

CARTA SISMOTETTONICA D'ITALIA (*)

Memoria del GRUPPO REDAZIONALE DELLA CARTA SISMOTETTONICA DEL P.F. GEODINAMICA (**)

(presentata al 71° Congresso della Società Geologica Italiana, Bologna 23-25 settembre 1982)

RIASSUNTO

La Carta Sismotettonica d'Italia, in questa sua prima versione, consta di 8 zone con andamento longitudinale differenziate sulla base della struttura e del comportamento neotettonico. Con l'integrazione di considerazioni sismologiche vengono caratterizzate, complessivamente 31 subzone.

ABSTRACT

The seismotectonic map of Italy will be one of the conclusive documents of the Italian Geodynamics Project. Based on the results of many working groups and research units, it must be considered as an intermediate outcome for the definition of the seismic risk in our Country.

The seismotectonic zoning, longitudinal with respect to the Alpine and Apenninic belts, is mainly based, with substantial simplifications, on the neotectonic model proposed by the ad hoc Subproject. Second order zones are individuated on the basis of seismological considerations (fig. 1).

Zone 1: borders the Tyrrhenian Sea sloping down to its centre by tectonic collapse. Local uplifted remains of belt separate small basins. The crust is thin and very thin (from 12 to 25 Km). Volcanism and deep seismicity (the deepest in the Mediterranean) are concentrated in the Southern part (subzone 1b).

Zone 2: it is centered along the axis of the Apenninic belt with the highest, although very variable, seismicity. The absolute maximum is reached in the subzone 2b (Straits of Messina and S. Calabria).

Zone 3: with compressed structures and outward decreasing shortening. Highly differentiated uplifts with maxima in correspondance with the aseismic

Caltanissetta basin (Central Sicily) and the S. Arcangelo basin (subzone 3b). Seismicity is of second order with respect to zone 2.

Zone 4: outer foredeep with tensional structures and low seismicity.

Zone 5: foreland with tensional structures and uneven uplift; where it is higher (Gargano and Iblei) seismicity is greater.

Zone 6: borders to the South the Alps. Seismicity is mostly concentrated in the Friuli area (subzone 6a) with prevailing strike-slip and thrust faulting.

Zone 7: with the thickest crust of the Country (50-60 Km) and intense uplift but void of important active tensional structures. Low seismicity but in Carnia (Eastern Alps).

Zone 8: Sardinia, the least seismic region of Italy.

TERMINI CHIAVE: *Sismotettonica, Italia, zonazione.*

La carta sismotettonica d'Italia costituisce uno dei documenti fondamentali che il Progetto Finalizzato Geodinamica si è proposto di elaborare sulla base delle ricerche interdisciplinari condotte con lo scopo ultimo, per ora rinviato, di arrivare alla definizione delle aree sismogenetiche del nostro Paese. L'elaborazione di questa carta, che pur è da considerare un prodotto intermedio, ha presentato grosse difficoltà organizzative ed operative. All'origine di esse c'è, probabilmente, la ancor scarsa maturazione del problema (non solo in Italia). Gli esempi finora disponibili (vedi ad esempio le recenti carte sismotettoniche di Francia e Svizzera) mostrano quanto siano differenti i possibili approcci e come non esista una, sia pur minimale, codifica di legenda.

(*) P.F. Geodinamica. Pubbl. N. 517.

(**) Il Gruppo Redazionale della Carta Sismotettonica d'Italia è formato da M.S. BARBARO, M. COLI, F. GHISETTI, G. LAVECCHIA, M. RIUSCETTI (coordinatore), P. SCANDONE, D. SLEJKO, E. VALPREDA & L. VEZZANI.

L'attuale stato di avanzamento delle ricerche svolte nell'ambito del P.F. Geodinamica ha permesso di assemblare dati di diverso tipo e significato e documenti caratterizzati da un livello diseguale di riflessione:

- a) catalogo sismico e sue elaborazioni quali la carta degli epicentri e la carta dell'attività sismica; meccanismi focali.
- b) modello strutturale e relative sezioni;
- c) sezioni di sismica crostale;
- d) carte sismotettoniche regionali prodotte da alcune unità operative del P.F. Geodinamica;
- e) carta neotettonica.

La carta neotettonica ha costituito la base di partenza per la differenziazione di zone strutturalmente omogenee e la caratterizzazione, dal punto di vista delle età e dei meccanismi, delle principali strutture.

Area di catena interna (o peritirrenica). È un settore variamente segmentato lungo la costa tirrenica dalla Liguria alla Sicilia, con ampio sviluppo in Toscana e nel Lazio, caratterizzato da numerose zone di sprofondamento tettonico, con formazione diacrona, a partire dal Miocene superiore, dei bacini di Volterra, dell'Elsa, dell'Ombrone, Sapri, Paola, Gioia, Cefalù. Nel Pliocene inferiore, in zone più interne (fino alla Valdichiana ed al bacino di Siena) si instaurano nuovi bacini. Resti di catena sollevati, inclinati e separati dai bacini, costituiscono aree di forte sollevamento (ad esempio le Alpi Apuane). Movimenti prevalentemente verticali. Deformazioni prevalenti per faglie dirette.

Area di catena s.s. È compresa tra il fronte distensivo tirrenico e la zona di massima estensione verso Ovest dei depositi pliocenici di mare profondo nella parte interna dell'avanfossa. Forte sollevamento pliocenico e quaternario con formazione di zone di affondamento tettonico di impostazione essenzialmente pliocenica superiore-pleistocenica inferiore. Deformazioni prevalenti per pieghe e faglie inverse, localmente trascorrenti, con traslazioni nel Pliocene inferiore-medio e, prevalentemente per faglie dirette nel Pliocene superiore-Quaternario.

Avanfossa pliocenica, localmente anche infrapleistocenica, evoluta in catena tra il Plio-

cene superiore ed il Pleistocene inferiore. Deformazioni prevalenti per pieghe e faglie inverse, anche con marcate traslazioni, seguite a partire dal Pliocene medio-superiore da prevalenti faglie normali.

Avanfossa pliocenico-quadernaria fortemente deformata in sottosuolo (o zona delle pieghe appenniniche sepolte). È costituita dalle pieghe emiliano-romagnole di traslazione essenzialmente pliocenica inferiore e dalle pieghe ferraresi, dalla fossa bradanica interna e dalla parte interna della fossa Gela-Catania. Deformazioni prevalenti per faglie inverse e per pieghe, con traslazioni.

Settori esterni dell'avanfossa pliocenico-quadernaria. Si tratta di un'area ad elevata subsidenza quadernaria, localmente interrotta e/o seguita da fasi di stabilità e/o di sollevamento. Deformazioni moderate prevalentemente per faglie dirette o per pieghe.

Settori dell'avanpaese lessineo-berico-euganeo, apulo ed ibleo interessati da movimenti verticali prevalentemente di sollevamento e da una subsidenza pleistocenica debole e differenziata. Deformazioni prevalenti per faglie dirette, localmente anche trascorrenti, talora a connessione profonda come testimoniato dal vulcanismo.

Fascia della pianura veneto-friulana deformata in sottosuolo corrispondente al settore più esterno del margine sudalpino-dinarico, interessato da movimenti verticali di verso alterno nel Pliocene e Pleistocene inferiore e da sollevamento nel Pleistocene superiore. Deformazioni prevalenti per pieghe, faglie inverse e sovrascorrimenti.

Settore interno del margine sudalpino-dinarico. Si tratta della zona di massimo raccorciamento crostale della catena delle Alpi centro-orientali, delimitata a Nord dalla linea della Valsugana-Fella-Sava. L'area è caratterizzata da sollevamento nel Pliocene e Quaternario. Deformazioni prevalenti per pieghe, faglie inverse e sovrascorrimenti, e subordinatamente, anche per faglie dirette.

Catena alpina. È interessata da generale sollevamento a carattere continuo nel Pliocene

ne e Quaternario. Con prevalenti deformazioni per faglie dirette.

Questi settori longitudinali, strutturalmente omogenei, sono interrotti da fasce di deformazione trasversali quali la Follonica-Val Marccchia, la Volturmo-Sangro, la Sele-Ofanto, probabilmente la Pollino-Golfo di Policastro ed il sistema Taormina-S. Agata di Militello-Ustica.

La proposta di carta sismotettonica si basa, pertanto, su una zonazione longitudinale che è, sostanzialmente, la stessa della carta neotettonica ma con molte semplificazioni. Sono state, infatti, distinte (fig. 1): 1) le zone di affondamento peritirreniche; 2) la catena appenninica; 3) la porzione di avanfossa sovrascorsa dalla catena appenninica; 3) la porzione di avanfossa sovrascorsa dalla catena appenninica e la fascia delle strutture compressive sepolte della pianura padana; 4) il settore esterno dell'avanfossa; 5) le zone di avanpasse; 6) il settore delle pieghe perialpine del Friuli, delle Prealpi lombarde e del margine settentrionale della pianura veneto-friulana deformata in sottosuolo; 7) le Alpi; 8) la Sardegna.

La caratterizzazione strutturale delle varie zone è data dai sistemi di faglie che costituiscono solo alcune delle strutture che la carta neotettonica indica come attive nel IV-V intervallo. Inoltre si ritiene di indicare come significativi, nella carta sismotettonica, solo quei sistemi di faglie che, a scala regionale, risultino rappresentativi del carattere delle deformazioni attive ed in tal senso vengono proposti come «traccianti strutturali» di sintesi.

Nello schema di fig. 1 non sono stati rappresentati, per semplicità, i sistemi deformativi che invece appariranno nella versione finale della carta sismotettonica.

Tra le strutture sono ulteriormente differenziabili quelle che potrebbero essere l'espressione di importanti deformazioni crostali, sia perché rappresentano sistemi tensionali associati al magmatismo (vedi per es. i sistemi Ragusa-M. Lauro, M. Kumeta-Alcantara, Tindari-Letojanni, graben toscolaziali) sia perché sembrano interrompere la continuità longitudinale di zone neotettoniche ben differenziate (per es. Volturmo-Sangro, Sele-Ofanto, Pollino, ecc.). In questo senso il peso principale sembra attribuibile a strutture trasversali che paiono marcare va-

riazioni nelle caratteristiche sismotettoniche di settori strutturalmente omogenei ed il cui ruolo è, però, tutto da discutere.

La carta conterrà, inoltre, informazioni strutturali derivanti da profili di sismica a rifrazione profonda e dalla gravimetria.

Un elemento di cui potrà essere arricchita la carta è dato da una rappresentazione schematica del campo di stress desunto dalle strutture plio-pleistoceniche che potrà essere confrontato con il campo di stress desunto dai meccanismi focali.

In conclusione le caratteristiche neotettoniche, strutturali e sismologiche possono venir schematizzate come segue:

La *zona 1* è caratterizzata da crosta continentale assottigliata (20-25 Km) nelle aree appenniniche peritirreniche e di tipo semi-oceanico (12-15 Km) nel Tirreno centrale, da manifestazioni vulcaniche tuttora attive anche se di controversa interpretazione. L'attività sismica crostale è debole e diffusa in tutto il settore ma è possibile delimitare una sottozona 1b, caratterizzata dalla ben nota sismicità profonda del Tirreno, in corrispondenza dell'Arco Calabro, con terremoti di magnitudo massima intorno a 7 e con meccanismi focali sia normali che di trascorrenza.

La *zona 2* ha spessori crostali di circa 35 Km nella catena siciliana, che aumentano fino a 40-45 Km nell'Appennino centro-settentrionale. Questo settore, se comparato alle restanti zone, presenta la massima sismicità che è, però, fortemente differenziata all'interno della zona stessa. L'area con i massimi assoluti di attività sismica è la 2b (Stretto di Messina e Calabria); segue la 2f (Appennino laziale-abruzzese). I restanti settori hanno sismicità molto bassa con valori di attività compresi tra 0.05 e 0.1 (2c e 2h) ed intermedia con valori di attività compresi tra 0.1 ed 1.0 (2a, 2d, 2e, 2g). Si ricorda che l'attività sismica, da noi calcolata secondo RIZNICHENKO (1964) dà il numero di terremoti di una certa classe di energia (10^{17} erg, nel nostro caso) per anno e per 1000 km^2 . I meccanismi focali dei terremoti di più elevata magnitudo sono di tipo normale, mentre in Sicilia, associati a terremoti di magnitudo inferiore, si hanno anche meccanismi trascorrenti.

La *zona 3*, dove si hanno spessori crostali dell'ordine dei 30-35 Km, è caratterizzata da strutture compressive scollate, con accorcia-

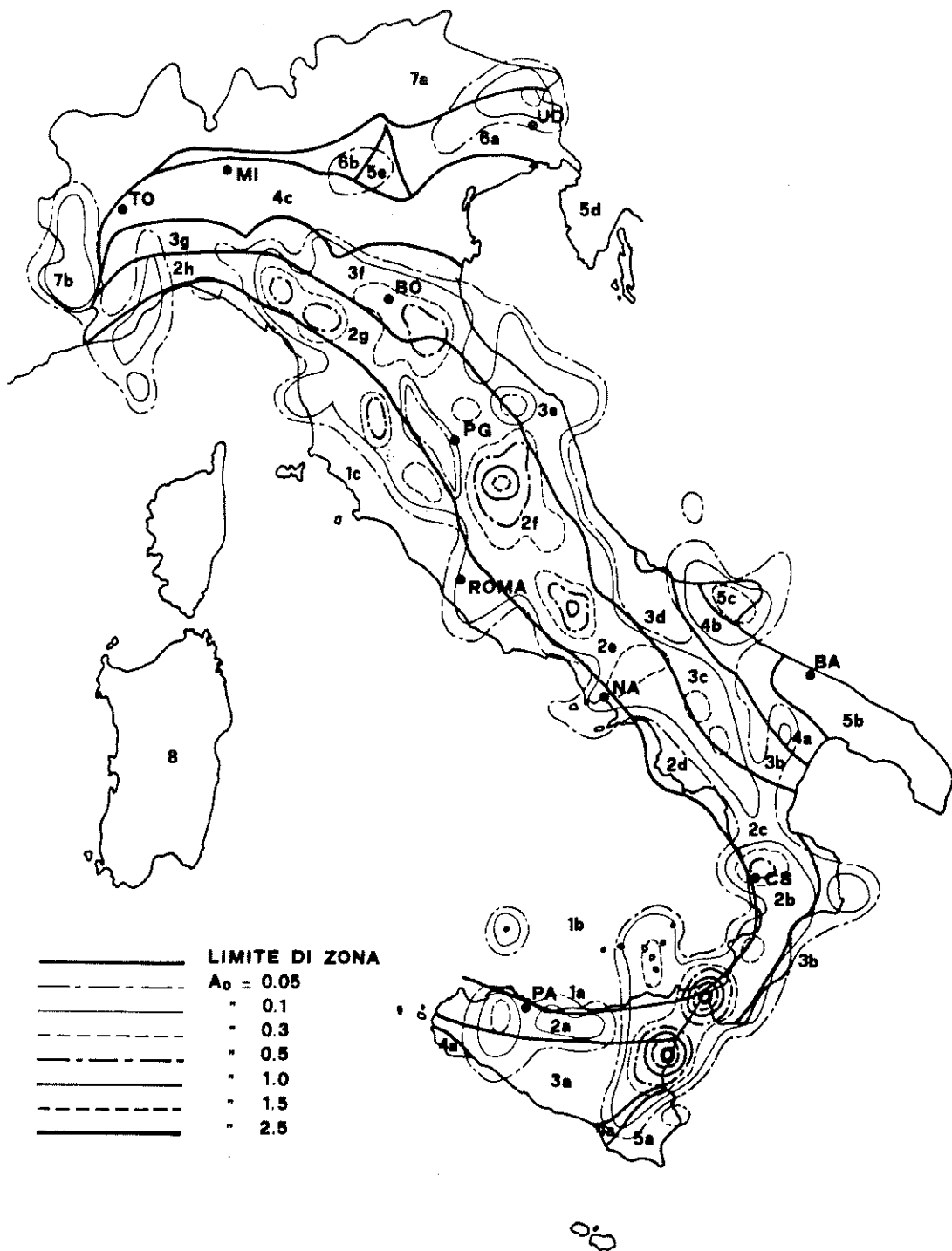


Fig. 1 — Schema di suddivisione sismotettonica. Le linee chiuse rappresentano i valori dell'attività sismica secondo RIZNICHENKO.

menti di età da pliocenica all'interno a pleistocenica all'esterno, di entità decrescente dall'interno verso l'esterno. Anche l'entità dei sollevamenti è fortemente differenziata e raggiunge i suoi massimi nel bacino di Caltanis-

setta ed in quello di S. Arcangelo. Le sottozone con più elevata sismicità all'interno della zona corrispondono al settore Ofanto-Vulture (3c), al 3e (Anconetano) ed al 3f (Forlivese). Le magnitudo massime sono inferiori a quel-

le della zona 2 ed i valori di attività oscillano attorno a 0.3-0.5. I minimi di sismicità si hanno nel bacino di Caltanissetta (3a), nel Sannio-Matese (3d) e nell'Astigiano (3g) con valori di attività inferiori a 0.05. Nell'area del golfo di Squillace la sismicità è leggermente superiore (ma va rilevato che nel definire l'attività sismica non è lecito mettere insieme terremoti di profondità molto diversa e qui alcuni dei maggiori avvengono a profondità intermedie). I meccanismi prevalenti sono di trascorrenza.

La *zona 4*, ha spessori crostali dell'ordine dei 25-30 Km ed è caratterizzata da strutture distensive tranne che nel settore della pianura lombarda. La sismicità è bassa ovunque.

La *zona 5*, con spessori crostali dell'ordine dei 30 Km, ancora con strutture distensive mostra sollevamenti differenziati, con variazioni molto marcate che raggiungono i massimi nel Gargano e negli Iblei. Queste sono anche le zone con più elevata sismicità relativa, anche se di ancor controversa localizzazione ed interpretazione. La maggior parte dei grossi eventi è, infatti, avvenuta in epoca pre-sismometrica e studi storici sistematici stanno prendendo corpo solo in questi ultimi anni; molta incertezza vi è, quindi, sulla collocazione in terra od in mare degli epicentri e sulla profondità delle scosse maggiori.

La *zona 6*, con spessori crostali di 30-35 Km in Friuli e 25-30 nelle Prealpi lombarde, ha sismicità maggiore (attività attorno allo 0.3) nel settore friulano, con meccanismi di tipo inverso e trascorrenti, mentre è trascurabile nel resto della zona ove si eccettui l'area del Garda.

La *zona 7* ha i massimi valori di spessore crostale (50-60 Km) e la più elevata intensità di sollevamento dell'intero territorio nazionale ma non è caratterizzata da importanti strutture tensionali attive, contrariamente alla zona 2. Anche la sismicità è generalmente bassa. L'attività sismica raggiunge, comunque, valori di 0.1 nella Carnia e nelle Alpi sud-occidentali.

Infine la Sardegna (*zona 8*) è il settore di minima sismicità assoluta del territorio italiano.

CONCLUSIONI

In questa fase dei lavori si può affermare che i termini dell'equazione sismotettonica

cominciano, quanto meno qualitativamente, a delinearsi ma rimane un lungo cammino da compiere per giungere a dei risultati più soddisfacenti.

Vi è innanzitutto, il problema della scala: molto spesso, nel passare, da sismologia a tettonica e viceversa, si mettono a confronto dati non omogenei dal punto di vista dimensionale.

Bisogna tener conto che solo per alcune zone, coperte da reti sismiche locali, esiste un controllo sulle profondità focali dei terremoti. Questo rende difficile la collocazione dei processi deformativi nei diversi livelli crostali.

Occorrerà poi incrementare gli sforzi per quantificare i dati dell'analisi neotettonica ed in particolare quelli che possono dare indicazioni sui meccanismi deformativi profondi.

Va notato che soltanto verso la scadenza del Progetto Finalizzato, anche a causa del superamento dell'emergenza (terremoto campano-lucano), vi è stata una decisa accelerazione e concentrazione nell'impegno generale dei ricercatori del settore, che ha consentito il parziale recupero dei ritardi.

In realtà la carta sismotettonica di imminente pubblicazione costituirà un elaborato medio tra situazioni meno conosciute e elaborazioni più articolate ed avanzate, pubblicate recentemente.

Riteniamo, però che il presente documento costituisca comunque punto di discussione iniziale per i futuri lavori del Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti e per quanti altri lavoreranno al problema di rischio sismico in Italia.

Manoscritto consegnato il 28 giugno 1983.

Ultime bozze restituite l'11 maggio 1984.

BIBLIOGRAFIA

- BARBANO M.S., CARROZZO M.T., CARVENI P., COSENTINO M., FONTE G., GHISETTI F., LANZAFAME G., LOMBARDO G., PATANÈ G., RIUSCETTI M. & TORTORICI L. (1978) - *Elementi per una carta sismotettonica della Sicilia e della Calabria meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **19**, 681-688.
- BOCCALETTI M., COLI M., DECANDIA F.A., GIANNINI E. & LAZZAROTTO A. (1980) - *Evoluzione dell'Appennino settentrionale secondo un nuovo modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 359-373.

- CAGNETTI V., PASQUALE V. & POLINARI S. (1976) - *Focal mechanism of earthquakes in Italy and adjacent regions*. C.N.E.N., RT/AMB, **76** (4), 41, Roma.
- CAPPONI C., EVA C. & MERLANTI F. (1980) - *Some considerations on seismotectonics of the Western Alps*. Boll. Geof. Teor. Appl., **22**, 87, 223-240.
- CARULLI G.B., GIORGETTI F., NICOLICH R. & SLEJKO D., (1981) - *Considerazioni per un modello sismotettonico del Friuli*. Rend. Soc. Geol. It., **4**, 605-611.
- CASSINIS R., FRANCIOSI R. & SCARASCIA R. (1979) - *The structures of earth's crust in Italy. A preliminary typology based on seismic data*. Boll. Geof. Teor. Appl., **21**, 82, 105-126.
- CIPAR J. (1980) - *Teleseismic observations of the 1976 Friuli, Italy, earthquake sequence*. Bull. Seism. Soc. Am., **70**, 963-983.
- CRESCENTI V., NANNI T., RAMPOLDI R. & STUCCHI M. (1977) - *Ancona: considerazioni sismotettoniche*. Boll. Geof. Teor. Appl., **20**, 73-74, 33-48.
- DE VIVO B., DIETRICH D., GUERRA I., IANNAACONE C., LUONGO G., SCANDONE P., SCARPA C., & TURCO E. (1979) - *Carta sismotettonica preliminare dell'Appennino meridionale*. P.F. Geodinamica, 166, Napoli, 64 pp.
- GASPARINI C., IANNAACONE G., SCANDONE P. & SCARPA R. (1982) - *Seismotectonic of the calabrian arc*. Tectonophysics, **85**, 101-119.
- GASPARINI C., IANNAACONE G. & SCARPA R. (1980) - *On the focal mechanism of italian earthquakes*. Rock Mech., **9**, 85-91.
- GASPARINI C. & PRATURLON A. (1981) - *Modelli sismotettonici e geologia classica a confronto nell'Italia centrale*. Rend. Soc. Geol. It., **4**, 557-562.
- GHISETTI F. & VEZZANI L. (1982) - *Different styles of deformation in the Calabrian Arc (Southern Italy): implications for a seismotectonic zoning*. Tectonophysics, **85**, 149-165.
- LAVECCHIA G. & PIALI G. (1981) - *Geodynamic evolution of Umbrian - Marcheian Apennines: a suggestion*. Rend. Soc. Geol. It., **4**, 585-586.
- MORELLI C. (1975) - *The gravity map of the Italy*. Quad. Ric. Sci., **90**, 427-447.
- NICOLICH R. (1981) - *Crustal structures in the Italian Peninsula and surrounding seas: a review of DSS data*. CNR-PFO, Sedim. Basins of Medit. Marg., 3-17.
- PANIZZA M., SLEJKO D., BARTOLOMEI G., CARTON A., CASTALDINI D., DEMARTIN M., NICOLICH R., SAURO U., SEMENZA E. & SORBINI L. (1981) - *Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa*. Rend. Soc. Geol. It., **4**, 587-603.
- PAVONI N. & MAYER-ROSA D. (1978) - *Seismotektonische karte der Schweiz 1:750.000*. Ecl. Geol. Helv., **71-2**, 293-295.
- RIUSCETTI M. & SCHICK R. (1975) - *Earthquakes and tectonics in Southern Italy*. Boll. Geof. Teor. Appl., **17**, 59-78.
- RIZNICHENKO Yu.V. (1964) - *The investigation of seismic activity by the method of earthquake summation*. Izv., Earth Physics Series, **7**.
- SCANDONE P. (1979) - *Origin of the Tyrrhenian sea and Calabrian arc*. Boll. Soc. Geol. It., **98**, 27-34.
- VOGT J. & WEBER C. (1979) - *La carte sismotéctonique de la France*. Soc. Géol. France, **463**, B.R.G.M., Orléans.