

L. GUERRIERI (\*)

## EVOLUZIONE GEOLOGICA RECENTE DELLA CONCA DI BOJANO E POSSIBILI TENDENZE EVOLUTIVE

**Riassunto** - L'obiettivo di questo lavoro è la ricostruzione dell'evoluzione geologica recente di un'area di conca interna alla catena appenninica, finalizzata alla stima anche quantitativa dei vari processi geologici che ne controllano la morfogenesi. Questa valutazione si fonda su una serie di vincoli di tipo quantitativo dedotti dall'applicazione di diverse tecniche geologiche. È stata scelta, in particolare, la conca di Bojano (Molise) poiché rappresentativa delle conche interne alla catena appenninica ad attività tettonica rilevante e dunque ad elevata pericolosità sismica e vulnerabilità.

L'attività tettonica di tipo distensivo, a partire almeno dal Pleistocene medio, ha innescato un progressivo sollevamento dei due fronti montuosi ed una zona centrale in rapida subsidenza il cui riempimento è stato fondamentalmente controllato dalle condizioni climatiche. Attualmente la superficie sommitale del riempimento lacustre (Pleistocene superiore finale) è reincisa dal reticolo idrografico del Fiume Biferno che deposita le proprie alluvioni nelle aree più depresse. In alcune aree pedemontane si ha deposizione colluviale e di conoide. Dati geomorfologici e stratigrafici insieme a dati di sismicità storica e strumentale indicano che l'attività sismotettonica continua ad essere elevata ancora oggi.

Sulla base di questi dati è stato proposto un modello evolutivo a 500 anni che individua nella zona analizzata quattro tipologie di aree a diversa dinamica geomorfologica. Il modello tiene conto anche della possibilità che si verifichi nello stesso arco di tempo almeno un evento sismico di magnitudo maggiore di 6,5, in corrispondenza del quale occorre prevedere in superficie effetti analoghi a quelli segnalati anche in corrispondenza dei forti terremoti storici. Il modello proposto, seppure fondato sull'approssimazione che il livello di attività tettonica ed il clima non mutino in maniera significativa nei prossimi 500 anni e benché non tenga conto del ruolo dell'uomo, consente comunque di stimare gli ordini di grandezza dei processi morfogenetici attivi, fornendo un'informazione fondamentale nell'ambito degli studi di pianificazione territoriale nelle aree di conca intermontana.

**Parole chiave** - Geomorfologia, tettonica attiva, conca intermontana, Bojano, Appennino meridionale.

**Abstract** - *Recent geological evolution and expected evolutionary trends of Bojano basin.* This study aims at the evaluation of earth surface processes magnitude in an intermountain basin (Bojano basin, Molise) within the Southern Apennines based on its recent geological evolution constrained by the application of several geological techniques.

At least since the Middle Pleistocene, extensional tectonics triggered progressive uplift of two mountain fronts and fast subsidence of a basin which was filled by lacustrine and flu-

vial deposits strictly connected to the variable climatic conditions. At present, the Biferno River drainage network erodes the Late Quaternary lacustrine top-surface, flooding in the lower sectors of the plain. Colluvial and alluvial fan deposition is still active at the base of the slopes. Geomorphological and stratigraphic data, together with historical and instrumental seismicity, show the high skill of the present seismotectonic activity.

Based on these data, an evolutionary model (for the next 500 years) identifies four types of areas characterized by different earth surface dynamics. The model takes in account also the occurrence of coseismic earth surface modifications triggered by a strong seismic event ( $M > 6.5$ ).

Although this model implies that active tectonics and climate will be stationary for the next 500 years and does not take in account the influence of the human activities, it provides the rate of activity of the earth surface processes, furnishing a fundamental information for land management studies in intermountain basins.

**Key words** - Geomorphology, active tectonics, intermountain basin, Bojano, Southern Apennines.

### INTRODUZIONE

Nel corso dei secoli, l'esperienza diretta con eventi naturali più o meno catastrofici (terremoti, alluvioni, frane) ha progressivamente maturato nell'uomo la consapevolezza dell'importanza di privilegiare aree la cui dinamica geologica superficiale fosse più contenuta. Tuttavia, il continuo bisogno di nuove aree di sviluppo, specialmente nelle ultime decine di anni, ha reso necessario che le attività umane si espandessero anche in zone ad elevata pericolosità geologica: in Italia in particolare si assiste tuttora ad una notevole espansione urbanistica ed industriale in aree ad elevata sismicità quali le conche interne alla catena appenninica.

In questo contesto, l'obiettivo di questo studio è stato la ricostruzione dell'evoluzione geologica recente di un'area di conca interna alla catena appenninica, finalizzata alla stima anche quantitativa dei vari processi geologici che ne controllano la morfogenesi. La valutazione si fonda su una serie di vincoli di tipo quantitativo relativi all'evoluzione recente dell'area dedotti dall'applicazione di diverse tecniche geologiche. In tal modo si vuole anche verificare se queste tecniche consentano di ricavare stime di tipo quantitativo. Ci si è

(\*) APAT, Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, via Vitaliano Brancati 48, 00144 Roma. Tel. +39-06-44442781; Fax. +39-06-4465155; e-mail: guerrieri@apat.it.

riferiti all'evoluzione geologica olocenica, ovvero ad un arco di tempo di circa 10.000 anni, in quanto questo periodo costituisce una finestra temporale ragionevolmente estesa ma comunque rappresentativa dei processi morfoevolutivi attuali e di quelli che caratterizzeranno l'area nelle prossime centinaia di anni. I vincoli quantitativi relativi all'evoluzione olocenica dell'area costituiscono dunque i dati di base per definire un modello evolutivo nel breve-medio periodo: si è scelto un periodo di 500 anni, che rappresenta un periodo di osservazione di riferimento significativo in termini probabilistici per un'opera per cui è prevista una durata di circa 50 anni (cfr. Eurocodice 8 relativo alla pericolosità sismica, Slejko, 1995).

Per tale studio è stata prescelta la conca intermontana di Bojano (Molise) poiché rappresentativa di altre conche interne alla catena appenninica ad attività tettonica rilevante e dunque ad elevata pericolosità sismica e vulnerabilità (negli ultimi anni la piana di Bojano è stata interessata da un intenso sviluppo urbano ed industriale).

#### INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La conca di Bojano è una depressione tettonica allungata in direzione appenninica bordata a SO dall'imponente massiccio del Matese (quota massima, 2050 metri s.l.m., Monte Miletto) e a NE dai rilievi collinari del Sannio (quote massime raramente superiori a 1200 metri s.l.m.). La piana attuale si trova a quote intorno ai 500 metri s.l.m.

Le formazioni geologiche che costituiscono i versanti della conca di Bojano (Fig. 1) sono riferibili fondamentalmente a due domini paleogeografici: un dominio di piattaforma carbonatica (Piattaforma abruzzese-campana, D'Argenio *et al.*, 1973) ed un dominio pelagico (Bacino molisano e/o lagonegrese). Dal punto di vista strutturale, le due unità tettoniche principali (Unità Matese-Monte Maggiore e Falda Sannitica) sono sovrapposte secondo *thrusts* non coassiali rispetto ai domini paleogeografici mesocenozoici (Di Bucci *et al.*, 1999).

L'attuale conca di Bojano si è impostata su una depressione formatasi precedentemente (Bacino di S. Massimo), in conseguenza dell'attività tettonica compressiva e trascorrente caratterizzata da deposizione lacustre nel Pleistocene inferiore (Brancaccio *et al.*, 1979) e probabilmente fino al Pleistocene medio basale (Corrado *et al.*, 2000). La formazione della conca attuale è riferibile essenzialmente alla tettonica estensionale instaurata nell'area a partire almeno dal Pleistocene medio che, seppure in parte rimobilizzando linee tettoniche preesistenti, ha comunque determinato la progressiva evoluzione di un *graben* ad orientazione circa appenninica, di cui le faglie dirette bordiere del Matese (faglia di Bojano) e dei monti del Sannio («faglia Sannita») costituiscono i due elementi tettonici principali (Russo & Terribile, 1995; Naso, 1998).

Il riempimento della conca è continuato fino ad oggi attraverso periodi di ingente deposizione cui si sono alternati momenti a più intensa attività erosiva. I depositi di riempimento sono di natura prevalentemente

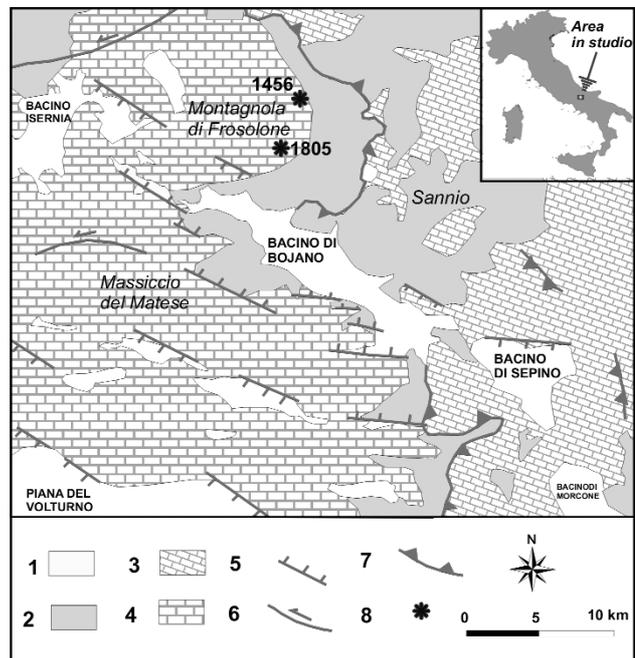


Fig. 1 - Schema geologico della conca di Bojano ed aree limitrofe (da Blumetti *et al.*, 2000, modificata). 1. Depositi continentali (Quaternario); 2. Flysch (Miocene); 3. Sequenze pelagiche e di transizioni dell'Unità Sannitica; 4. Sequenze neritiche e di transizione dell'Unità della Piattaforma Appenninica; 5. Faglia diretta (Quaternario); 6. Faglia trascorrente (Pliocene?); 7. Thrust (Neogene). 8. Epicentro di forte terremoto storico.

lacustre e palustre (GEMINA, 1963) con intercalazioni più grossolane prevalentemente dal lato matesino. In base a considerazioni geomorfologiche Russo & Terribile (1995) ritiene che tale fase di riempimento lacustre sia proseguita fino al Pleistocene superiore finale. Durante l'Olocene si è quindi instaurato il sistema geomorfico attuale che ha provocato la reincisione della superficie lacustre e la formazione dei suoli attuali.

I cataloghi sismici (Postipischl, 1985; Camassi & Stucchi, 1997) segnalano per l'area in esame intensità MCS > X° per almeno tre forti terremoti che hanno interessato l'Appennino meridionale nel 1456, nel 1688 e nel 1805. In occasione di questi eventi sismici è più che ragionevole ipotizzare una riattivazione della faglia di Bojano anche sulla base degli effetti sul terreno (cfr. Esposito *et al.*, 1987, per il terremoto del 1805).

La sismicità attuale è caratterizzata da sciami sismici piuttosto frequenti (quattro eventi negli ultimi venti anni hanno raggiunto valori di magnitudo compresi tra 4 e 5).

#### DATI TERRENO

##### Morfo-stratigrafia dei depositi continentali

I depositi continentali sono stati correlati secondo un criterio di tipo morfostratigrafico. In particolare sono state distinte le seguenti unità (Fig. 2): i) UCON-I: depositi conglomeratici cementati in facies di conoi-

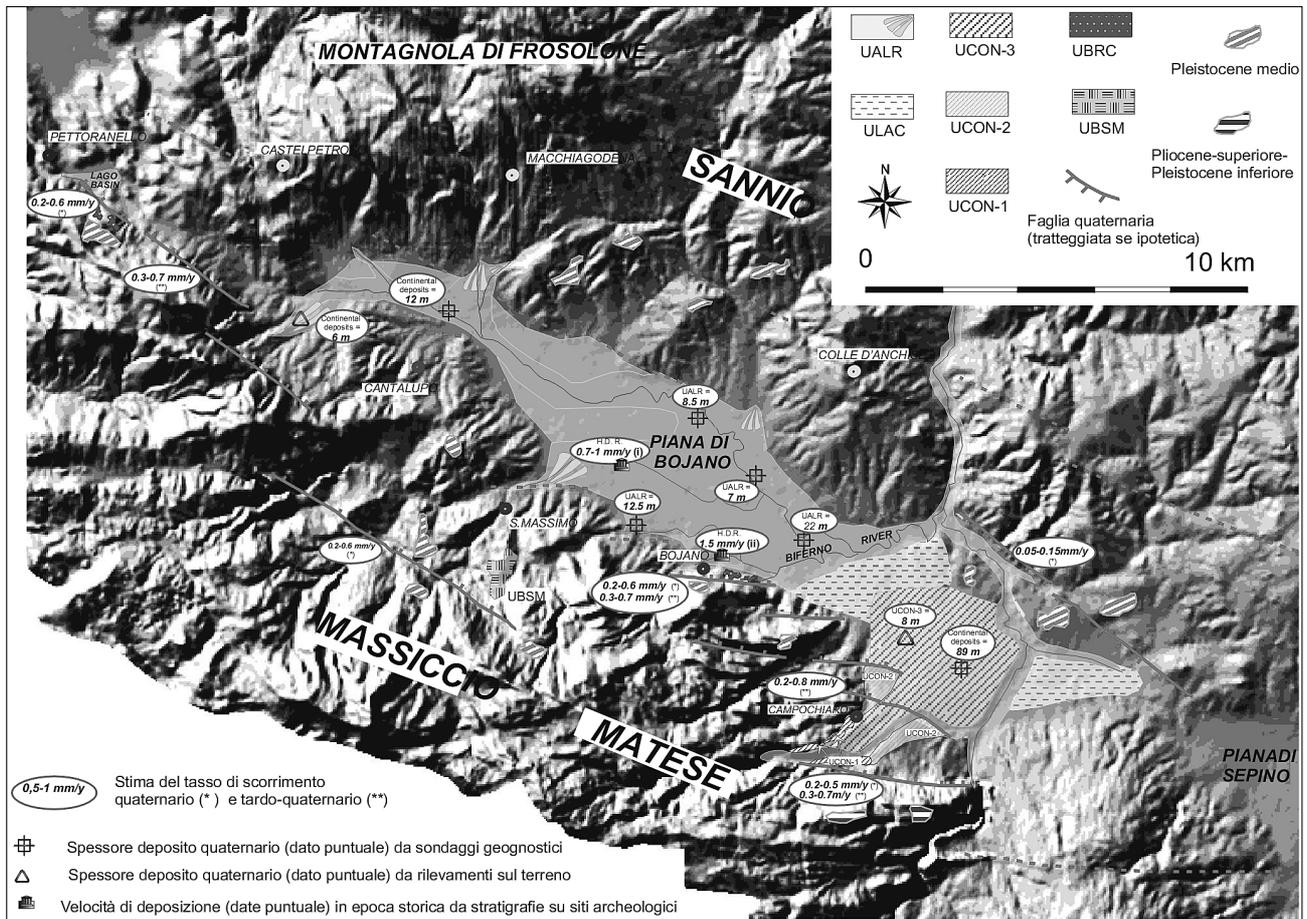


Fig. 2 - Sintesi dei dati stratigrafici, geomorfologici e geologico-strutturali della conca di Bojano.

de alluvionale sospesi di circa 30 metri rispetto agli alvei attuali; ii) UCON-II: depositi conglomeratici cementati in facies di conoide alluvionale sospese di 15-20 metri rispetto agli alvei attuali; iii) UCON-III: depositi conglomeratici cementati in facies di conoide alluvionale sospese di circa 10 metri rispetto agli alvei attuali; iv) ULAC: depositi lacustri e palustri di riempimento della conca di Bojano; v) UALR: depositi sciolti in facies fluviale e di conoide deposti nelle aree golenali del Biferno e dei suoi affluenti; vi) UBSM: depositi di ambiente lacustre prevalentemente limosi, stratificati, con intercalazioni di materiale vulcanoclastico. Costituiscono lembi relitti riferibili al cosiddetto Bacino di S. Massimo (Brancaccio *et al.*, 1979); vii) UBRC: depositi di versante e di conoide tipo breccie e conglomerati cementati, sospesi a varie altezze sui versanti, di età difficilmente collocabile.

Informazioni di tipo puntuale sullo spessore di alcune unità appena descritte sono state desunte soprattutto da sondaggi di tipo geognostico ma anche da stratigrafie di dettaglio eseguite sui numerosi siti archeologici presenti nell'area (Fig. 2).

### Neotettonica

In letteratura sono stati segnalati nella piana di Bojano diversi elementi indicatori di tettonica tardo-quaternaria (Ascione *et al.*, 1998), quali scarpate di faglia NO-SE di altezza decametrica sia sul margine nord-orientale (Stazione di Cantalupo-Macchiagodena) che su quello sud-occidentale (Campochiaro e Bojano). Sempre nella zona di Campochiaro, uno studio di dettaglio della conoide (Guerrieri *et al.*, 2000) segnalava anche la presenza di una serie di evidenze geomorfologiche e stratigrafiche di attività tardoquaternaria.

L'analisi sistematica delle foto aeree ed i rilievi sul terreno hanno consentito di riconoscere per la faglia di Bojano numerose altre evidenze di tettonica recente di tipo geologico (depositi quaternari sollevati a varie altezze sui versanti, depositi tardoquaternari fagliati) e geomorfologico (superfici erosive sospese, faccette triangolari, scarpate di faglia in roccia, lineazioni).

In particolare l'individuazione delle superfici relitte, la cui età può essere stimata mediante correlazione a depositi di età nota, ha consentito di stimare in prima approssimazione l'ordine di grandezza del rigetto verticale e dunque il tasso di scorrimento di lungo periodo (Qua-

ternario) compreso tra 0,2 e 0,8 mm/anno (Fig. 2). Profili topografici di dettaglio lungo scarpate di faglia in roccia su versanti carbonatici rettificati (per la metodologia si veda Piccardi, 1998) hanno fornito per il periodo tardoquaternario (ultimi 20.000 anni) valori di tassi di scorrimento confrontabili.

Infine, analisi paleosismologiche eseguite lungo la faglia di Bojano, nella sua parte nord-occidentale, hanno documentato evidenze stratigrafiche di fagliazione in superficie in corrispondenza di due forti terremoti nell'Olocene (Blumetti *et al.*, 2000 per ulteriori dettagli). Indizi di tettonica recente lungo la faglia Sannita sono rappresentati solamente da lineazioni e paleosuperfici sospese, ma il tasso di scorrimento dovrebbe essere significativamente minore.

#### EVOLUZIONE GEOLOGICA PLIO-QUATERNARIA

Nel Pliocene l'assetto geologico strutturale dell'area in esame era caratterizzato da un'anticlinale costituita prevalentemente da depositi di piattaforma carbonatica e di transizione sovrascorsa (piega-faglia) su depositi terrigeni miocenici. Sebbene i raccorciamenti non siano stati di grande entità (Scrocca & Tozzi, 1999) è probabile che già nel suddetto periodo esisteva nell'area investigata una depressione morfostrutturale. Sempre durante il Pliocene, grazie alla relativa stasi dei sollevamenti tettonici, si è potuta formare una estesa superficie di erosione (Paleosuperficie *Auct.*) i cui lembi sono probabilmente ancora riconoscibili sul versante matesino, seppure ampiamente carsificati. Il Bacino di S. Massimo si è probabilmente formato al termine di questa fase. Dal Pleistocene medio ha avuto inizio l'attività tettonica di tipo distensivo secondo una direzione di massima estensione circa NE-SO. La formazione della struttura a graben della conca di Bojano attuale è essenzialmente riferibile a questa fase tettonica: si è avuto un progressivo sollevamento dei due fronti montuosi ed una zona centrale in rapida subsidenza. Entrambi i fronti mostrano chiare evidenze di una tettonica distensiva attiva lungo faglie ad orientazione circa appenninica (settore nord-occidentale) e circa Est-Ovest (nel settore sudorientale). Il riempimento della conca è continuato fino ad oggi condizionato anche dal clima: condizioni fredde e aride hanno favorito i processi di aggradazione nella piana mentre condizioni calde e umide sono state favorevoli alla reincisione dei depositi e al loro terrazzamento. I dati geognostici indicano per i depositi di riempimento dei due bacini facies prevalentemente lacustri e palustri (ULAC) e subordinatamente facies alluvionali. Sui versanti si riconoscono almeno tre ordini di conoide terrazzate (UCON-I; -II; -III) la cui genesi è spiegabile con l'interazione tra clima e tettonica. L'ultima fase di riempimento lacustre è terminata circa 10.000 anni dal Presente (passaggio Tardiglaciale-Olocene).

Attualmente la deposizione lacustre non è più attiva: la superficie sommitale del riempimento lacustre è reincisa dal reticolo idrografico del Biferno, che deposita le proprie alluvioni (UALR) nelle aree più depresse. In alcune aree pedemontane si ha invece deposizione coluviale e di conoide.

#### MODELLO EVOLUTIVO

I vincoli di tipo quantitativi ricavati nella ricostruzione dell'evoluzione geologica quaternaria della conca consentono di stimare, seppure con una certa approssimazione, l'ordine di grandezza dei processi erosivi, deposizionali e tettonici nell'area studiata nel corso dell'Olocene.

L'approfondimento dei principali corsi rispetto al tetto dell'unità ULAC e UCON-III è quasi sempre compreso tra 5 e 10 metri. Poiché il termine della deposizione delle suddette unità è stato vincolato al passaggio Tardiglaciale-Olocene (circa 10.000 anni dal Presente) si ricava che la velocità di incisione lineare olocenica è approssimativamente dell'ordine di 0,5-1 mm/anno. La velocità di deposizione olocenica nelle aree pedemontane e nelle aree di pianura (UALR), seppur molto variabile, è anche essa generalmente dell'ordine di qualche frazione di mm/anno.

Inoltre, i dati a disposizione hanno consentito di documentare, soprattutto per la faglia di Bojano, attività olocenica, con tassi di scorrimento dell'ordine di qualche decimo di mm/anno.

Dalla ricostruzione dell'evoluzione geologica quaternaria dell'area investigata e dai vincoli di tipo quantitativo ricavati per l'Olocene è pertanto possibile passare ad un modello evolutivo a 500 anni (Fig. 3). Nell'interpretazione del modello occorre innanzitutto tenere presente le seguenti approssimazioni i) il livello di attività tettonica ed il clima non mutano significativamente nei prossimi 500 anni; ii) non si tiene conto del ruolo dell'uomo; iii) i valori stimati sono valori indicativi degli ordini di grandezza.

Il modello evolutivo suddivide la zona analizzata in quattro diversi tipi di aree:

- 1) *Aree prevalentemente in erosione sollevate rispetto al livello della pianura che costituisce il livello di base locale.* Per i settori nel *footwall* delle faglie dirette alla base dei versanti si può stimare un sollevamento compreso tra 15 e 100 cm. Tale dato è stato ottenuto rapportando a 500 anni i tassi di scorrimento delle faglie attive. L'entità dell'erosione in tali aree risentirà pertanto di un progressivo ringiovanimento del rilievo di questo ordine di grandezza. Il tipo e l'entità dei fenomeni erosivi variano localmente in funzione della litologia e della pendenza del versante.
- 2) *Aree prossime al livello della pianura, interessate da processi erosivi e deposizionali rilevanti.* Sono state distinte aree di pianura prossime ai corsi d'acqua principali, interessate da processi di erosione lineare e da sovralluvionamento e aree pedemontane, sede di deposizione detritico-colluviale dal versante. I limiti di tali aree coincidono con i limiti dell'unità delle alluvioni recenti e di conoide attiva (UALR). Gli spessori di tali depositi saranno ragionevolmente dell'ordine di alcuni decimetri fino a circa un metro. Tale dato rappresenta una situazione media anche se situazioni locali possono favorire la formazione di depositi di spessore anche molto diverso.
- 3) *Aree sospese rispetto alla piana attuale caratterizzate da processi superficiali subordinati.* Porzioni dei versanti a pendenza molto bassa, quasi pianeg-

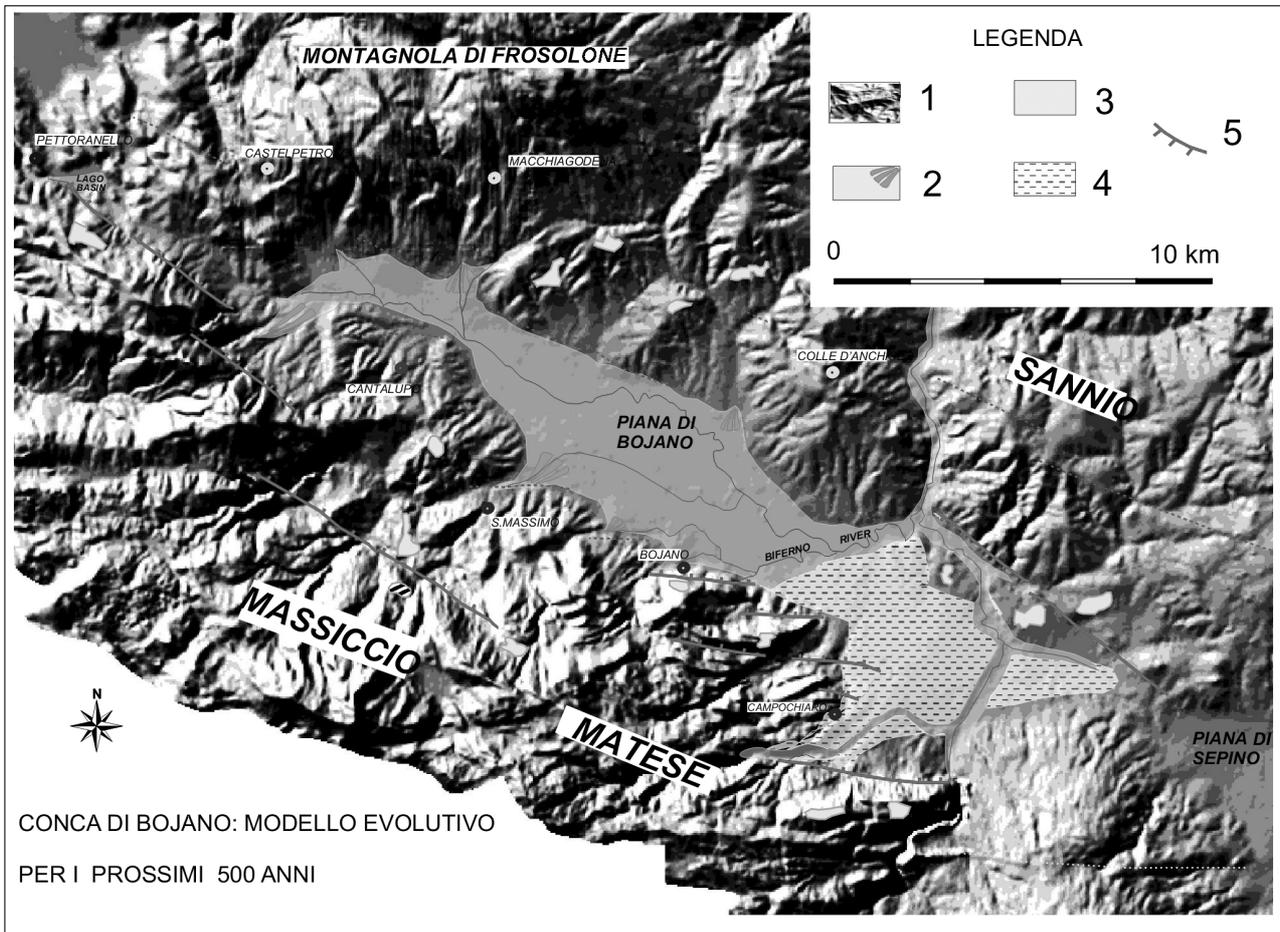


Fig. 3 - Modello evolutivo della conca di Bojano per i prossimi 500 anni. 1. Aree prevalentemente in erosione sollevate rispetto al livello della pianura che costituisce il livello di base locale. 2. Aree prossime al livello della pianura, interessate da processi erosivi e deposizionali rilevanti. 3. Aree sospese rispetto alla piana attuale caratterizzate da processi superficiali subordinati. 4. Aree a bassa dinamica geomorfologica ovvero caratterizzate da erosione e deposizione molto limitata. 5. Faglia diretta a documentata attività quaternaria (tratteggiata se ipotetica).

gianti. Sono molto scarsi i fenomeni erosivi, più comuni quelli di deposizione colluviale.

- 4) *Aree a bassa dinamica geomorfologica ovvero caratterizzate da erosione e deposizione molto limitata.* Si tratta delle aree ove i depositi dell'unità ULAC e UCON-III non sono stati interessati da processi di erosione e seppellimento durante l'Olocene. La dinamica geomorfologica molto contenuta consente lo sviluppo di suoli moderatamente evoluti (Inceptisuoli).

Il rilevamento sul terreno ha inoltre consentito il riconoscimento di alcune faglie capaci di produrre fagliazione superficiale: nel contesto sismotettonico appenninico, tali evidenze sono riferibili ad eventi sismici di magnitudo pari ad almeno 6.5 (Serva *et al.*, in press). Pertanto il modello evolutivo tiene conto anche della possibilità che si verifichi nello stesso arco di tempo almeno un evento sismico di magnitudo maggiore di 6,5. In corrispondenza di tale evento è ragionevole ipotizzare scenari da terremoto (sensu de Polo *et al.*, 1996)

che prevedano in superficie effetti analoghi a quelli segnalati anche in corrispondenza dei forti terremoti che hanno colpito l'area nel passato: fagliazione in superficie, frane, fenomeni di liquefazione, aperture di voragini, modificazioni del sistema idrico e idrogeologico. In accordo con le attuali conoscenze sismotettoniche in Appennino (Michetti, 1995) e tenendo conto dei tassi di scorrimento delle strutture attive si può ipotizzare la riattivazione fino in superficie di una delle strutture tettoniche definite attive in una zona di lunghezza superiore anche a 10 Km, con rigetti almeno decimetrici.

#### CONCLUSIONI

L'evoluzione attuale dell'area di Bojano e Sepino è controllata fundamentalmente dalle condizioni climatiche e dall'attività tettonica lungo le faglie bordiere (principalmente la faglia di Bojano). Sono stati stimati

gli effetti sul terreno di questi fattori in termini di tassi di scorrimento, velocità di deposizione e di erosione. A tale riguardo si può concludere che i) il livello di attività tettonica estensionale recente è analogo a quello del Pleistocene medio; i tassi di scorrimento sono dell'ordine di qualche frazione di mm/anno; ii) il clima attuale consente l'incisione lineare nelle conoidi pedemontane e nei depositi di riempimento nella piana (qualche frazione di mm/anno). Anche la deposizione nelle aree golenali e alla base dei versanti è dello stesso ordine di grandezza; iii) le modificazioni recenti del territorio in quest'area sono abbastanza confrontabili, in termini di ordini di grandezza, con quelle relative ad altre aree di conca interna alla catena appenninica (ad esempio il Fucino).

Il modello evolutivo presentato fornisce gli ordini di grandezza dei processi geologici in atto, ma può comunque essere integrato da un'analisi geologico-strutturale completa alla scala mesostrutturale e verificato mediante altre indagini di lunga durata (misure del trasporto solido, indagini finalizzate alla microzonazione sismica, misure di interferometria).

Da un punto di vista metodologico si è infine potuto constatare che le diverse tecniche geologiche applicate consentono di individuare aree a diversa dinamica geologica e di ricavare, seppure in prima approssimazione, una stima dell'entità dei processi morfogenetici in atto. Inoltre, si è visto che anche dati di origine diversa (sismici, storici e archeologici), se integrati con le analisi più propriamente geologiche, possono fornire indicazioni utili e vincoli di tipo quantitativi.

#### BIBLIOGRAFIA

- Ascione A., Caiazzo C., Cinque A., Gargano D., Romano P., Santangelo N., Vitti C., 1998. Segnalazione di tettonica Tardo Quaternaria in alcune aree della Campania e del Molise: risultati preliminari nell'ambito del P.E. 97 - GNDT. Abstract 79° Convegno Società Geologica Italiana «La Sicilia, un laboratorio naturale nel Mediterraneo. Strutture, mari, risorse e rischi», Palermo 21-23 settembre 1998, 96-97.
- Blumetti A.M., Caciagli M., Di Bucci D., Guerrieri L., Michetti A.M., Naso G., 2000. Evidenze di fagliazione superficiale olocenica nel bacino di Boiano. Riassunto esteso presentato al XIX convegno CNR - Gruppo Nazionale Geofisica della Terra Solida, 12-15.
- Brancaccio L., Sgrosso I., Cinque A., Orsi G., Pece R., Rolandi G., 1979. Lembi residui di sedimenti lacustri pleistocenici sul versante settentrionale del Matese, presso S. Massimo. *Boll. Soc. Natur. Napoli* 88: 275-286.
- Camassi R., Stucchi M., 1997. NT4.1: un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno, 93 pp, Milano.
- Corrado S., Di Bucci D., Naso G., Villa I., 2000. Extensional tectonics in the Matese area. Convegno «Evoluzione Geologica e Geodinamica dell'Appennino in memoria del Prof. Piali», Foligno 16-18 febbraio 2000, Volume Abstracts, 113.
- D'Argenio B., Pescatore T., Scandone P., 1973. Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania-Lucania). Atti del Convegno: Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino. *Acc. Naz. Lincei, Quad.* 183.
- de Polo C., Rigby J.G., Johnson G.L., Jacobson S.L., Anderson J.G., Wythes T.J., 1996. Planning Scenario for a Major Earthquake in Western Nevada. Nevada Bureau of Mines and Geology, Spec. Publ. 20, University of Nevada, Reno, USA.
- Di Bucci D., Corrado S., Naso G., Parotto M., Praturlon A., 1999. Evoluzione tettonica neogenico-quadernaria dell'area molisana. *Boll. Soc. Geol. It.* 118: 13-30.
- Eposito E., Luongo G., Marturano A., Porfido S., 1987. Il terremoto di S. Anna del 26 luglio 1805. *Mem. Soc. Geol. It.* 37, 171-191.
- GEMINA., 1963: Il bacino del Tammaro. In: Ligniti e torbe dell'Italia continentale. Ed. a cura della GEMINA-Geomineraria nazionale, Torino, 123-125.
- Guerrieri L., Scarascia Mugnozza G., Vittori E. (2000). Analisi stratigrafica e geomorfologica della conoide tardoquaternaria di Campochiaro ed implicazioni per la conca di Boiano in Molise. *Il Quaternario* 12 (2): 199, 119-129.
- Michetti A.M., 1995. Paleosismologia e pericolosità sismica: stato delle conoscenze ed ipotesi di sviluppo. Rendiconto n. 2 CNR-GNDT, Roma, 88.
- Naso G., Di Bucci D., Corrado S., Valensise G., 1998. Il condizionamento dell'assetto geologico preesistente sullo sviluppo di strutture sismogenetiche: il case del Bacino di Boiano (Appennino centro-meridionale). CNR-GNGTS, 17° Convegno Nazionale, Roma 10-12 Novembre 1998, 112-113.
- Piccardi L., 1998. Cinematica attuale, comportamento sismico e sismologia storica della faglia di Monte Sant'Angelo (Gargano, Italia): la possibile rottura superficiale del «leggendaro» terremoto del 493 d.C. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.* 12: 155-166.
- Postpischl D., Ed. 1985: Atlas of isoseismal maps of Italian earthquakes. CNR-PFG, Quad. «La Ricerca Scientifica», 114, 2A, Bologna.
- Russo F., Terribile F., 1995. Osservazioni geomorfologiche, stratigrafiche e pedologiche sul Quaternario del bacino di Boiano (Campbasso). *Il Quaternario* 8 (1): 239-254.
- Scrocca D., Tozzi M., 1999. Tettogenesi mio-pliocenica dell'Appennino molisano. *Boll. Soc. Geol. It.* 118: 255-286.
- Serva L., Blumetti A.M., Guerrieri L., Michetti A.M. (in press): The Apennine intermountain basins: the result of repeated strong earthquakes over a geological time interval. Atti Convegno Workshop «Evoluzione Geologica e Geodinamica dell'Appennino in memoria del Prof. Piali», Foligno 16-18 febbraio 2000.
- Slejko D., 1995. Linea di ricerca 3: Pericolosità sismica. In: Corsanego A. Faccioli E., Gavarini C., Scandone P., Slejko D. 6 Stucchi M. (eds.) «L'attività del GNDT nel triennio 1993-1995», 99-131.