

**ROTAZIONI E FAGLIE TRASCORRENTI NELL'AVAMPAESE ADRIATICO:
ELEMENTI PER UNA REVISIONE**

INDICE

RIASSUNTO	pag. 123
ABSTRACT	" 123
PREMESSA	" 123
ASSETTO ED EVOLUZIONE DELL'AVAM- PAESE ADRIATICO MERIDIONALE	" 124
DATI PALEOMAGNETICI E STRUTTURALI NELL'AVAMPAESE ADRIATICO SETTENTRIONALE	" 125
DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	" 127
BIBLIOGRAFIA	" 128

RIASSUNTO

I dati strutturali e paleomagnetici forniscono vincoli cinematici importanti per la ricostruzione dell'evoluzione geodinamica dell'intero settore adriatico.

L'insieme dei dati paleomagnetici attualmente disponibili per la piattaforma apula indica una rotazione antioraria di circa 30° per il Mesozoico, mentre gli unici dati finora disponibili per il Cenozoico testimoniano una complessiva rotazione oraria, di diversa ampiezza, del settore meridionale rispetto a quello settentrionale. Se si accetta la validità di questi (come di altri) dati paleomagnetici, ci si deve poi porre il problema se si tratti di rotazioni regionali o locali o se si possano invocare meccanismi tipo *block-faulting rotation* che liberino dalla necessità di trovare un polo di rotazione per l'intero avampaese adriatico nel Cenozoico.

Sempre nell'avampaese apulo consistenti evidenze di terreno testimoniano la presenza di estesi sistemi di faglie trascorrenti a direzione circa E-W che potrebbero avere avuto, in passato, un'importanza anche maggiore di quella attuale, forse ricollegandosi ad un più grande sistema del Mediterraneo centrale le cui tracce sono ancora oggi osservabili in Anatolia e nella penisola iberica.

Nella parte centro-settentrionale dell'avampaese adriatico sono attualmente a disposizione pochi dati paleomagnetici concordi nell'indicare una rotazione antioraria di circa 20°-30° dell'intero settore, limitatamente al Cretacico superiore - Paleocene dell'Istria; altri dati che si riferiscono ai settori deformati (Alpi meridionali, Dinaridi) non sono ancora interpretabili coerentemente in un quadro regionale.

L'Adriatico centro-meridionale può essere interpretato come un singolo blocco rigido che presenta, complessivamente, un basso grado di deformazione interna se comparato con i settori di catena circostanti, ma che può essere considerato suddiviso, anche su basi sismologiche, in almeno due settori. La cosiddetta fascia meso-adriatica (un'area allungata in direzione

W-E tra l'*off-shore* molisano-garganico e quello dalmata tra Split e Dubrovnik) costituisce la naturale separazione fra i due. Faglie trascorrenti e rotazioni, in questa ricostruzione legate ad antiche subduzioni, sembrano avere avuto un ruolo importante nella determinazione dell'assetto attuale di tutta la regione.

ABSTRACT

This paper is a review of paleomagnetic and structural data concerning the geodynamic evolution of the Adriatic foreland (with special regards to the Southern part). The Adriatic can be placed in a framework in which a vast amount of geological and geophysical data have been produced in the last few years. On the basis of structural analysis, it is possible to identify a series of carbonate ridges limited by strike-slip and dip-slip faults. There is no direct evidence of a truly compressive phase in the Quaternary, but there are some suggestions, giving by tilted fault blocks, of tectonic activity even in the most recent times.

Structural data, integrated with available paleomagnetic and other data permit the identification of an intraorogenic deformed foreland which have undergone an evolution articulated by block-bounding faults. These kinematically homogeneous blocks have undergone different degrees of rotation, starting since the Upper Cretaceous. Major strike-slip faults E-W trending separate the Gargano from the Murge and from the Salento. Along those faults have been also possible dip-slip normal motions. Finally, we suggest some preliminary elements for a model of the geodynamic evolution of the Southern Adriatic foreland during the Cenozoic. The whole region have probably undergone a fragmentation during its possible oblique subduction underneath the Apenninic chain. In such a geotectonic context, strike-slip faults and rotations should be a common features also in a foreland region.

PAROLE CHIAVE: Faglie trascorrenti, rotazioni, avampaese adriatico, Puglia.

KEY-WORDS: Strike-slip tectonics, rotations, foreland, Apulia.

PREMESSA

Da molti anni l'avampaese adriatico, in quanto parte affiorante del promontorio africano/microplacca Adria degli autori, è oggetto di numerosi studi strutturali e paleomagnetici.

L'importanza di questo settore nella ricostruzione dell'evoluzione geodinamica di tutto il Mediterraneo centrale è stata messa in evidenza da numerosi autori (tra gli altri vedi CHANNELL *et al.*, 1979; LOWRIE, 1986; PLATT *et al.*,

(*) Centro di Studio per la Geologia Tecnica CNR, Roma

1989) ed è testimoniata anche da diversi studi sull'evoluzione cinematica dell'Appennino meridionale e centrale (PATACCA & SCANDONE, 1989; CASERO *et al.*, 1992; CINQUE *et al.*, 1993). Per molto tempo l'intera area è stata considerata omogenea da un punto di vista geologico e tettonicamente poco deformata, essendo alcune grandi faglie dirette l'unica evidenza strutturale di rilievo. In questa revisione vengono riesaminati i principali dati tettonici pubblicati negli ultimi anni (ORTOLANI & PAGLIUCA, 1989; FUNICIELLO *et al.*, 1992; RICCHETTI *et al.*, 1992; TOZZI *et al.*, 1988; 1989; 1992; FAVALI *et al.*, 1992) e viene da questi (e da altri dati inediti) tratta un'ipotesi sull'evoluzione geodinamica cenozoica della parte meridionale dell'avampaese adriatico che può aver avuto riflessi anche importanti nel settore settentrionale. Discussioni specifiche in merito alla "qualità" dei dati paleomagnetici utilizzati nei lavori qui citati sono già contenute in alcuni degli articoli a carattere riassuntivo (LOWRIE, 1986; INCORONATO & NARDI, 1989) e più recentemente in SAGNOTTI *et al.* (1992) e in SCALERA *et al.* (1993).

Si vuole infine sottolineare che i dati strutturali e paleomagnetici forniscono una chiave di lettura importante per la ricostruzione della storia tettonica di questa regione, anche in vista dei risultati che si prevede di ottenere dal profilo CROP 01.

ASSETTO ED EVOLUZIONE DELL'AVAMPAESE ADRIATICO MERIDIONALE

I dati paleomagnetici raccolti in Puglia potrebbero riflettere, più direttamente di quelli raccolti in aree maggiormente alloctone, la cinematica profonda, assumendo così un significato di portata più vasta proprio grazie all'autoctonia (peraltro relativa) dell'avampaese adriatico.

L'insieme dei dati paleomagnetici attualmente disponibili indica una rotazione antioraria di circa 30° della piattaforma apula per il Mesozoico (fino al Senoniano), mentre gli unici dati finora disponibili per il Cenozoico testimoniano una complessiva rotazione oraria paleogenica, di diversa ampiezza, del settore settentrionale rispetto a quello meridionale e rispetto alle due placche principali (Fig. 1, CHANNELL & TARLING, 1975; VANDENBERG, 1983; LOWRIE, 1986; INCORONATO & NARDI, 1989; TOZZI *et al.*, 1988; 1989). Tale cambiamento di verso nella roto-traslazione del blocco apulo è di difficile spiegazione e deve essere ancora corroborato da altri dati paleomagnetici. In altre zone simili cambiamenti di verso di rotazione sono già stati messi in relazione a mutamenti importanti del regime geodinamico (ROGERS *et al.*, 1987). Se si accetta la validità di questi (come di altri) dati paleomagnetici, è importante determinare se si tratti di rotazioni regionali o locali o se si possano invocare meccanismi tipo *block-faulting rotation* che liberino dalla necessità di trovare un polo di rotazione per l'intero avampaese adriatico nel Cenozoico (considerando anche i dati provenienti dagli altri frammenti della stessa regione, Istria e Iblei per primi, v. dopo). Nel secondo caso risulta preminente avere informazioni precise sull'esistenza e sulle caratteristiche delle faglie trascorrenti necessarie a permettere tale meccanismo.

Anche se si tratta di zone ormai molto studiate, non c'è pieno accordo sull'interpretazione dei dati; per esempio, il Gargano è stato studiato prima da CHANNELL & TARLING

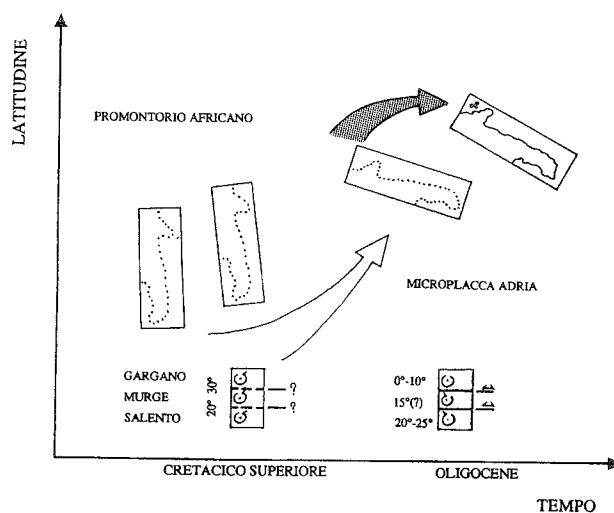


Fig. 1 - Diagramma schematico non in scala che mette in luce i principali vincoli cinematici disponibili attualmente per l'avampaese pugliese. Nella roto-traslazione ricostruita, oltre ad una generale deriva verso latitudini più settentrionali, si nota un brusco cambiamento fra le rotazioni antiorarie più antiche e quelle orarie più giovani. Non ci sono dati paleomagnetici che confermino un eventuale *trend* antiorario dal Mio-Pliocene all'attuale (pure largamente ipotizzabile sulla base di dati geofisici, ANDERSON & JACKSON, 1987). La forma della Puglia è lasciata ipoteticamente uguale a quella di oggi; la latitudine è relativa. Nelle due colonnine lungo l'asse dei tempi sono rappresentati i valori di rotazione noti e le eventuali faglie, ipotetiche e dalla cinematica incerta per il Mesozoico, trascorrenti (di verso sia destro che sinistro) e poi anche transtensive nel Cenozoico.

(1975) e successivamente da VANDENBERG (1983). I dati raccolti testimoniano una rotazione antioraria di circa 20°-30° che avrebbe interessato il Gargano dal Cretacico fino almeno al passaggio con il Cenozoico; tutti i campioni, eccettuati quelli della cava di bauxite di San Giovanni Rotondo, provengono da zone poste a Nord della faglia di Mattinata (FUNICIELLO *et al.*, 1992) e, comunque, a Nord della fascia di disturbo orientata E-W che separa il promontorio dalle Murge. VANDENBERG (1983) ritrova ugualmente una rotazione antioraria di circa 30° in rocce appartenenti a tre diverse formazioni del Cretacico (*Maiolica*, parte medio-bassa della *Scaglia* e *Calcari oolitici* di Coppa Guardiola, CREMONINI *et al.*, 1971) affioranti a Nord della faglia di Mattinata. Mentre però quest'ultimo considera la rotazione del Gargano collegata a quella dell'Umbria - Marche, CHANNELL & TARLING (1975) la legano direttamente a quella africana, non ponendola in alcuna relazione con quella dell'alloctono umbro - marchigiano.

LOWRIE (1986) "correggendo" questi dati rispetto alla curva del percorso apparente del Polo (*Apparent Polar Wander Path, APWP*) africano, per altro ancora mal definita, riconosce una rotazione di circa 25° dell'alloctono appenninico e di 17° del Gargano (riducendo i valori trovati originariamente dagli autori). Le differenze che si riscontrano fra i diversi settori della regione periadriatica sarebbero per LOWRIE imputabili all'azione di motivi tettonici trascorrenti, probabilmente a direzione E-W.

INCORONATO & NARDI (1986; 1989), sulla base soprattutto di rielaborazioni critiche dei dati disponibili, sostengono che, nel Cretacico, la parte più settentrionale del Gargano sia ruotata di circa 20° in senso antiorario rispetto a quella meridionale che doveva, così, ragionevolmente essere ferma oppure ruotare in senso contrario. Gli stessi autori sottolineano l'importanza che può avere avuto in questo

contesto la faglia di Mattinata (e, a questo scopo, è in corso un nuovo campionamento nelle Murge, NARDI, comunicazione personale, da cui emergerebbe una sostanziale coincidenza con i dati cretaci del Gargano). Infine, secondo Tozzi *et al.* (1989), il settore garganico avrebbe subito prima una rotazione antioraria di circa 25° (misurata nei calcari del Senoniano) e poi un "recupero" fra 9°, in senso orario, e 0° (*Calcari a Nummuliti* di Peschici) (Fig. 1). A tale proposito bisogna specificare che nuove misure attualmente in corso suggeriscono la scarsa affidabilità di quest'ultimo dato a causa di estesi fenomeni di rimagnetizzazione non prevedibili in precedenza (SPERANZA, com. pers.).

Va segnalato, ancora, che un *set* di dati provenienti dalle argille pleistoceniche del Bradano, nella zona di Matera, indica una rotazione antioraria di circa 20° (SCHEPERS *et al.*, 1991). La non disponibilità di una carta di dettaglio e di tabelle dei dati non consente, però, di valutare a fondo la qualità e l'applicabilità del dato.

In Sicilia BARBERI *et al.* (1974) e BESSE *et al.* (1984) hanno esaminato le lave e i calcari cretaci dell'avampaese ibleo. Questi autori riscontrano rotazioni antiorarie di circa 15°-20°, dal Cretacico superiore fino in tempi recenti (lave plioceniche), in buon accordo fra loro, seppure i dati nella serie sedimentaria siano effettivamente scarsi. I dati provenienti dalla Sicilia sud-orientale sembrano essere quelli più vicini alla deriva della placca africana (con entità minori di traslazione - rotazione rispetto al resto dell'Italia adriatica stabile), ma ancora deve essere approfondita la relazione con la struttura *off-shore* (Medina *wrench-fault system*, JONGSMA, 1987) e con i dati dell'avampaese garganico-pugliese. Un ruolo importante nella separazione di questi due domini, almeno a partire da un certo periodo, potrebbe essere stato giocato dalla cosiddetta Scarpata di Malta che borda la Sicilia orientale e lungo la quale non possono essere esclusi movimenti di tipo trascorrente (nonostante la stessa

morfologia non sia univocamente interpretabile).

Nell'avampaese apulo consistenti evidenze di terreno hanno messo in luce la presenza di estesi sistemi di faglie trascorrenti a direzione circa E-W (descritti, in base a rilevamenti di terreno, da FUNICIELLO *et al.*, 1992, da MONTONE & FUNICIELLO, 1989 e già ipotizzati da LOWRIE, 1986, Fig. 2) che potrebbero avere avuto, in passato, un'importanza anche maggiore di quella attuale, possibile retaggio di un più grande sistema del Mediterraneo centrale, ancora oggi teoricamente ricollegabile ai sistemi dell'Anatolia e della penisola iberica, oppure riflesso di eventuali trasformi legate alla più recente apertura del bacino tirrenico. Tra questi assumono particolare rilievo la già citata faglia di Mattinata e il sistema di faglie a direzione E-W che divide il Salento dalle Murge.

La discussione su tali sistemi trascorrenti, sulle loro cause e sui loro effetti, primi fra tutti quelli in termini di rotazioni, può considerarsi virtualmente ancora aperta, specialmente per quello che riguarda il collegamento con le grandi discontinuità più volte riconosciute o ipotizzate nel medio bacino tirrenico (faglia del 41° parallelo e simili, v. anche LAVECCHIA, 1988).

Le faglie della Puglia mostrano una storia cinematica complicata e sembrano avere avuto movimenti sia destri che sinistri. Emblematico è, a questo proposito, il caso della faglia di Mattinata lungo la quale sono documentati movimenti destri (probabilmente più antichi, HIPPOLYTE, 1992), che avrebbero dislocato lo *slope* stesso della piattaforma apula sommersa, e sinistri (più giovani) che avrebbero generato anche strutture *transtensive* (*pull-apart* di Pantano Sant'Egidio) e *transpressive* (Monte S. Angelo, S. Marco in Lamis) (FUNICIELLO *et al.*, 1992). Lungo gli stessi lineamenti, in molti casi, si sono avuti anche movimenti *dip-slip* distensivi importanti (ben riconoscibili, per esempio, lungo l'attuale scarpata di separazione Murge - Salento). Faglie trascorrenti sono state pure riconosciute nell'avampaese ibleo dove, però, sembrano avere un certo rilievo piuttosto i sistemi N 120° destri.

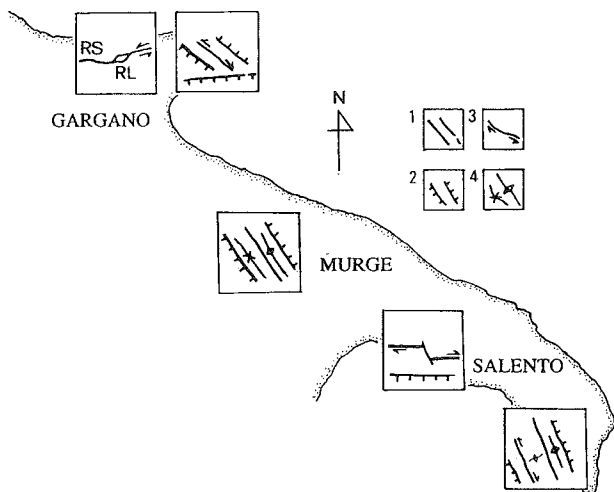


Fig. 2 - Schema riassuntivo dei principali elementi deformativi messi in luce nell'avampaese pugliese. Sono stati distinti tre settori (Gargano, Murge e Salento) e messe in evidenza le fasce deformative di Mattinata e la scarpata che separa le Murge dal Salento. Si può notare come cambi significativamente la direzione delle faglie principali da WNW-ESE al Gargano, a NW-SE nelle Murge, fino a NNW-SSE nel Salento. Il verso di movimento (nella fase trascorrente) della faglia tra il Salento e le Murge non è noto; della faglia di Mattinata è messo qui in luce solo il verso sinistro. Legenda: 1- principali faglie; 2- principali faglie dirette o sub-verticali; 3- principali faglie trascorrenti; 4- principali assi di pieghe anticlinali e sinclinali; RS= *restraining band*, RL= *releasing band*.

DATI PALEOMAGNETICI E STRUTTURALI NELL'AVAMPAESE ADRIATICO SETTENTRIONALE

Nella parte centro-settentrionale dell'avampaese adriatico sono attualmente a disposizione pochi dati paleomagnetici in Istria, nella Dalmazia settentrionale e in alcune isole dalmate centrali. Questi dati sono, in prima approssimazione, concordi nell'indicare una rotazione antioraria di circa 20°-30° dell'intero settore, però risultano limitati temporalmente all'intervallo Cretacico superiore-Paleocene in Istria e al Cretacico-Miocene in Dalmazia.

Nella penisola istriana MARTON & VELJOVIC (1983) riscontrano una rotazione antioraria di circa 30°-40° in rocce comprese fra il Cretacico inferiore e il Senoniano. Per inciso anche nelle isole dalmate settentrionali MARTON & VELJOVIC (1987) ritrovano le stesse rotazioni antiorarie estendibili, con qualche dubbio, all'inizio del Cenozoico; non sono tuttavia molto chiari i rapporti di queste ultime rotazioni con la messa in posto e la traslazione, nel tempo, delle falde dinariche.

Un controllo speditivo dei valori di inclinazione magnetica relativi all'Istria, comparati con quelli garganici,

dimostra, per il Cretacico superiore, una differenza tra le due zone che è molto maggiore di quella attualmente competente alle rispettive latitudini. Se attualmente ci sono 5° di inclinazione magnetica a separare il Gargano dall'Istria, nel Cretacico (secondo i dati ricavati direttamente dagli autori) essi sarebbero risultati, comunque, di più, tra 6°-7° e 10° (tenendo conto del margine di errore piuttosto ampio). Se questa differenza potesse essere determinata con una sicurezza maggiore e confermata, potrebbero "mancare" circa 100 (o più) km di crosta, a meno di importanti cambiamenti relativi in latitudine (al momento difficili, però, da argomentare). Curiosamente questa discrepanza, che almeno nei dati originali esiste (cfr. MARTON & VELJOVIC, 1983 e VANDENBERG, 1983), non compare nel riesame critico operato da LOWRIE (1986) in cui le differenze in inclinazione tra i set di dati garganici e istriani sono costantemente valutate intorno ai 5° attuali anche nel Cretacico. Va ricordato, per inciso, che i dati di MARTON & VELJOVIC non superano il vaglio critico di alcune revisioni

critiche recenti (SCALERA *et al.*, 1993), anche se risultano inseriti nel *database* mondiale (SAGNOTTI *et al.*, 1992); vengono qui considerati in quanto si tratta, comunque, degli unici dati attualmente disponibili nella regione.

Dati paleomagnetici, peraltro non soddisfacentemente circostanziati, sono stati recentemente raccolti nell'isola di Vis, dove MILICEVIC (1988) riscontra una importante rotazione antioraria (oltre 50°) causata, secondo l'autore, da una compressione a direzione SW-NE, simile, cioè, a quella responsabile dell'orientazione dinarica di parte degli assi strutturali dalmati (v. anche FAVALI *et al.*, 1992).

BALLA (1988), utilizzando anche nuovi dati paleomagnetici, ritiene che prima del Senoniano (in corrispondenza della deposizione della *Scaglia* garganica) il promontorio adriatico fosse limitato da due faglie trasformi che ne permettessero una relativa autonomia fra le catene appenninico-dinarica e alpino-carpatica. Durante il Miocene il promontorio si sarebbe spezzato in due parti di cui quella settentrionale avrebbe subito una rotazione antioraria (con-

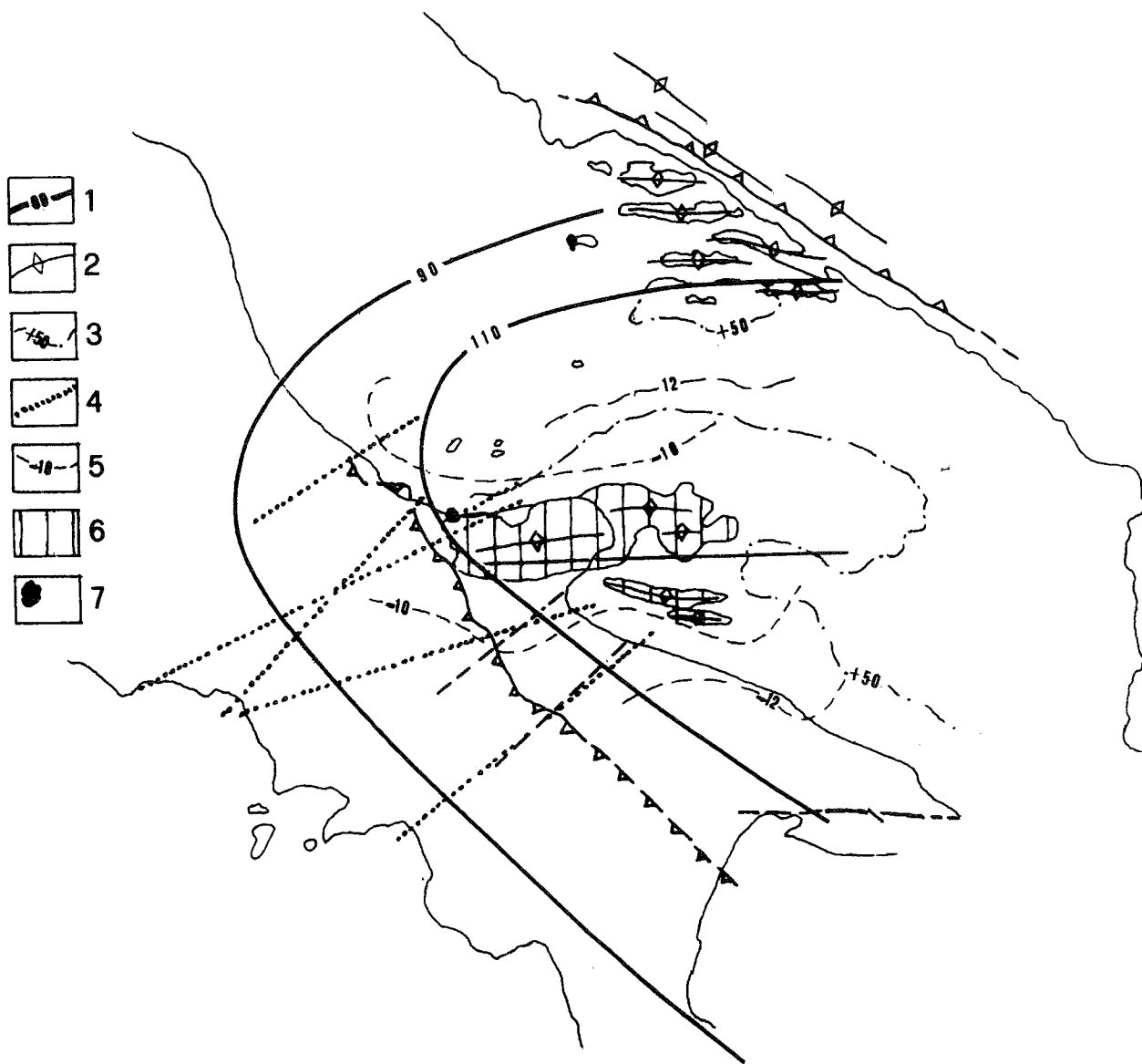


Fig. 3 - Caratteri geologici e geofisici della fascia meso-adriatica. Legenda: 1- spessori della litosfera (in km) secondo PANZA (1984); 2- assi strutturali superficiali e profondi; 3- anomalie gravimetriche regionali di + 50 mgal secondo MORELLI *et al.* (1969); 4- principali lineamenti basati su foto aeree, gravimetria, dati magnetici e geologici secondo MOSTARDINI & MERLINI (1986); 5- alto strutturale del basamento del Gargano (in km) secondo ORTOLANI & PAGLIUCA (1989); 6- strutture positive nelle unità carbonatiche secondo ORTOLANI & PAGLIUCA (1989); 7- affioramenti di vulcaniti di età eocenica (anche presunta) (VOLLMER, 1976); le linee in grassetto rappresentano i principali lineamenti tettonici superficiali (assi di pieghe, faglie principali).

nessa allo sfenocasma ligure), mentre quella meridionale sarebbe solo stata traslata lateralmente rispetto all'Africa (senza rotazioni relative). Secondo la ricostruzione (va detto, molto speculativa) operata da BALLA una significativa rotazione oraria delle Alpi sud-orientali sarebbe avvenuta in corrispondenza dell'estrusione di un cuneo tettonico che comprenderebbe le Montagne Bakony; il polo di rotazione viene collocato, in questa ricostruzione, nella zona mediana delle Alpi calcaree settentrionali.

Infine, sfruttando il nuovo *database* paleomagnetico globale dell'Istituto Nazionale di Geofisica (SAGNOTTI *et al.*, 1992) è stata compiuta una verifica dei dati disponibili nella regione alpina sud-orientale. Per la maggior parte si tratta di vecchi dati relativi alle vulcaniti dei M.Lessini e dei Colli Euganei, di quelli di CHANNELL & TARLING (1975) e di quelli, altrettanto datati (1965), nei sedimenti clastici paleozoici e nelle vulcaniti triassiche. Tutti questi dati sono di difficile utilizzo a causa dell'età troppo antica dei terreni campionati e della loro ubicazione in settori fortemente deformati non rendendo, quindi, al momento possibile una lettura in chiave regionale.

Non ci sono attualmente dati strutturali di significato regionale disponibili in Istria e pure scarsi sono i dati relativi alla Dalmazia settentrionale. Faglie trascorrenti sono state ipotizzate al margine dell'Appennino (*Emilia fault*), mentre l'assetto tettonico del settore periadriatico settentrionale deformato (Sudalpino) risulta complessivamente meglio caratterizzato anche alla scala dell'affioramento e comprende anche la presenza di lineamenti trascorrenti del I ordine diversamente orientati.

Inoltre, alcuni autori hanno già messo in evidenza che l'Adriatico può essere interpretato come un singolo blocco rigido circondato da un "confine" continuo di deformazioni (peraltro meglio definito nel settore meridionale). Esso presenta, complessivamente, un grado relativamente basso di deformazione interna se comparato con i settori di catena circostanti, ma può essere considerato separato, anche su basi sismologiche, dal settore meridionale (FAVALI *et al.*, 1992). La cosiddetta "fascia meso-adriatica" costituisce la naturale separazione fra i due.

Si tratta di un'area allungata in direzione W-E e, più precisamente, tra l'*off-shore* molisano-garganico e quello dalmata tra Split e Dubrovnik, che va dalla piattaforma apula settentrionale fino alla zona centrale della Dalmazia. Tale fascia risulta caratterizzata da peculiari evidenze di carattere geologico e geofisico che possono essere riassunte come segue (Fig. 3).

1) Da un punto di vista fisiografico è stata rilevata una netta scarpata a direzione circa E-W che divide la parte settentrionale da quella meridionale del bacino adriatico (MORELLI *et al.*, 1969). 2) Tettonicamente la zona circostante la già menzionata scarpata, ed in particolare il Gargano, le Isole Tremiti, le isole dalmate e la penisola di Peljesac, è caratterizzata da prevalenti andamenti strutturali E-W, mentre il *pattern* strutturale più diffuso attorno al bacino adriatico è quello NW-SE. Al Gargano e alle Tremiti la prevalenza delle strutture orientate E-W o ENE-WSW è già stata sottolineata (ORTOLANI & PAGLIUCA, 1989; MONTONE & FUNICIELLO, 1989; FAVALI *et al.*, 1992; FUNICIELLO *et al.*, 1992); la brachi-anticlinale del Gargano e la faglia di Mattinata sono tra gli elementi principali del *trend* E-W. Sul lato Jugoslavo, l'esistenza di assi strutturali orientati E-W

è stata messa in luce anche da BIGI *et al.* (1992). Inoltre, la separazione tettonica fra l'avampaese apulo settentrionale e le Murge (bassa valle dell'Ofanto) ha pure una direzione ENE-WSW, come anche alcune fra le principali discontinuità ricostruite in base alla sismica *off-shore* delle isole Tremiti. Il *trend* E-W degli assi strutturali della fascia meso-adriatica è affatto caratteristico di questa zona: non viene infatti riconosciuto più a Nord, nè più a Sud. Attualmente le isole Tremiti e il Gargano si troverebbero in risalita (isostatica) dando luogo così ad una zona di alto strutturale allungato lungo la fascia mesoadriatica (FUNICIELLO *et al.*, 1992), come testimoniato anche dall'andamento del *top* della serie carbonatica (ORTOLANI & PAGLIUCA, 1989). 3) I dati geofisici disponibili attualmente segnalano alcune significative anomalie in corrispondenza della fascia mesoadriatica. Tutta la regione è infatti segnata da valori positivi delle anomalie di Bouguer (fino a +120 mgal) nel Gargano, mentre a Nord e a Sud le anomalie diventano immediatamente negative (CARROZZO *et al.*, 1992). In base ai dati aeromagnetici è stato inoltre possibile mettere in luce una zona di alto del "basamento" (magnetico) a circa 8-10 km, allungata in direzione E-W (ARISI ROTA & FICHERA, 1987; ORTOLANI & PAGLIUCA, 1989). 4) Per quanto riguarda gli aspetti magmatologici lave e piroclastiti potassiche affiorano lungo tutta la fascia mesoadriatica del Gargano (Punta delle Pietre Nere), fino alle isole della Dalmazia (isola di Vis, entroterra). Tali lave, ritenute triassiche fino a qualche tempo fa, sarebbero in realtà eoceniche (VOLLMER, 1976; RAFFAELLI, comunicazione personale). Secondo FAVALI & MELE (1989) la distribuzione della sismicità all'altezza dell'area molisano-garganica sarebbe, inoltre, indizio dell'eventuale presenza di un "margine attivo intraplacca".

Fino ad oggi nessun autore, se si eccettua l'ipotesi di Tozzi per il Salento (1992), ha individuato nell'avampaese adriatico evidenze di rotazioni di blocchi continentali legate a faglie trascorrenti, rotazioni che, ultimamente, sono state messe in luce in diversi studi (RON *et al.*, 1982; MCKENZIE & JACKSON, 1983; NUR *et al.*, 1986; BECK, 1988). Per quello che concerne l'avampaese apulo, è abbastanza certo che un importante disturbo orientato E-W possa aver separato due blocchi crostali a probabile evoluzione differente, ma non ci sono altre evidenze, né ci sono elementi sufficienti per sostenere, allo stato attuale, che questo rientri in uno dei modelli di *block-faulting rotation* più comunemente in uso.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'avampaese adriatico è un blocco crostale rigido, ben definito da un punto di vista geofisico, che si incunea profondamente fra le catene alpina e appenninica (a Nord) e dinarica (a Sud), ma è ben lontano dal costituire un insieme unitario, indifferenziato e indeformato al suo interno. La maggior parte della deformazione è localizzata, ovviamente, lungo i margini che presentano, però, deformazioni solo apparentemente simili e, comunque, diacrone. La revisione dei dati paleomagnetici e strutturali consente di dare una definizione nuova dell'assetto tettonico (soprattutto per quanto riguarda la parte meridionale), peraltro già contenuta parzialmente in altri lavori (v.

FUNICIELLO *et al.*, 1991), di porre alcuni vincoli di carattere cinematico e di tracciare alcune linee relative a problematiche geodinamiche da sviluppare in futuro.

La parte meridionale (che è la più studiata anche perché più estesamente affiorante) risulta essere suddivisa in blocchi di grandi dimensioni separati da faglie trascorrenti trasversali e variamente ruotati. Questo settore risulta passare a quello più settentrionale attraverso una fascia di discontinuità meso-adriatica ben individuabile in base ai dati geologici e geofisici. La zona adriatica settentrionale ha limiti mal definibili, ma comunque presenta anch'essa importanti fenomeni di rotazione lungo il margine deformato orientale (e, in parte, anche lungo quello occidentale) ed è possibile ipotizzare la presenza, al suo interno, di faglie trascorrenti trasversali. Il sistema di grandi faglie trascorrenti che interessa la parte centrale dell'avampaese adriatico potrebbe essere interpretato come il relitto del più importante sistema che affliggeva questa regione del Mediterraneo centrale come risposta, nonostante la ipotizzabile lontananza dai fronti in compressione, alla collisione continentale fra la placca europea e quella africana; è pure possibile che riattivazioni di questi sistemi possano avere avuto luogo in coincidenza con eventuali trasformi connesse all'apertura del Tirreno. Si potrebbe trattare cioè di vecchi motivi riattivati in tempi successivi e ai margini di un altro contesto cinematico, come testimonierebbe una loro, al momento solo ipotetica, continuità al di sotto della catena appenninica (v. il riflesso che avrebbe a livello di

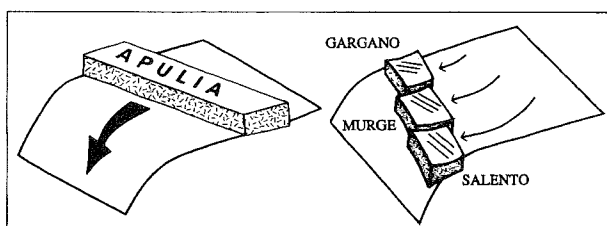


Fig. 4 - Schema ipotetico dell'evoluzione geodinamica del blocco apulo nel Miocene. Importanti faglie trascorrenti (in quel momento destre) intervengono quando il blocco si avvicina obliquamente alla zona di convergenza frammentandolo in domini più piccoli che subiscono diversi valori di rotazione (testimoniati, come riferimento anche grafico, dal diverso andamento degli assi strutturali principali).

lineamenti telerilevati, WISE *et al.*, 1979).

Si ipotizza che la frammentazione in blocchi crostali osservata possa essere dovuta ad un arrivo obliquo della microplacca Adria (ex promontorio africano) alla zona di subduzione miocenica (Fig. 4). Come supposto in altri casi di subduzione (BECK, 1988), tale situazione viene accomodata, da un punto di vista cinematico, da faglie che trasformano in scorrimento orizzontale il movimento di convergenza e da rotazioni indotte nel blocco che subduce (v. anche DOGLIONI, 1991). Il movimento complessivo del blocco adriatico (soprattutto nella sua parte meridionale) sembra così essere molto vicino a quello del braccio occidentale dell'arco egeo in rotazione oraria (verso l'Adriatico) dall'Oligo-Miocene (KISSEL & LAJ, 1988). Non è facile stabilire a che livello strutturale si verifichi l'eventuale scollamento dei blocchi crostali ruotati già citato, anche se è lecito ipotizzare che questo possa essere profondo.

Si può ragionevolmente prevedere che la definizione precisa della geometria a tre dimensioni del blocco apulo al di sotto della catena appenninica (che deriverà dall'inter-

pretazione delle tre linee CROP che lo interessano) porterà un contributo decisivo anche alla risoluzione del problema cinematico.

RINGRAZIAMENTI

L'autore desidera ringraziare P. Birch, C. Doglioni, R. Funicello, A. Incoronato, P. Montone, G. Nardi, M. Parotto, G. Pini, F. Salvini, P. Scandone e L. Vigliotti per le discussioni, le critiche e i consigli.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON H.J. & JACKSON J. (1987) - *Active tectonics of the Adriatic region*. Geophys. J. R. Astr. Soc. London, **91**, 937-983.

ARISI ROTA F. & FICHERA R. (1987) - *Magnetic interpretation related to geomagnetic provinces: the Italian case history*. Tectonophysics, **138**, 179-196.

BALLA Z. (1988) - *Clockwise paleomagnetic rotations in the Alps in the light of the structural pattern of the Transdanubian Range (Hungary)*. Tectonophysics, **145**, 277-292.

BARBERI F., CIVETTA L., GASPARINI P., INNOCENTI F., SCANDONE R. & VILLARI L. (1974) - *Evolution of a section of the Africa-Europe plate boundary: paleomagnetic and volcanological evidence from Sicily*. Earth Plan. Sci. Lett., **22**, 123-132.

BECK M.E. (1988) - *Block rotations in continental crust: examples from Western North America*. In: KISSEL C. & LAJ C. (Eds.), *Paleomagnetic rotations and continental deformation*. NATO ASI Series, 1-32.

BESSE J., POZZI J.P., MASCLE G. & FEINBERG H. (1984) - *Paleomagnetic study of Sicily: consequences for the deformation of Italian and African margins over the last 100 Million years*. Earth Plan. Sci. Lett., **67**, 377-390.

BIGI G., COSENTINO D., PAROTTO M., SARTORI R. & SCANDONE P. (1992) - *Structural Model of Italy 1:500.000*. P.F.G.-CNR, Quad. Ric. Sci, **114**.

CARROZZO M. T., LUZIO D., MARGIOTTA C. & QUARTA T. (1992) - *Gravimetric map of Italy*. In: *Structural Model of Italy 1:500.000*, Quad. Ric. Sci. CNR, **114**, 1988.

CASERO P., ROURE F., MORETTI I., MUELLER C., SAGE L. & VIALLY R. (1992) - *Evoluzione geodinamica neogenica dell'Appennino meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 109-120 (1988).

CHANNELL J.E.T. & TARLING D.H. (1975) - *Paleomagnetism and rotation of Italy*. Earth Plan. Sci. Lett., **25**, 177-188.

CHANNELL J.E.T., D'ARGENIO B. & HORVATH F. (1979) - *Adria, the African promontory, in Mesozoic Mediterranean paleogeography*. Earth Sci. Rev., **15**, 213-292.

CINQUE A., PATACCA E., SCANDONE P. & TOZZI M. (1993) - *Quaternary kinematic evolution of the Southern Apennines. Relationships between surface geological features and deep lithospheric structures*. Ann. Geof., **36**, 2, 249-260.

CREMONINI G., ELMI C. & SELLI R. (1971) - *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia, F.156*. Serv. Geol. d'It., Roma.

- DOGLIONI C. (1991) - *A proposal for the kinematic modelling of Western dipping subductions - possible applications to the Tyrrhenian-Appennines system*. Terra Nova, **3**, 423-434.
- FAVALI P. & MELE G. (1989) - *Dinamica e margini attivi della microplacca apula: un'ipotesi di lavoro*. Atti VIII Convegno GNGTS, 461-465.
- FAVALI P., FUNICIELLO R., MATTIETTI G., MELE G., MONTONE P., SALVINI F. & TOZZI M. (1992) - *Seismotectonic identity of the Southern Adriatic area*. IGCP Newsletters, **5**, 339-343.
- FEDI M. & RAPOLLA A. (1988) - *La regione appenninica meridionale: struttura crostale e aspetti geodinamici da dati gravimetrici e magnetici*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 1291-1306.
- FUNICIELLO R., MONTONE P., PAROTTO M., SALVINI F. & TOZZI M. (1991) - *Geodynamical evolution of an intra-orogenic foreland: the Apulia case-history*. Boll. Soc. Geol. It., **110**, 419-425.
- FUNICIELLO R., MONTONE P., SALVINI F. & TOZZI M. (1992) - *Caratteri strutturali del promontorio del Gargano*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 1235-1262 (1988).
- FUNICIELLO R., PAROTTO M. & TOZZI M. (1989) - *Geological data versus non-conventional data set: the Southern Italy case*. Abstracts 28th Int. Geol. Congr., Washington D.C.
- HIPPOLYTE J.C. (1992) - *Tectonique de l'Apennine meridionale: structures et paleocontraintes d'un prisme d'accrétion continental*. These de Doct., Univ. P. & M. Curie, Paris.
- INCORONATO A. & NARDI G. (1986) - *Tertiary rotations in Southern Apennines and Western Sicily*. Rend. Soc. Geol. It., **9**, 131-136.
- INCORONATO A. & NARDI G. (1989) - *Paleomagnetic evidence for a peri-tyrrhenian orocline*. In: BORIANI A. et alii (Eds.), P.F.G.-C.N.R., sott. Litosfera, Rend. Acc. Naz. Lincei, **80**, 217-228.
- KISSEL C. & LAJ C. (1988) - *The Tertiary geodynamical evolution of the Aegean arc: a paleomagnetic reconstruction*. Tectonophysics, **144**, 183-201.
- JONGSMA D. (1987) - *The geometry and rates of microplates motions in the Eastern Mediterranean sea - Quantitative constraints by using anoxic basins as piercing points*. Mar. Geology, **75**, 1-29.
- LAVECCHIA G. (1988) - *The Tyrrhenian-Appennines system: structural setting and seismotectonogenesis*. Tectonophysics, **147**, 263-296.
- LOWRIE W. (1986) - *Paleomagnetism and the Adriatic promontory: a reappraisal*. Tectonics, **5**, 797-807.
- MARTON E. & VELJOVIC M. (1983) - *Paleomagnetic results from the Istria peninsula (Yugoslavia)*. Tectonophysics, **91**, 73-87.
- MARTON E. & VELJOVIC M. (1987) - *Paleomagnetism of Cretaceous carbonates from the NW part of the Dinaric fold belt*. Tectonophysics, **134**, 331-338.
- MCKENZIE D. & JACKSON J. (1983) - *A block model of distributed deformation by faulting*. J. Geol. Soc. London, **143**, 349-353.
- MILICEVIC V. (1988) - *The first results of paleomagnetic investigations of diabase from Vis island (Yugoslavia)*. Atti II Conv. "Geomagnetismo e aeronomia", ING, Roma, 145-156.
- MONTONE P. & FUNICIELLO R. (1989) - *Esempi di tettonica trascorrente alle isole Tremiti*. Rend. Soc. Geol. It., **12**, 7-12.
- MORELLI C., CARROZZO M.T., CECCHERINI P., FINETTI I., GANTAR C., PIZANI M., SCHMIDT F. & FRIENDBERG P. (1969) - *Regional geophysical study of the Adriatic Sea*. Boll. Geof. Teor. Appl., **11**, 41, 3-56.
- MOSTARDINI F. & MERLINI S. (1986) - *Appennino centro-meridionale, sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 342-361, Roma, 1986.
- NUR A., RON H. & SCOTTI O. (1989) - *Kinematics of tectonic block rotations*. In: COHEN S.C. et alii (Eds.), Geophys. Monograph., **49**, IUGC Series 4, 31-46.
- ORTOLANI F. & PAGLIUCA S. (1989) - *Tettonica transpressiva nel Gargano e rapporti con le catene appenninica e dinarica*. Mem. Soc. Geol. It., **38**, 205-224, 1988.
- PATACCA E. & SCANDONE P. (1989) - *Post-Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relic lithosphere slab*. In: BORIANI M. et alii (Eds.), "The lithosphere in Italy. Advances in Earth Sciences Researches", Rend. Acc. Naz. dei Lincei, **80**, 157-186, 1987.
- PLATT J., BEHRMANN J.H., CUNNINGHAM P.C., DEWEY J.F., HELMAN H., PARISH M., SHEDLEY M.G., WALLIS S. & WESTON P.J. (1989) - *Kinematics of the Alpine arc and the motion history of Adria*. Nature, **337**, 158-161.
- RICCHETTI G., CIARANFINI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F. & PIERI P. (1992) - *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'avampaese apulo*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 57-82 (1988).
- ROGERS N.W., HAWKESWORTH C.J., MATTEY D.P. & HARMON R.S. (1987) - *Sediment subduction and the source of potassium in orogenic leucitites*. Geology, **15**, 451-453.
- RON H., FREUND R. & GARFUNKEL Z. (1984) - *Block rotations by strike-slip faulting: structural and paleomagnetic evidence*. J. Geophys. Res., **89**, B7, 6256-6270.
- SAGNOTTI L., SCALERA G. & FLORINDO F. (1992) - *Gestione automatica del database paleomagnetico globale (versione ASCII)*. Geoinformatica, in stampa.
- SCALERA G., FAVALI P. & FLORINDO F. (1993) - *Use of paleomagnetic databases for geodynamical studies: some examples from the Mediterranean region*. ASI Series, in stampa.
- SCHEEPERS P.J.J., LANGEREIS C.G. & ZIJDERVELD J.D.A. (1991) - *Differential rotations along the Tyrrhenian arc*. Abstr. EUG, Wien.
- TOZZI M. (1992) - *Assetto tettonico dell'avampaese apulo meridionale (Murge meridionali e Salento) sulla base dei dati strutturali*. Geol. Romana, in stampa, 1988.
- TOZZI M., KISSEL C., FUNICIELLO R., LAJ C. & PAROTTO M. (1988) - *A clockwise rotation of Southern Apulia?* Geophys. Res. Lett., **15**, 7, 681-684.
- TOZZI M., FUNICIELLO R. & PAROTTO M. (1989) - *Paleomagnetism*

simo ed evoluzione geodinamica terziaria del settore settentrionale dell'avampaese apulo. Atti VIII Conv. G.N.G.T.S., 449-460, Roma.

VANDENBERG J. (1983) - *Reappraisal of paleomagnetic data from Gargano (South Italy).* Tectonophysics, **98**, 29-41.

VOLLMER R. (1976) - *Rb-Sr and U-Th-Pb systematics of alkaline rocks: the alkaline rocks from Italy.* Geoch. Cosmoch. Acta, **40**, 283-295.

WISE D.U., FUNICIELLO R., PAROTTO M. & SALVINI F. (1979) - *Domini di lineamenti e di fratture in Italia.* Pubbl. Ist. Geol. Pal. Univ. di Roma, **42**, 53 pp.