

**EVIDENZE PALEOSISMOLOGICHE NELL'APPENNINO CENTRALE
ED IMPLICAZIONI NEOTETTONICHE**

INDICE

RIASSUNTO	pag. 265
ABSTRACT	" 265
INTRODUZIONE	" 265
BACINO DEL FUCINO	" 265
BACINO DI RIVISONDOLI	" 266
BACINO DI RIETI	" 267
IMPLICAZIONI NEOTETTONICHE	" 268
TESTI CITATI	" 270

RIASSUNTO

La presente nota descrive i risultati di alcuni scavi eseguiti lungo strutture tettoniche attive durante il Pleistocene superiore-Olocene, ubicate in tre depressioni intrappenniniche dell'Italia Centrale (Fucino, Rivisondoli e Rieti). Vengono quindi brevemente discusse le possibili implicazioni della cinematica di tali strutture per la ricostruzione dell'evoluzione neotettonica dell'Appennino Centrale e l'importanza delle metodologie paleosismiche nella definizione di un modello strutturale coerente con i dati della sismicità.

ABSTRACT

Palaeoseismological investigations provide an irreplaceable tool for understanding the nature and level of the ongoing tectonic activity. This paper describes the data collected from trenching exploration of tectonic structures active in the Late Pleistocene - Holocene, located in three intermontane Quaternary depressions in central Italy (Fucino, Rivisondoli and Rieti basins). The palaeoseismic and kinematic analysis of these structures suggests relevant implications for defining a structural model of the Central Apennines coherent with the seismic history of the area.

PAROLE CHIAVE: Paleosismologia, Neotettonica, Appennino Centrale.

KEY WORDS: Palaeoseismology, Neotectonics, Central Apennines.

INTRODUZIONE

Le ricerche paleosismologiche in corso da alcuni anni nell'Appennino Centrale (ad es., BLUMETTI *et alii*, 1987; GIRAUDI, 1988; BRUNAMONTE *et alii*, 1991) hanno fornito nuovi dati sulla storia sismica e sulla tettonica recente dell'area.

In questo lavoro vengono descritte tre strutture tettoniche certamente riattivate durante l'Olocene con

sensibili rigetti superficiali (*faglie capaci*, secondo SERVA, 1990; I.A.E.A., 1991), ubicate nei bacini intrappenninici quaternari del Fucino, di Rivisondoli e di Rieti. I risultati dell'analisi paleosismologica di tali strutture, condotta anche con l'ausilio di trincee esplorative e datazioni con radiocarbonio, mostrano come tali studi possano contribuire in maniera significativa alla caratterizzazione della natura e dell'intensità del regime tettonico in atto nell'area.

BACINO DEL FUCINO

Durante il violento terremoto del 13 Gennaio 1915 (I = XI MCS, M_l = 6.8; POSTPISCHL, 1985), la Conca del Fucino è stata interessata da estesi fenomeni di fagliazione superficiale (ODDONE, 1915). In particolare, SERVA *et alii* (1988) descrivono, lungo il bordo nord-est del bacino, due scarpate di faglia normale ad andamento appenninico (Fig. 1) che furono ringiovanite per circa 10 e 13 km rispettivamente durante il sisma, producendo un abbassamento medio del terreno verso sud-ovest di 50 cm.

Tre trincee esplorative sono state eseguite nei pressi di S. Benedetto dei Marsi, lungo una di queste scarpate cosismiche. Gli scavi hanno messo in luce in prossimità del centro della scarpata la traccia di una faglia normale con giacitura N45°W-70°S, che disloca sedimenti fini fluvio-lacustri di età olocenica (Fig. 2). Il rigetto totale della faglia non è direttamente calcolabile, essendo superiore alla profondità delle trincee (4 metri circa). Infatti, le sequenze fluvio-lacustri presenti a tetto ed a letto della faglia, e sottostanti l'Unità 5, pur

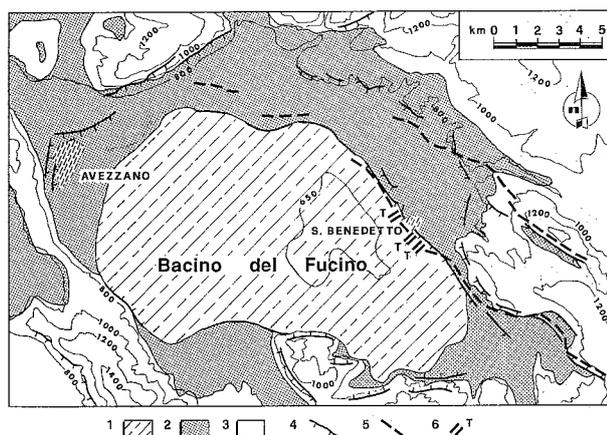


Fig. 1 - Schema morfoneotettonico del Bacino del Fucino. Legenda: 1) Lago storico; 2) Depositi plio-quaternari fluvio-lacustri; 3) Successioni meso-cenozoiche; 4) Scarpate di faglia recenti; 5) Fagliazione superficiale prodotta dal terremoto del 13.01.1915 (secondo SERVA *et alii*, 1988); 6) Ubicazione delle trincee.

(*) CNR-GNDT c/o ENEA-DISP.
(**) ENEA-DISP, Roma.

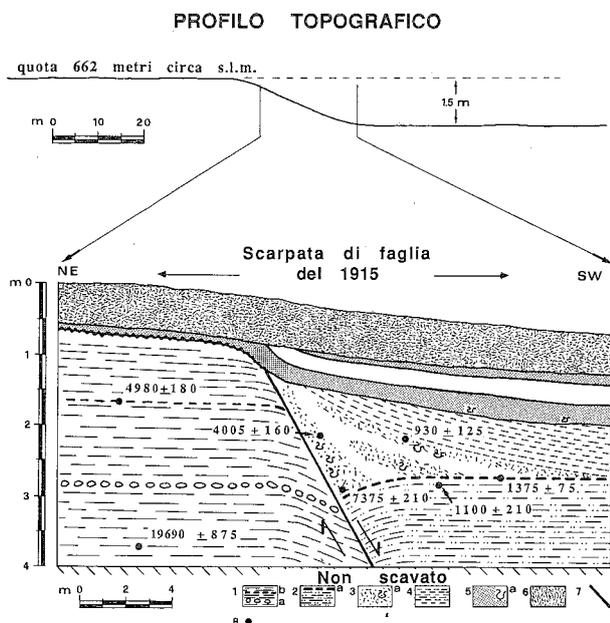


Fig. 2 - Sintesi delle osservazioni effettuate nelle trincee di S. Benedetto dei Marsi (Aq). Legenda: 1) Unità 1, sedimenti fini fluvio-lacustri preistorici e protostorici con "a" = livelli di ghiaie e "b" = livelli torbosi; 2) Unità 2, sedimenti fini fluvio-lacustri tardoromani con "a" = livelli torbosi; 3) Unità 3, prisma detritico di scarpata lacustre con resti di mammiferi e "a" = frammenti di ceramica Sigillata Italica; 4) Unità 4, sedimenti fini fluvio-lacustri altomedievali; 5) Unità 5, sedimenti prevalentemente sabbiosi fluvio-lacustri con *Unio* sp. e "a" = frammenti ceramici; 6) Suolo di lavorazione agricola; 7) Faglia diretta; 8) Datazioni ^{14}C (Geochron Lab., Mass., U.S.A.).

essendo molto simili, non sono correlate tra loro, come dimostrato dalle datazioni assolute e dal rinvenimento, nella zona di tetto, di reperti archeologici tardoromani e medievali. Inoltre, la geometria ed i caratteri sedimentologici dei depositi dislocati suggeriscono che lungo la scarpata di faglia esplorata siano avvenuti almeno altri due eventi storici di fagliazione superficiale cosismica prima del 1915.

Un primo evento, riconosciuto in base alla presenza di un prisma detritico di scarpata lacustre (che costituisce l'Unità 3) nel letto della faglia, ha avuto luogo fra il VI ed il IX secolo d.C. Un secondo evento, evidenziato dal brusco ispessimento dell'Unità 5 nel blocco ribassato della faglia, è avvenuto dopo il X secolo, ma quasi certamente non oltre il XIV secolo.

Poiché le dislocazioni ricostruibili per gli eventi medievali descritti sono di entità confrontabile con gli effetti sul terreno del terremoto del 1915, si può ragionevolmente ipotizzare per tali eventi una magnitudo dello stesso ordine di grandezza (≥ 6.5).

E' importante sottolineare che i dati di sismicità storica sinora disponibili non segnalano terremoti medievali nel Fucino (CARRARA *et alii*, 1989). Forti eventi sismici tardo-romani o medievali sono stati invece ipotizzati in base a dati geomorfologici ed archeologici (GIRAUDI, 1988).

BACINO DI RIVISONDOLI

Il bacino quaternario di Rivisondoli è posto al bordo orientale della piattaforma carbonatica meso-

cenozoica abruzzese, sovrascorsa con vergenza nord-orientale sopra le unità terrigene torbiditiche mioplioceniche. Faglie dirette quaternarie tagliano o, più spesso, riutilizzano le strutture compressive preesistenti, generando depressioni intermontane, come quella di Rivisondoli, colmate da sedimenti continentali (accumuli morenici, depositi lacustri e colluviali, "terre rosse").

Il sito studiato (CALDERONI *et alii*, 1991) è ubicato alla base del versante sud-occidentale del Monte Calvario (Fig. 3), dove i lavori di una cava hanno portato a giorno una superficie di faglia subverticale con andamento appenninico, che pone a contatto tettonico il calcare cretaceo con un conoide di detrito tardo-quaternario (Fig. 4).

La geometria della dislocazione presenta aspetti di notevole interesse. Mentre l'assetto generale è quello tipico del margine tettonico di una depressione intermontana subsidente, gli ultimi movimenti della faglia hanno ribassato il blocco a monte, invertendo così il senso dello scorrimento. Poiché la superficie del conoide detritico non risulta dislocata lateralmente, possono essere esclusi significativi movimenti trascorrenti recenti. Sembra quindi ragionevole ipotizzare che questa inversione del movimento derivi da rotazioni differenziali su assi sub-orizzontali all'interno del reticolo di blocchi collassati che caratterizza la morfotettonica olocenica dell'area (GIRAUDI, 1989).

L'attività recente della faglia ha prodotto fenomeni di dislocazione superficiale presumibilmente cosismica evidenziati dalle strutture sedimentarie e tettoniche osservabili nei livelli sommitali del conoide detritico (Fig. 4). Due paleosuoli (datati radiometricamente) intercalati nel detrito di versante appaiono dislocati con un rigetto verticale di circa un metro (a livello del paleosuolo inferiore; Unità "d"). L'ultimo evento di fagliazione superficiale ricostruibile ha provocato una scarpata contromonte, sbarrando il normale drenaggio del versante verso valle e generando una fase di erosione che ha formato un canale parallelo al versante stesso. La successiva deposizione detritica (Unità "a") ha quindi regolarizzato nuovamente il pendio, ristabilendo le condizioni di drenaggio secondo la linea di massima pendenza che si osservano attualmente.

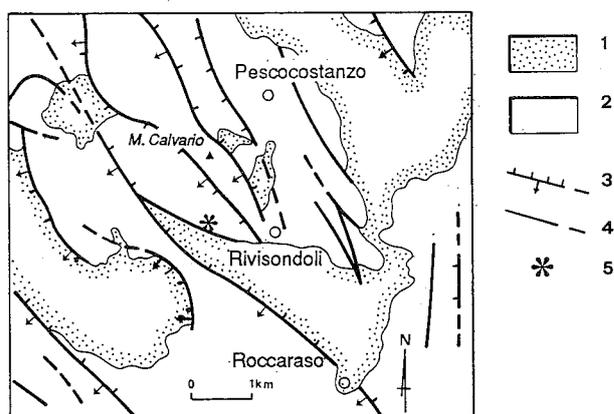


Fig. 3 - Lineamenti strutturali dell'area di Rivisondoli (dal Foglio 153 "Agnone" della Carta Geologica d'Italia, modificato). Legenda: 1) Depositi quaternari; 2) Successioni mesozoiche; 3,4) Faglie, i dentini indicano la parte ribassata, le frecce indicano l'immersione, a tratteggio le faglie presunte; 5) Ubicazione del sito studiato.

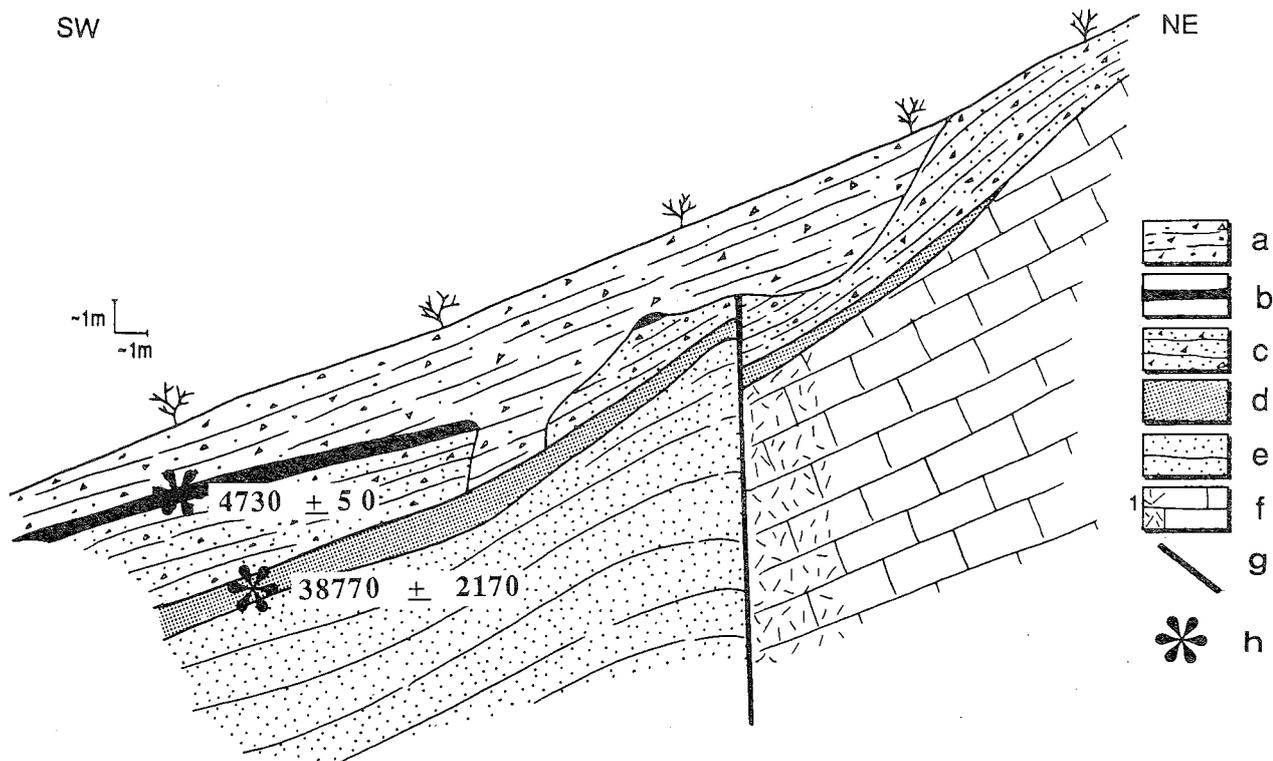


Fig. 4 - Sezione schematica della parete nord-ovest della cava di Rivisondoli (da CALDERONI *et alii*, 1991, modificato). Legenda: a) Unità detritica superiore; b) Unità del paleosuolo superiore; c) Unità detritica intermedia; d) Unità del paleosuolo inferiore; e) Unità detritica inferiore; f) Calcare cretatico, "1" = intensamente fratturato; g) Faglia; h) Datazioni ^{14}C , da CALDERONI *et alii* (1991).

L'evento di fagliazione cosmica descritto risulta quindi di età posteriore alla deposizione del paleosuolo superiore (terminata circa 4700 anni fa; Unità "b") e precedente a quella dell'unità detritica superiore (databile approssimativamente all'epoca protostorica e storica).

La magnitudo di questo paleoevento può essere approssimativamente stimata dai dati di letteratura (DE POLO & SLEMMONS, 1990; VITTORI *et alii*, 1991), che indicano la necessità di valori superiori almeno a 6.0 - 6.5 per produrre fagliazione superficiale in tale contesto sismotettonico. Si noti che anche nelle aree contermini sono segnalati indizi di paleosismicità olocenica (GIRAUDI, 1989).

Nel catalogo sismico (POSTPISCHL, 1985) sono invece assenti forti terremoti storici. Si constata quindi come la pericolosità sismica dell'area risultante dai soli dati storici sia sottostimata e come il periodo di ritorno per eventi di $M \geq 6.0 - 6.5$ possa essere più lungo di quello coperto dalla documentazione storica.

BACINO DI RIETI

Nell'angolo nord-est della Conca di Rieti (CAVINATO *et alii*, 1989) l'affioramento del sovrascorrimento tardo-miocenico di Monte la Pelosa - Scoglio del Bobbo ha prodotto una sella (località "La Casetta") nel substrato carbonatico mesozoico del versante sud-ovest di Monte Rosato (Fig. 5). Lungo questa sella, lo scavo di una trincea per l'acquedotto di Poggio Bustone (trincea n. 1) ha messo in luce un piano di faglia (direzione N 160°) nel substrato triassico, che disloca con

geometria inversa una sequenza tardo-quadernaria di depositi di versante (Fig. 6). Altre tre trincee (n. 2, 3 e 4 in Fig. 5) hanno permesso di seguire la faglia verso sud per circa 200 metri.

Nella parete ovest della trincea n. 1 (Fig. 6 e 7) l'improvviso ispessimento delle Unità 1 e 2 nel letto della faglia indica l'evoluzione sinsedimentaria del processo di fagliazione a partire almeno dal Paleolitico Superiore. Gli scavi ulteriori e le datazioni assolute con radiocarbonio hanno dimostrato che il rigetto verticale cumulativo prodotto negli ultimi 40.000 anni circa supera in questo punto gli 8 metri.

Nella parete est della trincea n. 1 (Fig. 8), a causa della paleomorfologia della sella, il substrato non affiora, ma la potenza dei depositi di versante olocenici (Unità 3 e 4) è maggiore, permettendo una migliore definizione delle relative strutture sedimentarie. Si può quindi osservare all'interno dell'Unità 3 un cuneo di colluvio, deposto circa 5.000 anni fa, che ricopre livelli detritici e colluviali fortemente deformati. Tale geometria è presumibilmente imputabile ad un sollevamento impulsivo del tetto della faglia che ha prodotto una scarpata in contropendenza lungo il versante, alta circa 1 metro. Essa ha costituito una sorta di trappola sedimentaria per i materiali colluviali, originando in tal modo un forte ispessimento dei livelli basali dell'Unità 3. La parte alta dell'Unità 3 e l'Unità 4, indisturbate, indicano come questo movimento della faglia sia l'ultimo registrato nel sito de "La Casetta".

Si può quindi ragionevolmente ipotizzare che le deformazioni descritte siano, nel loro insieme, il risultato di una serie di eventi di fagliazione superficiale. Un'analoga interpretazione è stata data da MEGHRAOUI

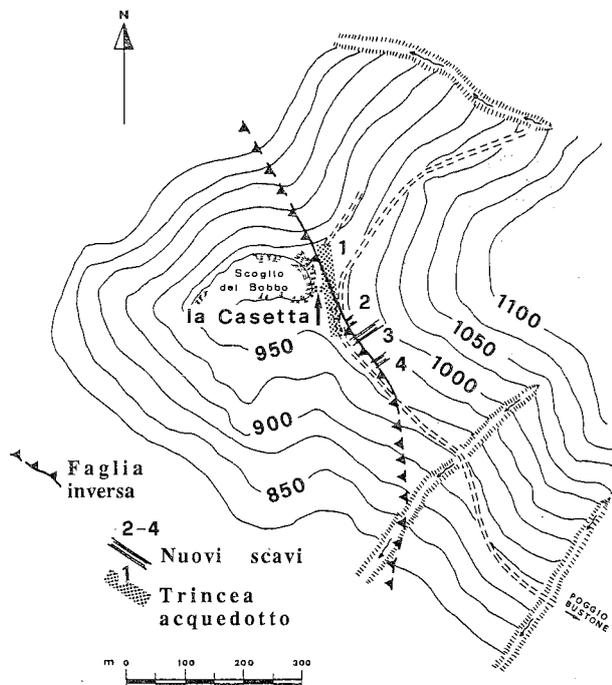


Fig. 5 - Pianta del sito de "La Casetta" ed ubicazione delle trincee.

et alii (1988) per una struttura simile osservata lungo la faglia di El Asnam (op. cit., Fig. 9, pag. 988).

Anche per le evidenze paleosismiche de "La Casetta" la magnitudo può essere stimata dai dati di letteratura ($M \geq 6.0 - 6.5$). Il bacino reatino mostra però una sismicità storica moderata, con eventi di inten-

sità non superiore a VIII-IX MCS. Nei confronti della pericolosità sismica si possono quindi trarre conclusioni analoghe a quelle fatte per il caso di Rivisondoli.

Dal punto di vista strutturale, i movimenti tardo-quadernari lungo il sovrascorrimento di Scoglio del Bobbo non sembrano trovare facile spiegazione nel contesto tettonico noto per l'area. Infatti, i dati geomorfologici e strutturali disponibili individuano nel Bacino di Rieti una tipica depressione intermontana legata a tettonica distensiva. E' peraltro possibile che la geometria osservata dipenda essenzialmente dall'ubicazione del sito studiato, all'incrocio tra i sistemi di faglie normali che bordano il bacino verso nord e verso est. La riutilizzazione della discontinuità ereditata affiorante a Scoglio del Bobbo potrebbe così rientrare nel contesto neotettonico noto per questo settore dell'Appennino, caratterizzato da blocchi rigidi sottoposti a movimenti rototraslativi sotto l'azione di un campo di sforzi essenzialmente tensionale.

IMPLICAZIONI NEOTETTONICHE

La cinematica delle strutture descritte è inquadrabile, a nostro avviso, in un modello di evoluzione neotettonica sul tipo di quello formulato da NIMAN (1971) per l'area del Velino-Sirente, caratterizzato da faglie normali talora listriche, collassi e rotazioni differenziali di blocchi rigidi, retroscivolamenti gravitativi. Un simile modello sembra coerente con un regime crostale di pura estensione nell'Appennino Centrale, suggerito dai caratteri geomorfologici regionali (ad es., BLUMETTI *et alii*, 1992), dagli indicatori cinematici su molti piani di faglia quaternari (ad es., CAVINATO *et alii*, in stampa) e dai meccanismi focali generalmente disten-



Fig. 6 - Foto della zona di faglia nella parete ovest della trincea n. 1 (scavo per l'acquedotto di Poggio Bustone).

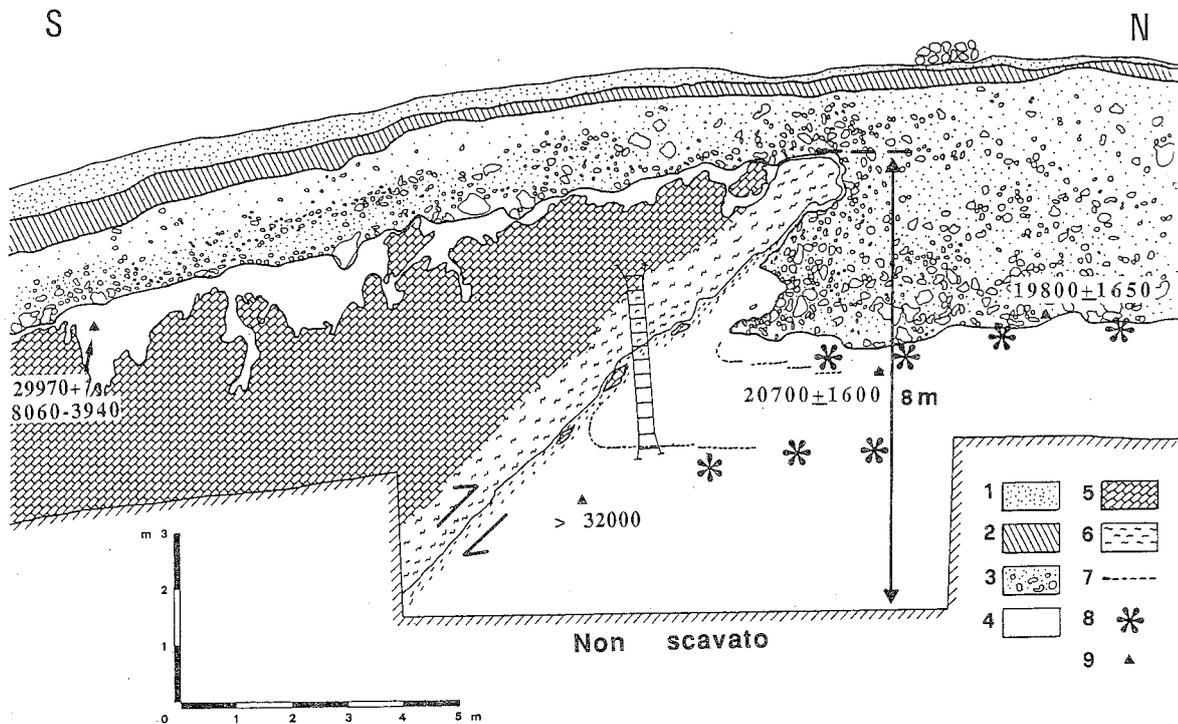


Fig. 7 - Schema sintetic dei dati raccolti nella zona di faglia della trincea n. 1, parete ovest (dal rilievo originale in scala 1:10). Legenda: 1) Unità 1, detrito colluviale con ceramica di età repubblicana, VI-V sec. a.C.; 2) Unità 2, colluvio di suolo nerastro con ceramica protostorica; 3) Unità 3, detrito grossolano dell'ultimo pleniglaciale; 4) Unità 4, colluvio di suolo rossastro contenente (8); 5) Dolomie triassiche; 6) Marne triassiche cataclaste; 7) Livelli detritici di selce uncinati dal movimento della faglia; 8) industria litica del Paleolitico Superiore; 9) Datazioni ^{14}C (Geochron Lab., Mass., U.S.A.).

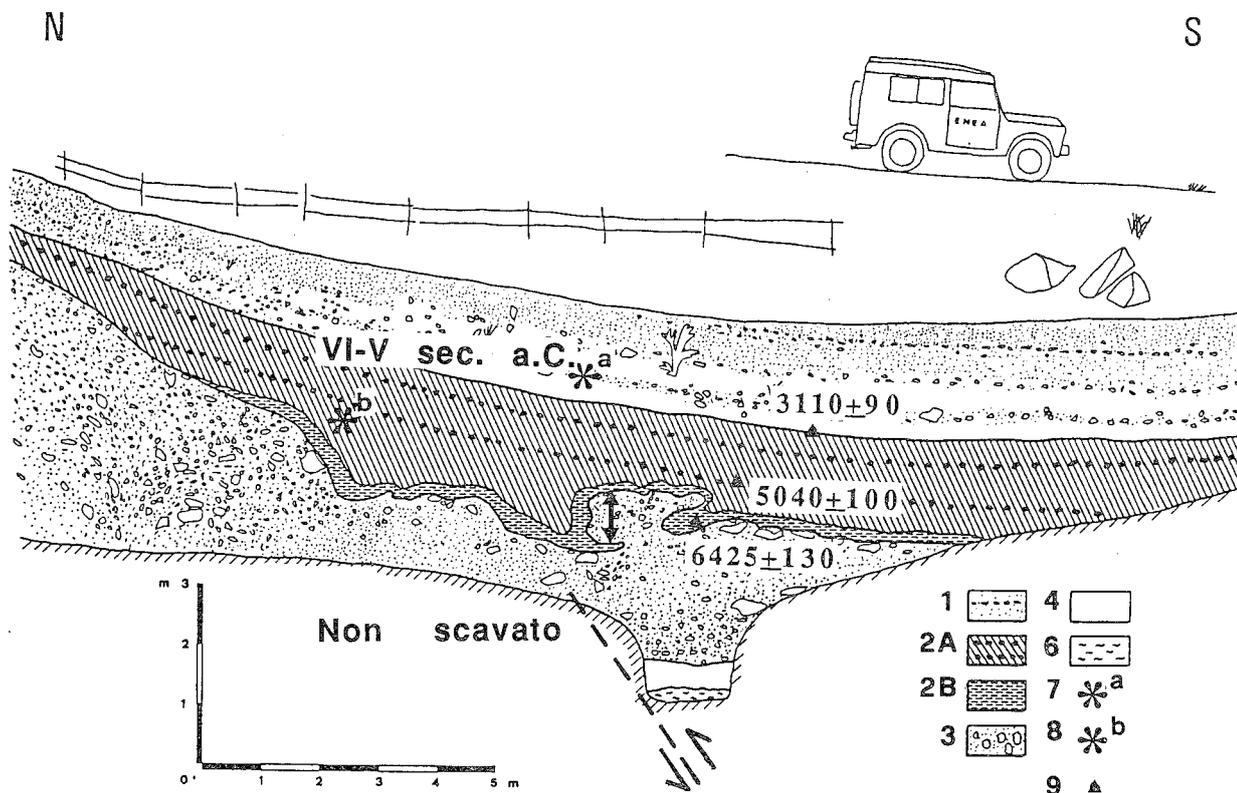


Fig. 8 - Schema sintetic dei dati raccolti nella zona di faglia della trincea n. 1, parete est (dal rilievo originale in scala 1:10). 1) Unità 1, detrito colluviale con ceramica di età romana repubblicana, VI-V sec. a.C.; 2) Unità 2, colluvio di suolo nerastro con ceramica protostorica (2A, livelli superiori non deformati; 2B, livello basale deformato); 3) Unità 3, detrito grossolano dell'ultimo pleniglaciale; 4) Unità 4, colluvio di suolo rossastro; 5) Dolomie triassiche; 6) marne triassiche cataclaste; 7) frammenti di ceramica di età romana repubblicana; 8) frammenti di ceramica protostorica. La freccia indica la componente verticale della dislocazione prodotta dall'ultimo movimento della faglia, avvenuto dopo la deposizione di "2B" e prima della deposizione di "2A", intorno a 5500 anni fa.

sivi dei forti terremoti storici (ad es., GASPARINI *et alii*, 1980). In termini di tettonica quaternaria ed attiva sembrano riscontrarsi quindi notevoli analogie con il modello interpretativo proposto da WALLACE (1980) per la *Basin and Range Province* (Stati Uniti occidentali).

Inoltre, gli indizi paleosismici, sebbene ancora largamente preliminari, indicano che il catalogo italiano dei terremoti storici (pur essendo uno dei più documentati del mondo) può risultare insufficiente per la valutazione della pericolosità sismica, almeno in determinate aree, dove i terremoti individuati geologicamente non trovano riscontro storico (alto Medioevo in particolare) e dove i tempi di ritorno degli eventi maggiori risultano superiori a quelli documentati storicamente.

Sebbene a carattere ancora locale, gli studi paleosismologici in corso nell'Appennino Centrale dimostrano che le ricerche integrate di Geologia e Geomorfologia dell'Olocene forniscono lo strumento idoneo per poter confrontare i risultati delle analisi cinematiche regionali con i dati della sismicità, al fine di definire più coerenti ed affidabili modelli sismotettonici.

TESTI CITATI

- BLUMETTI A.M., MICHETTI A.M. & SERVA L. (1987) - *The ground effects of the Fucino earthquake of Jan. 13th, 1915; an attempt for the understanding of recent geological evolution of some tectonic structures*. In: MARGOTTINI C. & SERVA L. (ed.), Atti di: ENEA-IAEA Int. Workshop "Historical seismicity of central-eastern mediterranean region", Roma, 27-29 Ottobre 1987, 297-320.
- BLUMETTI A.M., DRAMIS F. & MICHETTI A.M. (1992) - *Fault-generated mountain fronts in the Central Apennines (Central Italy): geomorphological features and seismotectonic implications*. Earth Surface Processes and Landforms, in stampa.
- BRUNAMONTE F., MICHETTI A.M., SERVA L. & VITTORI E. (1991) - *The role of palaeoseismic data in seismic hazard analyses in Central Apennines (Italy)*. In: Proceedings of Fourth International Conference on Seismic Zonation, August 25-29, 1991, Stanford, CA, II, 43-50.
- CALDERONI G., LORENZONI P., ORTOLANI F., PAGLIUCA S. & SERVA L. (1991) - *Paleoseismological evidences at Rivisondoli, Central Apennines, Italy*. Rend. Soc. Geol. It., 13, 27-32.
- CARRARA C., MAGRI G., MARGOTTINI C., MOLIN D. & NARCISI B. (1989) - *Aspetti principali della sismicità storica*. In: CNR - ENEA-PAS, Guida all'escursione "Elementi di tettonica pliocenico-quaternaria ed indizi di sismicità olocenica nell'Appennino Laziale-Abruzzese", 31 Maggio - 2 Giugno, 1989, Roma, 11-19.
- CAVINATO G.P., CHIARETTI F., COSENTINO D. & SERVA L. (1989) - *Caratteri geologico-strutturali del margine orientale della Conca di Rieti*. Boll. Soc. Geol. It., 108, 207-218.
- CAVINATO G.P., MICCADEI E. & VITTORI E. - *Caratteri tettonici a confronto in tre bacini intramontani: Rieti, Fucino, Sulmona (Appennino Centrale)*. Geol. Romana, in stampa.
- DE POLO C.M. & SLEMMONS D.B. (1990) - *Estimation of earthquake size for seismic hazards*. in: KRINITZSKY E.L. & SLEMMONS D.B. ed.: "Neotectonics in earthquake evaluation", Geol. Soc. of America, Reviews in Engineering Geology, 8, 1-28.
- GASPARINI C., IANNACCONE G. & SCARPA R. (1980) - *On the focal mechanisms of italian earthquakes*. Rock Mechanics, 9, 85-91.
- GIRAUDI C. (1988) - *Evoluzione geologica della Piana del Fucino (Abruzzo) negli ultimi 30.000 anni*. Il Quaternario, 1 (2), 31-59.
- GIRAUDI C. (1989) - *Datazione di un evento sismico preistorico con metodi geologici e radiometrici: Piano di Aremogna e delle Cinque Miglia*. In: GUIDOBONI E. (a cura di), "I terremoti prima del 1000", Ed. SGA, Bologna, 53-64.
- I.A.E.A. (1991) - *Earthquake and associated topics in relation to NPP siting; a safety guide*. Code of Practice, 50-SG-S1, Revision 1, Vienna.
- MEGHRAOUI M., PHILIP H., ALBAREDE F. & CISTERNAS A. (1988) - *Trench investigations through the trace of the 1980 El Asnam thrust fault: evidence for palaeoseismicity*. Bull. Soc. Seism. of Am., 78 (2), 979-999.
- NEJMAN W. (1971) - *Tectonics of the Velino-Sirente area, Abruzzi, Central Italy*. Koninkl. Nederl. Akademie Van Wetenschappen, Amsterdam, Proceedings, ser. B, 74 (2), 156-184.
- ODDONE E. (1915) - *Gli elementi fisici del grande terremoto marsicano fucense del 13 Gennaio 1915*. Boll. Soc. Sism. It., 19 (1915), 71-215.
- POSTPISCHL D. (a cura di) (1985) - *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Quad. Ric. Scient., 114 (2B), 239 pp.
- SERVA L. (1990) - *Normative antisismiche per la localizzazione e la progettazione di centrali elettro-nucleari*. ENEA-DISP Sicurezza e Protezione, 22 (gen.-apr. 1990), 10-18.
- SERVA L., BLUMETTI A.M. & MICHETTI A.M. (1988) - *Gli effetti sul terreno del terremoto del Fucino (13.01.1915); tentativo di interpretazione della evoluzione tettonica recente di alcune strutture*. Mem. Soc. Geol. It., 35 (1986), 893-907.
- VITTORI E., SERVA L. & SYLOS LABINI S. (1991) - *Palaeoseismology: review of the state-of-the-art*. Tectonophysics, 193, 9-32.
- WALLACE R.E. (1980) - *Tectonic analysis of active faults*. U.S. Dep. Int. Geol. Surv., Summary of technical reports, X, Open File Report n. 80-842.