**, 75-97.

Ms. ricevuto : 4 giugno 1996
Inviato all'A. per la revisione: 14 giugno 1996
Testo definitivo ricevuto : 5 luglio 1996

Ms received: June 4, 1996
Sent to the A. for a revision: June 14, 1996
Final text received: July 5, 1996