

**IL RUOLO DI ELEMENTI STRUTTURALI TRASVERSALI NELL'EVOLUZIONE
TETTONICO-SEDIMENTARIA E GEOMORFOLOGICA DELLA REGIONE MARCHIGIANA**

INDICE

RIASSUNTO	pag. 287
ABSTRACT	" 287
INTRODUZIONE	" 287
INQUADRAMENTO GEOLOGICO	" 287
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	" 290
EVIDENZE GEOLOGICHE DELLE DEFOR- MAZIONI TRASVERSALI	" 290
EVIDENZE GEOMORFOLOGICHE DELLE DEFORMAZIONI TRASVERSALI	" 291
CONCLUSIONI	" 292
BIBLIOGRAFIA	" 292

RIASSUNTO

In questo lavoro viene evidenziato il ruolo di elementi strutturali trasversali nell'evoluzione tettonico-sedimentaria e geomorfologica dell'area marchigiana.

Evidenze geologiche e geomorfologiche consentono di riconoscere il costante condizionamento che tali elementi hanno esercitato in ambiente sia sottomarino che subaereo a partire dal Miocene. Questi elementi sembrano individuare fasce caratterizzate da diversa evoluzione tettonico-sedimentaria e dimostrano di aver agito prima, durante e dopo la messa in posto della catena appenninica. In tempi quaternari, queste strutture hanno prodotto tre "dorsali" antiappenniniche diversamente sollevate per effetto di movimenti verticali differenziali. Tali movimenti, verosimilmente continuati fino ai tempi piú recenti, sono testimoniati da ondulazioni e dislocazioni per faglia di paleosuperfici, dalle quote dei terrazzi alluvionali piú antichi e dall'andamento centripeto del reticolo idrografico verso le aree depresse comprese tra le tre grandi "dorsali" trasversali.

ABSTRACT

In this paper the role played by transversal structural elements in the tectonic, sedimentary and geomorphological evolution of the Marches region is pointed out. Geological and geomorphological evidences allow to recognize in both submarine and subaerial environment, starting from the Miocene, a persistent guidance due to these elements. It looks as if they individualize belts characterized by different tectonic and sedimentary evolution and they show to have been active before, during and after the built up of the Apenninic ridge. During the Quaternary, these structures gave origin to three transversal "ridges" varyingly uplifted as a consequence of differential displacements. These movements probably continued up to very recent times and are testified by undulations and faulting of palaeosurfaces, by the elevation of the oldest alluvial terraces and by a centripetal orientation of drainage network toward the depressions included between the three major transversal "ridges".

(*) Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Camerino.

(**) Istituto di Geologia - Università di Urbino.

PAROLE CHIAVE: Strutture trasversali, neotettonica, Appennino centrale, Marche.

KEY WORDS: Transversal Structures, Neotectonics, Central Apennines, Marches.

INTRODUZIONE

Il ruolo di elementi strutturali trasversali alla catena appenninica nella sedimentazione marina terrigena mio-plio-pleistocenica nell'area umbro-marchigiana è stato riconosciuto da diversi autori. Numerosi lavori hanno evidenziato i rapporti tra strutture trasversali ed elementi morfostrutturali quali dorsali, selle e depressioni che differenziavano i bacini sedimentari in senso meridiano (SELLI, 1954; GIROTTI, 1968; CENTAMORE *et alii*, 1979; CALAMITA *et alii*, 1979b; CANTALAMESSA *et alii*, 1986 a e b; BOCCALETTI *et alii*, 1986; NANNI *et alii*, 1986) (Fig. 1). Anche per quanto riguarda l'evoluzione del rilievo successiva all'emersione dell'area, le strutture trasversali sono state ritenute responsabili di movimenti verticali differenziali e di condizionamenti della rete idrografica (CASTIGLIONI, 1934 e 1935; GIANNINI & PEDRESCHI, 1949; DEMANGEOT, 1965; CENTAMORE *et alii*, 1978; GUERRERA *et alii*, 1978; NESCI *et alii*, 1978; CALAMITA *et alii*, 1979a; AMBROSETTI *et alii*, 1981; BOCCALETTI *et alii*, 1983; NESCI *et alii*, 1983; CICCACCI *et alii*, 1985; COLTORTI & NANNI, 1987; COLTORTI *et alii*, 1991).

Di recente gli scriventi hanno segnalato la presenza nell'area marchigiana di tre importanti "dorsali" antiappenniniche (Fig. 2): M.ti Sibillini - Porto S. Giorgio, M. Penna - Cingoli - Ancona, M. Nerone - Pesaro, attribuendone l'origine a movimenti verticali differenziati lungo direttrici trasversali (DRAMIS *et alii*, 1989). Le suddette dorsali risultano diversamente sollevate raggiungendo i valori massimi (oltre 2000 m s.l.m.) nella porzione meridionale della regione e presentano valori progressivamente minori verso nord.

Il presente lavoro vuole evidenziare la persistenza nel tempo dell'attività di dette strutture trasversali e il costante condizionamento da esse esercitato, sia in ambiente sottomarino che subaereo, sull'evoluzione tettonico-sedimentaria e sulla storia del rilievo della regione marchigiana.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La copertura sedimentaria dell'area marchigiana è rappresentata alla base da una successione di piattaforma carbonatica spessa circa 800 m (Calcare massiccio, Trias superiore - Lias inferiore) che passa verticalmente a sequenze pelagiche, mesozoico-terziarie con spessori variabili tra i 900 e i 1400 m, costituite in ge-

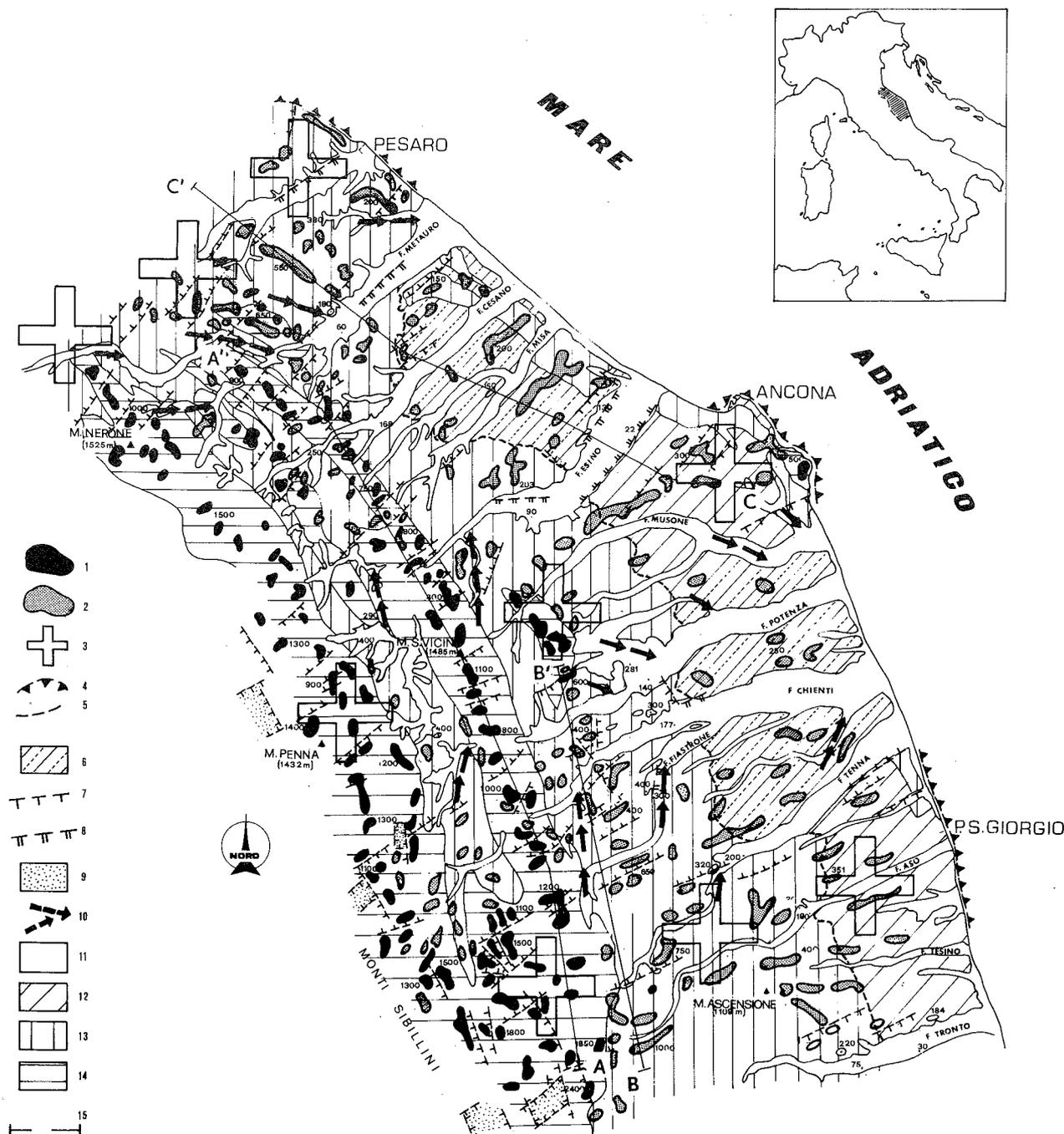


Fig. 2 - Principali aspetti geomorfologici e neotettonici della regione marchigiana. Legenda: 1) antica superficie di erosione sommitale; 2) superficie di erosione "villafranchiana"; 3) "dorsali" trasversali 4) falesie; 5) limite Pliocene-Pleistocene; 6) sedimenti pleistocenici marini piú spessi 7) faglie quaternarie nel substrato; 8) faglie quaternarie nei depositi continentali; 9) depressioni tettoniche riempite da depositi lacustri quaternari; 10) drenaggio centripeto 11) depositi alluvionali (Pleistocene medio - Olocene); 12) sabbie, conglomerati ed argille (Pleistocene); 13) marne, marne arenacee, arenarie ed argille (Miocene - Pliocene); 14) calcari e marne calcaree (Giurassico - Oligocene); 15) tracce delle sezioni geomorfologiche di fig. 3.

salinità del Mediterraneo (CANTALAMESSA *et alii*, 1986a) mentre solo nella parte meridionale continuava, in ambiente euxinico, la sedimentazione torbiditica.

Durante il Messiniano superiore, in gran parte dei "bacini minori" si instaurava un ambiente di lago-mare, con facies salmastre; nel bacino della Laga permaneva invece un ambiente marino ristretto, con sedimentazione torbiditica.

A partire dal Pliocene inferiore, il bacino periadriatico veniva interessato da una sedimentazione di

argille di ambiente batiale, mentre nell'avanfossa, migrata ancora piú ad oriente, continuava ancora la sedimentazione torbiditica.

Tra il Messiniano superiore e il Pliocene inferiore la tetto-genesi appenninica raggiungeva il suo acme (CALAMITA *et alii*, 1990), dando origine nell'area marchigiana ad un complesso edificio a *thrust* spesso interrotti e separati da linee trasversali. Tale è ad esempio la "linea del Chienti", che divide la parte meridionale dell'arco appenninico umbro-marchigiano, caratteriz-

zata da maggiori raccorciamenti e da notevole complessità strutturale.

Dopo una fase più o meno lunga di relativa quiete tettonica, l'area veniva interessata progressivamente da una nuova ed importante fase di tipo estensionale (Pliocene superiore-Pleistocene) che, migrando verso est dal Tirreno, dislocava progressivamente le strutture compressive preesistenti. Nel frattempo, nelle aree esterne più orientali, aveva inizio la deposizione di successioni marine che si protraeva fino alla fine del Pleistocene inferiore.

A partire dalla fine del Pleistocene inferiore, anche queste ultime aree emergevano completamente per effetto di un fenomeno di sollevamento generale che coinvolgeva tutta l'Italia centrale, sovrapponendosi nelle parti più interne ai motivi positivi di natura prevalentemente isostatica che già andavano interessando la catena appenninica (AMBROSETTI *et alii*, 1982; DRAMIS & BISCI, 1986; DUFAURE *et alii*, 1988).

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'evoluzione del rilievo nell'area marchigiana ha avuto inizio con le prime emersioni, avvenute nel Messiniano superiore per effetto della tettonica compressiva.

In questo contesto si generavano rilievi di discreta entità che tuttavia venivano progressivamente degradati da processi d'erosione soprattutto areali, legati a condizioni climatiche di tipo probabilmente arido. In tali condizioni si veniva a creare un paesaggio caratterizzato da forme dolci e da dislivelli poco accentuati, i cui resti si possono ancora riconoscere alla sommità dei rilievi calcarei, dove superfici debolmente ondulate e subpianeggianti contrastano nettamente con i ripidi versanti sottostanti (CALAMITA *et alii*, 1982; CICCACCI *et alii*, 1985).

La frammentazione e la dislocazione a quote diverse di questo antico paesaggio sono conseguenza della tettonica distensiva e del sollevamento dell'area specialmente a partire dalla fine del Pleistocene inferiore. Per effetto di tale sollevamento si sono verificati vistosi approfondimenti delle valli fluviali, favoriti probabilmente anche dall'instaurarsi di condizioni climatiche più umide, ed estesi fenomeni di erosione selettiva che hanno posto in evidenza le dorsali calcaree rispetto alle aree di affioramento dei sedimenti terrigeni più erodibili dei bacini marchigiani interno ed esterno (CICCACCI *et alii*, 1985).

In questo quadro evolutivo si elaboravano vaste superfici di spianamento alla base dei rilievi calcarei mentre, all'interno di questi, venivano modellati ampi valloni a fondo piatto. Un'estesa superficie pedimentaria (superficie "villafranchiana" di DEMANGEOT, 1965 e 1973) collegava le dorsali appenniniche con il litorale adriatico. Su di essa emergevano per erosione selettiva alcuni rilievi isolati costituiti da rocce meno erodibili, come quello del M. Ascensione, e probabilmente anche quelli arenaceo-calcarenitici di Force, Montefalcone, M.S. Martino e Penna S. Giovanni (COLTORTI *et alii*, 1991).

Il sollevamento generalizzato manifestatosi alla fine del Pleistocene inferiore (AMBROSETTI *et alii*, 1982; DUFAURE *et alii*, 1988) ha prodotto ovunque incrementi del rilievo e rapidi approfondimenti dei sistemi idrografici. Nelle aree calcaree si originavano valli strette,

incassate profondamente nelle forme dolci precedenti, mentre nei sedimenti terrigeni si producevano ampie valli e vistose riduzioni degli interfluvi. Successivamente, in seguito all'interazione tra sollevamento dell'area e oscillazioni climatiche, si sono formati tre principali ordini di terrazzi alluvionali posti ad altezze variabili sul fondovalle (fino ad oltre 150 m).

Incassati nella superficie "villafranchiana", e poco al di sopra dei terrazzi del I ordine, si osservano in molti casi i lembi di un'altra superficie di erosione che costituiva il fondo di un ampio vallone a fondo piatto.

Questa superficie potrebbe essersi modellata nelle prime fasi del sollevamento, in condizioni climatiche ancora favorevoli all'erosione areale.

EVIDENZE GEOLOGICHE DELLE DEFORMAZIONI TRASVERSALI

Nel corso del Miocene, come già accennato, la sedimentazione nell'area umbro-marchigiana veniva sostanzialmente controllata dalla progressiva migrazione verso est di un "sistema catena-avanfossa" (Boccaletti *et alii*, 1986), che aveva interessato in precedenza le aree più interne del "bacino toscano".

All'inizio del Miocene, durante la sedimentazione marnosa di ambiente emipelagico, le strutture plicative, già delineate ed orientate in senso appenninico, erano spesso interrotte da dorsali trasversali che causavano variazioni di spessore e differenze litologiche (CANTALAMESSA *et alii*, 1986a).

Nel "bacino di Camerino" (fig. 1) la sequenza Bisciario (Burdigaliano *p.p.* - Aquitaniano) - Schlier (Messiniano inferiore - Burdigaliano *p.p.*) è caratterizzata a nord, in corrispondenza di una culminazione trasversale sinsedimentaria situata lungo la "dorsale" M. Penna - Cingoli - Ancona, da esigui spessori che aumentano via via verso sud, per diminuire poi bruscamente per la presenza di aree strutturalmente più elevate. Successivamente, nel Tortoniano, i flussi torbiditici provenienti da ovest venivano convogliati nel bacino di Camerino attraverso un "canale strutturale" trasversale corrispondente all'attuale corso del F. Chienti (CALAMITA *et alii*, 1979b). Evidenze di deformazioni trasversali sinsedimentarie si osservano nei bacini torbiditici di M. Vicino, M. Turrino - S. Maria in Carpineto e Percozzone - S. Giovanni (CANTALAMESSA *et alii*, 1986a).

Il bacino della Laga (bacino marchigiano esterno), il più grande dei "bacini minori" umbro-marchigiani, era articolato sin dal Miocene inferiore-medio in una serie di dorsali e depressioni longitudinali interrotte da faglie trasversali. Tra queste ultime, assume particolare importanza la "linea Fiastrone-Fiastrella" che suddivide in due parti il bacino, con una porzione settentrionale più rialzata rispetto a quella meridionale. Lungo tale linea, era impostato uno dei principali canali alimentatori trasversali della formazione torbiditica della Laga. Il bacino della Laga costituiva in quest'epoca, e fino a buona parte del Pliocene, l'area più subsidente dell'intera regione (CANTALAMESSA *et alii*, 1986a).

Dopo l'esaurirsi della fase compressiva, alla quale si deve tra l'altro la messa in posto in questa parte della regione di un edificio a *thrust* particolarmente spesso e complesso, l'area è stata interessata da un motivo di sollevamento molto intenso che ha fatto raggiungere alla "dorsale" M. ti Sibillini - Porto S. Giorgio

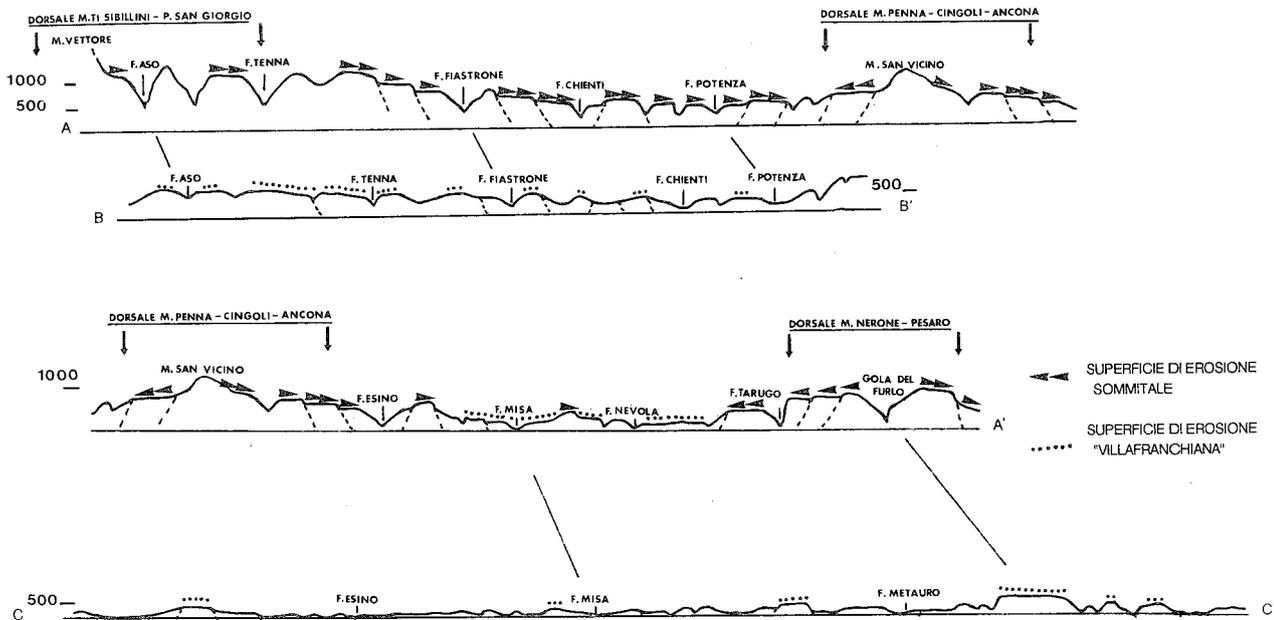


Fig. 3 - Deformazioni trasversali delle superfici di erosione, per l'ubicazione delle superfici di erosione si fa riferimento alle tracce di cui al punto 15 della fig. 2. Legenda: 1) superficie di erosione sommitale; 2) superficie di erosione "villafranchiana".

i piú alti valori del rilievo. Questo fenomeno è da attribuirsi, con ogni probabilità, a motivi di accomodamento isostatico differenziale indotto dalla maggiore complessità strutturale del settore (INVERNIZZI, 1990). E' probabile che anche il sollevamento delle dorsali piú settentrionali, che tuttavia hanno raggiunto altitudini minori, sia dovuto a cause analoghe.

Nell'area centro-settentrionale la sedimentazione torbiditica pliocenica era in parte alimentata da apporti terrigeni provenienti da ovest, anch'essi lungo canali strutturali trasversali. Una minore frequenza di sedimenti terrigeni indica una zona relativamente piú rialzata (CANTALAMESSA *et alii*, 1986b) e coincidente con la "dorsale" trasversale di M. Penna - Cingoli - Ancona. Sempre in corrispondenza della suddetta "dorsale", la successiva sequenza pleistocenica risulta piú o meno completa e testimonia una progressiva diminuzione della profondità in relazione al graduale sollevamento dell'area (CANTALAMESSA *et alii*, 1986b).

Nell'area meridionale, le osservazioni sedimentologiche e micropaleontologiche sulle peliti pleistoceniche di Villa Potenza indicano una maggiore profondità del bacino. Anche qui sono frequenti corpi grossolani (Offida e Montalto delle Marche), alimentati da canali strutturali trasversali (CANTALAMESSA *et alii*, 1986b).

Indagini sismiche, riguardanti la sedimentazione plio-quadernaria in Adriatico, indicano spessori minori in corrispondenza delle aree antistanti il Conero ("culminazione" M. Penna - Cingoli - Ancona) e Porto S. Giorgio ("culminazione" M. ti Sibillini - Porto S. Giorgio) (ROVERI *et alii*, 1986).

EVIDENZE GEOMORFOLOGICHE DELLE DEFORMAZIONI TRASVERSALI

L'elemento geomorfologico piú antico della regione marchigiana è rappresentato, come già accennato, dai numerosi lembi di un antico paesaggio a modesta

energia del rilievo, posti alla sommità delle dorsali calcaree appenniniche (paleosuperficie sommitale). Questo paesaggio, modellato verosimilmente a partire dal Pliocene inferiore (CICCACCI *et alii*, 1985), in condizioni climatiche sostanzialmente diverse da quelle attuali (probabilmente aride), è stato successivamente inciso, per effetto dei primi sollevamenti post-compressivi, da ampi valloni che, nei depositi terrigeni del bacino marchigiano interno e dell'avanfossa adriatica si raccordavano con estese superfici pedimentarie (superficie "villafranchiana") (DEMANGEOT, 1965 e 1973; COLTORI *et alii*, 1991) (Fig. 2).

Questo antico paesaggio, costituito dalla paleosuperficie sommitale e da quella "villafranchiana", è stato fortemente smembrato dalla tettonica distensiva quaternaria. Si sono così prodotte vistose deformazioni che hanno interessato il rilievo sia in senso longitudinale che trasversale. I rigetti maggiori si osservano sulla paleosuperficie sommitale lungo faglie appenniniche, mentre quelli dovuti a dislocazioni trasversali sono generalmente modesti, tranne che nella porzione piú meridionale della regione (M. ti Sibillini). La sommatoria di piú dislocazioni disposte a gradinata ha tuttavia prodotto dislivelli consistenti, tali da individuare le tre grandi culminazioni trasversali cui si è fatto cenno in precedenza lungo gli allineamenti M. ti Sibillini - Porto S. Giorgio, M. Penna - Cingoli - Ancona e M. Nerone - Pesaro.

Le due paleosuperfici di erosione sommitale e "villafranchiana" risultano entrambe interessate dalle dislocazioni trasversali, nel complesso conformi all'andamento altimetrico delle "dorsali". Tali dislocazioni sono però sensibilmente piú accentuate in quella piú antica e minori in quella piú recente (Fig. 3). In ambedue i casi i rigetti maggiori si realizzavano a sud, in corrispondenza dei M. ti Sibillini, dove i rilievi raggiungono i valori piú elevati.

La paleosuperficie sommitale degrada dal M. Vettore (2476 m) fino a circa 800 m in corrispondenza delle valli del Chienti e del Potenza, con caratteristiche gra-

dinate di faglie antiappenniniche. Tali strutture sono visibili anche più a nord, dove accompagnano la risalita della superficie fino al M. S. Vicino (1485 m).

Anche la superficie "villafranchiana" mostra, come si è detto, evidenze di faglie trasversali che risultano però di entità minore. Una chiara degradazione a gradinata dell'elemento morfologico è osservabile dal M. Ascensione dove depositi conglomeratici del Pliocene medio-superiore raggiungono la quota di 1109 m, fino alla Valle del Chienti; più a nord, la superficie è rappresentata da rari lembi residui che consentono di apprezzare meno l'entità delle dislocazioni.

Una terza superficie d'erosione si osserva, come già accennato, appena sopra il terrazzo fluviale di I ordine; essa risulta deformata con andamenti analoghi a quelli delle precedenti, ma con rigetti ancora minori.

Nell'area centro-meridionale, anche i depositi di chiusura del ciclo pleistocenico marino mostrano di essere stati dislocati a quote diverse in modo congruente con le deformazioni degli elementi morfologici suddetti. Nell'area meridionale, tra il Tronto e il Tenna, questi depositi raggiungono infatti quote di poco inferiori ai 500 m s.l.m. (Ripatransone), per poi degradare sensibilmente verso nord tra il Chienti e il Musone fino a quote variabili dai 130 ai 250 m s.l.m. Nell' "alto" di Ancona, tali depositi salgono nuovamente raggiungendo quote intorno ai 300 m s.l.m.

Una prova della persistenza delle deformazioni trasversali nella storia recente dell'area viene dall'analisi delle quote assolute dei depositi alluvionali terrazzati più antichi (I ordine), riferiti al Pleistocene medio (COLTORTI *et alii*, 1991). Infatti, in corrispondenza della culminazione M. ti Sibillini - Porto S. Giorgio, questi depositi raggiungono quote intorno a 300 m mentre nel bacino del Tronto, posto a sud, e nei bacini del Chienti e Potenza, posti a nord, gli stessi si trovano a quote variabili da 200 a 230 m. Nel bacino del Musone, ubicato subito a sud della culminazione M. Penna - Cingoli - Ancona, i terrazzi del I ordine si rinvergono intorno a 250 m s.l.m.

Un'ulteriore evidenza geomorfologica è costituita, lungo il litorale adriatico, dalla presenza di coste alte unicamente in corrispondenza delle tre culminazioni trasversali (Fig. 2).

Anche l'andamento dei sistemi di drenaggio fluviale della regione risulta fortemente condizionato dall'attività recente delle strutture trasversali. Buona parte dei canali presenta infatti un andamento complessivo centripeto a zig zag verso le aree depresse comprese tra le grandi culminazioni trasversali (Fig. 2). Tale andamento è dovuto da un lato ai dislivelli progressivamente prodotti dai sollevamenti differenziali e dall'altro all'azione di sistemi di fratture che hanno guidato l'impostazione dei canali fluviali (BISCI *et alii*, 1988). Nell'area centro-meridionale le evidenze maggiori si osservano nei bacini del Chienti e del Potenza: nel primo le deviazioni verso nord del T. Fiastrone e del T. Fiastrone sono il risultato di una serie di catture condizionate dai forti sollevamenti tettonici verso sud; nel bacino del Potenza l'innalzamento dell'area di Cingoli (M. Penna - Cingoli - Ancona) ha causato piccole catture e brusche deviazioni verso sud-est del reticolo compreso tra gli abitati di Appignano e di Treia.

Anche nell'area settentrionale il reticolo idrografico principale sembra fortemente condizionato dalle deformazioni trasversali. Tale è il caso delle deviazioni verso sud di alcuni tratti dell'alto Metauro, che di-

mostrano il maggiore sollevamento della culminazione M. Nerone - Pesaro rispetto alle aree più meridionali.

CONCLUSIONI

Le evidenze geologiche e geomorfologiche presentate consentono di riconoscere il costante condizionamento che elementi strutturali trasversali alla catena appenninica hanno esercitato sulla storia geologica e geomorfologica dell'area marchigiana. Tali elementi, che sembrano individuare fasce caratterizzate da diversa evoluzione tettonico-sedimentaria, dimostrano di aver agito prima, durante e dopo la messa in posto della catena appenninica.

In tempi quaternari queste strutture hanno prodotto "dorsali" trasversali che sono state diversamente sollevate, con ogni probabilità, per effetto di movimenti isostatici differenziali condizionati a loro volta dalle diverse complessità strutturali e dagli spessori dei settori di catena.

I movimenti verticali, continuati verosimilmente fino ai tempi più recenti, sono testimoniati dalle ondulazioni delle paleosuperfici, più accentuate in quelle più antiche e meno in quelle più recenti, e dalle quote delle alluvioni del I ordine, nonché dall'andamento centripeto del reticolo verso le aree depresse comprese tra i tre allineamenti trasversali principali.

La persistenza nel tempo dell'attività degli elementi trasversali suggerisce l'esistenza in profondità di discontinuità crostali che sembrano essere in grado di manifestare i loro effetti in superficie, quale che sia l'evoluzione tettonico-strutturale della copertura sedimentaria. Questi elementi potrebbero essere paragonati alle geofratture regmatiche di Caire (1975), alle strutture trasversali persistenti riconosciute nella porzione centrale dell'Himalaya (DASGUPTA *et alii*, 1987) o anche, almeno per certi versi, alle strutture profonde ipotizzate per la stessa penisola italiana da ROYDEN *et alii* (1987).

In base a quanto detto appare evidente come si renda necessaria una maggiore considerazione per le strutture trasversali, tenendo conto anche dei risvolti pratici che una loro migliore conoscenza può presentare sia nel campo della zonazione sismica sia nella ricerca di risorse del sottosuolo.

BIBLIOGRAFIA

AMBROSETTI P., CARRARO F., DEIANA G. & DRAMIS F. (1982) - *Il sollevamento dell'Italia centrale tra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio. Contributi conclusivi per la realizzazione della carta neotettonica d'Italia*. Pubbl. n. 513 del P.F. Geodinamica - C.N.R., 219-223.

AMBROSETTI P., CENTAMORE E., DEIANA G., DRAMIS F. & PIERUCCINI U. (1981) - *Schema dell'evoluzione neotettonica dell'area umbro-marchigiana tra il Tronto ed il Metauro*. Rend. Soc. Geol. It., 4, 471-475.

BISCI C., CALAMITA F. & DRAMIS F. (1988) - *Analisi computerizzata della orientazione di tratti di reticolo idrografico e implicazioni neotettoniche: un esempio nell'area umbro-marchigiana*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., Suppl. 1, 189-196.

BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DELANA G., MICARELLI A., MORATTI G. & POTETTI M. (1986) - *Evoluzione dell'Appennino tosco-umbro-marchigiano durante il Neogene*. Giornale di Geologia, ser. 3, 48, 1-2, 227-233.

- BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., DEIANA G. & DRAMIS F. (1983) - *The Umbria-Marche Apennine: an example of thrust and wrenching tectonics in a model of ensialic Neogenic-Quaternary deformation*. Boll. Soc. Geol. It., **102**, 591-592.
- CAIRE A. (1975) - *Les règles de la fracturation continentale et le rôle des géofractures dans l'évolution de l'écorce terrestre*. Rev. Geogr. Phys. Geol. Dynam., **17**, 4, 319-354.
- CALAMITA F., CANTALAMESSA G., DEIANA G., DRAMIS F., MICARELLI A., CENTAMORE E., PIERUCCINI U., POTETTI M. & ROMANO A. (1979a) - *Dati sulla neotettonica dei Fogli 132 (Norcia), 124 (Macerata), 115 (Città di Castello)*. In "Nuovi contributi alla realizzazione della Carta Neotett. d'Italia", CNR, P.F. Geodinamica, Pubbl. 513, 179-215.
- CALAMITA F., CELLO G., INVERNIZZI C. & PALTRINIERI W. (1990) - *Stile strutturale e cronologia della deformazione lungo la traversa M. S. Vicino-Polverigi (Appennino marchigiano esterno)*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. "Neogene thrust tectonics", 69-86.
- CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DEIANA G., MICARELLI A., POTETTI M. & ROMANO A. (1979 b) - *Analisi dell'evoluzione tettonico sedimentaria dei "bacini minori" del Miocene medio-superiore nell'Appennino umbro-marchigiano e laziale-abruzzese: 7) il bacino di Camerino*. Studi Geol. Camerti, **5**, 67-81.
- CALAMITA F., CENTAMORE E., DEIANA G. & MICARELLI A. (1986) - *Evoluzione tettonico sedimentaria dell'area umbro-marchigiana dal Trias al Pleistocene*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. "La geologia delle Marche", 89-90.
- CALAMITA F., COLTORTI M., DEIANA G., DRAMIS F. & PAMBIANCHI G. (1982) - *Neotectonic evolution and geomorphology of the Cascia and Norcia depressions (Umbria-Marche Apennines)*. Geogr. Fis. Din. Quat., **5**, 263-276.
- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., MICARELLI A. & POTETTI M. (1986a) - *Il Miocene delle Marche*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. "La geologia delle Marche", 35-56.
- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., COLALONGO M.L., MICARELLI A., NANNI T., PASINI G. & POTETTI M. (1986b) - *Il Plio-Pleistocene delle Marche*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. "La geologia delle Marche", 61-81.
- CASTIGLIONI B. (1934) - *Studi geomorfologici sull'Italia centrale*. Boll. Soc. Geogr. It., (S IV), **11**, 22-30.
- CASTIGLIONI B. (1935) - *Ricerche geomorfologiche nei terreni pliocenici dell'Italia centrale*. Pubbl. Ist. Geogr. It., **6**, 10, 642-660.
- CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., CIPRIANI N., DEIANA G. & MICARELLI A. (1979) - *The minor basins in the context of the umbro-marchean region tectonic-sedimentary evolution during Middle-Upper Miocene*. Ann. Geol. Pays. Hellen, Tome Horse serie, fasc. 2, 247-251.
- CENTAMORE E., DEIANA G., DRAMIS F., MICARELLI A., CARLONI G.C., FRANCAVILLA F., NESCI O. & MORETTI E. (1978) - *Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 116 (Gubbio), 123 (Assisi), 117 (Tesi) e 109 (Pesaro)*. Contributi preliminari alla realizzazione della Carta neotettonica d'Italia, Pubbl. 155 del P.F. Geodinamica - C.N.R., vol. 1, 113-148.
- CENTAMORE E., JACOBACCI A. & MARTELLI G. (1972) - *Modello strutturale umbro-marchigiano. Correlazioni possibili con le regioni adiacenti*. Boll. Serv. Geol. d'It., **93**, 155-188.
- CICCACCI S., D'ALESSANDRO L., DRAMIS F., FREDI P. & PAMBIANCHI G. (1985) - *Geomorphological and neotectonic evolution of the Umbria-Marche Ridge, Northern Sector*. Studi Geol. Camerti, **10**, 7-15.
- COLTORTI M., CONSOLI M., DRAMIS G., GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1991) - *Evoluzione geomorfologica delle piane alluvionali delle marche centro-meridionali*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **14**, in stampa.
- COLTORTI M. & NANNI T. (1987) - *La bassa valle del Fiume Esino: geomorfologia, idrogeologia e neotettonica*. Boll. Soc. Geol. It., **106**, 35-51.
- DASGUPTA S., MUKHOPADHAYAY M. & NANDY D.R. (1987) - *Active transverse features in the central portion of the Himalaya*. Tectonophysics, **136**, 255-264.
- DEMANGEOT J., (1965) - *Geomorphologie des Abruzzes Adriatiques*. Mem. et Docum., C.N.R.S., 403 pp.
- DEMANGEOT J. (1973) - *Neotectonique et dépôts quaternaires dans l'Apennin*. Acc. Naz. Lincei, "Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino", **183**, 215-240.
- DRAMIS F. & BISI C. (1986) - *Aspetti geomorfologici del territorio marchigiano*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. "La geologia delle Marche", 99-103.
- DRAMIS F., NESCI O., PAMBIANCHI G. & CONSOLI M. (1989) - *Summit palaeosurfaces and neotectonic evolution of the Marche region (Italy)*. Abstracts II Intern. Conf. Geomorphology, Frankfurt, 3-9 september 1989.
- DUFAURE J., BOSSUYT D. & RASSE M. (1988) - *Déformations quaternaires et morphogénèse de l'Apennin Central Adriatique*. Physio-Géo., **18**, 9-46.
- GIROTTI P. (1968) - *Note sulla stratigrafia e sulla tettonica delle formazioni mioceniche dell'Ascolano*. Atti Acc. Naz. Lincei, Rend. Cl. Sc. Fis. Nat., s. 8, **44**, 827- 837.
- GIANNINI E. & PEDRESCHI L. (1949) - *Considerazioni sullo sviluppo dell'idrografia in relazione alle più recenti teorie sull'orogenesi appenninica*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., mem. 5-6, sez. A, 1-34.
- GUERRERA F., RAINERI B. & WEZEL F.C. (1978) - *Eventi neotettonici quaternari nell'area nord marchigiana*. Mem. Soc. Geol. It. **19**, 589-595.
- INVERNIZZI C. (1990) - *Evoluzione geologico-strutturale dell'area marchigiana esterna tra i fiumi Esino e Tronto*. Tesi di dottorato, inedita.
- NANNI T., PENNACCHIONI E. & RAINONE M.L. (1986) - *Il bacino pleistocenico marchigiano*. Atti Riun. Gruppo Sedimentologia C.N.R., Ancona, 5-7 giugno 1986, 13-43.
- NESCI O., MORETTI E. & SACCHI G. (1978) - *Studio neotettonico della zona compresa tra i fiumi Foglia e Metauro (Marche Settentrionali)*. Mem. Soc. Geol. It., **19**, 635-640.
- NESCI O., MORETTI E. & LALLI R.P. (1983) - *Ricerche preliminari sulle paleosuperfici sommitali delle Marche settentrionali*. Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta Neotett. d'It., CNR, P.F. Geodinamica, Pubbl.506, 67-72.
- ROVERI M., ORI G.G. & ZITELLINI N. (1986) - *Sedimentazione plio-quaternaria nell'Adriatico centrale*. Atti. Riun. Gruppo Sedimentologia C.N.R., Ancona, 5-7 giugno 1986, 141-146.
- ROYDEN L., PATACCA E. & SCANDONE P. (1987) - *Fragmentation and configuration of subducted lithosphere in Italy: an important control on thrust-belt and foredeep-basin evolution*. Geology, **15**, 714-717.
- SELLI R. (1954) - *Il bacino del Metauro*. Giorn. Geol., **24**, 268 pp.

